

Índice

1	Introducción.....	5
2	Marco normativo.....	5
2.1	Antecedentes y normativa más relevante (europea y estatal).....	8
2.1.1	Europea.....	8
2.1.2	Estatal.....	12
2.2	Definición de RAEE y categorías.....	15
2.2.1	Categorización informal.....	17
3	Principales actores en la recogida de RAEE.....	17
4	Producción y gestión de RAEE.....	19
4.1	El papel del productor.....	19
4.1.1	Fabricación y registro en un SIG.....	20
4.2	Gestión como RAEE.....	20
4.2.1	Sistemas Integrados de Gestión (SIG).....	21
4.2.2	Distribuidor.....	24
4.2.3	Usuario.....	25
4.2.3.1	AEE como residuo. Alternativas de comportamiento del consumidor.....	25
4.2.4	Gestor de residuos.....	26
4.2.4.1	Reutilización.....	26
4.2.4.2	Desmantelado y pre-tratamiento.....	26
4.2.4.3	Reciclaje y eliminación.....	29
5	Problemática ambiental en la gestión de los RAEE.....	29
5.1	Peligrosidad de los RAEE como residuos.....	29
5.2	Pérdida de metales raros.....	31
6	Flujo de gestión de RAEE en España.....	32
6.1	Análisis de la puesta en mercado.....	32
6.1.1	Análisis por categorías.....	35
6.2	Análisis de la recogida de RAEE.....	36
6.2.1	Comparación con otros países.....	37
6.2.2	Influencia del canal de puesta en el mercado.....	38
6.2.3	Influencia del tamaño del RAEE.....	39
6.2.4	Flujo material por categorías.....	40
7	Diagnosis.....	41
7.1	Principales problemas detectados.....	42
7.2	Puntos débiles en la legislación actual: del marco legal al marco real.....	43
7.3	Fraude.....	45
7.3.1	En la puesta en el mercado (polizones).....	45
7.3.2	En la gestión.....	45
7.4	Falta de transparencia e información a los consumidores.....	45

7.4.1 Responsabilidad integral.....	46
7.4.2 Mejora de la información al consumidor.....	47
8 Revisión de mejores prácticas de recogida y tratamiento de RAEE en España y la Unión Europea.....	47
8.1 Reutilización.....	47
8.2 Potencial de reutilización.....	48
8.2.1 Potencial de generación de empleo.....	48
8.2.2 Propuestas para potenciar la reutilización.....	49
8.3 Diseño para el reciclado.....	52
8.4 Trazabilidad:.....	54
8.4.1 Exportaciones ilegales y venta a terceros países.....	54
8.4.1.1 Posible consideración de los RAEE sin tratar como residuos peligrosos.....	57
8.4.2 WEEE-TRACE.....	58
8.5 Mejores técnicas disponibles de (pre)tratamiento.....	59
8.5.1 Requisitos mínimos de gestión.....	59
8.5.2 Permisos instalaciones tratamiento.....	59
8.6 El caso de la fragmentación.....	59
8.6.1 Fragmentación y metales preciosos.....	60
8.6.1.1 El procesado final.....	64
8.6.1.2 Tasas de recuperación netos.....	65
8.6.1.3 Rendimiento de liberación.....	66
8.6.1.4 Propuesta: cálculo de los objetivos de reciclado sobre salidas en lugar de entradas.....	66
8.6.2 MTD en separación postfragmentación.....	67
8.7 Propuestas de mejora de la recogida selectiva.....	68
8.7.1 Campaña de recogida selectiva de móviles.....	68
8.7.1.1 Experiencia de Copenhague.....	69
8.7.1.2 Experiencia BEST Bag (Holanda).....	69
8.7.1.3 Recogida selectiva en Londres (Reino Unido).....	70
8.7.1.4 Recogida selectiva en Viena (Austria).....	71
8.7.1.5 Contenedor de reciclables (Leipzig).....	71
8.7.1.6 Sistema Depósito, Devolución y Retorno (SDDR) para RAEEs.....	71
8.7.2 Mejora de los puntos de recogida existentes.....	72
8.7.3 Canibalización de RAEE y robos en puntos limpios.....	72
8.7.3.1 Canibalización y chatarreros ilegales.....	73
8.7.4 El papel de las recogidas informales.....	74
9 Empleo en el sector de la Gestión, tratamiento y reciclaje de residuos.....	75
9.1 Empleo verde.....	75
9.2 Generación de puestos de trabajo derivados de la mejora del tratamiento de RAEE.....	76
9.2.1 Potencial de creación de puestos de trabajo según tratamiento.....	77
9.2.2 Escenario 1.....	77
9.2.3 Escenario 2.....	81

9.2.4 Escenario 3.....	83
9.2.5 Comparación de escenarios.....	84
9.2.6 Conclusiones.....	84
9.3 Valor del RAEE y coste del empleo.....	85
10 Bibliografía.....	87

Índice de tablas

Tabla 1: Tratamiento selectivo de materiales y componentes de RAEE (Anexo VII).....	6
Tabla 2: Objetivos de valorización y reciclaje hasta el 14 de agosto de 2018.....	7
Tabla 3: Objetivos de valorización y reciclaje a partir del 15 de agosto de 2018.....	7
Tabla 4: Nuevas categorías de RAEE.....	17
Tabla 5: Características de la gestión de RAEE de forma individual o través de SIG.....	21
Tabla 6: SIGs de RAEEs operativos en el territorio español.....	24
Tabla 7: Cantidad de metales preciosos en teléfonos móviles y ordenadores personales.....	32
Tabla 8: Cantidad de AEE puestos en el mercado.....	33
Tabla 9: Puesta en mercado de AEE en kg/hab.....	36
Tabla 10: Evolución de la producción de residuos de RAEE.....	36
Tabla 11: Porcentaje de recogida de RAEE en función de la puesta en mercado.....	38
Tabla 12: Porcentaje de AEE puestos en mercado según categoría y uso. Fuente. Elaboración propia.....	39
Tabla 13: Composición media de las principales categorías de RAEE.....	40
Tabla 14: Valor total de la POM como RAEE (estimación 2014).....	42
Tabla 15: Puntos débiles de la legislación actual.....	44
Tabla 16: Posibles métodos de RAP y ejemplos (OCDE, 2001).....	46
Tabla 17: Potencial de reutilización en puntos limpios.....	48
Tabla 18: Ventajas y necesidades de un sistema de reutilización eficiente.....	52
Tabla 19: Uso de metales y elementos en AEE.....	63
Tabla 20: Porcentaje de recuperación de metales precioso según técnica aplicada.....	64
Tabla 21: Tasas de recuperación para el oro y el paladio alcanzados en los procesos de recuperación del sector formal.....	65
Tabla 22: Barrios donde se aplica la experiencia piloto, puntos de recogida y tonelaje anual recogido.....	70
Tabla 23: Cifras básicas del subsector de gestión, tratamiento y reciclaje de residuos. (CNAE 2009. epígrafes 37, 38 y 39).....	75
Tabla 24: Situación de la recogida de RAEE en España en 2010.....	76
Tabla 25: Empleos promedio según tratamiento aplicado.....	77
Tabla 26: Proyección de la POM hasta 2023.....	78
Tabla 27: Porcentaje de recogida selectiva de RAEE en 2010.....	79
Tabla 28: Toneladas de recogida esperada según datos de 2010.....	79
Tabla 29: Número de trabajadores para líneas blanca, marrón y gris.....	80
Tabla 30: Número de trabajadores en pretratamiento y fragmentación para cat. 2,5,6,7,8,9 y 10.....	80
Tabla 31: Número de trabajadores para todas las categorías.....	81

Tabla 32: Toneladas de RAEE recogidas en base a los objetivos marcados por la Directiva 2012/19/UE.....	81
Tabla 33: Número de trabajadores línea blanca, marrón y gris.....	82
Tabla 34: Número de trabajadores en pretratamiento y fragmentación para categorías 2,5,6,7,8,9 y 10.....	82
Tabla 35: Número de trabajadores para todas las categorías.....	83
Tabla 36: Número de trabajadores para todas las categorías.....	84
Tabla 37: Comparación entre los empleos generados por los diferentes escenarios.....	84

Índice de gráficos

Gráfica 1: kg/hab/año de RAEE puestos en el mercado.....	35
Gráfica 2: Nivel de recogida de RAEE.....	37
Gráfica 3: Relación entre canal de consumo y nivel de recogida.....	39
Gráfica 4. Estimaciones de los rendimientos netos de los distintos sistemas de reciclaje.....	65

1 Introducción

En las últimas décadas la industria electrónica ha revolucionado el mundo: los productos eléctricos y electrónicos se han vuelto omnipresentes en la vida de hoy en todo el planeta. Sin estos productos, la vida moderna no sería posible en los países industrializados y en proceso de industrialización. Estos productos se utilizan en áreas tales como la medicina, la movilidad, la educación, la salud, el suministro de alimentos, la comunicación, la seguridad, la protección del medio ambiente y la cultura. Tales dispositivos incluyen muchos aparatos domésticos como refrigeradores, lavadoras, teléfonos móviles, ordenadores personales, impresoras, juguetes y televisores.

Los RAEE representan la corriente de residuos de más rápido crecimiento en la UE. En 2020, esta cantidad se estima que alcanzará 12,3 millones de toneladas, lo que corresponde a un crecimiento anual de alrededor del 2,6% (Comisión Europea, 2008). El flujo de residuos electrónicos contiene cantidades sustanciales de metales, tales como tierras raras, litio (baterías), rutenio, antimonio y estaño, incluso. La mayor parte de la producción de, por ejemplo, indio se utiliza en aparatos electrónicos.

A pesar de la crisis, el mercado sigue expandiéndose y a medida que los ciclos de innovación/obsolescencia de los aparatos se hacen más breves, su sustitución se acelera, convirtiendo a los AEE en una creciente fuente de residuos.

La cantidad de aparatos puestos en el mercado va en aumento y en la Unión Europea se pusieron en el mercado más de 9,5 millones de toneladas de estos aparatos (Huisman et al. 2007):

- > 44 millones de grandes aparatos domésticos (neveras, frigoríficos, microondas, aparatos de climatización...).
- 48 millones de PC portátiles o de sobremesa.
- 32 millones de televisores.
- 776 millones de bombillas.

Los dos principales problemas que ocasiona este creciente uso es el impacto ambiental de su gestión inadecuada como residuos y la pérdida de recursos limitados en un contexto de crecimiento de las llamadas economías emergentes. Por ello y con el fin de afrontar el nuevo marco de gestión y el debate que generará la transposición de la nueva Directiva a nivel nacional, el Gremi de la Recuperació de Catalunya plantea este estudio como un análisis del funcionamiento actual de los SIG, planteamiento de propuestas de mejora y valoración del potencial de creación de puestos de trabajo derivado de dichas mejoras.

Así, los objetivos que persigue este trabajo son:

1. Determinar el estado actual de consumo de AEE y los flujos de gestión.
2. Determinar las mejores prácticas existentes de gestión de los flujos de RAEE.
3. Determinar el empleo potencial derivado de una mejora de la gestión de los RAEE basada en las mejores prácticas.

2 Marco normativo

La Directiva Europea de RAEE marca el ritmo mundial en la regulación de la gestión de los RAEE. Tiene su origen en la política medioambiental y la responsabilidad ampliada del productor y sus puntos clave son:

- **Responsabilidad compartida:** Los fabricantes e importadores se comprometen con el reciclaje de sus productos y a garantizar que el reciclaje funcione con seguridad y sin

problemas. Los minoristas participan en la recogida de los RAEE de los consumidores. Los órganos de gobierno competentes velan por un marco jurídico viable. Los recicladores reciclan o disponen los equipos desechados de una manera ambientalmente racional, utilizando la mejor técnica disponible y los usuarios regresan el equipo al final de su vida útil a los centros de recogida selectiva.

- **Viabilidad económica:** La financiación de reciclaje de RAEE, así como su recogida, transporte, y otros gastos asociados con su eliminación adecuada están garantizados, ya sea a través de auto-financiación, o por medio de una cuota de reciclaje transparente impuesta a los nuevos equipos, si el sistema no costeara totalmente la recuperación.
- **Simplicidad de funcionamiento:** El sistema es cómodo para todas las partes interesadas. Lo más importante, los consumidores pueden devolver cualquier AEE usado de forma gratuita a las tiendas, puntos de recogida y/o fabricantes. El sistema permite una fácil administración y de bajo costo.
- **Rendición de cuentas forzada:** Los auditores externos independientes y los controles periódicos garantizan que el sistema sea transparente y competitivo. Los roles bien definidos, reglas y normas evitan cualquier malentendido.

El 13 de agosto de 2012 entró en vigor la nueva [Directiva 2012/19/UE RAEE](#) que debía ser incorporada al Derecho nacional antes del 14 de febrero de 2014¹. En ese momento, la actual Directiva RAEE (Directiva 2002/96/CE), será derogada.

La [Directiva 2002/96/CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos \(RAEE\)](#), aún vigente, se transpuso al marco normativo estatal mediante el [Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos](#).

Los objetivos de la directiva son prevenir la generación de estos residuos, reducir su eliminación y la peligrosidad de sus componentes, fomentar la reutilización de los aparatos y la valorización de sus residuos y determinar una gestión adecuada tratando de mejorar la eficacia de la protección ambiental.

La directiva de 2002 establece que hasta el 31 de diciembre de 2015 el índice de recogida selectiva deberá ser de un promedio de al menos 4 kilos por habitante y año de RAEE procedentes de hogares particulares, o la misma cantidad de peso de RAEE recogido en promedio en dicho Estado miembro en los tres años precedentes, optándose por la cantidad mayor.

En la nueva directiva, sin embargo, se exige la recogida de 45 toneladas de RAEE por cada 100 toneladas de aparatos puestos en el mercado nacional para 2016. Este porcentaje deberá aumentarse en 2019 hasta el 65% de los RAEE introducidos en el mercado o el 85% de los RAEE generados en el país. Además, se incrementan las cuotas de reciclado para cada categoría. Se establece también la prohibición del reciclaje de plásticos con retardantes a la llama con base de Bromo y se regula que todos los plásticos de RAEE deben ser tratados para la separación de dichos retardantes.

El período entre el 13 de agosto de 2012 y el 14 de agosto de 2018 se considera un período de transición. Durante este período, el ámbito de aplicación de la nueva Directiva RAEE es el mismo que el ámbito de aplicación de la actual Directiva RAEE (10 categorías). La excepción son los paneles fotovoltaicos (paneles fotovoltaicos), que se han añadido al ámbito de la nueva Directiva RAEE, con efecto inmediato.

Del 15 de agosto de 2018 en adelante el alcance de la Directiva se amplía para incluir a todos los equipos eléctricos y electrónicos (EEE). Todos los AEE se clasificarán dentro de 6 categorías en lugar de las 10 categorías existentes en la actualidad.

Las principales mejoras de la Directiva de 2012 hacen referencia a “garantizar el correcto tratamiento de los RAEE recogidos” y en especial “en lo que respecta a los aparatos de intercambio de temperatura con sustancias que agotan la capa de ozono y gases fluorados de efecto

¹ En la fecha de finalización del presente estudio se desconocía la fecha de transposición prevista.

invernadero, las lámparas fluorescentes que contienen mercurio, los paneles fotovoltaicos y los pequeños aparatos”. Asimismo determina la necesidad de un tratamiento adecuado consistente en “como mínimo, la retirada de todos los fluidos y el tratamiento selectivo de conformidad con lo estipulado en el anexo VII” (ver 1).

• Condensadores que contengan policlorobifenilos (PCB) • Componentes que contengan mercurio • Pilas y acumuladores • Tarjetas de circuitos impresos si la superficie de la tarjeta de circuitos impresos tiene más de 10 centímetros cuadrados • Cartuchos de tóner • Plásticos que contengan materiales pirorretardantes bromados • Residuos de amianto y componentes que contengan amianto • Tubos de rayos catódicos, • Clorofluorocarburos (CFC), hidroclorofluorocarburos (HCFC), hidrofluorocarburos (HFC) o hidrocarburos (HC), • Lámparas de descarga de gas, • Pantallas de cristal líquido de más de 100 centímetros cuadrados de superficie y todas las provistas de lámparas de descarga de gas como iluminación de fondo, • Cables eléctricos exteriores, • Componentes que contengan fibras cerámicas • Componentes que contengan sustancias radiactivas • Condensadores electrolíticos que contengan sustancias de riesgo (altura > 25 mm, diámetro > 25 mm o volumen de proporciones similares).
--

Tabla 1: Tratamiento selectivo de materiales y componentes de RAEE (Anexo VII)

También se intenta ampliar la responsabilidad del productor estableciéndose que los Estados miembros deben asegurarse de que **cualquier negocio que venda directamente en la UE desde fuera de un Estado miembro designe a un representante autorizado para llevar a cabo sus obligaciones.**

Además, en este sentido, los requisitos de recuperación de los distribuidores se amplían por lo que, cuando un distribuidor tenga tiendas con superficies de venta relacionados con los la AEE de al menos 400 m², deberá recoger RAEE pequeños (ninguna dimensión de más de 25 cm) de forma gratuita sin la obligación de realizar ninguna compra.

En cuanto a objetivos, a partir del 15 de agosto de 2015, **un objetivo combinado de reutilización y reciclaje sustituye el objetivo de reciclado actual.** Los objetivos de valorización y reutilización/reciclaje de aumento en un 55% a partir de esta fecha. Por ejemplo, para los pequeños electrodomésticos, los objetivos de recuperación aumentarán un 5% en virtud de este cambio (ver 2).

	13/08/2012 – 14/08/2015		15/08/2015 – 14/08/2018	
	Valorización	Reciclaje	Valorización	Reutilización/Reciclaje
1 o 10	80%	75%	85%	80%
3 o 4	75%	65%	80%	70%
2, 5, 6, 7, 8 i 9	70%	50%	75%	55%
Lámparas		80%		80%

fuelle: Directiva 2012/19/UE

Tabla 2: Objetivos de valorización y reciclaje hasta el 14 de agosto de 2018

	A partir de 15/08/2018	
	Valorització	Reciclaje
1 o 4	85%	80%
2	80%	70%
5 o 6	75%	55%
3		80%

fuente: Directiva 2012/19/UE

Tabla 3: Objetivos de valorización y reciclaje a partir del 15 de agosto de 2018

Finalmente, los requisitos de envíos de AEE usados se hacen más restrictivos para permitir a los Estados miembros de la UE luchar contra las exportaciones ilegales de residuos de manera más eficaz. El exportador debe ser capaz de demostrar que el envío es AEE funcional para su reutilización; de lo contrario las autoridades tratarán el traslado de acuerdo a las disposiciones de exportación de residuos.

2.1 Antecedentes y normativa más relevante (europea y estatal)

2.1.1 Europea

PRINCIPIOS que rigen la normativa europea

- **Principio de precaución:** establece que cuando haya posibilidad de daños graves o irreversibles hacia los ecosistemas y las personas, la falta de plena certeza científica no se podrá usar como una razón para no tomar medidas eficaces para prevenir la degradación medioambiental ni los daños hacia las personas.
- **La prevención de la contaminación:** adopción de una estrategia de reacción ante los problemas ambientales antes de que surjan.
- **La jerarquía de las opciones de gestión de residuos:** prioriza la minimización (reducción en origen), después la reutilización, el reciclaje (valorización material), la valorización energética y la deposición en último caso.
- **Principio de suficiencia,** según el cual los residuos generados en un territorio han de poder ser gestionados dentro de este territorio.
- **Principio de proximidad,** que favorece que la gestión de los residuos se haga en instalaciones cercanas a las zonas de generación.
- **Principio de subsidiariedad,** según el cual los agentes y entes territoriales han de tomar las decisiones de la forma más cercana a los ciudadanos.
- **La protección del suelo** y su regeneración en los casos de contaminación.
- **Principio de la responsabilidad del productor,** según el cual los productores han de asumir el coste de la gestión ambiental correcta de los residuos.
- **Principio de la responsabilidad compartida,** según el cual todos los agentes implicados en la gestión de los residuos, públicos y privados, han de atribuirse las responsabilidades que les correspondan.
- **Acceso a la información:** garantiza el acceso de los actores a la información ambiental -estableciendo términos para facilitar esta información- siempre que no se trate de información no disponible por parte de las administraciones o que comprometa el secreto empresarial.

NORMATIVA

Programas	Objetivos generales	Hitos
VI Programa de Acción Ambiental	▪ Velar por que el consumo de los recursos y los impactos asociados, no superen la capacidad de carga del medio ambiente. ▪ Disociar el uso de los recursos naturales y la generación de residuos de crecimiento económico. ▪ Mejorar significativamente la eficiencia del uso de los recursos naturales. ▪ Desmaterializar la economía. ▪ Prevenir los residuos y fomentar la reutilización y el reciclaje. ▪ Reducir los impactos ambientales negativos que generan los productos en todo su ciclo de vida. ▪ Reducir al mínimo la cantidad de residuos que van a tratamientos finalistas. ▪ Conseguir que los residuos se traten tan cerca como sea posible del lugar donde se generan.	▪ Desarrollar las estrategias temáticas necesarias. Se apuntan las siguientes: 1. Protección del suelo. 2. Protección y conservación del medio marino. 3. Uso sostenible de plaguicidas. 4. Contaminación atmosférica. 5. Mejora de la calidad del medio urbano. 6. Uso sostenible y gestión de recursos. 7. Reciclaje de residuos. 8. Establecer un marco analítico coherente que permita definir criterios para establecer prioridades y emprender el análisis y la recogida de datos necesarios para determinar los recursos en una situación más preocupante. ▪ Definir e implantar medidas políticas específicas que permitan reducir el consumo de estos recursos. ▪ Reducir la cantidad de residuos destinados a deposición final en un 20% en 2010 y en un 50% en 2050, en comparación de las cifras de 2000. ▪ Reducir los volúmenes de residuos peligrosos generados en un 20% de aquí a 2010 y en un 50% de aquí a 2020, en comparación de las cifras de 2000.
Comunicaciones	Objetivos generales	Hitos
Estrategia sobre la prevención y el reciclaje de los residuos COM (2005) 666, de 21 de diciembre de 2005: un paso adelante en el consumo sostenible de recursos – Estrategia temática sobre prevención y reciclaje de residuos.	▪ Simplificar la legislación vigente en materia de residuos. ▪ Prevenir el impacto negativo de los residuos. ▪ Fomentar el reciclaje.	▪ Limitar la producción de residuos. ▪ Promover el sector del reciclaje para que reintroduzca los residuos en el ciclo económico.
Directivas	Objetivos generales	Objetivos específicos

Directiva 2002/96/CE del Parlament Europeu y del Consejo de 27 de enero de 2003 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	■ Prevenir la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). ■ Promover la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización de estos residuos, a fin de reducir su eliminación. ■ Pretende mejorar el comportamiento medioambiental de todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos.	■ Alcance: se aplica a un amplio rango de productos convertidos en residuos al final de su vida, tanto residuos nuevos como históricos. ■ Recogida separada de los residuos de EEE: exige a los estados miembros establecer esquemas de recogida separada, de forma que distribuidores y usuarios finales devuelvan gratuitamente los RAEE procedentes de hogares particulares. ■ Tratamiento de RAEE: los estados miembros velarán por que los RAEE recogidos se transporten a instalaciones de tratamiento autorizadas, a no ser que los aparatos se reutilicen en su integridad. ■ Objetivos para la implantación: como muy tarde a 31 de diciembre de 2006 se debería recoger un promedio de al menos 4 kg por habitante y año de RAEE procedentes de hogares particulares. En la tabla 5.2.1 se puede observar el detalle por categorías de los objetivos de valorización y reutilización o reciclado. ■ Los costes de tratamiento, eliminación y recuperación deberán ser soportados por los productores. ■ Los Estados miembros deberán asegurarse de que los usuarios de AEE estén informados sobre la forma correcta para eliminar RAEE.
Directiva 2002/95/CE del Parlament Europeu y del Consejo de 27 de enero de 2003 sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.	■ Aproximar la legislación de los Estados Miembros en materia de restricciones a la utilización de sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos. ■ Contribuir a la protección de la salud humana y a la valorización y eliminación correctas, des de el punto de vista medioambiental, de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.	■ La Directiva afecta a los AEE pertenecientes a las categorías 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 10. ■ A partir del 1 de julio de 2006 los Estados miembros garantizarán que los nuevos aparatos eléctricos y electrónicos que se pongan en el mercado no contengan: plomo, mercurio, cadmio, cromo hexavalente, polibromobifenilos (PBB) o polibromodifeniléteres (PBDE).
Directiva 2008/98/CE del Parlament Europeu y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008,	■ La protección de la salud de las personas y el medio ambiente a través de la prevención o reducción de los efectos perjudiciales causados por la generación y gestión de residuos, y a través de la reducción de los impactos globales del uso de los	■ Los Estados miembros han de adoptar medidas para tratar los residuos de conformidad con la siguiente jerarquía de prioridades: - prevención - preparación para la reutilización

sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas	recursos y la mejora de la eficiencia.	- reciclaje - otros tipos de valorización, por ejemplo, la valorización energética - eliminación. ■ El coste del tratamiento de los residuos ha de recaer sobre el productor de los residuos. ■ Presentar, a finales de 2011 una política de diseño ecológico de los productos y un plan de acción con otras medidas de soporte a la prevención a escala europea encaminadas a modificar las actuales pautas de consumo. ■ Establecer, a finales de 2014, unos objetivos de prevención de residuos para 2020. ■ Garantizar transparencia del proceso legislativo y la participación de la ciudadanía y las partes interesadas. ■ Tener en cuenta los principios de precaución y sostenibilidad, viabilidad técnica, protección de los recursos y los impactos sobre el medio, la salud, la economía y la sociedad.
Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de julio de 2012 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	■ Establece medidas destinadas a proteger el medio ambiente y la salud humana mediante la prevención o la reducción de los impactos adversos de la generación y gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y mediante la reducción de los impactos globales del uso de los recursos y la mejora de la eficacia de dicho uso, de conformidad con los artículos 1 y 4 de la Directiva 2008/98/CE, contribuyendo así al desarrollo sostenible.	■ La nueva Directiva 2012/19/UE RAEE entró en vigor el 13 de agosto de 2012 y será incorporada al Derecho nacional antes del 14 de febrero de 2014. En ese momento, la Directiva RAEE anterior (Directiva 2002/96/CE), será derogada. ■ El período entre el 13 de agosto de 2012 y 14 de agosto 2018 es un período de transición. Durante este período, el ámbito de aplicación de la nueva Directiva RAEE es el mismo que el ámbito de aplicación de la Directiva RAEE anterior (10 categorías). La excepción son los paneles fotovoltaicos (paneles fotovoltaicos), que se han añadido al ámbito de la nueva Directiva RAEE, con efecto inmediato. ■ Del 15 de agosto 2018 en adelante el alcance de la Directiva se amplía para incluir a todos los equipos eléctricos y electrónicos (EEE). Todos los EEE se clasificarán dentro de 6 categorías en lugar de las 10 categorías existentes.
Reglamentos	Objetivos generales	Hitos
Reglamento (CE) No 1013/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo del 14 de junio de 2006 relativo a los traslados	■ El objetivo y el componente principal y predominante del presente Reglamento es la protección del medio ambiente, y sus efectos sobre el comercio internacional son meramente incidentales.	

de residuos		
-------------	--	--

2.1.2 Estatal

NORMATIVA		
Planes	Objetivos generales	Objetivos específicos
Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2008-2015	▪ Modificar la tendencia actual de crecimiento de la generación de residuos. ▪ Erradicar el vertido ilegal. ▪ Disminuir el vertido y fomentar: la prevención y la reutilización, el reciclaje de la fracción reciclable, así como otras formas de valorización de la fracción no reciclable. ▪ Completar las infraestructuras de tratamiento y mejorar el funcionamiento de las instalaciones existentes. ▪ Obtener estadísticas fiables en materia de infraestructuras, empresas gestoras y producción y gestión de residuos. ▪ Evaluar los instrumentos económicos y en particular los fiscales que se han puesto en práctica para promover cambios en ellos sistemas de gestión existentes. ▪ Consolidación de los programas de I+D+i aplicados a los diferentes aspectos de la gestión de los residuos. ▪ Reducir la contribución de los residuos al Cambio Climático fomentando la aplicación de las medidas de mayor potencial de reducción.	▪ Objetivos cualitativos: - Correcta gestión ambiental de los RAEE - Aplicación del principio de responsabilidad del productor a los responsables de la puesta en el mercado de los AEE ▪ Objetivos cuantitativos: - Objetivo de recogida selectiva de 4 kg/hab/año. - Objetivos de recogida por tipos de aparatos según RD 208/2005 (% del peso de cada tipo de aparato): - Valorización: - Grandes electrodomésticos y máquinas expendedoras, 80% - Equipos informáticos y electrónica de consumo, 75% - Pequeños electrodomésticos, alumbrado, herramientas eléctricas, juguetes, equipos deportivos, instrumentos electrónicos de vigilancia y control, 70% - Reutilización+reciclaje: - Grandes electrodomésticos y máquinas expendedoras, 75% - Equipos informáticos y electrónica de consumo, 65% - Pequeños electrodomésticos, alumbrado, herramientas eléctricas, juguetes, equipos deportivos, instrumentos electrónicos de vigilancia y control, 50% - Lámparas de descarga de gas, 80%
Leyes	Objetivos generales	Objetivos específicos

Ley 10/1998, de 21 de abril de residuos Modificada per la Ley 62/2003 de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social.	▪ Prevenir la producción de residuos. ▪ Establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de residuos. ▪ Fomentar, por este orden, la reducción, la reutilización, el reciclaje y otras formas de valorización de los residuos. ▪ Coordinar la política de residuos con las políticas económica, a, industrial y territorial. ▪ Tomar como básico el principio de proximidad en la recogida y traslado de los residuos.	▪ Elaboración de planes nacionales de residuos. ▪ Los entes locales ha de garantizar la recogida, el transporte y la eliminación² de los residuos urbanos. ▪ A partir del 2001, los municipios de más de 5.000 habitantes han de implantar sistemas de recogida selectiva de residuos. ▪ Para conseguir los objetivos de reducción, reutilización, reciclaje y valorización, las administraciones públicas pueden establecer instrumentos de carácter económico y medidas de incentivo. ▪ Tipificar en infracciones y sanciones el incumplimiento de esta ley.
Ley 15/2007, de 3 de julio, de Defensa de la Competencia.	▪ Relativa a los acuerdos prohibidos y el abuso de posición de dominio.	▪ Prohíbe todos los acuerdos, decisiones y prácticas concertadas entre empresas que tengan por objeto o efecto impedir, restringir o falsear la competencia en todo o parte del mercado nacional. ▪ Prohíbe la explotación abusiva de posición de dominio en todo o en parte del mercado nacional.
Decretos		
Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.	▪ Adapta los nuevos objetivos de la Directiva 2002/96/CE.	
Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, que revisa los objetivos de reciclaje y valorización fijados en la Ley 11/1997 (LERE)	▪ Adapta los nuevos objetivos de valorización de la Directiva 2004/12/CE.	
Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitacio-	▪ Evitar problemas de contaminación del medio ambiente y daños a la salud de las personas debido a la comercialización y uso de sustancias y preparados	▪ Limitar la comercialización y el uso de diferentes sustancias y preparados peligrosos.

²Es mantiene la terminología usada en el redactado de la Ley pese a no ser científicamente correcta, ya que se refiere a tratamiento.

nes a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos	peligrosos.	
Real Decreto 45/1996, de 19 de enero, por el que se regulan diferentes aspectos relacionados con las pilas y los acumuladores que contengan determinadas materias peligrosas	■ Transpone a la normativa española: - La Directiva 91/157/CEE, de 18 de marzo, relativa a las pilas y a los acumuladores que contengan determinadas materias peligrosas. - La Directiva 93/86/CEE, de 4 de octubre, mediante la que se adapta al progreso técnico la Directiva 91/157/CEE.	■ Se concretan los objetivos de la Directivas europeas transpuestas.
Real Decreto 1481/2001, de 27 de enero, por el que se regula la eliminación de residuos a través de depósito en vertedero	■ Transposición de la Directiva 1999/31/CEE.	
Programas		
Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020 de 27 de noviembre de 2013	■ El Programa Estatal de Prevención de Residuos, junto con los programas autonómicos y locales, así como los programas empresariales de prevención y los planes de minimización, tienen como objetivo último lograr en 2020 la reducción en un 10% en peso de los residuos generados en 2010.	En estas áreas prioritarias se establecen actuaciones orientadas a reducir el contenido de sustancias nocivas en los materiales y productos, a impulsar la reutilización y el alargamiento de la vida útil de los productos, así como a reducir el impacto de los residuos generados.

2.2 Definición de RAEE y categorías

La Directiva 2012/19 UE define los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) como 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.

Dicha Directiva para la definición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), contempla dos entradas:

- RAEE son todos los AEE que pasan a ser residuos de acuerdo con la definición que consta en el artículo 3, apartado 1, de la Directiva 2008/98/CE³; este término comprende todos aquellos componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del producto en el momento en que se desecha.
- RAEE procedente 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 particulares. Los residuos de AEE que pudieran ser utilizados tanto en hogares particulares como por usuarios distintos de los hogares particulares se considerarán en cualquier caso como RAEE procedentes de hogares particulares.

Todos los AEE deben ir identificados con el símbolo de un contenedor tachado para informar a los consumidores de que no se pueden arrojar a la basura, si no que deben ser recogidos de manera selectiva.



Imagen 1: logotipo identificativo de los RAEE

Con objeto de aclarar y conocer el tipo de AEE que se encuentran en el ámbito de la Directiva y del Real Decreto, los AEE se han agrupado en 10 categorías, indicándose ejemplos de aparatos que entran en cada una de ellas.

A continuación detallamos las categorías vigentes de AEE según el Real Decreto 208/2005:

1	GRANDES ELECTRODOMÉSTICOS	Grandes equipos refrigeradores. Frigoríficos. Congeladores. Otros grandes aparatos utilizados para la refrigeración, conservación y almacenamiento de alimentos. Lavadoras. Secadoras. Lavavajillas. Cocinas. Estufas eléctricas. Placas de calor eléctricas. Hornos de microondas. Aparatos de calefacción eléctricos. Radiadores eléctricos. Otros grandes aparatos utilizados para calentar habitaciones, camas, muebles para sentarse. Ventiladores eléctricos. Aparatos de aire acondicionado. Otros aparatos de aireación y ventilación aspirante
2	PEQUEÑOS ELECTRODOMÉSTICOS	Aspiradoras. Limpiamoquetas. Aparatos y difusores de limpieza y mantenimiento. Aparatos utilizados para coser, hacer punto, tejer y para otros

3 Artículo 3, apartado 1) «residuo»: cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse;

	OS		procesos de tratamiento de textiles. Planchas. Tostadoras. Freidoras. Molinillos, cafeteras y aparatos para abrir o precintar envases o paquetes. Cuchillos eléctricos. Aparatos para cortar el pelo, para secar el pelo, para cepillarse los dientes, máquinas de afeitarse, aparatos de masaje y otros cuidados corporales. Relojes, relojes de pulsera y aparatos destinados a medir, indicar o registrar el tiempo. Balanzas.
3	EQUIPOS DE INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES		Grandes ordenadores. Miniordenadores. Unidades de impresión. Ordenadores personales y portátiles (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado), notebook, notepad. Impresoras. Copiadoras. Máquinas de escribir eléctricas. Calculadoras de mesa o de bolsillo. Otros productos y aparatos para la recogida, almacenamiento, procesamiento, presentación o comunicación de información de manera electrónica. Sistemas y terminales de usuario. Terminales de fax, de télex. Teléfonos, inalámbricos, celulares. Contestadores automáticos. Otros aparatos de transmisión de sonido, imágenes u otra información por telecomunicación.
4	APARATOS ELECTRÓNICOS DE CONSUMO		Radios. Televisores. Videocámaras. Vídeos. Cadenas de alta fidelidad. Amplificadores de sonido. Instrumentos musicales. Otros productos o aparatos utilizados para registrar o reproducir sonido o imágenes, incluidas las señales y tecnologías de distribución del sonido e imagen distintas de la telecomunicación.
5	APARATOS ALUMBRADO	DE	Luminarias para lámparas fluorescentes, excluidas las luminarias de hogares particulares. Lámparas fluorescentes rectas. Lámparas fluorescentes compactas. Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos. Lámparas de sodio de baja presión. Otros aparatos de alumbrado utilizados para difundir o controlar luz, excluidas las bombillas de filamento.
6	HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS		Taladradoras. Sierras. Máquinas de coser. Herramientas para torner, trabajar la madera, el metal u otros materiales. Herramientas para remachar, clavar, atornillar, soldar o para aplicaciones similares. Herramientas para rociar, esparcir, propagar o aplicar otros tratamientos con sustancias líquidas o gaseosas por otros medios. Herramientas para cortar césped o para otras labores de jardinería. Otras herramientas.
7	JUGUETES EQUIPOS DEPORTIVOS	Y	Trenes eléctricos o coches en pista eléctrica. Consolas portátiles. Videojuegos. Ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, remar, etc. Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos. Máquinas tragaperras. Otros juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre.
8	APARATOS MÉDICOS		(EXCEPTO TODOS LOS PRODUCTOS IMPLANTADOS E INFECTADOS) Aparatos de radioterapia. Cardiología. Diálisis. Ventiladores pulmonares. Medicina nuclear. Aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro. Analizadores. Congeladores. Pruebas de fertilización. Otros aparatos para detectar, proddir, supervisar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades.
9	INSTRUMENTOS DE VIGILANCIA Y CONTROL	DE Y	Detector de humos. Reguladores de calefacción. Termostatos. Aparatos de medición, pesaje o reglaje para el hogar o como material de laboratorio. Otros instrumentos de vigilancia y control utilizados en instalaciones industriales (por ejemplo, en paneles de control).
10	MÁQUINAS EXPENDEDORAS		Máquinas expendedoras de bebidas calientes. Máquinas expendedoras de botellas o latas, frías o calientes. Máquinas expendedoras de productos sólidos. Máquinas expendedoras de dinero. Todos los aparatos para suministro automático de toda clase de productos.

Como se ha comentado anteriormente, a partir del 15 de agosto de 2018 el alcance de la Directiva se amplía para incluir a todos los equipos eléctricos y electrónicos (EEE) y la clasificación de los AEE se hará dentro de 6 categorías en lugar de las 10 categorías existentes (ver 4).

Nueva clasificación de RAEE	
1	Intercambiadores de temperatura
2	Monitores, pantallas y aparatos con pantallas superiores a 100 cm ²
3	Lámparas
4	Grandes aparatos (dimensión exterior > 50 cm.)
5	Pequeños aparatos (Ninguna dimensión exterior > 50 cm.)
6	Equipos de informática y telecomunicaciones pequeños (ninguna dimension exterior superior a 50 cm.)

fuelle: Directiva 2012/19/UE

Tabla 4: Nuevas categorías de RAEE

2.2.1 Categorización informal

Alternativamente, desde el punto de vista de la producción, comercialización y consumo, los aparatos eléctricos y electrónicos se han clasificado básicamente en tres grupos, bajo la diferentes denominaciones:

- **Línea blanca:** electrodomésticos relacionados con las labores domésticas de conservación y preparación de alimentos y acondicionamiento térmico.
- **Línea marrón:** aparatos audiovisuales de uso doméstico.
- **Línea gris:** equipos utilizados en las tecnologías de la información y aparatos de telecomunicación.

Sobre la base de **criterios económicos** los productores separan los RAEE en *positivos* y *negativos*. Son RAEE negativos aquellos cuya gestión se considera no rentable económicamente, principalmente por su contenido en sustancias peligrosas (CFCs, etc.), sustancias no valorizables que terminan en vertedero. Los RAEE que contienen sustancias valorizables que suponen un balance positivo en su gestión son denominados RAEE positivos y generan controversia entre el gestor y el productor-SIG, dado que estos últimos no pagan por su gestión o pagan una cantidad mínima, al considerar que se obtiene beneficio de la venta de los materiales resultantes de su desmontaje.

3 Principales actores en la recogida de RAEE

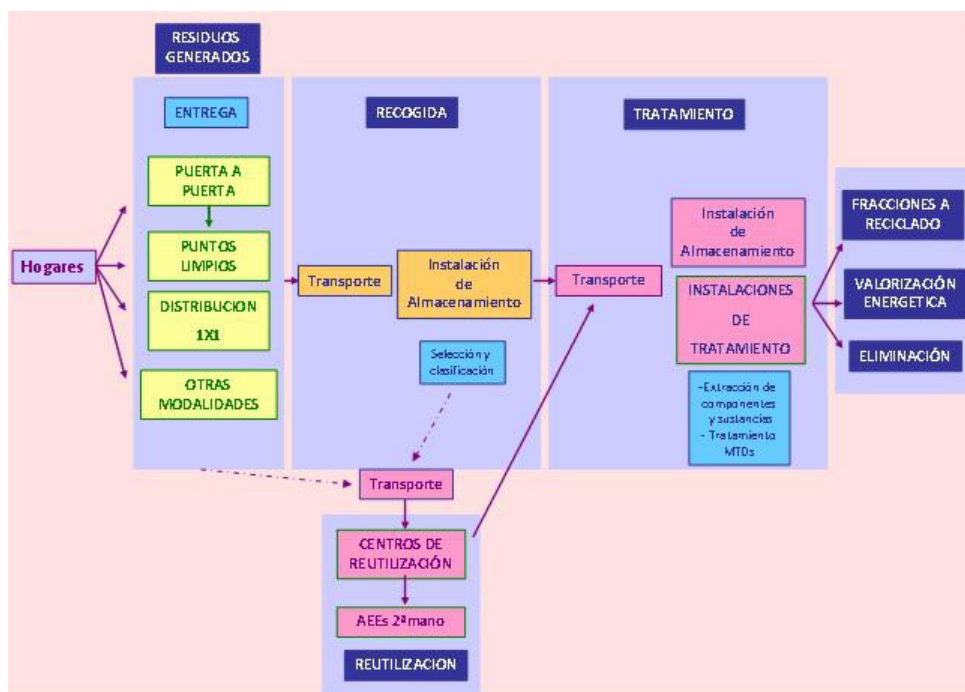
Información extraída del RD 208/2005:

Actores	Rol y responsabilidades
Productor	Es el principal responsable de que los RAEE sean recogidos y tratados adecuadamente, responsabilidad que puede asumir individualmente o colectivamente, a través de un SIG. Debe adoptar las medidas necesarias para que los RAEE: • Sean recogidos de forma selectiva • Tengan una correcta gestión ambiental (salvo que se reutilicen como aparatos enteros) • Establecer sistemas para recoger y gestionar el tratamiento de los RAEE y financiar los costes inherentes a dicha gestión • Facilitar información periódica a la Administración autonómica y de registro de la actividad • Tienen la obligación de garantizar que los RAEE se gestionen adecuadamente, pero no tienen el derecho a una gestión reservada o en exclusiva

SIG	Entidades sin ánimo de lucro creadas por los productores con el objeto de asumir la responsabilidad de organizar la gestión de los RAEE.
Usuario	Cuando se deshaga del AEE (entendiendo que se ha convertido en residuo) tiene la obligación de entregarlo para que sea gestionado correctamente. Tiene derecho a que la entrega se realice sin coste para él. Existen dos alternativas: • Si adquiere un nuevo producto equivalente al aparato que desecha, tiene derecho a entregarlo e el acto de compra y gratuitamente al distribuidor (vendedor del aparato nuevo) • También puede optar (derecho) por entregarlo a la entidad local donde se encuentre su hogar No se establece ninguna disposición sobre entregas directas a gestores autorizados u otros intervinientes en la cadena por parte de los particulares. El usuario final tiene el derecho de no ser cobrado en el momento de la entrega del RAEE. Al no estar regulado el título jurídico por el que se realiza la entrega, es admisible pactar un precio por el RAEE a favor del usuario final.
Distribuidor	Tiene la obligación de, a petición del usuario doméstico, recepcionar temporalmente el RAEE que desecha éste en el momento de la compra de un producto nuevo de sustitución. El distribuidor en ningún caso es entendido por la normativa como un gestor de residuos. Tampoco es usuario final de AEE, cuando le entregan el producto este ya es un RAEE. Tiene el derecho a que los RAEE almacenados en sus instalaciones sean recogidos con la periodicidad necesaria por los productores de los aparatos
Gestor	
Autorizado	Deberán estar previamente autorizados y registrados por el órgano competente de la Comunidad Autónoma. Deben cumplir las obligaciones de descontaminación de los productos y el orden de prioridad en el tratamiento las instalaciones de tratamiento. Obligación directa de informar anualmente a las comunidades autónomas sobre las operaciones de tratamiento de RAEE efectuadas. Su actividad es libre e independiente de las funciones atribuidas a los SIG.
No autorizado	Son aquellos que sin tener los permisos y certificaciones necesarios realizan tareas de desguace de los RAEE que caen en sus manos.
Administración	
Entidades locales	Los municipios de más de 5.000 habitantes tiene la obligación de asegurar, a través de sus sistemas municipales, la recogida selectiva de los RAEE procedentes de hogares. En municipios de 5.000 habitantes o menos, o sus agrupaciones, la recogida se realizará en u caso, en los términos que establezca la normativa autonómica. En todos los municipios las entidades locales tienen la obligación de disponer de un número suficiente de instalaciones de recogida distribuidos de acuerdo a criterios de accesibilidad, disponibilidad y densidad de población. No tienen obligaciones respecto a los RAEE profesionales. Tienen el derecho a que los productores recojan de forma periódica los RAEE almacenados temporalmente en sus instalaciones. Los productores deberán sufragar los costes en que incurra la entidad local en el cumplimiento de la recogida selectiva y almacenamiento temporal. Las entidades locales pueden adherirse voluntariamente a los convenios marco que los productores suscriban con las Comunidades Autónomas o suscribir convenios directamente con los productores para facilitarles la percepción de los costes adicionales provenientes de la recogida selectiva.
Comunidades Autónomas	Las Comunidades Autónomas son el órgano competente para autorizar a los gestores de los RAEE, en períodos de cinco años. Asimismo deberán centralizar la información que le facilitan de obligado cumplimiento tanto aquellos productores que no participan de un SIG como los mismos SIG. Tienen el deber de facilitar a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente un informe resumen preferentemente en kilos o en su defecto en números de aparatos, los RAEE recogidos, referidos al año anterior, a lo largo de los primeros seis meses de cada año. Dicha información se puede proporcionar directamente a través de las entidades gestoras.

Gobierno central	El Ministerio de Medio Ambiente tiene la obligación de suministrar la información facilitada por las Comunidades Autónomas a la Comisión Europea. Así como de actualizar el inventario nacional de residuos.
------------------	--

La siguiente figura recoge un esquema general de la gestión de RAEE.



Fuente. <http://www.magrama.gob.es/ca/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujo/aparatos-electr/#para9>
Ilustración 1: Esquema de gestión de RAEE

4 Producción y gestión de RAEE

4.1 El papel del productor

Antes de salir al mercado el AEE, el productor, consciente de que este se convertirá en un residuo y debe adoptar las medidas necesarias para que estos residuos se recojan selectivamente y tengan una correcta gestión ambiental, a no ser que se reutilicen como aparatos enteros. El cumplimiento de esto puede hacerse de forma individual o a través de los sistemas integrados de gestión (SIG).

En el Estado Español, por normativa, los costes de gestión de RAEE deben ser financiados por los productores. Sin embargo, la carga financiera que supone la gestión de estos residuos en la actualidad se encuentra soportada por productor, distribuidor y consumidor, sin conocerse el porcentaje que cubre cada uno de los agentes implicados.

Ahora bien, según un estudio realizado por la Agrupación Nacional de la Recuperación (ANR) se estima que los compradores de AEE soportan total o parcialmente los costes de gestión de los mismos cuando adquieren la condición de residuo mediante el incremento del precio de los AEE a través de una tasa variable según el aparato que se adquiere y que no se refleja como tal en la

factura (variable entre unos 20 euros por un frigorífico y 5 por un microondas). Se calcula que los compradores pagan anualmente unos 300 millones de euros en concepto de esta tasa a los productores (ANR, 2013).

4.1.1 Fabricación y registro en un SIG

Los productores que deseen adherirse a un SIG, deben seguir los pasos que estos les indiquen, por regla general consiste en:

1. Rellenar y enviar un formulario de adhesión, el SIG facilita dicho formulario.
2. Cuando los SIG reciben dicho formulario, les remiten toda la documentación necesaria para formalizar la adhesión junto con las instrucciones necesarias para cumplimentarla
3. A continuación el SIG debe:
 - Comunicar la condición de productor a la CA donde reside la sede social
 - Inscribirle en el Registro de Productores del Ministerio de Industria (RAEE, Pilas o ambos)
 - Remitir copia de toda la documentación acreditativa de la inscripción al SIG y a los Registros de las autoridades competentes

Las disposiciones de la Directiva 2012/19/UE y su predecesora deben aplicarse a productos y productores con independencia de la técnica de venta empleada, inclusive la venta a distancia y la venta electrónica. En ese sentido, las obligaciones de productores y distribuidores que utilizan canales de venta a distancia y electrónicos deben adoptar, en la medida de lo posible, la misma forma y deben aplicarse de la misma manera que en otros canales de distribución, con objeto de evitar que esos otros canales de distribución tengan que soportar los costes derivados de las disposiciones de la presente Directiva en lo que se refiere a los RAEE de equipos vendidos mediante venta a distancia o electrónica.

4.2 Gestión como RAEE

Como se ha expuesto con anterioridad, los productores pueden cumplir sus obligaciones de forma individual o a través de un SIG, en la siguiente tabla se exponen las diferencias entre ambos métodos.

Sistemas de gestión de RAEE		
Sistema individual		Sistemas Integrados de Gestión
Definición	Sistema de recogida y transporte desde puntos de entrega y distribuidores, que además asegura el tratamiento adecuado de los RAEE.	Sistema de recogida, transporte, tratamiento y su financiación por la que un conjunto de productores en colaboración con otros agentes económicos cumplen sus obligaciones respecto a la gestión de los RAEE por ellos puestos en el mercado. Gestión atribuida a una entidad con personalidad jurídica propia y sin ánimo de lucro.
Información	Información anual a la Administración, certificada por auditor externo: • AEE puestos en el mercado • RAEE recogidos a los distribuidores o a entidades locales • RAEE gestionados directamente y entregados a los gestores autorizados para su tratamientos • Cumplimiento de objetivos	Información anual a la Administración certificada por auditor externo: • Las cantidades de cada tipo de AEE puestos en el mercado • Las cantidades finales de RAEE gestionados por categorías de productos y materiales
Objetivos y plazos	Cumplimiento de objetivos y plazos de recogida y tratamiento del art. 9 del Real Decreto 208/2005	Planificación de recogida, valorización, reutilización y reciclado con sus correspondientes plazos y mecanismos de seguimiento, control de funcionamiento, que será al menos el exigido en el art. 9 del Real Decreto 208/2005
Financiación	Garantía de financiación de la gestión de los RAEE puestos en el mercado por la empresa: seguro de reciclado / cuenta bancaria bloqueada. Posibilidad de acuerdos de financiación y gestión con usuarios profesionales.	Mecanismos de financiación garantizados

Tabla 5: Características de la gestión de RAEE de forma individual o través de SIG

fuelle: Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient. Generalitat Valenciana.
<http://www.cma.gva.es/webdoc/documento.ashx?id=168748>

4.2.1 Sistemas Integrados de Gestión (SIG)

Los SIG deberán ser aprobados en cada comunidad autónoma en la que operan. Para el caso de la recogida de RAEE los productores se han organizado en 12 sistemas de recogida o SIG (ver 6). Varios de ellos colaboran en su logística para optimizar costes.

Las autoridades municipales deben:

- Ofrecer suficientes lugares de recogida de RAEE
- Proporcionar servicios de recogida a los servicios municipales
- Firmar acuerdos con los sistemas integrales de gestión
- Recibir una compensación por el coste extra que supone para la recogida llevarla hasta los operadores del sistema de recogida.

Las condiciones legales para los sistemas de recogida en España:

- Introducir una garantía de un 4 % del volumen de ventas
- Cubrir la totalidad del territorio de cada región

- Cumplir con el principio de proximidad a nivel regional
- Obtener una autorización del gobierno para un período de 5 años
- Proporcionar información a la autoridad ambiental
- Informar sobre cuáles son los productores unidos
- Coordinarse a través de un acuerdo y crear oficinas especiales para la coordinación logística.

Deberes de los gobiernos autonómicos:

- Autorizar a los sistemas de recogida
- Autorizar a todos los agentes
- Proporcionar información a los gobiernos centrales
- Coordinar los diferentes agentes implicados en la oficina de logística

SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN (SIG)		DESCRIPCIÓN	CATEGORÍAS DE AEE QUE TRATA	EMPRESAS ADHERIDAS
AMBILAMP		Asociación sin ánimo de lucro cuyo objetivo es promover la protección del medio ambiente por medio de la creación y puesta en funcionamiento de un SIG de los residuos de lámparas. La normativa RAEE establece que todas las empresas / miembros que participan a lo largo de la vida útil de la lámpara compartan la responsabilidad ambiental. La responsabilidad de los usuarios finales es, básicamente, llevar las lámparas utilizadas a los puntos de recogida que Ambilamp gestiona.	5	184
RECYCLIA	TRAGAMÓVIL	Fundada en 2003 por los principales fabricantes de teléfonos móviles, conscientes de la necesidad de encontrar una solución específica para su reciclaje y recuperación de materiales. El 90% de los componentes de los móviles son reciclables así que su recogida es de gran importancia. TRAGAMÓVIL ofrece más de 1.000 contenedores ubicados en las tiendas de teléfonos móviles, servicios técnicos, puntos limpios de residuos, Ayuntamientos, Universidades, almacenes, áreas comerciales y centros comerciales de toda España.	3	23
	ECOASIMELEC	Creada en el año 2005 por un importante grupo de empresas de distintos sectores del campo de la electrónica profesional y de consumo, con el objetivo de hacer una "correcta gestión de los equipos eléctricos y electrónicos al final de su vida útil". Ofrece cobertura nacional de recogida de residuos de RAEE. Cuenta con más de 450 empresas adheridas y con una representatividad sectorial mayoritaria en cuatro de las diez categorías de aparatos eléctricos y electrónicos definidas en la legislación nacional y europea.	1,2,3,4,6,7,8,9,10	Más de 450
	ECOFIMÁTICA	Creada en 2002, es un sistema en el que conviven grandes equipos de copia de uso profesional, con equipos de impresión más pequeños, de uso doméstico. Las empresas integradas suponen más del 80% del total de este sector y se les ofrece cobertura nacional de residuos de Impresoras, Faxes y Fotocopiadoras.	3	21

	Mantiene acuerdos de colaboración con agentes logísticos y con plantas de tratamiento especializadas que garantizan el mejor y más eficaz destino para los equipos ofimáticos.		
ECOLUM	Organización sin ánimo de lucro que surge en octubre de 2004 a partir de ANFALUM (Asociación Nacional de Fabricantes de Aparatos de Iluminación) con el fin de gestionar conjuntamente los RAEE provenientes de las Luminarias incluidos en la Categoría 5 "Aparatos de Alumbrado" del Real Decreto 208/2005. A partir del 2011 comienza a gestionar también el residuo proveniente de los Rótulos Luminosos una vez ha finalizado su vida útil. Actualmente representa al 85% de los productores del sector de la iluminación a nivel nacional.	5	232
ECOTIC	Organización privada de naturaleza fundacional, sin ánimo de lucro, cuya constitución en 2005 ha sido promovida por las principales empresas del sector de electrónica de consumo. Trabaja en favor de la defensa del medio ambiente y el desarrollo sostenible a través de la sensibilización y formación de fabricantes, distribuidores y usuarios de aparatos eléctricos y electrónicos.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	518
ECOLEC	La Fundación ECOLEC es un sistema de gestión colectiva creado por las asociaciones empresariales que representan al sector de fabricantes e importadores de grandes y pequeños electrodomésticos. Tiene como fin ser el sistema de financiación colectiva de gestión de residuos más importante de España. Su propuesta hace especial hincapié en el tratamiento específico de este tipo de residuos para evitar la dispersión de los contaminantes en el material reciclado y el uso de las mejores técnicas de tratamiento, valorización y reciclado disponibles.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	194
ECO-RAEE	Desde su creación en 2005 hasta hoy, representa ante el Ministerio de Industria a más de 200 empresa adheridas a lo largo de todo el territorio nacional, a las que da cobertura y asesora en materia de recogida, traslado, almacenamiento y tratamiento de los residuos de aparatos eléctricos, electrónicos, pilas y baterías. Se trata de una Fundación Ambiental, sin ánimo de lucro, fundada con el apoyo y compromiso de productores de aparatos eléctricos y electrónicos.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	-
ERP-European Recycling Plaform	Se constituyó el 23 de diciembre de 2002, como un Sistema Integrado de Gestión pan europeo para la recogida selectiva y el reciclaje de RAEE. En España, ERP nace en el año 2005 como SIG para la gestión de RAEE. Actualmente también opera como SIG de pilas, baterías y acumuladores. Objetivos • Promover prácticas medioambientales de alta calidad • Ofrecer una relación coste/servicio competitiva • Ofrecer un servicio personalizado a las entidades con las que colaboramos en el proceso de reciclaje: empresas asociadas, distribuidores y entidades locales • Ofrecer trazabilidad total de la gestión, desde la	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	55

	recogida hasta su tratamiento • Potenciar la mejora constante de los procesos y las tecnologías • Llevar a cabo un seguimiento continuo para garantizar precios competitivos • Participar en campañas de información y comunicación dirigidas a ciudadanos y entidades profesionales destinadas a fomentar el reciclaje de este tipo de residuos		
REINICIA	SIG que nació en 2005 bajo la forma jurídica de asociación sin ánimo de lucro con la intención de desarrollar el Real Decreto 208/2005. La actividad principal es la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos producidos o puestos en el mercado por los productores, y la gestión ambiental de pilas y acumuladores. Su trabajo se basa en el establecimiento y desarrollo de SIG para la recogida, tratamiento, reutilización y control de los residuos, garantizando el cumplimiento riguroso de la legislación medioambiental.	3	-
Fundación canaria para el reciclaje y el desarrollo	La Fundación Canaria Recicla ha constituido su propio Sistema Integrado de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Los servicios que presta a sus empresas adheridas están dirigidos principalmente a dar servicio de asesoramiento para la legalización en lo que a la normativa de la correcta gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se refiere, y a facilitar el cumplimiento de sus obligaciones como productores de residuos.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	-
SUNREUSE	SIG constituido con el compromiso y el apoyo de productores de placas solares, aparatos eléctricos y electrónicos, y pilas y baterías, y cuya finalidad es reciclar toda clase de placas solares, así como también gestionar los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos(RAEE), incluidos en las 10 categorías del Anexo I del R.D. 208/2005. En el caso de los productores de Paneles Solares gestionan además de la Placa Solar propiamente dicha, los equipos de monitorización, los inversores de corriente, las pilas y acumuladores, así como las mermas de producción.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	33

Tabla 6: SIGs de RAEEs operativos en el territorio español.

Fuente. Elaboración propia.

4.2.2 Distribuidor

Como se ha mencionado con anterioridad el distribuidor tiene la obligación de recepcionar de forma temporal el RAEE que desecha el usuario en el momento de la compra de un producto nuevo. Ahora bien, no se puede catalogar como usuario final ni como gestor de residuos.

Tiene el derecho a que los RAEE que almacena sean recogidos, con la periodicidad necesaria, por los productores de los mismos. Para esto, debe tener contacto o bien con un SIG de RAEE o con un gestor de residuos, para que ellos se hagan cargo de dichos RAEE.

4.2.3 Usuario

Las razones primordiales para que un usuario considere que el AEE que está en su poder se ha convertido en un RAEE son que el producto falla o que el producto ha quedado obsoleto.

Además, se ha dejado de tener en cuenta la reparación por el convencimiento de que es más cara que la obtención de un nuevo aparato, a menudo se tiene la creencia de que el aparato es irreparable y sobretodo no se tienen en cuenta opciones como la reutilización y/o la venta de segunda mano.

4.2.3.1 AEE como residuo. Alternativas de comportamiento del consumidor

Cuando los usuarios de AEE deciden poner fin al uso que han hecho de sus aparatos estos pasan a ser un residuo y existen diferentes vías para deshacerse de ellos.

Las alternativas de recogida selectiva existentes son:

- Retirada al realizar la compra. Si el usuario se deshace del AEE al adquirir uno nuevo con el objetivo de substituir el anterior, el punto de venta al entregar el nuevo aparato se hace cargo del antiguo.
- Entrega a punto de venta. El usuario tiene la posibilidad una vez finalizada la vida útil del AEE de dejarlo en el punto de venta donde adquiere el nuevo electrodoméstico.

Como distribuidores los puntos de venta tienen un papel fundamental por la responsabilidad que tienen de aceptar en sus puntos de venta el retorno de RAEE, sin cargo para el usuario final y uno por uno, siempre que los aparatos sean de tipo equivalente y hayan realizado las mismas funciones que el aparato suministrado. Así mismo, deben informar a los consumidores sobre la posibilidad de entregar RAEE en sus puntos de venta, aclarando que en el precio de venta de los aparatos está incluido el coste de gestión del producto.

- Entrega a punto municipal (punto verde/limpio). El usuario transporta el AEE que ha dejado de serle útil a un punto municipal dónde se almacenará y gestionará su destino.

Los puntos limpios son instalaciones donde los vecinos pueden depositar aquellos residuos que por sus características, naturaleza o componentes deban recibir un tratamiento especial. Son lugares que normalmente están vigilados, para garantizar su correcto funcionamiento y suelen ubicarse cerca de las poblaciones.

- Entrega a servicio de recogida de voluminosos. El usuario avisa al servicio de recogida a través del teléfono facilitado por el servicio y/o el Ayuntamiento del municipio al que pertenezca de que se va a deshacer de un AEE, este servicio le indicará el horario que sigue para su recogida y de esta manera se hará cargo de la recogida, almacenamiento y gestión de el AEE recogido.
- Entrega del poseedor final directamente al gestor. Los AEE utilizados en ámbitos profesionales serán retirados por un gestor autorizado, o bien serán entregados en el punto de venta donde se compre un aparato nuevo que realice funciones similares.
- Abandono en vía pública. La vía pública no es un espacio autorizado como lugar de depósito de residuos en general, pese a la frecuencia con que se usa como tal dicha práctica ha de ser denunciada y corregida, dado que existen métodos de recogida autorizados que aseguran la correcta gestión del RAEE.
- Entrega en punto de venta a través de contenedores. En algunos puntos de venta se pueden encontrar contenedores para la recepción de determinados RAEE. Un caso común son los contenedores de recogida de bombillas y fluorescentes pero también hay campañas de recogida de otras categorías de RAEE.

- No devolució (mercado no saturado). Existe la posibilidad de que pese a adquirir un nuevo AEE el usuario no se desprenda del que ya estaba en su poder y siga dándole uso.

4.2.4 Gestor de residuos

Los RAEE deben ser tratados por gestores de residuos autorizados para ello, dicha autorización es expedida por la Comunidad Autónoma en la que operen. Tienen la obligación directa de informar anualmente a las comunidades autónomas sobre las operaciones de tratamiento de RAEE efectuadas y hay que tener en cuenta que su actividad es libre e independiente de las funciones atribuidas a los SIG.

El criterio de gestión que se debe seguir es: reutilización, descontaminación y tratamiento, reciclaje, incineración o vertido.



Imagen 2: Entrada de RAEE a la línea de pretratamiento (Electrorecycling).

4.2.4.1 Reutilización

Reutilizar es la acción de volver a utilizar los bienes o productos, es una acción primordial para la sostenibilidad debido a que permite alargar la vida útil de un producto evitando la necesidad de reciclar y ahorrando energía, materiales y dinero en el proceso.

4.2.4.2 Desmantelado y pre-tratamiento

El objetivo del desmantelamiento y pre-tratamiento es liberar los materiales/componentes y dirigirlos a los procesos de tratamiento adecuados. Las sustancias peligrosas tienen que ser retirados y almacenadas o tratadas de manera segura mientras que los componentes/materiales valiosos deben ser retirados para su reutilización o para ser dirigido a los procesos de recuperación eficientes. Esto incluye la eliminación de gases, aceites, baterías, condensadores, etc antes de su ulterior pre-tratamiento (mecánico).

La pureza y la calidad del material de salida se determina por el pre-procesamiento y la descontaminación en el primer paso del proceso de reciclaje.

El concepto de plantas modulares permite una gran flexibilidad y reactividad en referencia a los cambios temporales en el mercado (las subidas o bajadas de precios hacen necesarias otras opciones de tratamiento)

Los cambios e innovaciones continuos en la industria electrónica, así como los ciclos de vida de productos más cortos requieren permanentemente nuevas tecnologías de reciclaje con un alto riesgo de inversión.

Los precios de mercado deben reflejar las demandas siempre crecientes de calidad, las inversiones en nuevas tecnologías deben ser asequibles.

Un campo de juego de igual nivel es muy importante para todos los actores del mercado. Los productores y los municipios tienen que cumplir con los mismos requisitos de calidad y tienen que reportar los volúmenes y las etapas de tratamiento de la misma manera, un pre-procesamiento que no controle de forma eficiente el volumen provocará un cambio de calidad del mercado orientado a un mercado de costes.

Descontaminación

Es la etapa en la que se procede a la extracción de los componentes peligrosos para garantizar su entrega a un gestor autorizado de residuos peligrosos; de esta forma se evita que los componentes contaminados con las sustancias peligrosas terminen en las fracciones aprovechables para reciclar – o con destino a tratamiento finalista– y se facilita su manejo posterior⁴.

Por las consecuencias ambientales y para garantizar la salud laboral, los componentes que contienen sustancias peligrosas deben ser extraídos manualmente, por ello en aquellas categorías con requisitos específicos de descontaminación es importante que los residuos no pasen a las fragmentadoras antes de ser descontaminados.

Pre-tratamiento

Pre-tratamiento manual

Si se lleva a cabo un tratamiento manual previo a la entrada a la fragmentadora se obtienen mejores resultados —en lo relativo a la posibilidad de reutilización, preparación para la reutilización y valorización material de sustancias, componentes y aparatos enteros— que si se produce la entrada directa de los RAEE en plantas mecanizadas, que no suelen llevar asociado este tipo de tratamiento manual por motivos económicos⁵.

Este tipo de tratamiento incluye operaciones como:

- **Clasificación:** eliminación de impropios o posibles materiales radioactivos.
- **Selección** de los aparatos que pueden ser preparados para la reutilización.
- **Desmontaje manual:** orientado a separar fracciones o componentes valorizables o peligrosos.
- **Recuperación** de metales y fracciones de menor complejidad.
- **Preparación** de las partes más complejas para su procesamiento final mediante procesos mecánicos, físicos y/o metalúrgicos.

⁴ <http://raee.org.co/tratamientos-profesionales>

⁵ Informe sobre la gestión actual en España de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), ANR

Para minimizar las pérdidas de materiales es necesario que los trabajadores tengan conocimientos sobre en qué parte del RAEE se localizan estos.



Imagen 3: Desmontaje manual en la planta de Ca Na Negreta

Tratamiento por fragmentadora (mecánico)

Este tipo de tratamiento requiere de considerables inversiones en tecnología así como de un flujo de entrada adecuado para la amortización de la inversión. Esto implica que pueda convertirse en una operación no viable económicamente. Una de las prácticas que pueden llevarse a cabo para solventar esta situación es la reducción de las tareas de descontaminación previas a la fragmentación.

El objetivo primordial de la fragmentadora es separar el material férrico del no férrico y del rechazo, por ello es necesario llevar a cabo las tareas de descontaminación tal y como indica la normativa vigente para potenciar la reutilización y la valorización así como puestos de trabajo para la aplicación del tratamiento manual.

En resumen se obtienen tres productos resultantes:

1. Chatarra férrica fragmentada, se envía a fundición.
2. Chatarra no férrica mezclada con productos no metálicos "pesados" (plásticos y cauchos). Formada por plásticos y material no férrico valioso como el aluminio o el cobre. Debería tratarse en plantas de medios densos con procesos de gravimetría, inducción.
3. Fracción no metálica susceptible de ser extraída por aspiración neumática. Compone el material de rechazo y acaba en vertedero.



Imagen 4: Ejemplo de una de las fracciones de material de salida de la fragmentadora en el centro de valorización de RAEE de Electrorecycling.

4.2.4.3 Reciclaje y eliminación

Una vez los RAEE pasan por la descontaminación y los tratamientos manuales y/o mecánicos, se obtienen los materiales procedentes del despiece y estos se dirigen a un centro de reciclado para su valorización material; los componentes no reciclables –por limitaciones tecnológicas o económicas– se envían a tratamiento finalista, incineración o depósito en vertedero.

5 Problemática ambiental en la gestión de los RAEE

Los dos principales problemas que ocasiona el creciente uso de los RAEE es el impacto ambiental de su gestión inadecuada como residuos y la pérdida de recursos limitados en un contexto de crecimiento de las llamadas economías emergentes.

5.1 Peligrosidad de los RAEE como residuos

Pese a que ha habido una reducción (y limitación en algunos casos) de las sustancias peligrosas contenidas en los AEE nuevos, en los RAEE seguirán estando presentes durante muchos años sustancias peligrosas como el mercurio, el cadmio, el plomo, el cromo hexavalente y los policlorobifenilos (PCB), así como sustancias que agotan la capa de ozono.

Los componentes peligrosos contenidos en los AEE constituyen un problema importante durante la fase de gestión de los residuos y el grado de reciclado de RAEE es insuficiente.

Muchos de los materiales y compuestos presentes en los RAEE se clasifican como peligrosos, de forma que aumentan en gran medida la carga ambiental de los residuos urbanos y hacen más complicado su tratamiento⁶. El problema principal es la presencia de sustancias potencialmente contaminantes si no se someten a los adecuados procesos de descontaminación previos a su tratamiento en las plantas de reciclaje. Por ejemplo, podemos citar los gases refrigerantes y aceites contenidos en frigoríficos y aparatos de aire acondicionado, el polvo fosforescente presente en los televisores de tubo de rayos catódicos, o las pilas y condensadores que podemos encontrar en otros equipos.

⁶ Evaluación tecnológica de alternativas para el reciclado de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/2954>

Como ejemplo, la eliminación ilegal del compresor de un único frigorífico puede causar el vertido al ambiente de 250 gramos de aceite que contiene CFCs y 128 de CFC. El CFC es 10.900 veces más activo que el CO₂ con lo que cada nevera libera 1,4 toneladas de CO₂-equivalente.

La inadecuada gestión de los residuos, además, puede convertirse en un problema global a través de la exportación de RAEE a terceros países donde su gestión se hace de manera inadecuada desde el punto de vista ambiental y de riesgos laborales.

Se calcula que alrededor de un 1% del peso de los RAEE lo constituyen elementos contaminantes (ver Gráfico 1).

A continuación se resumen los principales impactos ambientales de la incineración y disposición en vertedero de los RAEE.

Las sustancias contenidas en los RAEE tales como:

- Gases de Efecto Invernadero
- Fluorocarbonos clorados (CFC)
- Metales pesados
- Ciertos retardantes de llama

Pueden comportar riesgos para la salud y el medio ambiente en términos de

- El calentamiento global
- Destrucción de la capa de ozono
- Fugas de vertederos a agua y suelo
- Posible formación de nuevas sustancias peligrosas durante la incineración

Diagram 2: Composition of created fractions in % in 2012

Pollutants that in total only account for 1% of the created fractions are stated separately.

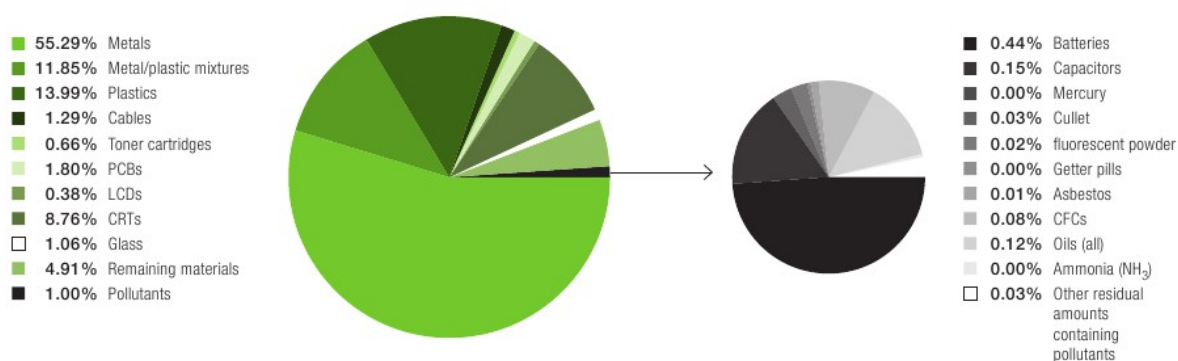


Gráfico 1: Composición media de los RAEE en Suiza en 2012

Fuente: technical-report-swico-sens-slrs-2013.pdf

1. En las placas de circuitos impresos(PCB) se pueden encontrar sustancias peligrosas como mercurio, antimonio en forma de óxido, berilio en forma de óxido, cadmio, plomo y estaño y bromo de combustión lenta entre otros.

5.2 Pérdida de metales raros

Además de los metales básicos como el plomo, el estaño y el aluminio, los equipos eléctricos y electrónicos que usamos a diario contienen una serie de metales raros que juegan un papel central en el funcionamiento de equipos de alta tecnología. Además de los metales preciosos tales como oro, plata o paladio, estos incluyen elementos menos conocidos, tales como el indio, tierras raras o tántalo. El indio, por ejemplo, se requiere para la fabricación de recubrimientos transparentes y conductores en los monitores de pantalla plana. Los metales de tierras raras neodimio, disprosio y praseodimio se utilizan para la fabricación de potentes imanes permanentes en los discos duros y unidades ópticas. El tantalio se encuentra en minicondensadores de alta capacidad, por ejemplo, en tarjetas de circuitos impresos de los teléfonos móviles.

Lo que todos estos metales tienen en común es el hecho de que no pueden ser recuperados utilizando los actuales procesos de preparación y recuperación. Por un lado, esto se debe a que las operaciones de los procesos involucrados en el procesamiento manual y mecánico están orientadas a la eliminación de contaminantes y la recuperación de los materiales tradicionales como el aluminio, el hierro, el cobre o el oro. Por otro lado, aunque el precio de estos metales ha aumentado considerablemente en los últimos años, todavía es demasiado bajo y volátil para hacer que la recuperación interesante desde un punto de vista económico. La oferta futura de estos metales se considera crítica, no son materiales renovables que serían retirados de su uso futuro sin recuperación, y una cantidad significativa de la producción anual mundial de estos metales se utilizan en equipos eléctricos y electrónicos.

De acuerdo con las investigaciones realizadas por el Öko-Institut en Alemania, un ordenador portátil, por ejemplo, contiene aproximadamente 2 g de neodimio. Si se toma la cifra aproximada de 359.000 ordenadores desechados en 2012, se pueden recuperar alrededor de 754 kg de neodimio en aparatos de este tipo. En general, la cantidad de neodimio probablemente llega a varias toneladas. En el caso de indio, se cree que están contenidos en una superficie de monitor aproximadamente 0,7g/m², que en total produce más de 50 kg al año.

Para incrementar el reciclado de los metales raros un primer paso es incrementar la recogida de aquellos residuos que los contienen, por ejemplo los RAEEs. Sin embargo, esta no es una solución completa; el proceso de reciclado de RAEE también debe mejorar.

Actualmente se pierden una gran cantidad de estos metales raros utilizados en el sector manufacturero. Las dos principales razones son:

- Los RAEE terminan en países en desarrollo, que carecen de la infraestructura de reciclado necesaria
- El tratamiento que recibe el RAEE en Europa es inapropiado , bien porque existan ineficiencias en el proceso final de reciclaje o bien porque el reciclado necesario no es económicamente viable.

Las placas de los circuitos impresos pueden significar una parte importante de la chatarra electrónica, que proporciona una gran cantidad de metales, compuestos y aleaciones. Juntos, los teléfonos móviles y los PC representan el 39% de los metales preciosos en los RAEE, con base a datos de 2007 para Alemania (Reuter et al. 2013).

Los volúmenes de ventas globales de estos dispositivos indican que contienen volúmenes de metal significativos (Tabla 11). Sin embargo, la recolección adecuada de todos los dispositivos sigue siendo un reto importante para aprovechar esta gran fuente de material (Reuter et al. 2013).

Mobile phones (a)	PCs & Laptops (b)	Urban Mine (a+b)
1600 million units/year	350 Million units/year	Mine production Share
x 250 mg Ag ≈ 400 t Ag	x 1000 mg Ag ≈ 350 t Ag	Ag: 22,200 t/a 3%
x 24 mg Au ≈ 38 t Au	x 220 mg Au ≈ 77 t Au	Au: 2,500 t/a 5%
x 9 mg Pd ≈ 14 t Pd	x 80 mg Pd ≈ 28 t Pd	Pd: 200 t/a 21%
x 9 g Cu ≈ 14,000 t Cu	x ~500 g Cu ≈ 175,000 t Cu	Cu: 16 M t/a 1%
~1300 million Li-Ion batteries	~180 million Li-ion batteries	
x 3.8 g Co ≈ 6100 t Co	x 65 g Co ≈ 11,700 t Co	Co: 88,000 t/a 20%

fuente: Reuter et al. 2013

Tabla 7: Cantidad de metales preciosos en teléfonos móviles y ordenadores personales

6 Flujo de gestión de RAEE en España

6.1 Análisis de la puesta en mercado

A partir del Registro de Aparatos Eléctricos y Electrónicos del Ministerio de Industria⁷ se pueden obtener las series de datos de los diferentes AEE puestos en el mercado (POM⁸) desde 2006.

⁷ <http://www.minetur.gob.es/industria/RAEE/Paginas/Index.aspx>

⁸ Put on the market (POM)

		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	Grandes electrodomésticos	543.309	568.337	448.435	401.243	436.396	395.611	350.173	324.868
2	Pequeños electrodomésticos	53.334	53.791	54.501	51.232	57.251	52.771	49.829	47.277
3	Equipos de informática y telecomunicaciones	107.280	118.396	109.015	86.800	85.374	74.473	63.182	68.266
4	Aparatos electrónicos de consumo	100.137	96.928	75.876	73.242	77.787	57.854	51.729	35.618
5	Aparatos de alumbrado	63.416	59.842	47.766	38.549	36.265	30.250	24.355	24.036
6	Herramientas eléctricas o electrónicas	18.921	21.271	16.713	14.130	16.870	17.346	13.219	11.811
7	Juguetes y equipos deportivos o de tiempo libre	19.189	28.015	24.967	20.276	22.513	18.661	15.507	14.609
8	Aparatos médicos	11.468	10.922	7.497	6.637	6.873	6.979	5.623	5.549
9	Instrumentos de vigilancia o control	1.639	2.089	2.313	2.718	2.959	4.431	2.025	2.635
10	Máquinas expendedoras	7.485	11.747	10.319	7.728	7.347	6.601	7.172	6.626
	Unidad. Toneladas	926.177	971.340	797.401	702.555	749.636	664.976	582.814	541.293
	kg/hab/año	20,86	21,53	17,31	15,08	15,97	14,14	12,45	11,59

Tabla 8: Cantidad de AEE puestos en el mercado

fuelle: Registro de Aparatos Electricos y Electrónicos, Eurostat.

A partir de la información obtenida se observa como la puesta en mercado de la mayoría de las categorías de AEE disminuye a lo largo de los años a partir de 2007, siendo esta disminución, en general, más acusada los últimos tres años. La causa principal de este escenario es la crisis económica que afecta directa o indirectamente a todos los mercados.

Aparte del aumento del paro, el deterioro del mercado de trabajo ha comportado una caída de la renta disponible y la incertidumbre facilita que las decisiones de compra se aplacen.

La disminución de la liquidez fomenta una disminución general en el gasto de los hogares que afecta directamente a los bienes duraderos; se da prioridad a la alimentación, salud y educación, a expensas del gasto en bienes duraderos (Crédito y Caución, 2013). Así, si la lavadora o nevera se rompe, el consumidor llama al servicio de reparación y sólo la cambia en el caso de que no tenga arreglo o que sea más costoso que adquirir un electrodoméstico nuevo.

El otro factor que explica el desplome de las ventas de neveras y cocinas es el derrumbe del mercado inmobiliario, una de las principales vías de actividad para el sector de electrodomésticos en los últimos años al calor del boom del ladrillo.

Además, a la hora de efectuar una compra los consumidores se topan con la negativa de los establecimientos de electrodomésticos a financiar la compra; el hecho de que los bancos no faciliten crédito influye directamente en las ofertas de financiación que realizan cadenas de distribución de electrodomésticos y grandes superficies. Comprar a plazos sólo es posible si se tiene un contrato de trabajo indefinido o con una duración suficiente para poder hacer efectivo el pago.

En el caso de la **Categoría 1** (Grandes Electrodomésticos), podemos observar que la puesta en mercado se ve disminuida de 2007 en adelante en todos los ejercicios, exceptuando un repunte en 2010. A fecha de 2013, los resultados del sector de línea blanca muestran una reducción del

mercado ntorno al 50% desde 2007, con una disminución de las ventas desde las 10 millones de unidades vendidas en dicho año, hasta las 5 millones de unidades a cierre de 2013 (Anfel, 2013).

Si nos centramos en la **Categoría 2** (Pequeños electrodomésticos), se ve como estos también tienden al decrecimiento, aunque en menor medida que la categoría 1, puesto que hay más años de crecimiento aunque moderado, los decrecimientos de un año a otro no son tan acusados y en 2010 el incremento es el segundo mayor entre todas las categorías. De todos modos a partir de 2011 la puesta en mercado disminuye.

Al analizar la **Categoría 3** (Equipos de informática y telecomunicaciones), se visualiza que a partir de 2007 disminuye el peso de productos puestos en mercado en mayor o menor medida hasta que en 2013 se incrementa ligeramente. La tendencia general a la disminución del consumo se ve acentuada en este sector debido al crecimiento de la cuota de mercado de los equipos portátiles y a la sustitución por monitores CRT por LCD, aligerando el peso medio de los equipos. El repunte de 2013 se explica por la renovación de los ordenadores de sobremesa de las grandes empresas, según los datos de la consultora tecnológica IDC (Expansión, 2013).

Al examinar los datos para la **Categoría 4** (Aparatos electrónicos de consumo), se observa que el peso de productos puestos en el mercado disminuir a partir ya a partir de 2006, teniendo una fuerte bajada en 2008. Como para otras categorías 2010 es un año de subida, que en este caso podría verse acentuada debido al cambio de tecnología en televisores, introduciéndose el TDT y las pantallas LCD en paralelo al “apagón digital” que se produjo en abril de 2010.

La **Categoría 5** (Aparatos de alumbrado), es la única que año tras año disminuye su puesta en mercado, se observan años con mayor o menor disminución en referencia al año anterior, pero la tónica general del mercado de esta categoría es la disminución de su puesta en mercado. La disminución del consumo de esta categoría de RAEE puede ser debido a la saturación del mercado que se abrió debido a la progresiva sustitución de las bombillas incandescentes. Cabe destacar que el producto que se observa con un mayor crecimiento en este mercado son las luminarias y lámparas de LED, que según datos de la puesta en mercado a nivel nacional se introducen en el mercado en el año 2011, teniendo ambos un crecimiento espectacular, las luminarias en 2011 entran con 16.493 kilos y en 2013 están en 632.865 kilos, mientras que las lámparas se presentan con 6.472 kilos en 2011 y pasan a 398.537 kilos en 2013.

En el caso de la **Categoría 6** (Herramientas eléctricas y electrónicas), se ve como la puesta en mercado también disminuye a partir de 2007 con un ligero incremento en 2011 y 2012.

Para la **Categoría 7** (Juguetes y equipos deportivos o de tiempo libre), se percibe una caída desde el año 2007, con la excepción del 2010 pese a que el repunte de este año no supone la superación de los valores máximos correspondientes en este caso al año 2007.

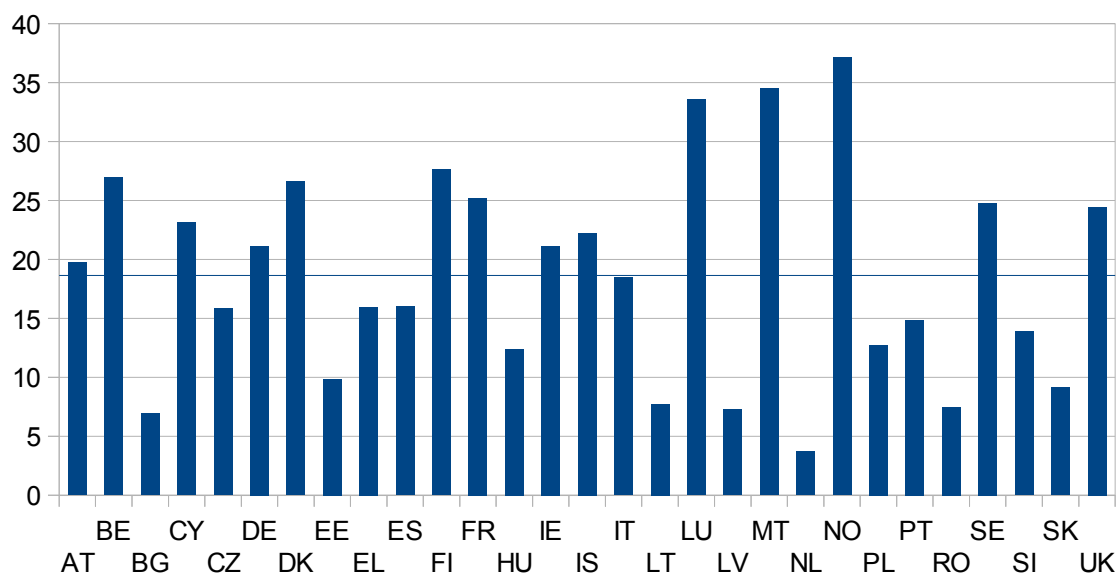
El análisis de la **Categoría 8** (Aparatos médicos), muestra un decrecimiento importante del 2007 en adelante, los años en los que la puesta en mercado no ha disminuido en referencia al año anterior el crecimiento observado ha sido de menos de un 4%, este se corresponde con el año 2010 y es el menor crecimiento registrado para aquellas categorías que han aumentado su puesta en el mercado.

Al estudiar las cifras correspondientes a la **Categoría 9** (Instrumentos de vigilancia o control), se ve que es la única categoría que ha seguido incrementando su puesta en mercado en mayor o menor medida hasta el 2012, donde sufre un descenso importante, del 54,3 %, con respecto al 2011, pese a que la cifra a la que llega no es menor que la del primer año analizado y que en 2013 vuelve a incrementar.

En el caso de la **Categoría 10** (Máquinas expendedoras) se observa un continuo descenso de la puesta en mercado de 2008 en adelante, habiendo una ligera recuperación en 2012, año en que esta es la única categoría que aumenta su puesta en mercado. Cabe decir que de 2009 en adelante la variación de la puesta en mercado de esta categoría es bastante estable manteniéndose entre las 7.300 y las 6.600 toneladas aproximadamente.

6.1.1 Análisis por categorías

Desde el punto de vista de la cantidad de AEE puestos en el mercado, España está por debajo de la media de la Unión Europea, a niveles similares a los de la República Checa (CZ), Portugal (PT) o Grecia (EL). El mayor PIB por cápita de España hace que sea extraño este hecho.



fuentes: Eurostat

Gráfica 1: kg/hab/año de RAEE puestos en el mercado

Si analizamos los datos por categorías (9) como se ha observado anteriormente en general la puesta en mercado de España está por debajo de la media de la UE, excepto en tres de las categorías de AEE, grandes electrodomésticos, juguetes y máquinas expendedoras, donde la puesta en mercado supera la media sin alcanzar los valores máximos que se observan en la tabla.

Si se observan los kg/hab totales, España está en 16,03 kg/hab y la media europea en 18,64 kg/hab, existiendo una diferencia de 2,61 kg/hab. Al observar las cifras máximas y mínimas en la UE vemos que el valor máximo es de 37,03 kg/hab y el mínimo de 3,69 kg/hab.

Categoría	España	Media UE	máximo	mínimo
Grandes electrodomésticos	9,36	8,70	16,3	0,01
Pequeños electrodomésticos	1,2	1,57	3,86	0,42
Equipos de informática y telecomunicaciones	1,79	2,84	8,8	0,45
Aparatos electrónicos de consumo	1,66	2,11	7,19	0,55
Aparatos de alumbrado	0,76	1,04	6,59	0,06
Lámparas de descarga de gas	0,18	0,24	0,63	0,06
Herramientas eléctricas y electrónicas	0,33	1,19	8,12	0,02
Juguetes y equipos deportivos y de tiempo libre	0,42	0,38	16,3	0,03

Aparatos médicos	0,11	0,21	1,75	0,01
Instrumentos de medida y control	0,06	0,28	1,96	0,02
Máquinas expendedoras	0,16	0,09	0,32	0,01
TOTAL	16,03	18,64	37,13	3,69

Tabla 9: Puesta en mercado de AEE en kg/hab.

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Eurostat

6.2 Análisis de la recogida de RAEE

En el caso de la producción de RAEE, el Magrama no aporta cifras oficiales de residuos recuperados según categorías pero sí que lo hace Eurostat a partir, presumiblemente, de los diferentes estados miembros.

	2007	2008	2009	2010	variación 07/10
Grandes electrodomésticos	238.440	251.403	86.449	92.626	-61,15%
Pequeños electrodomésticos	2.528	3.611	4.992	4.572	80,85%
Equipos de informática y telecomunicaciones	14.406	17.019	15.947	25.924	79,95%
Aparatos electrónicos de consumo	14.856	15.253	20.902	26.323	77,19%
Aparatos de alumbrado	1.171	1.887	1.814	1.589	35,70%
Lámparas de descarga	1.002	1.459	578	1.032	2,99%
Herramientas eléctricas o electrónicas	422	789	1.236	1.276	202,37%
Juguetes y equipos deportivos o de tiempo libre	3.410	3.660	3.436	2.753	-19,27%
Aparatos médicos	565	541	1.073	1.452	156,99%
Instrumentos de vigilancia o control	541	56	154	401	-25,88%
Máquinas expendedoras	451	331	435	151	-66,52%
Total	277.792	296.009	137.016	158.099	-43,09%
kg/hab/año	6,14	6,44	2,96	3,39	-44,78%

Fuente: Eurostat

Tabla 10: Evolución de la producción de residuos de RAEE

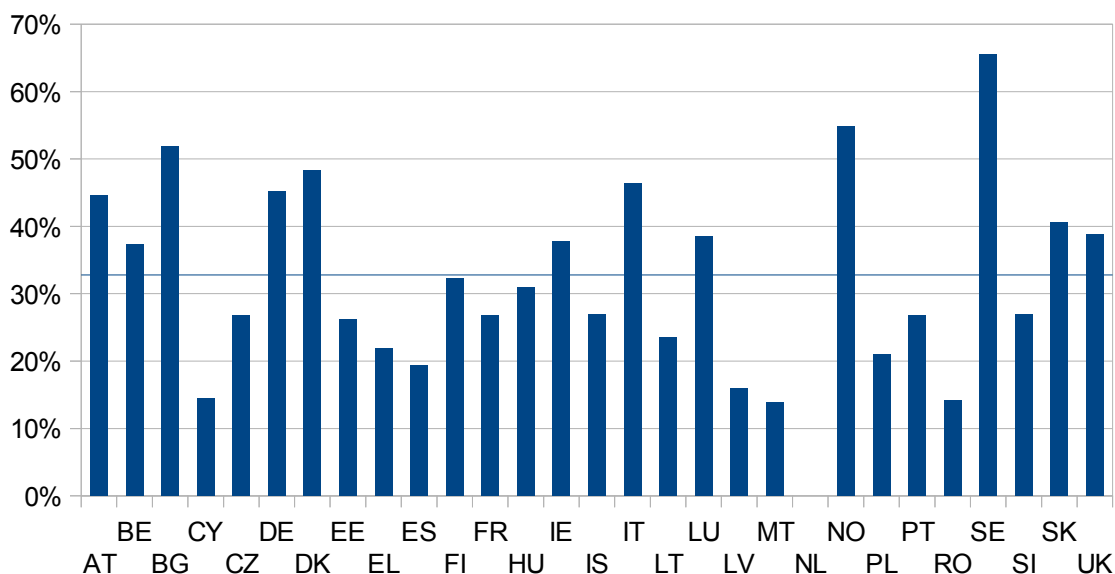
De la serie de datos se determina que, desde 2008, cuando se alcanzó el máximo de cantidades recogidas y gestionadas por los diferentes SIG a nivel nacional, se ha producido un descenso considerable.

Si bien es cierto que la disminución de cantidades puestas en el mercado ha tenido una influencia en la disminución de cantidades recogidas, el nivel de disminución en el ratio de recogida indica que algo ha ocurrido desde 2007 hasta 2010.

El aspecto más llamativo es la reducción de más de un 60% en la recogida de grandes electrodomésticos mientras que el resto de categorías ha aumentado. Este aspecto es aún más llamativo por cuanto, de los grandes aparatos, más del 80% son recogidos en la distribución con lo cual las fugas a canales no contabilizados deberían ser bajas.

6.2.1 Comparación con otros países

En cuanto a nivel de recogida selectiva, España se encuentra muy por debajo de la media de la UE, incluso por debajo de países que tienen un consumo equivalente como los anteriormente mencionados República Checa, Portugal o Grecia. El porcentaje total de recogida de RAEE a nivel español es del 21,21%, un 15,45% por debajo de la media europea, y muy por debajo de los valores máximos de recogida presentes en los países más avanzados.



Gráfica 2: Nivel de recogida de RAEE

fuelle: Eurostat

El análisis desglosado por categorías de RAEE (11) muestra que la recogida a nivel español se encuentra por debajo de la media europea para la mayoría de las categorías pese a no alcanzar los valores mínimos legales, las excepciones son juguetes y equipos deportivos y de ocio, aparatos médicos e instrumentos de control y medida. Posiblemente debido a que son flujos que están profesionalizados y por tanto su eliminación como residuo se hace de forma administrativa y a través de gestores.

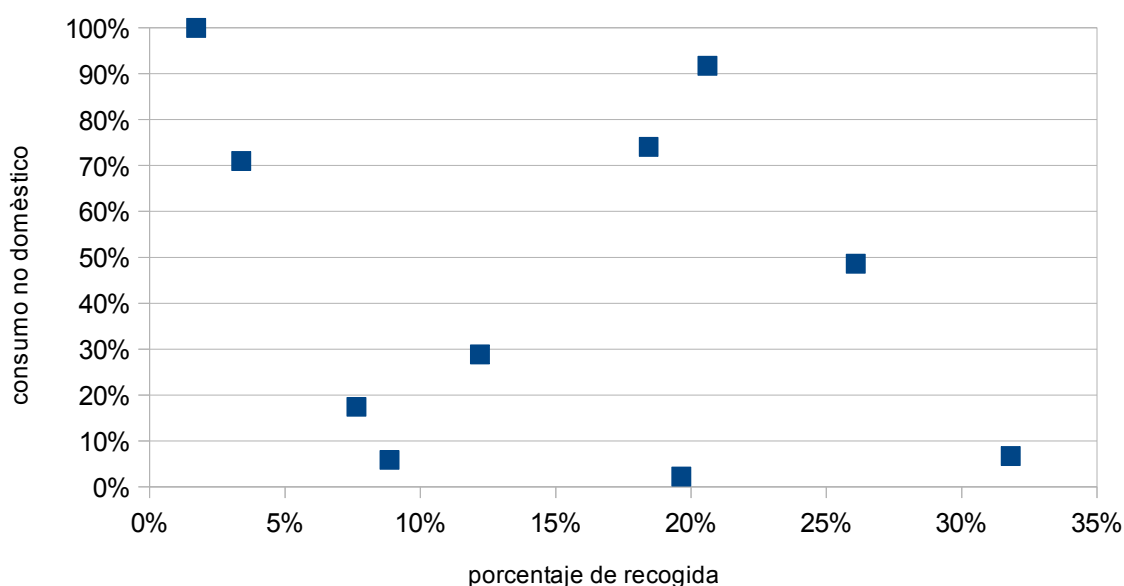
Categoría	España	Media UE	máximo	mínimo
Grandes electrodomésticos	21,26%	38,27%	90,24%	13,50%
Pequeños electrodomésticos	8,33%	28,81%	52,78%	5,81%
Equipos de informática y telecomunicaciones	31,28%	44,57%	92,67%	12,89%
Aparatos electrónicos de consumo	34,34%	61,86%	90,70%	23,40%
Aparatos de alumbrado	3,95%	10,71%	66,67%	0,93%
Lámparas de descarga de gas	11,11%	31,96%	80,00%	3,85%
Herramientas eléctricas y electrónicas	9,09%	15,28%	67,88%	1,64%
Juguetes y equipos deportivos y de tiempo libre	14,29%	7,69%	62,50%	62,50%
Aparatos médicos	27,27%	10,82%	70,59%	4,00%
Instrumentos de medida y control	16,67%	12,94%	97,78%	1,00%
Máquinas expendedoras	0,00%	31,73%	50,00%	7,69%
TOTAL	21,21%	36,66%	88,28%	10,73%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat.

Tabla 11: Porcentaje de recogida de RAEE en función de la puesta en mercado.

6.2.2 Influencia del canal de puesta en el mercado

Como se puede observar en la 12, excepto para las categorías 5, 8, 9 y 10, que se corresponden con aparatos más profesionalizados (aparatos de alumbrado, aparatos médicos, aparatos de vigilancia y control y máquinas expendedoras), la mayoría de AEE puestos en el mercado tienen un uso doméstico mayoritario. En estos casos se podría esperar un menor nivel de recogida selectiva pero, aunque se puede percibir una cierta correlación en este sentido (ver Gráfica 3).



Gráfica 3: Relación entre canal de consumo y nivel de recogida

fuentes: elaboración propia

Puesta en mercado 2008-2012		% HOGARES	% NO HOGARES
Cat. 1	Grandes electrodomésticos	97,80	2,19
Cat. 2	Pequeños electrodomésticos	94,15	5,85
Cat. 3	Equipos de informática y telecomunicaciones	51,39	48,61
Cat. 4	Aparatos electrónicos de consumo	93,31	6,69
Cat. 5	Aparatos de alumbrado	29,03	70,96
Cat. 6	Herramientas eléctricas o electrónicas	82,59	17,41
Cat. 7	Juguetes y equipos deportivos o de tiempo libre	71,17	28,83
Cat. 8	Aparatos médicos	8,30	91,70
Cat. 9	Instrumentos de vigilancia o control	25,96	74,04
Cat. 10	Máquinas expendedoras	0,02	99,98

Tabla 12: Porcentaje de AEE puestos en mercado según categoría y uso. Fuente. Elaboración propia

6.2.3 Influencia del tamaño del RAEE

Lo que sí que se puede observar es la tendencia de los pequeños RAEE (pRAEE) a no ser recogidos selectivamente por lo que se encuentran abundantemente en el flujo de residuos municipales mezclados. Según datos de tasas de recogida de RAEE en Europa para el año 2005 (Universidad de las Naciones Unidas, 2007) se aportan niveles del 20% para las herramientas eléctricas y electrónicas al 6% para los instrumentos de seguimiento y control. Chancerel y Rotter (2009a & b) mostraron tasas de recogida de teléfonos móviles de 18% en Alemania y del 12% en los Estados Unidos. Para los artículos más grandes de RAEE, las tasas son más altas: las tasas de recogida de PC, por ejemplo, son el 76% en Alemania y 54 % en los Estados Unidos.

6.2.4 Flujo material por categorías

Los principales componentes que conforman los AEE varían significativamente según el tipo de aparato pero en general se puede considerar que metales férricos y plásticos son los principales componentes en peso. La composición de los AEE según categoría se resume en la 13 y se puede ver que están compuestos en su mayoría por materiales técnicamente recuperables y valorizables a partir de los procesos actuales de reciclaje. El principal obstáculo sería la separación económicamente viable de los diferentes materiales.

En la tabla se detallan los porcentajes globales de cada componente para algunas de las categorías de RAEE. En el anexo 1 se pueden encontrar las tablas que contienen de forma más detallada los componentes que podemos encontrar en las 5 categorías de RAEE que estudiamos.

CATEGORÍA		metales férricos	metales no férricos	vidrio	plástico	peligrosos	otros
Grandes electrodomésticos	1A	55,90%	5,65%	0,74%	15,53%	0,12%	22,07%
	1B	66,50%	5,73%	0,75%	25,38%	0,54%	1,11%
Pequeños electrodomésticos	1C	71,09%	12,04%	0,21%	13,36%	0,14%	3,16%
	2	18,60%	5,72%	-	56,45%	18,47%	0,75%
Equipos de informática y telecomunicaciones	3	60,21%	3,89%	-	28,08%	2,31%	5,53%
Aparatos electrónicos de consumo	4	44,09%	10,30%	-	23,40%	7,20%	15,01%
Aparatos de alumbrado	5	1,87%	7,39%	85,89%	1,71%	1,74%	1,23%
Herramientas eléctricas y electrónicas	6	26,67%	5,59%	-	36,16%	30,42%	1,15%
Juguetes y equipos deportivos y de tiempo libre	7	29,86%	-	-	60,00%	1,05%	9,09%
Aparatos médicos	8	no se dispone de datos suficientes para establecer la composición media					
Instrumentos de medida y control	9						
Máquinas expendedoras	10	-					

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de 2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Final Report.

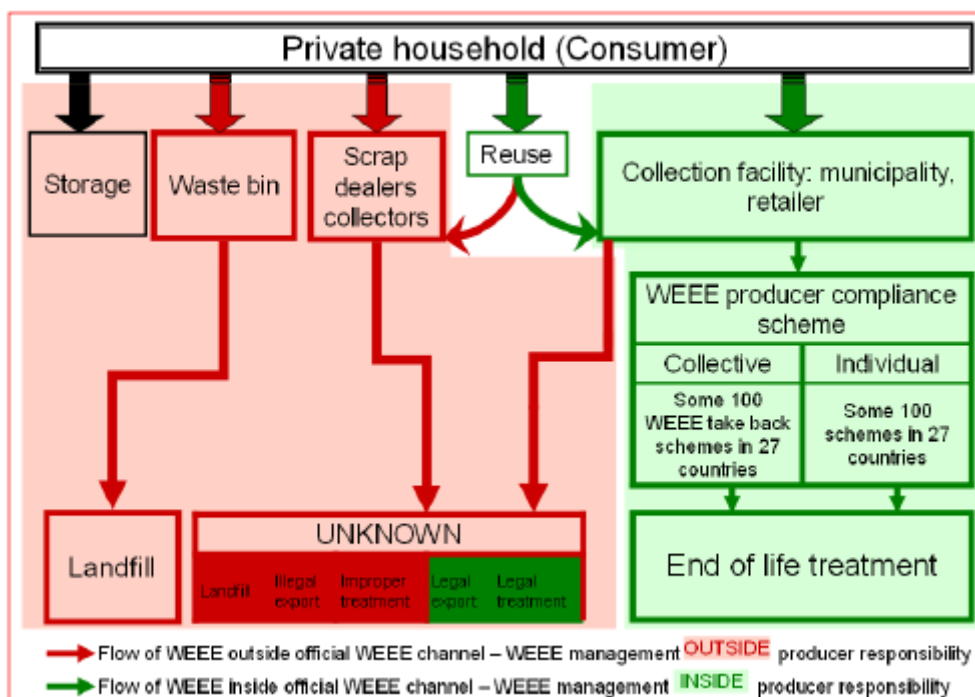
Tabla 13: Composición media de las principales categorías de RAEE.

7 Diagnosis

Actualmente los índices de recogida de RAEE en España están por debajo del 30% del POM y por debajo de los 4 kg/hab/año que estipula la directiva. En conjunto los países de Europa se mueven en porcentajes que mayoritariamente se encuentran por debajo del 45% del POM; los únicos países que se encuentran por encima de esta cifra, sin llegar al 65% son Noruega y Suecia.

Para identificar los principales problemas se deben analizar los tres principales flujos donde se encuentran RAEE:

- Flujos que pasan por los registros nacionales y de los SIG (habitualmente procedentes del retorno en puntos de venta y de puntos limpios).
- Gestores de residuos: compran RAEE provenientes del retorno a comercio o de la recogida informal sin que queden registrados.
- No recogidos: especialmente pequeños RAEE que pueden acabar en el flujo de residuos mezclados y que son tratados como residuo municipal.



El valor intrínseco de los RAEE como chatarra es el que propicia este “mercado libre” –que contabilizaría aproximadamente el 38% de los RAEE– representando un valor potencial de los RAEE desechados en España de 561 millones de euros, equivaliendo a 12 €/habitante aproximadamente, siendo de 9,77€ el valor del RAEE como chatarra si pudiera ser reciclada íntegramente.

Categoría	peso (t)	Valor como chatarra			Valor chatarra + otros		
		Total (€)	€/t	% sobre total	Total (€)	€/t	% sobre total
1 Grandes electrodomésticos	356.884	84.012.000	251	55,28%	100.229.088	323	53,43%
2 Pequeños electrodomésticos	49.959	17.493.180	350	11,51%	25.535.069	540	13,61%
3 Equipos de informática y telecomunicaciones	68.640	13.104.169	191	8,62%	18.017.585	264	9,61%
4 Aparatos electrónicos de consumo	48.400	20.003.059	413	13,16%	23.287.487	654	12,41%
5 Aparatos de alumbrado	26.214	3.433.390	131	2,26%	4.093.203	170	2,18%
6 Herramientas eléctricas o electrónicas	14.125	6.407.593	454	4,22%	7.883.772	667	4,20%
7 Juguetes y equipos deportivos o de tiempo libre	16.259	3.363.142	207	2,21%	3.363.142	230	1,79%
8 Aparatos médicos	6.050	1.584.987	262	1,04%	1.970.806	355	1,05%
9 Instrumentos de vigilancia o control	3.030	793.847	262	0,52%	987.086	375	0,53%
10 Máquinas expendedoras	6.800	1.781.287	262	1,17%	2.214.890	334	1,18%
TOTAL	596.362	151.976.653	255	100,00%	187.582.128	347	100,00%

Tabla 14: Valor total de la POM como RAEE (estimación 2014)

Fuente: Elaboración propia

7.1 Principales problemas detectados

La Organización de Consumidores y Usuarios (OCU) a través de un estudio de investigación que realiza periódicamente y que realizó el pasado 2013, detectó problemas en todas las fases de recogida y reciclaje de RAEE: trabas en la entrega, robos en los puntos limpios, cobros por recoger el residuo, desplazamientos innecesarios, envíos directos a chatarrerías, incluso paso de residuos por plantas de reciclado autorizadas sin recibir tratamiento. De hecho, la situación que encontró era peor que la de dos años antes y peor que en otros 4 países europeos en los que se realizó en 2012 una experiencia similar (Portugal, Bélgica e Italia).

OCU denuncia que el sistema sólo beneficia al fabricante, que cobra siempre, pero que sólo paga cuando el aparato se recicla⁹; si el reciclado fuera de un 20%, se estarían quedando con el 80% de lo recaudado para reciclar. Una lectura alternativa sería que, el bajo nivel de reciclado y, por tanto, bajo coste de gestión, comporta que los productores paguen menos de lo que sería necesario si el sistema fuera más eficiente en cuanto a captura (recogida selectiva) y gestión de los RAEE.

Por tanto, además de estar engañando al consumidor se está produciendo un delito ambiental, ya que muchos residuos acaban triturados en lugares no preparados para ello y liberan sustancias peligrosas, incumpliendo lo establecido en la Directiva.

En el estudio de investigación que OCU llevó a cabo destaca la imposibilidad de obtener datos de trazabilidad del residuo aceptado por tiendas y puntos limpios. Continuamente encontraron barreras para obtener la información e informaciones contradictorias entre los centros de recepción

⁹ los fabricantes cargan en el precio que paga el consumidor por cada aparato nuevo un dinero para el futuro reciclado, sin que aparezca desglosado en la factura, pero solo pagan al sistema que gestiona los residuos de forma colectiva o SIG lo que se haya reciclado

de aparatos por parte del consumidor y el de las plantas de tratamiento y reciclado donde se deben dirigir estos.

Según OCU sería necesario resolver:

1. La recopilación fiable de información para conocer el estado de la situación.
2. La opacidad del sistema contable que no permite saber al consumidor que paga por el reciclaje de los aparatos que adquiere y no ayuda a la sensibilización
3. Cuanto ingresan y cuanto gastan los fabricantes en concepto de reciclaje y, si cabe, qué pasa con la diferencia.
4. La profesionalización de los actores que intervienen en la gestión de los residuos.
5. Planificación del flujo de residuo para asegurar que el tratamiento que recibe se da en plantas autorizadas y con parámetros fiables de trazabilidad.

Para paliar esta situación la organización propone introducir en la nueva norma española, resultante de la transposición de la nueva Directiva sobre estos residuos aprobada en 2012, lo siguiente:

1. **Controlar el sistema de recogida** e imponer sanciones disuasorias a los establecimientos que se nieguen a recoger el aparato antiguo o cobran por ello.
2. Establecer un **funcionamiento estándar de los puntos limpios** y garantizar la custodia de residuos.
3. **Regular las actividades** autorizadas en los centros de almacenamiento temporal, fragmentadoras o chatarrerías y obligar a rendir cuentas de ellas.
4. Controlar y **sancionar a las chatarrerías** que admiten residuos sin descontaminar.
5. Que un **sistema independiente registre el recorrido de cada aparato** y los tratamientos que recibe.
6. **Que los fabricantes informen** sobre la cantidad exacta que cobran al consumidor en concepto de recogida, tratamiento y eliminación. A parte, claro está de informar cómo gastan ese dinero, es decir, cuánto ingresan y cuánto pagan al SIG
7. Establecer **estándares de tratamiento** que deben cumplir las plantas de tratamiento para ser autorizadas, es decir, definir lo que sería un tratamiento adecuado para cada tipo de residuos y que éstos sean iguales en todo el ámbito nacional.

7.2 Puntos débiles en la legislación actual: del marco legal al marco real

A partir del análisis de la legislación actual se extraen una serie de puntos débiles recogidos en la tabla 15. En general se destaca la falta de concreción en cuanto a objetivos discriminados para prevención y reutilización, que junto con las cuotas de reciclaje establecidas para los sistemas de gestión integrados afectan a la falta de potenciación de la reutilización.

El hecho de definir objetivos difusos y no especificar protocolos de actuación repercute en la dificultad de evaluar si se actúa de forma eficiente en cuanto a la problemática ambiental derivada de la gestión y tratamiento de RAEE.

Destaca el hecho de que se pasa por alto que los consumidores asumen el coste del reciclaje de los AEE sin saber que porcentaje de su factura está destinado a ello, ni que hacen los SIG con el dinero recaudado, puesto que anualmente la recogida de RAEE no iguala las ventas y por tanto hay una entrada neta de beneficios.

Marco legal	Punto débil
La jerarquía de gestión de residuos marca la prioridad de la prevención y la reutilización.	No se promueve la reutilización puesto que los objetivos se marcan de manera compartida para los dos tratamientos y esto no ayuda al desarrollo de la reutilización.
Sigue los principios de cautela, de acción preventiva, de corrección de daños al medio ambiente y el de quien contamina paga.	Se obvia el hecho de que los consumidores pagan una tasa al adquirir un AEE para su posterior tratamiento una vez se convierta en residuo. Esto se traduce en beneficios para los SIG, que no son destinados a incrementar el porcentaje de material reciclado sino que son considerados beneficios netos.
Presenta objetivos difusos, sin metas concretas con cifras específicas.	No permite concluir si se está actuando de forma eficiente con relación al problema ambiental. No se alcanza la meta de conseguir instalaciones capaces de tratar correctamente todos los RAEE y en muchos casos se procede a la exportación de dichos residuos a otros países, en muchos casos exportando el problema a países sin tecnología adecuada para el tratamiento del residuo.
La normativa permite exenciones en el caso del uso de sustancias peligrosas cuando no existe la posibilidad de sustituirlas.	No contempla inversión para investigar y desarrollar técnicas eficientes de sustitución de dichas sustancias por otras menos perjudiciales para el medio ambiente.
Pretende promover un diseño de producto que facilite el posterior reciclaje de dicho producto.	No matiza ni concreta ningún protocolo a seguir por los fabricantes.
Menciona la obligación del mercado de ofrecer piezas de recambio para promover la reutilización sobre el reciclaje.	Muchos productores no cumplen este punto.
La legislación está en constante revisión.	Aunque la dificultad para poner de acuerdo a los estados miembros hace que las iniciativas par ir modificando y actualizando la normativa vigente, en muchas ocasiones se queden en simples propuestas que no se traducen en los resultados deseados.

Tabla 15: Puntos débiles de la legislación actual

Los principales objetivos a que se enfrenta la gestión de los RAEE en España son los siguientes: • Fomentar la reutilización • Incrementar la recogida selectiva y la valorización material. • Eliminar el fraude ("free riders") en la puesta en el mercado y en la gestión. • Facilitar información del coste de gestión al consumidor • Asegurar el adecuado tratamiento de los RAEE y las técnicas más recuperadoras. • Garantizar la trazabilidad y mejora de información del flujo de los RAEE. • Evitar el desvío de RAEEs a mercados ilegales paralelos • Eliminar las prácticas ilegales y anticompetitivas. • Normalizar y certificar las operaciones de tratamiento de los RAEEs • Aumento de la captación de metales raros
--

7.3 Fraude

El fraude en la gestión de los RAEE se basa en dos actividades: por un lado, productores que ponen aparatos en el mercado sin declararlas al registro y, por otro, los actores –autorizados o no– que desvían los RAEE recogidos y no los tratan según la normativa.

7.3.1 En la puesta en el mercado (polizones)

Un polizón (*free rider*) es un productor de AEE que no participa en un SIG o no tiene implantado un sistema individual que financie la recogida y tratamiento de sus propios residuos, incumpliendo con lo establecido en la Directiva.

El fraude deriva del hecho que los productores no inscritos en el REI-RAEE están aportando RAEE a los sistemas de gestión de residuos sin aportar financiación a los mismos. El fraude se puede realizar no declarando en absoluto los aparatos puestos en el mercado o declarando menos de los que se ponen en el mercado realmente.

Según datos de la Observatorio del Registro de Productores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (ORPAEE), los productores de AEE no inscritos en el Registro Nacional de Productores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (REI-RAEE) del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio estaban defraudando a los consumidores unos 15 millones de euros anuales (Marrón y Blanco, 2006); pese a que posiblemente la situación se mantiene no se ha podido encontrar ningún dato más actualizado.

Además, hay otro tipo de fraude que se produce por las ventas *online* de AEE; en muchos casos, difíciles de cuantificar, los vendedores no declaran a los SIG de los países donde se mandan los pedidos, incrementando los AEE puestos en el mercado sin contribuir a los costes de gestión que tendrán cuando se conviertan en residuos.

Debería realizarse un trabajo de coordinación entre los registros nacionales para tener datos claros sobre los productos y el movimiento entre los estados miembros. Esto facilitaría la vigilancia del mercado para luchar contra los actores que no se registran (*free riders*).

7.3.2 En la gestión

Una vez realizada la recogida, también hay espacio para el fraude cuando actores no autorizados desvían los RAEE y no los tratan según la normativa. El director general de ERP señala como principales causas la falta de medios de las comunidades autónomas, responsables de perseguirlo, y la crisis económica, que con el gran aumento en el precio de las materias primas, en particular el acero, el aluminio y el cobre, han propiciado el incremento de los robos en los puntos limpios¹⁰.

7.4 Falta de transparencia e información a los consumidores

La Responsabilidad Individual del Productor (RIP) es un tipo de RAP (ver otros instrumentos de RAP en la 16) que implica que los productores tomen responsabilidad legal y financiera (como mínimo) del ciclo de vida completo de sus propios productos, incluyendo los costos de recolección y tratamiento al final del ciclo de vida.

El objetivo final de la RIP es la internalización de los costes ambientales por el productor con el fin de estimular el diseño ecológico y mejorar la reutilización y reciclaje. Los requisitos establecidos para los sistemas de reciclaje y las garantías financieras deberían cambiar los sistemas de financiación y de tratamiento actuales en esta dirección.

Para que cada productor se haga cargo de los costos de sus productos, debe existir una manera de diferenciar o estimar lo mejor posible los costos reales de sus propios productos, por ejemplo, el costo real de reciclar su producto cuando se convierte en residuo electrónico.

10 http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2012/09/27/213451.php

De esta manera, SONY pagará por reciclar los televisores SONY, y Samsung pagará por el reciclado de los televisores Samsung. Así, SONY no pagará para reciclar los televisores Samsung ni los de ninguna otra marca.

Por otro lado, la Responsabilidad Colectiva de los Productores implica que éstos cubran los costos de recolección y tratamiento al final del ciclo de vida de los RAEE de manera conjunta, sin hacer distinción entre marcas. Por ejemplo, SONY y Samsung pagarían los costos de reciclar todos los residuos de televisores que sean desechados, dividiendo los costos entre ellos, según criterios que no reflejan los impactos reales de cada uno, sin saber realmente cuántos televisores reciclados eran de cada marca, y si había una diferencia en los costos de reciclaje de cada marca de televisor.

La importancia de la RIP radica en el hecho que promueve la competencia entre empresas, al incluir la responsabilidad en la manera de tratar los productos en el final de su vida útil. Esto a su vez deriva en la innovación, así como en modelos comerciales, logísticas de recogida y cambios en el diseño para reducir los impactos ambientales de los productos en el final del ciclo¹¹.

Si cada empresa es responsable de financiar los costos de tratamiento de sus propios productos al final de su vida útil, los costos de fin de ciclo recaen sobre el productor individual. Esto promueve el eco-diseño porque se asume que si deben pagar la gestión de sus propios RAEE, tendrán mayor incentivo de utilizar material reciclable o materiales que disminuyan los costos de dicha gestión, por ejemplo evitar o disminuir el costoso tratamiento de residuos peligrosos excluyendo este tipo de residuos en su diseño¹².

Métodos de aproximación de RAP	Ejemplos
Programas de recogida de productos	Devolución obligatoria Programas de devolución voluntaria o negociada
Enfoques normativos	Normas mínimas de productos Prohibiciones de determinados materiales o productos peligrosos Prohibiciones relativas a la eliminación Reciclaje obligatorio
Prácticas voluntarias de la industria	Códigos voluntarios de prácticas Asociaciones públicas / privadas Leasing y economía de servicio Etiquetado
Instrumentos económicos	Esquemas de depósito y retorno Pago adelantado del reciclado Comisiones por venta Impuestos a materiales y subsidios

Fuente: Metal Recycling. Opportunities, Limits, Infrastructure. UNEP

Tabla 16: Posibles métodos de RAP y ejemplos (OCDE, 2001).

7.4.1 Responsabilidad integral

El Decreto debería incluir una disposición clara de que los productores están obligados a financiar la totalidad de la colección, la manipulación, los costes de almacenamiento y tratamiento inducidos por su productos deben añadirse al artículo 12.

¹¹www.greenpeace.org/international/PageFiles/24472/joint-statement-by-a-group-of.pdf

¹²<http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2009/3/preguntas-frecuentes-sobre-res.pdf>

Sin embargo, esto debe equilibrarse con medidas para asegurar que las autoridades de las comunidades locales se reservan el derecho a diseñar sus sistemas de recogida de acuerdo con su responsabilidad legal de garantizar la recogida de los residuos municipales.

El objetivo de tal aclaración debe ser garantizar la cobertura financiera de los gastos de recaudación, garantizando al mismo tiempo los sistemas de recogida eficientes y eficaces para hacerlo.

7.4.2 Mejora de la información al consumidor

Aunque haya una tasa de gestión visible para el ciudadano, esto no es suficiente para mandar señales de mercado. Por ejemplo, no hay ninguna diferencia significativa entre la tasa visible asociada a una pantalla de LCD de 17 pulgadas y una pantalla LCD de 30 pulgadas. En tales circunstancias, no hay incentivo económico para que los productores compitan para mejorar la reciclabilidad y la durabilidad de sus productos mediante la reducción de sus costes reales de fin de vida a través de eco- diseño.

En consecuencia, la tasa visible no es la señal adecuada para ayudar al público a tomar decisiones de compra más sostenibles, aunque la Comisión justifica la extensión de una tasa visible con la necesidad de favorecer un consumo más inteligente y la contratación pública ecológica.

Además, en general la cuota es demasiado pequeña por unidad (productos de línea blanca que contienen gas refrigerante, por ejemplo) o resulta inadecuada dado que su reciclaje tiene un valor positivo. Ejemplos de la información que se debe facilitar al consumidor para facilitar que sus elecciones de consumo y gestión de fin de vida sean más sostenibles son: la duración de vida del producto, la reutilización, el reciclado, el contenido de material reciclado...

Cualquier mecanismo que desaliente la diferenciación o diluya la señal de dificulta la aplicación de la RIP y su potencial de motivar decisiones de diseño y de compra. Se debería sustituir la tasa visible con información clara sobre el costo de cada producto al final de su vida, y la forma en que se ha calculado.

8 Revisión de mejores prácticas de recogida y tratamiento de RAEE en España y la Unión Europea

8.1 Reutilización

La reutilización, ya sea como medida de prevención de residuos o como modo de recuperación y valorización de los mismos, se ha establecido como método de gestión preferente en la jerarquía de gestión de residuos en la Unión Europea debido a que alarga la vida de los productos, y contribuye, por tanto, a reducir la cantidad creciente de residuos, al mismo tiempo que se ahorran recursos, energía y se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero.

A lo largo del presente apartado se habla de Centros de Preparación para la Reutilización (CPR). Este término es el que las asociaciones que realizan actividades de preparación para la reutilización para denominar a sus instalaciones. Se diferencian de un gestor de residuos tradicional porque los residuos que se tratan en estos centros no pasan directamente a descontaminación, desmontaje o fragmentación si no que lo primero es comprobar su funcionamiento y posibilidades de reparación, tarea para la que se requiere mano de obra cualificada.

8.2 Potencial de reutilització

El valor de reutilització de los RAEE varía considerablemente en función del tipo de RAEE que consideremos. En general, los pequeños electrodomésticos tienen niveles de reutilización bajos mientras que los grandes electrodomésticos como frigoríficos o congeladores tienen un buen potencial de reutilización si están en buen funcionamiento; de otra forma su valor reside en el desmantelamiento para la reutilización de piezas, otra forma de reutilización o su venta como chatarra para el uso como materia prima de estas.

Al comparar la recogida en puntos limpios con la recogida a través del servicio de voluminosos, se observa que en la recogida de voluminosos predominan los RAEE de mayor tamaño y los equipos de consumo. En los puntos limpios se reciben más los pequeños electrodomésticos y los aparatos de consumo.

Tan sólo un pequeño porcentaje de los aparatos depositados en puntos limpios o en el sistema de recogida de voluminosos se daña durante el transporte o en el almacenamiento. Según una prueba realizada por WRAP, el 12% de los RAEE depositados en puntos limpios están en pleno funcionamiento, con un 11% más viable para reventa después de la reparación. En el caso de los aparatos electrónicos de consumo, es menos probable que sean desechados por estar rotos en comparación con otros tipos de RAEE, es más común que sean substituidos por un artículo más reciente.

Un estudio realizado en Alemania, en el marco del Proyecto GeProNet que analiza la mejora de los ciclos de materiales en los RAEE para mejorar su reutilización y valorización, muestran resultados también muy positivos en cuanto a potencial de reutilización tal como queda recogido en la siguiente tabla:

	Nivel	Potencial de reutilización
Monitor de ordenador	Dispositivo	~64%
Impresora	Componente	~69%
PC de sobremesa	Componente	~60%
Televisión	Dispositivo	~52%
Lavadora	Dispositivo	~64%

Fuente: Proyecto GeProNet

Tabla 17: Potencial de reutilización en puntos limpios

8.2.1 Potencial de generación de empleo

Según AERESS, una subida de la cuota de los RAEEs gestionados a través de instalaciones que hagan posible la recuperación redundaría en mayor ocupación. Si este flujo aumentara a nivel estatal hasta el 100% de los mismos, supondría una generación de 3.230 nuevos empleos sobre los ya existentes, a los que habría que sumar el resto de puestos relacionados con labores administrativas, de formación, personal de acompañamiento en procesos de inserción, etc. Por otro lado, esto supondría un ingreso para la Administración de 26,5 millones de euros (ahorro en prestaciones sociales y retorno en concepto de Seguridad Social, IRPF, IVA o situaciones especiales, impuesto sobre sociedades y otros tributos).

En la actualidad, la falta de políticas específicas en pro de la prevención de residuos está suponiendo una pérdida de apoyo a la preparación para la reutilización por parte de los SIG quienes, en una sesgada interpretación de las atribuciones de la Responsabilidad Ampliada del Productor y guiados por criterios principalmente economicistas, han orientado el flujo exclusivamente hacia el reciclaje, alejándose, por tanto, del orden jerárquico establecido en la legislación.

Además, la Directiva 2012/19/UE no establece obligaciones u objetivos específicos para la reutilización y la preparación para la reutilización sino que los combina con los objetivos de reciclado en su artículo 11 con lo que no facilita políticas orientadas a la reutilización.

Sin embargo, el artículo 11.6 abre la posibilidad de que en un futuro (2016) se establezcan objetivos para la preparación para la reutilización. Para facilitar la aceptación de dichos objetivos específicos, las metas podrían fijarse como tasas de mejoras en comparación con una situación de referencia (por ejemplo: el aumento en un X%/año, la tasa de los RAEE preparado para su reutilización).

8.2.2 Propuestas para potenciar la reutilización

- *Acceso a los puntos de recogida para el personal de los centros de reutilización*

La nueva Directiva 2012/19/UE recoge varias disposiciones en el texto que pueden ayudar a intensificar la preparación de las actividades de reutilización, dejando abierta para los Estados miembros la posibilidad de que estas disposiciones sean más vinculantes. Así, el artículo 6.2 promueve la segregación de los RAEE en los puntos de recogida para dar prioridad a la preparación para la reutilización, así como para permitir el acceso a los puntos de recogida del personal de los centros de reutilización.

Las posibilidades de preparación para la reutilización de los RAEEs vienen condicionadas por la cantidad de toneladas captadas, así como por el acceso a dichos aparatos en el primer momento de la cadena con el objetivo de intervenir lo antes posible y conservar el potencial de reutilización del aparato.

Por ello es vital que los centros de reutilización tengan acceso a los puntos de recogida, que es una de las primeras barreras que se encuentra en la reutilización. De hecho, lo ideal sería que a medio/largo plazo, los RAEE no puedan ir a reciclaje o recuperación sin antes pasar por la preparación para la reutilización, actuando los centros de reutilización como los primeros puntos de recogida.

- *Estandarización de los procesos de preparación para la reutilización*

Se debe incluir en la normativa un procedimiento claro de estandarización de los procesos de preparación para la reutilización, así como de los centros autorizados para esta gestión. Las Normas Europeas en referencia a la preparación para la reutilización de RAEE tardaran entre 2 y 3 años en estar preparadas, y deben asegurar el control de calidad, la seguridad y funcionalidad de los aparatos, el registro de todos los procesos llevados a cabo y de la trazabilidad del producto.

Los criterios mínimos que se deben exigir en la preparación para la reutilización:

- Producir informes mensuales y anuales que muestren coherencia entre los (peso) RAEE recogidos y los (peso) aparatos/piezas hechos con el material disponible + los residuos de la actividad que vuelven a los puntos de recogida
- Proporcionar pruebas de que los productos no van a la exportación ilegal
- Proporcionar los registros de todos los RAEE que entran en los centros de reutilización y todos los AEE que salen, así como todos los RAEE que ya no son aptos para la preparación para la reutilización y por tanto se dirigen al reciclaje y otros tratamientos
- La posible transferencia de la responsabilidad de los productores de residuos de centros de reparación y reutilización acreditados para los aparatos reacondicionados y piezas reutilizables.
- Requisitos mínimos de seguridad para los trabajadores, las intermediaciones y el medio ambiente.
- Normas mínimas para probar la seguridad eléctrica y pruebas de funcionalidad para asegurar que el equipo es apto y seguro para su propósito.
- Manejo adecuado de los aparatos/piezas (recogida, desmontaje, control ...)

- Compromiso de poner a disposición de los aparatos reacondicionados piezas reutilizables (por ser ventas o donaciones),
- Compromiso de entrega de los residuos de las actividades a centros de tratamiento adecuado.

Históricamente estos centros de preparación para la reutilización han sido gestionados por entidades sin ánimo de lucro y pertenecientes a la economía social y solidaria¹³, de forma que primen los criterios sociales y medioambientales sobre los economicistas. La experiencia profesional y la trayectoria histórica en el ámbito de la reutilización y preparación para la reutilización de dichas entidades, además del retorno económico y social derivado de su trabajo en paralelo en el ámbito de la inclusión sociolaboral de personas en riesgo o situación de exclusión, garantizará, además, la eficiencia de los recursos, así como el fomento de la inclusión socioeconómica de colectivos desfavorecidos.

- *Información de reparación y suministro de recambios*

Con el fin de facilitar la preparación para la reutilización y el tratamiento adecuado para el medio ambiente de los RAEE, incluido su mantenimiento, reparación, actualización, reacondicionamiento y reciclado, se deben adoptar las medidas necesarias para garantizar que los productores faciliten a los centros de tratamiento y reciclado la misma información de servicio y herramientas de diagnóstico que proporcionan a sus proveedores de servicios después de la venta. Esta información se debe facilitar de forma gratuita para facilitar la preparación para la reutilización y el tratamiento para cada tipo de AEE nuevo introducido por primera vez en el mercado de la UE, en cuanto el aparato se coloca en el mercado.

Dicha información deberá identificar en la medida en que lo requieran los centros que preparan para su reutilización y las instalaciones de tratamiento y reciclado:

- Los distintos componentes y materiales necesarios para la sustitución de consumibles
- Reparación y reutilización de equipo eléctrico y electrónico
- Localización de las sustancias y mezclas peligrosas en dichos aparatos necesarios para la reparación y el reciclaje seguro

Se pondrá al alcance de los productores un manual en formato estandarizado para que comunique la información requerida. El formato preferido es formato electrónico estándar compatible con módulos de aprendizaje organizados por centros de reparación y reutilización. La pretensión inicial era hacer que las herramientas de información y diagnóstico estuvieran a disposición de todos a través de medios electrónicos a fin de permitir una reparación propia de los usuarios competentes.

Esto se deriva de la necesidad que centros acreditados tienen de tener acceso no sólo a la información, sino también al diagnóstico y otras herramientas necesarias para poder asegurar una reparación segura y robusta o preparación para la reutilización de los aparatos.

Para potenciar la reutilización y la preparación para la reutilización se debe tener en cuenta:

¹³ La Comunicación de la Comisión sobre la Iniciativa de Empresa Social COM 2011 (682) describe estas organizaciones como: “empresas con un método de producción de bienes o servicios con un objetivo social (integración social y profesional a través del acceso al empleo para las personas desfavorecidas, en particular, una cualificación insuficiente o problemas sociales o profesionales que llevan a la exclusión y la marginación), pero cuya actividad puede estar fuera del verdadero objetivo de la provisión de bienes o servicios sociales”.

1. Deberá fijarse un objetivo anual obligatorio de Preparación para la Reutilización de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) del 5% del valor promedio de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) puestos en el mercado en territorio español en los tres años previos al año que se considere. Este 5%, debe entenderse en kilogramos de aparatos enteros preparados para la reutilización que sean introducidos de nuevo en el mercado y se aplicará independientemente a cada una de las cuatro primeras categorías, más las sexta y la séptima de la Directiva RAEE 2012/19/UE.
2. La cuota fijada deberá ser alcanzada en cada una de las comunidades autónomas de forma independiente.
3. Solo podrán acceder a los RAEE destinados a la preparación para la reutilización los Centros de Preparación para la Reutilización (CPR) debidamente autorizados para ello por la Administración correspondiente.
4. Deberá quedar garantizada la total trazabilidad de los aparatos destinados a la preparación para la reutilización. Los CPR deberán disponer a tal efecto de un registro de entradas y salidas de los RAEE gestionados, que además deberá ser público.
5. Tal como se contempla en el punto 4 del artículo 5 de la Directiva RAEE 2012/19/UE, así como en el punto 1 del artículo 21 del Real Decreto Ley 22/2011 sobre Residuos, deberá facilitarse a los CPR autorizados el acceso a los RAEE lo antes posible y en el lugar adecuado más próximo a su generación.
6. Los CPR que realicen venta directa de aparatos que hayan sido preparados para su reutilización, así como cualquier otro vendedor de dichos aparatos, estarán obligados a entregar al comprador un documento que certifique la venta, indique claramente el aparato vendido, que se trata de un aparato en segundo uso revisado y preparado para su reutilización y en el que se indique de forma clara que posee garantía así como la fecha de comienzo de la misma, la cual deberá prolongarse durante un periodo de, al menos, un año, de acuerdo con la normativa vigente que regula la puesta en el mercado de artículos de segunda mano.
7. Los productores deberán asumir los costes que se deriven del tratamiento de los RAEE que se preparen para su reutilización (punto 1 de los artículos 12 y 13 de la Directiva RAEE 2012/19/UE 4,5). Los productores podrán sumar a sus objetivos de reciclaje, los objetivos conseguidos con la preparación para la reutilización, tal como se establece en el Anexo V, de la Directiva RAEE 2012/19/UE.

PRINCIPALES DIFICULTADES PARA LA REUTILIZACIÓN/PREPARACIÓN PARA LA REUTILIZACIÓN
Falta de una apuesta clara: concreción normativa y obligatoriedad en cuanto a las medidas para fomentar y asegurar la reutilización/preparación para la reutilización.
No hay objetivos específicos ni mediciones de los resultados.
No hay separación en origen de materiales con potencial de reutilización como el textil, muebles, etc.
No está asegurado el flujo de entrada ni acceso prioritario a los de materiales en las mejores condiciones para que puedan ser reutilizados o preparados para reutilizar. Hoy en día es el principal obstáculo a la reutilización, especialmente de los RAEE.
No está analizada ni definida la responsabilidad de los distintos agentes, en especial los sistemas de responsabilidad ampliada del productor con relación a la promoción de la reutilización/preparación para la reutilización, es decir, el cumplimiento de la jerarquía.
Cada vez resulta más difícil reparar, especialmente los AEE.

Actividades ilícitas que compiten con las regladas.

Ventajas de establecer objetivos específicos.	Ayudaría a: - cumplimiento de la jerarquía de residuos - generar inversiones, mejorar metodologías y desarrollar I+D+i - consolidar y desarrollar centros y redes de reutilización - recopilar más y mejor información del sector - poner barreras a las actividades ilícitas - armonización de la consideración o no de residuo de un producto
Objetivo separado de reutilización = oportunidades de empleo.	La preparación para la reutilización de 1000 toneladas de RAEE crea 5 veces más empleo que la misma cantidad enviada a reciclar.
Medidas obligatorias de recogida selectiva y clasificación de fracciones potencialmente reutilizables.	Garantizar un flujo suficiente y de calidad: - desarrollar sistemas de recogida selectiva que preserven el potencial de reutilización - acceso prioritario de los centros de reutilización al material recogido - no permitir el vertido de residuos primarios sin antes pasar por algún tipo de clasificación y/o tratamiento
Fomentar, regular y concretar los procesos de reutilización/preparación para la reutilización.	Establecer medidas obligatorias e identificar a los actores responsables de cumplir los objetivos del ciclo producto/residuo. Ecodiseño que contemple medidas enfocadas a la reparabilidad de los productos (desmontables, reparables, piezas de repuesto accesibles, instrucciones, etc.). Apoyo a redes y centros de reutilización y reparación, así como la regulación de los mismos. Campañas de sensibilización ambiental que fomenten el uso de productos reutilizados y la reparación.
Instrumentos económicos.	Se plantea prohibir directamente el vertido de residuos primarios sin haber sido sometido a algún tipo de clasificación, tratamiento, etc. Fórmulas que dinamizen mercados de 2ª mano y compra de productos reutilizados, como por ejemplo un IVA reducido.
I+D+i	Enfocado a mejorar todas las soluciones de tratamiento, especialmente la prevención y la reutilización.

fuente: AERESS

Tabla 18: Ventajas y necesidades de un sistema de reutilización eficiente.

Para finalizar se expone un dato interesante sobre AERESS, asociación del estado español muy centrada en la reutilización, el porcentaje de reutilización logrado hoy en día por sus entidades es del 5,8% sobre las más de 8.460 t. de RAEEs gestionadas, y que corresponden a 37.356 aparatos reparados. Todo ello conseguido de forma voluntaria y sin el apoyo e impulso de una legislación que lo favorezca y obligue.

Es crucial que el acceso a los puntos de recogida de RAEE para su reutilización se dé a centros de reparación acreditados/aprobados y de reutilización, como se recoge en el anexo IV (16), de la Directiva marco sobre residuos de la UE.

8.3 Diseño para el reciclado

La prevención y el reciclado de los residuos a través del diseño de productos es el objetivo que marca el artículo 4 de la nueva Directiva 2012/19/UE. Este artículo obliga a los Estados miembros a

promover el diseño de AEE con el fin de facilitar la reutilización, el desmontaje y la valorización de RAEE, sus componentes y materiales.

Pese a no dictar ninguna obligación, el artículo 4 se abre a todas las disposiciones que puedan contribuir a mejorar el diseño de AEE para optimizar la gestión de la vida sin transferir la carga a otra etapa de su ciclo de vida o dañar la funcionalidad y la seguridad del producto.

Por lo tanto, los Estados miembros pueden utilizar instrumentos como el establecimiento de objetivos legales para la prevención de los RAEE, el establecimiento de objetivos para la reutilización de los AEE la promoción de la garantía extendida de electrodomésticos, los incentivos económicos para productos optimizados (fiscalidad reducida, responsabilidad financiera del productor reflejada y diferenciada en la carga al final de la vida útil).

El artículo 4 busca no perjudicar el funcionamiento del mercado interior, que la gestión de los RAEE siga siendo una competencia nacional/regional, que los mercados interiores sean libres para definir opciones políticas que alienten el diseño optimizado a nivel nacional. Apoya un mejor uso de las políticas de ecodiseño y respeta los requisitos asociados, reconociéndolos como un importante instrumento.

El acceso a la batería como ejemplo del papel del diseño

El desmontaje de los componentes principales de los RAEE suele ser complejo y costoso, por ejemplo, para eliminar las baterías se requieren numerosos pasos, y todo RAEE que contenga batería requiere de su eliminación como elemento peligroso.

Por otro lado las placas bases tienen una gran riqueza en metales preciosos pero para llegar hasta ellas también se requieren numerosos pasos que complican la recuperación de dichos componentes.

La composición de los RAEE se encuentra dominada por la presencia de placas que conforman cajas de plástico y la tendencia general es que los aparatos sean robustos para mejorar la vida del producto aunque esto dificulta su reciclabilidad.

Existen diez reglas de diseño para el reciclado:

1. La sobresimplificación no es necesaria: hay que diseñar los productos teniendo en cuenta todas las partes de su ciclo de vida y las tecnologías de reciclaje existentes; la simplificación excesiva no siempre tiene porque producir la meta deseada de la eficiencia de los recursos.
2. Cuantificar la cantidad y calidad de los reciclados: una modelización de los flujos de salida del proceso de pretratamiento y reciclado facilita el diseño.
3. Datos de diseño: Los datos del diseño deben ser accesibles y estar disponibles en un formato que sea compatible y con el detalle necesario para cuantificar y optimizar el rendimiento del reciclaje para todos los materiales y componentes presentes en los RAEE.
4. Herramienta e infraestructuras: se deben establecer herramientas e infraestructura rigurosas y económicamente viables para concretar normas de diseño y metodologías industriales.
5. Simulación ligada al diseño: las herramientas de diseño deben estar vinculadas a las herramientas de simulación del proceso de reciclaje para ajustarse a la realidad de la tecnología en la que se basan y tener una visión realista y viable económicamente. Además, se debe incluir el enfoque basado en la huella ambiental.
6. Propiedades de los materiales: se debe identificar y minimizar el uso de materiales que produzcan pérdidas y contaminaciones en el reciclaje debido a sus características y definir el comportamiento en su clasificación.
7. Compatibilidad de materiales combinados: se debe identificar y minimizar los componentes que producen problemas y pérdidas en el reciclaje debido a su combinación.

8. Diseño de acuerdo con el tratamiento final. Se deben hacer agrupaciones o subunidades de elementos que se puedan desensamblar fácilmente y que coincidan con los tratamientos de reciclaje.
9. Etiquetado/marcado: Se deben identificar los productos/componentes para facilitar la separación (automática) y la recuperación (o eliminación) de materiales reciclados y elementos contaminantes. Incluso se debe considerar cuidadosamente la estandarización de determinados componentes.
10. Diseño para la liberación: el diseño debe ser consciente de la liberación de partes y materiales múltiples.

8.4 Trazabilidad:

La Comisión calcula que, de los aproximadamente 65% de RAEE que se recogen por separado en Europa, menos de la mitad se trata y se notifica de acuerdo con los requisitos de la Directiva RAEE. Esta situación lleva a un tratamiento inadecuado de los RAEE dentro de la UE y a altos niveles de las exportaciones ilegales de RAEE a países en vías de desarrollo.

1. Mejor seguimiento de los flujos de RAEE

Para evitar que una gran cantidad de RAEE recogidos escapen a sistemas de tratamiento adecuado, se sugiere que cualquier actor a lo largo de la cadena de residuos esté registrado y certificado como capaz de manejar adecuadamente los RAEE.

Se debería implantar un sistema de permisos armonizado a nivel de la UE para evitar el *dumping* medioambiental debido a la transferencia de los RAEE fuera de Europa a países como Nigeria, Ghana, China, etc

Los municipios y puntos de recogida sólo deben contratar a actores registrados y certificados. Estas obligaciones no deben aplicarse únicamente a los RAEE de los hogares, sino también a todos los RAEE procedentes de empresas.

La información sobre todos los RAEE recogidos es un elemento crucial, pero la información fiable es también necesaria a lo largo de la cadena de residuos, para mantener la trazabilidad en la recogida y tratamiento de los RAEE.

Sugerimos la captura de información de entrada y salida en cada paso de la cadena de residuos (de la recogida hasta su disposición final). Esto permitiría seguir la efectividad de cada etapa de tratamiento. De hecho, los RAEE enviados a las instalaciones de reciclaje nunca son reciclados íntegramente. Para implementar en cada caso las prácticas más eficientes es necesario conocer la diferencia entre el potencial de reciclaje y el reciclaje real.

Se sugiere requerir información de entrada/salida a todos los actores a lo largo de la cadena de tratamiento, no únicamente a los que realizan la recogida.

8.4.1 Exportaciones ilegales y venta a terceros países

Actualmente existe un volumen muy significativo de RAEE con sustancias peligrosas que son enviados de forma ilegal a países del África occidental y Asia como AEEU (Aparatos Eléctricos y Electrónicos Usados) y no como residuos con el objetivo de eludir los costes del reciclaje.

Hay diferentes estudios que estiman las exportaciones ilegales a países no europeos. Extrapolando las cifras alemanas o danesas se obtiene que desde España se estarían exportando entre 21.030 y 120.748 de RAEE fuera de la UE cada año. Teniendo en cuenta que la media de lo puesto en el

mercado en 2006 y 2007 fueron 948.758 toneladas, **las exportaciones ilegales supondrían un entre un 2 y un 12% de los residuos producidos anualmente.**

Los países de África occidental parecen ser importantes destinos para los desechos electrónicos. Un estudio realizado por la Secretaría del Convenio de Basilea estima que tal vez 250.000 toneladas de RAEE se importan ilegalmente a estos países cada año (SBC, 2011). De acuerdo con ese estudio, más del 75% de todos los contenedores llenos de equipos eléctricos y electrónicos que llegan a Nigeria vienen de Europa. En Ghana, el 30 % de los equipos eléctricos y electrónicos usados que se importan se encuentran fuera de funcionamiento y, por tanto, de hecho, constituyen un RAEE.

En los países no pertenecientes a la OCDE, tanto los RAEE importados como los de origen interno suelen ser reciclados en el sector informal, en condiciones que causan una considerable contaminación al medio ambiente local y riesgos significativos para la salud de las personas involucradas y en las inmediaciones (AEMA, 2012). Pero incluso erradicando completamente los movimientos ilegales de RAEE, el comercio legal de los aparatos de segunda mano sigue contribuyendo a los riesgos ambientales y de salud en los países de destino de fuera de Europa, cuando estos aparatos finalmente se convierten en residuos en dichos países.

Debido a la naturaleza del comercio ilegal de residuos nunca será posible obtener una imagen precisa de todas las actividades. Claramente, el número de casos detectados depende de la cantidad de actividades ilegales y de la frecuencia y estrategia de inspección.

- **CWIT**

El *Proyecto de lucha contra el comercio ilícito de RAEE (CWIT)* financiado por el Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea de Investigación y Desarrollo Tecnológico (FP7/2007-2013) busca identificar la políticas y regulaciones de procedimiento y ejecución, junto con las lagunas técnicas que se explotan con el fin de transportar ilegalmente y disponer de los desechos electrónicos; analizar la magnitud y naturaleza de los embarques de residuos electrónicos en el conjunto de los actores implicados, el gobierno, las fuerzas del orden y las industrias de electrónica y de desechos electrónicos y dar recomendaciones que faciliten la lucha contra el comercio ilegal de residuo electrónicos.

Para ello se estimará el volumen de residuos electrónicos generados en Europa, se evaluará el tipo de actores implicados en la exportación, se analizará la participación de la delincuencia organizada y se desarrollará una comprensión detallada de los procedimientos, los destinos y las rutas utilizadas para los envíos ilegales de residuos electrónicos¹⁴. Se prevé que los resultados del estudio estén disponibles a finales de 2015.

- **Instrumentos económicos**

El uso de instrumentos económicos para desalentar la eliminación de residuos, como los impuestos sobre el vertido, puede incentivar los envíos ilegales si no van acompañadas de esfuerzos para construir otras opciones de gestión de residuos (OCDE, 2012).

- **Inspección de traslados**

La Agencia Europea de Medio Ambiente admite que hay material electrónico que es vendido fuera de la UE, pero que en algunos casos el precio de la mercancía es tan bajo que solo puede ser un residuo camuflado, o bien, y en caso de que funcionaran, dejarían en poco tiempo de ser operativos por lo que rápidamente se convertirían en residuo. Esta estrategia de exportar productos usados que rápidamente se convierten en residuos es un hecho más que habitual para sortear el costoso reciclaje de estos equipos.

Los Estados miembros de la UE deben denunciar los casos de movimientos ilegales a la Comisión Europea y durante 2007-2009 se reportaron alrededor de 400 casos. Los países que informaron del mayor número de casos fueron Alemania, los Países Bajos, Bélgica, el Reino Unido y Austria (que representan más del 70% de los casos notificados respecto al periodo 2007-2009)¹⁵. Algunos pueden

¹⁴ <http://www.eera-recyclers.com/news/cwit-news-letter-19-march-2014>

¹⁵ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52012DC0448&from=EN>

haber sido reportados dos veces - por el país exportador y por el país importador. Esto no quiere decir que representen la cifra real puesto que no todos los Estados miembros notificaron envíos ilegales, y el 70% de los reportados los hicieron cinco países de la UE. Prueba de ello es que durante una campaña de inspección coordinada durante 2008-2011 con la participación de 22 países de Europa, la Red de la Unión Europea para la aplicación y cumplimiento de la legislación medioambiental (IMPEL) encontró que el 19% de los envíos inspeccionados estaban en violación del Reglamento sobre el traslado de residuos de la UE.

Los controles se llevan a cabo en los principales puertos de Bélgica, Alemania, los Países Bajos y el Reino Unido en Europa, una región considerada como una fuente común de la basura electrónica que se envía a nivel internacional, y en Ghana, Guinea y Nigeria en África, una región considerada un destino para este tipo de residuos. Casi un tercio de los controles resultó en el descubrimiento de la basura electrónica ilegal¹⁶.

En 2011, la Comisión Europea consultó a los interesados y al público sobre los posibles criterios y requisitos legales para las inspecciones de los traslados de residuos en la UE¹⁷. Las respuestas demostraron en gran medida la necesidad de medidas para reforzar la inspección en el ámbito de la UE, incluida la garantía de la trazabilidad de los residuos, proporcionando orientación para ayudar a los funcionarios de aduanas a diferenciar entre bienes usados y residuos, y la aplicación de mejoras en la coordinación de los traslados de residuos a nivel de la UE¹⁸. Actualmente, la Comisión está evaluando el impacto de las posibles medidas legislativas y no legislativas futuras para frenar los movimientos ilegales de residuos (CE, 2012).

Existe la necesidad de formar a los funcionarios de aduanas para diferenciar entre bienes usados y residuos, y la aplicación de mejoras en la coordinación de los traslados de residuos a nivel de la UE, así como medidas para reforzar la inspección en el ámbito de la UE, y la garantía de la trazabilidad de los residuos¹⁹.

Exportaciones ilegales en España

El 24 de marzo de 2009, el carguero con bandera de Malta *King Basil* sale del Puerto de Vigo. Zarpa a las 8.20 y cuatro días después llega a Algeciras. Son las 10.25 del 28 de marzo cuando, según el registro del puerto, descarga el contenedor POCU4012090. Su carga: 10.380 kilos de residuos, unos 2.000 compresores de frigoríficos viejos, aún con aceite contaminante y gas con alto poder de calentamiento. Según el Ministerio de Medio Ambiente, el origen era la planta de Cespa, la filial de medio ambiente de Ferrovial, en Galicia. Y el destino, Port Kasim, el segundo puerto de Pakistán, para ser desguazado y recuperar el metal, operación más rentable que extraer previamente el gas y el aceite y tratarlos por separado, algo obligatorio en Europa.

En diciembre de 2010, en Valencia, fue detenido un contenedor con 1.050 monitores de televisión con destino a China, según fuentes conocedoras de la operación. Eso es todo. Aduanas, del Ministerio de Hacienda, admite que "no siempre es clara la línea de separación" entre residuos y aparatos de segunda mano.

Ramón Altadill, responsable de Electrorecycling, una planta en Barcelona, explica que en el extranjero hay intermediarios que se interesan por comprarle los residuos y recuerda un caso ilustrativo: *"Nos llamaron porque los salesianos habían recibido como donación para Bolivia un contenedor con material informático. Cuando lo vimos eran cajas registradoras viejas, lectores de código de barras... casi todo inservible. Tenía valor como chatarra, pero en Bolivia no iba a servir más que para contaminar. Lo desguazamos aquí"*. Otras donaciones sí llegaron a su destino (Méndez, 2011).

Aunque los holandeses lideran el camino a la hora de tratar de impedir el comercio ilegal de basura electrónica, solo el 3% de los contenedores que pasan por el puerto de Róterdam (el más importante de

¹⁶<http://www.interpol.int/en/News-and-media/News/2013/N20130225>

¹⁷ http://ec.europa.eu/environment/consultations/waste_shipment.htm

¹⁸ http://ec.europa.eu/environment/waste/shipments/pdf/stakeholder_consultation.pdf

¹⁹2012_movements_of_waste_across_the_eu_eea.pdf

Europa) son revisados.

Responsables de plantas de tratamiento de residuos cuentan que reciben periódicamente llamadas de empresas de Marruecos, China, India, Ghana, Gambia, etc., para comprar la basura electrónica.

- **Prohibición de exportación de RAEE**

La [normativa sobre traslados de residuos](#) de la UE prohíbe todas las exportaciones de residuos peligrosos a países no pertenecientes a la OCDE y todas las exportaciones de residuos para su eliminación fuera de la UE/AELC. Cuando se detecte un traslado ilegal de residuos, se deberá hacer regresar el cargamento. La normativa sobre traslados de residuos permite la exportación de residuos no peligrosos para someterlos a operaciones de recuperación fuera de la OCDE, si bien exige que las autoridades nacionales comprueben que el tratamiento que se vaya a emplear sea equivalente, en líneas generales, a las normas que se aplican en la UE. La normativa no establece disposiciones específicas sobre la programación de las inspecciones ni sobre cómo deben realizarse estas.

Algunos Estados miembros disponen de sistemas de inspección rigurosos que se ocupan de los traslados de residuos ilegales, bien en los puertos, bien en los emplazamientos de los productores o los recolectores de residuos. Por contra, otros Estados miembros son menos activos al respecto. Ello conduce a la búsqueda del puerto más permisivo en una actividad conocida como “*port hopping*”: los exportadores de residuos ilegales deciden exportar sus residuos desde los Estados miembros que realicen los controles menos estrictos²⁰.

El 11 de julio de 2013 la Comisión presentó una propuesta de legislación más estricta en materia de inspecciones nacionales de los traslados de residuos. Se basa en la realización de inspecciones periódicas basadas en el riesgo, en que se aumente la cooperación entre las autoridades y en que se mejore la formación de los inspectores²¹.

De este modo se ayudará a las autoridades a centrarse en las rutas y vehículos que se utilizan con más frecuencia en los traslados ilegales, así como en los momentos preferidos para realizarlos. Centrarse más en los puntos de recolección y en las instalaciones de almacenamiento permitirá asimismo efectuar las inspecciones en una fase más temprana. Impedir las exportaciones ilegales de residuos en los primeros eslabones de la cadena permitirá aliviar la presión en los puntos regulares de salida. Por otro lado, programar las labores de inspección ayudará asimismo a las autoridades a aumentar su capacidad para llevar a cabo inspecciones eficaces.

La prohibición de la exportación de un RAEE o de componentes que requieren tratamiento (anexo II) debe convertirse en el principio clave para limitar el envío ilegal. En la medida de lo posible, todos los tratamientos selectivos deberían realizarse dentro de la UE. Esto permitiría no sólo garantizar que la UE se hace cargo de sus propios residuos peligrosos sino que ayudaría a consolidar puestos de trabajo a nivel local.

8.4.1.1 Posible consideración de los RAEE sin tratar como residuos peligrosos

Cabe decir, que partiendo del hecho que es imposible afirmar que una masa de RAEE sin tratar no contiene ningún elemento del Anexo VII (componentes peligrosos), se podría plantear la consideración de los RAEE como residuos peligrosos. Si se consideran como residuo peligroso (caso de Alemania), sería más fácil garantizar la trazabilidad y generación de datos de todos los agentes involucrados.

²⁰ http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-679_es.htm

²¹ La situación actual del procedimiento de aprobación se puede consultar en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/HIS/?uri=CELEX:52013SC0267>

8.4.2 WEEE-TRACE

Para enfocar el tema de la trazabilidad de AEE y RAEE y la necesidad de su mejora se analiza el proyecto piloto WEEE-TRACE, proyecto colaborativo cofinanciado por la Agencia Ejecutiva para la Competitividad y la Innovación en Europa dentro de la convocatoria 2010 de [Programa CIP Eco-Innovación](#), que tiene el objetivo de reforzar la trazabilidad de los residuos de RAEE que se gestionan y de la información que de ellos se obtiene.

Este sistema, impulsado por un SIG como Ecoloec tiene como objetivo del proyecto es garantizar la trazabilidad de la cadena completa de gestión de los RAEE mediante el uso de tecnologías avanzadas de información y comunicaciones.

El proyecto plantea objetivos que contribuyen a la mejora de la gestión de los RAEE a partir de:

- Reducir fugas de RAEE a circuitos no formales o ilegales.
- Incrementar la cantidad de RAEE recogido selectivamente.
- Asegurar el correcto tratamiento de los RAEE recogidos.
- Control y seguimiento de manipulaciones ilegales o “canibalización”.

Asimismo aborda algunos aspectos de administración del sistema:

- Simplificar las labores administrativas de gestión
- Facilitar la supervisión y control del cumplimiento legal.

La tecnología de este proyecto asigna una identificación al RAEE por unidad o contenedor, mediante código de barras, RFID y codificación estándar GS1. A través de esta identificación se hace un seguimiento a través de toda la cadena logística inversa, mediante lectores ópticos, arcos y sistema de seguimiento por video.

La fase piloto ha sido ampliada para atender a operadores adicionales así como tipos de residuos adicionales a los inicialmente propuestos.

La principal conclusión es positiva ya que el sistema funciona, y es completamente operativo pese a que algunas plantas han mostrado reticencias al proyecto WEEE TRACE –según ellos es una forma más de controlar sus procesos de reciclaje– y a que hay que asegurar la compatibilidad con futuros sistemas de marcado en productos –y a lo largo del ciclo de vida de estos– de cara a una estandarización del sistema.

El proyecto piloto llevado a cabo en España demostró la cantidad de trabajo involucrado en el despliegue de toda la implementación de un sistema de trazabilidad para la gestión de RAEE; entre otras actuaciones encontramos:

- Aspectos de Implementación y despliegue
- Formación y comunicación de los participantes involucrados
- Impacto en la productividad
- Durante la implementación pueden aparecer más aspectos

Para que la trazabilidad sea una oportunidad de mejora para todos los gestores implicados en la gestión de los RAEE es necesario que dicha trazabilidad no se convierta en una herramienta utilizada por los productores que conforman los SIG para controlar el mercado y situarse como monopolio en la gestión de estos residuos. Los SIG deben encargarse de promover la recogida selectiva del RAEE y de que este se gestione adecuadamente: se descontamine y se valore en los términos determinados por la legislación vigente.

La presión de los productores para conseguir los objetivos legales al mínimo costo posible puede promover la tentación de convertir el legítimo objetivo de garantizar la trazabilidad para evitar

malas prácticas en la gestión de los RAEE en una herramienta para favorecer la concentración de la gestión de los RAEE en determinados gestores y reducir la libre competencia. La centralización de la oferta de residuos en un SIG ya ha sido objeto de denuncias por prácticas monopolísticas en el caso del vidrio²².

8.5 Mejores técnicas disponibles de (pre)tratamiento

8.5.1 Requisitos mínimos de gestión

El tratamiento de los RAEE tiene que estar mejor regulado (ahora sólo se regula el tratamiento “mínimo” - es decir, la eliminación de los componentes más tóxicos). Se deben establecer normas mínimas para el transporte, almacenamiento y tratamiento previo –priorizando el desmontaje manual sobre la fragmentación para aquellos flujos donde se deban realizar prácticas de descontaminación– y garantizar un alto nivel de protección de los trabajadores (por ejemplo, de polvos). Finalmente se debería establecer un objetivo alto de valorización material con alta calidad, más que un objetivo de valorización genérico.

La inclusión de la definición de “extracción”²³ en la revisión de la Directiva abrió la puerta a tratar RAEE directamente mediante trituración, sin necesidad de descontaminación manual previa o únicamente con una mínima descontaminación. Se debería establecer una prohibición explícita de la trituración sin descontaminación manual previa de los componentes establecidos en el anexo II.

No obstante, la UE solicitará la elaboración de normas europeas de tratamiento, que reflejen el estado actual de la técnica y los estados miembros deberán adoptar estas normas. Las mejores técnicas disponibles deberían maximizar la valorización y reducir el impacto ambiental. Estas técnicas serán obligatorias pero mientras tanto los estados miembros pueden establecer normas mínimas de calidad para los tratamientos.

8.5.2 Permisos instalaciones tratamiento

- Se regularán por lo establecido por la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados.
- Deberá incluir condiciones para el cumplimiento del art. 8 (tratamiento apropiado para retirar fluidos y componentes Anexo VII) y para la consecución de los objetivos de valorización del art. 11. Es decir para disponer de autorización para tratar RAEE es necesario cumplir las condiciones de las normas europeas de tratamiento, o en su caso de las normas nacionales (notas técnicas en España).

8.6 El caso de la fragmentación

Mientras una empresa de pretratamiento manual con fragmentación procesa entre 250 y 300 toneladas de material por trabajador, esta cifra aumenta hasta más de 2.000 toneladas en las grandes fragmentadoras. El valor únicamente de la chatarra contenida en los RAEE (unos 250 euros/tonelada) ya hace viable estas operaciones sin que los SIG tengan que compensar costes, cosa que no ocurre en el pretratamiento manual. Así pues, desde un punto de vista de coste la fragmentación directa de algunos RAEE supone una tentación tanto para los mismos recuperadores como para los operadores de los SIG encargados de la gestión.

No obstante, como ya se ha mencionado anteriormente, una correcta gestión de los RAEE requiere que se realicen las operaciones de descontaminación previa antes de entrar en la fragmentadora. Lo contrario supone una práctica ilegal que debe ser perseguida.

²² “La CNC sanciona a la Sociedad Ecológica para el Reciclado de Envases de Vidrio (Ecovidrio)”. CNC, 2010.

²³ «extracción»: manipulación manual, mecánica, química o metalúrgica con el resultado que las sustancias, mezclas y componentes peligrosos queden contenidos en un flujo identificable o una parte identificable de un flujo en el proceso de tratamiento. Una sustancia, mezcla o componente es identificable cuando puede supervisarse para verificar que el tratamiento al que ha sido sometido es seguro para el medio ambiente;

Los gestores históricos autorizados que llevan a cabo un tratamiento manual de los mismos con objeto de su descontaminación previa, tal y como exige la normativa vigente (extracción de condensadores y tarjetas de circuitos impresos de las lavadoras, por ejemplo) reciben unos ingresos demasiado bajos por parte de los SIG por descontaminar y reciclar sus residuos. Asimismo la caída del precio de la chatarra²⁴ representa una grave amenaza para la continuidad de este histórico sector industrial que emplea a miles de trabajadores.

A tales gestores históricos les resulta imposible competir con plantas de tratamiento muy mecanizadas (trituradoras o fragmentadoras) que se permiten bajar el precio del tratamiento dadas las grandes cantidades de RAEEs que gestionan. Dichas plantas requieren de una importante inversión económica en maquinaria y, en consecuencia, necesitan de entradas muy elevadas de material que permitan su viabilidad económica y no en todos los casos garantizan una gestión acorde con la normativa (ANR, 2013).

8.6.1 Fragmentación y metales preciosos

La fabricación de equipos eléctricos y electrónicos (AEE) constituye un importante sector de la demanda de metales preciosos y especiales con un fuerte potencial de crecimiento. Tanto los metales preciosos como los especiales están contenidos en pequeñas concentraciones por unidad. Por tanto, los AEE una vez pasan a ser residuo se convierten en una fuente importante de estos elementos traza, que a menudo se pierden en los procesos de reciclaje.

Ante esta situación toma especial importancia la mejora del flujo de tratamiento de los RAEE capturados. Los análisis de flujo de materiales (AFM)²⁵ se pueden utilizar en un enfoque integral que abarque la mejora técnica de los procesos y optimice los ciclos de vida de los productos.

Así, un AFM en una instalación de procesamiento previo a gran escala muestra que sólo el 11,5% en peso de la plata y el 25,6% en peso del oro y el paladio llega a las fracciones de salida de las que potencialmente puede ser recuperado. Para el cobre, este porcentaje es del 60%. Teniendo en cuenta la mochila ecológica de los metales preciosos, una mejora de la cadena de reciclaje contribuiría significativamente a la optimización del impacto del ciclo de vida del producto de la AEE y para asegurar el suministro a largo plazo de los metales preciosos (Chancerel et al, 2001).

Los AFM indican que cuanto mayor sea la trituración más cantidad de metales preciosos se pierden en la fracción resultante de las PCB²⁶. De hecho existe una diferencia de concentración entre las PCB pre-fragmentadas, fragmentadas y no fragmentadas:

- 7% menos de metales preciosos en los PCB prefragmentados en comparación con los no fragmentados.
- 62% menos de metales preciosos en las PCB fragmentadas en comparación con las prefragmentadas.

Al comparar las tasas de recuperación de elementos importantes como el hierro, el aluminio y el cobre, con las de los metales preciosos se ve que las de estos últimos son muy bajas. La mayor parte de los metales preciosos se mezclan con las fracciones principales (plásticos y metales no ferrosos) y dan concentraciones relativamente bajas de metales preciosos en estos flujos (24 g/t de oro y 8 g/t de paladio en los plásticos, 24 g/t de oro y 5 g/t de paladio en los metales ferrosos) pero el elevado flujo de estas fracciones principales hace que los flujos de metales preciosos lleguen a ser muy relevantes en cifras absolutas. A través del análisis se hizo evidente:

²⁴ http://www.funosa.com/documents/esp/26-evolucion_chatarra_2014.pdf

²⁵ El análisis del flujo de materiales (en inglés *MFA - material flow analysis* y también conocido como análisis de flujo de sustancias o *SFA*) es un método de análisis para cuantificar los flujos y stocks de materiales o sustancias en un sistema definido.

²⁶ PCB - printed circuit board (placas de circuito impreso)

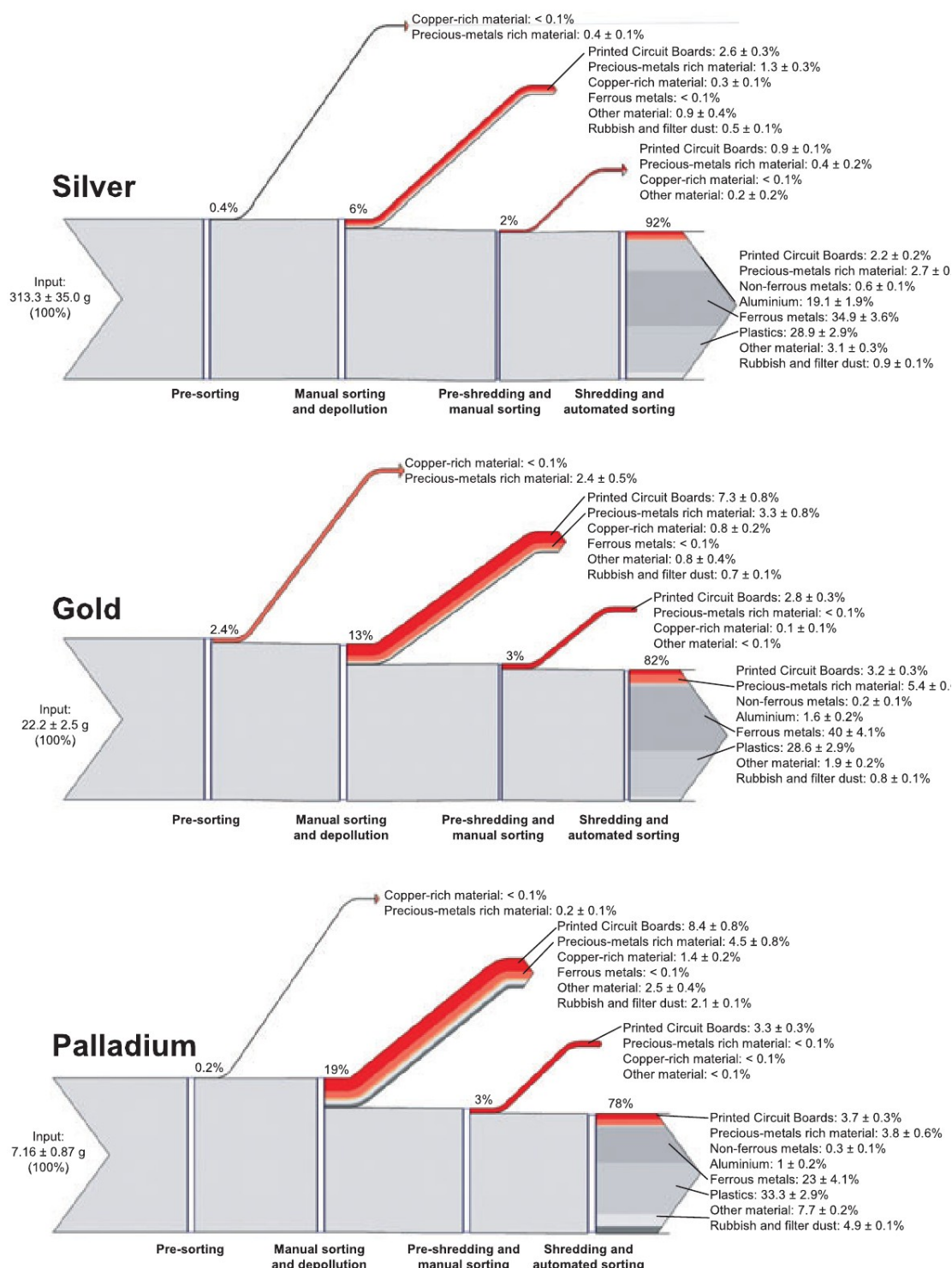
1. Las bajas concentraciones de metales preciosos en fracciones principales (de plástico y metales no ferrosos) generan flujos de masa de metales preciosos elevados en fracciones que posteriormente no se venden a los procesos para la recuperación de metales preciosos.
2. A mayor fragmentación mayor disminución de la concentración de los metales preciosos en las PCB.

Estas dos observaciones apoyan la hipótesis de que una fragmentación fina no selectiva es causante de pérdidas no deseadas de metales preciosos. La dilución de los metales preciosos en otras salidas ocurre principalmente después de la fragmentación. Esto concuerda con los resultados de Hagelüken (2006), Kreibe et al (1996), y Veit y et al (2002).

Para mostrar la importancia de la captura de los materiales que no conforman la chatarra tradicional vale la pena mencionar un estudio (Hieronymi, 2012), donde se indicaba que el ingreso procedente de un PC con un peso de 7,742 kg podía equivaler a 8,61 € o un valor de 1.111 euros/tonelada, en comparación con los poco más de 250 euros/tonelada del precio como chatarra.

Ante esta situación, lo primero que se debe hacer es reducir la cantidad de metales preciosos que entran en la fragmentadora. De esta manera se reducirá al mínimo la distribución de metales preciosos sobre un gran número de fracciones durante la clasificación automática. Para ello se debe ajustar la etapa de clasificación manual en el inicio del proceso y se requieren conocimientos sobre que partes ricas en metales preciosos de los RAEE se deberán extraer. Para obtener dicha información puede ser necesario, además de hablar con los productores, realizar una investigación experimental que indique las cantidades contenidas en partes del RAEE que no sean las PCB.

Un segundo enfoque sería adaptar el proceso de liberación mecánica y las tecnologías de clasificación a la recuperación de los metales más preciosos, a través del desarrollo e implementación de tecnologías avanzadas de preprocesamiento que abordan más específicamente la recuperación de metales preciosos y otros metales raros. Sin embargo, las limitaciones tecnológicas no permiten recuperar el 100% de los metales (Reuter et al. 2006). La curva del grado de recuperación implica que se debe encontrar un compromiso entre las salidas dirigidas a la recuperación de metales preciosos y las salidas que suponen pérdidas de metales preciosos en otras fracciones.



fuelle: Chancerel et al. 2009

Gráfico 2: Flujos de plata, oro y paladio en su preprocesado

En el caso de productos de alta calidad y alta complejidad, tales como teléfonos móviles y cámaras digitales, esto significa que la fragmentación se debe evitar por completo (Huisman 2004) y, si en

estos casos el desmontaje manual es asequible, estos dispositivos deberían conducirse directamente a los procesos metalúrgicos apropiados para la recuperación de metales preciosos y especiales, después de la procedente eliminación de la batería.

Metal/elemento	Uso del metal en AEE
Metales férricos	Carcasas, como importante elemento en los imanes, bobinas magnéticas, etc
Aluminio	Carcasas, parcialmente en cables
Magnesio	Carcasas, cuerpo de las cámaras
Cobre	Cables y conectores
Oro	Contactos, transistores, diodos, interruptores, transistores, circuitos integrados
PGM (paladio, platino, rodio)	Condensadores multicapa, conectores, contactos, transistores, diodos, soldadura de Ag-Cu-Pd
Plata	Soldadura sin plomo, condensadores, contactos, baterías, chips RFID, células fotovoltaicas
Antimonio	Elemento de aleación, aditivo para retardantes de llama, elemento de soldadura, tecnología de semiconductores y células fotoeléctricas "Transparent Conductive Oxide" (ATO), óxido de antimonio óxido como aditivo en el cátodo de vidrio del tubos de rayos
Galio	Semiconductores, GaAs, GaN, Gap, InGaN en diodos de láser LEDs, detectores de células fotovoltaicas, interruptores integrados, semiconductores
Germanio	Células fotovoltaicas, de fibra de vidrio, fibra de vidrios ópticos, chips semi-conductores
Indio	Indio-estaño-óxido (ITO) en pantallas planas, células de película delgada fotovoltaica, semiconductores, InGaN en LEDs
Cobalto	Litio-ion y NiMH baterías de los imanes (SmCo NdFeB)
Elementos de tierras raras (Neodimio, disprosio, escandio, itrio y lantano)	Imán, bombillas fluorescentes compactas, fósforos, pilas de combustible, baterías NiMH
Tantalio	Condensadores
Berilio	Berilio-cobre-berilio, aleaciones de óxido-cerámica, berilio metálico
Telurio	Células fotovoltaicas de película delgada, fotorreceptores, dispositivos fotoeléctricos
Tungsteno	Carburo de tungsteno, electrodos, cables y componentes eléctricos, los aditivos en vidrio de tubo de rayos catódicos
Niobio	Aleaciones de niobio-acero, superaleaciones imanes, condensadores
Estaño	Soldadura sin plomo, indio-estaño-óxido (ITO) en la pantalla de cristal líquido y las células fotovoltaicas, condensadores miniaturizados

Fuente: Metal Recycling. Opportunities, Limits, Infrastructure. UNEP

Tabla 19: Uso de metales y elementos en AEE

La industria europea de pre-procesado de RAEE los trata utilizando una combinación de métodos manuales y mecánicos, que tienen una eficiencia variable. Hay mucho espacio para la innovación y para mejorar el rendimiento del procesado previo, pero es necesario crear incentivos para desarrollar el tratamiento de todos los RAEE con la MTD.

No obstante, incluso con tratamientos combinados, los métodos de liberación y separación no crean flujos de materiales puros. Esto queda de relieve por dos estudios sobre la recuperación de metales preciosos de PCs con diferentes técnicas de separación de pre-procesamiento.

Un estudio comparó un proceso de clasificación totalmente manual con un proceso de desmantelamiento y fragmentación combinada utilizando la clasificación automática (Meskers et al., 2009). El otro estudio investigó los flujos de metales preciosos en una planta europea con tecnología puntera del procesado de una mezcla de RAEE de TIC y de electrónica de consumo. En ambos estudios se investigó la recuperación de metales preciosos de los flujos de materiales después del preprocesado.

En la tabla 20 se resumen los resultados obtenidos para la obtención de metales preciosos según técnica de recuperación aplicada. Como se puede observar cuanto mayor es el desmantelamiento manual mayor el porcentaje de recuperación, ahora bien se debe tener en cuenta el costo del desmontaje manual en función de los ingresos que repercutirán de este.

Referencia	Descripción del proceso	Plata	Oro	Paladio
Meskers et al. 2009	Desmantelamiento manual (primer desmantelamiento), 1,4 toneladas PC	49%	80%	66%
Meskers et al. 2009	Desmantelamiento manual (segundo desmantelamiento), 1,4 toneladas de PC	92 %	97 %	99 %
Meskers et al. 2009	Descontaminación manual y aplastamiento y recogida a mano, molino de martillos y la automatización clasificación automática, 1,4 toneladas de PC	75 %	70 %	41 %
Chancerel et al. 2008	Descontaminación manual y trituración y automático. Clasificación de 27 toneladas de TIC y de aparatos de consumo	11%	26%	26%

Fuente. Metal Recycling. Opportunities, Limits, Infrastructure. UNEP

Tabla 20: Porcentaje de recuperación de metales preciosos según técnica aplicada.

8.6.1.1 El procesado final

La eficiencia del reciclado de metales a partir de los residuos recuperados puede variar enormemente en función de la sofisticación de los procesos metalúrgicos usados, siendo más alto cuando se utilizan las MTD. Los procesos informales no logran esto, y, sobre todo, por lo general conducen a la pérdida de valiosos elementos en el flujo de residuos, a menudo en el medio ambiente, donde pueden causar problemas de salud humana y ambiental.

Varios autores estiman que las tasas de recuperación de metales preciosos para los RAEE que entran en el sector formal en gran medida superan el 90%.

Referencia	Tasa de recuperación del oro	Tasa de recuperación del Paladio
Huisman (United Nations University, 2007)	> 99 %	> 99 %
Deubzer (2007)	98 %	99 %
Hageluken et al. (2009)	> 95 %	–
Hageluken (2005)	–	94 %

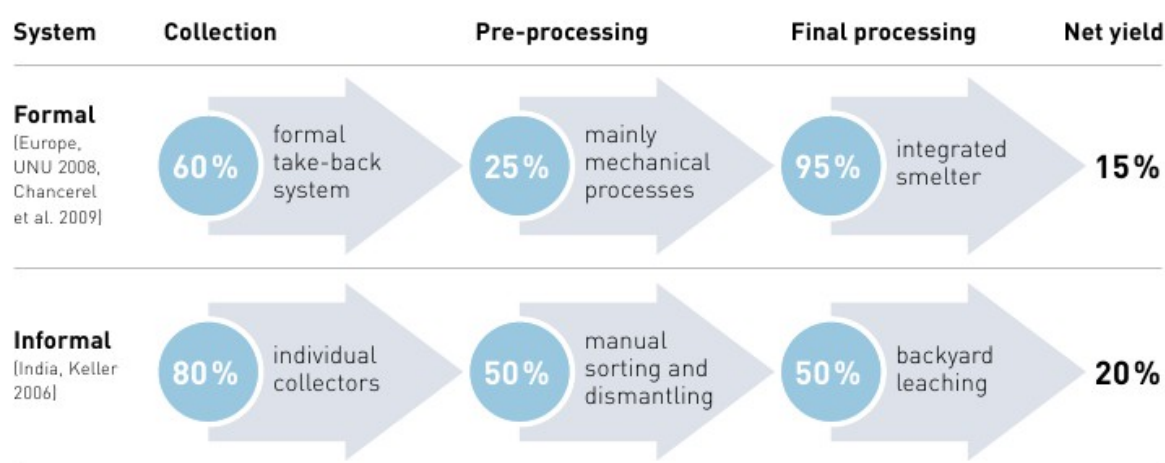
fuelle: Substance flow analysis of the recycling of small waste electrical and electronic equipment - An assessment of the recovery of gold and palladium. (Chancerel, 2010).

Tabla 21: Tasas de recuperación para el oro y el paladio alcanzados en los procesos de recuperación del sector formal

8.6.1.2 Tasas de recuperación netos

La eficiencia de los procesos que se realizan en cadena están condicionados por el proceso menos eficiente. Así, aunque los procesos de reciclado tienen niveles de pérdidas muy bajos, la poca eficiencia de la recogida y del pre-procesado puede hacer que el rendimiento global del sistema sea bajo.

Una comparación entre la recuperación de materiales obtenida con un sistema reglamentado (Europa) y uno más informal (India) muestra que los niveles de recuperación pueden llegar a ser parecidos pese a una mayor tecnificación del proceso en Europa.



Gráfica 4. Estimaciones de los rendimientos netos de los distintos sistemas de reciclaje.

Para abundar en esta reflexión es interesante apuntar que existen estimaciones que ilustran el efecto acumulativo de las limitaciones en las diferentes etapas de la recuperación. Según Hagelüken (2005), en Alemania se recupera sólo el 37,6% de los metales del grupo del platino contenidos en los RAEE. Las pérdidas se deben a:

- Recogida insuficiente (50%)
- Pre-procesamiento (10%)
- Fundición de cobre (2%)
- Refinado final (0,4%)

Otras fuentes (Saurat y Bringezu, 2008) indican que en 2004 en Europa se reciclaron 13.945 kg de los 22.563 kg de metales del grupo del platino contenidos en la electrónica (61%).

Deubzer (2007) estima que las tasas de reciclaje en todo el mundo para el oro, el paladio y la plata son de un 7% para la baja en RAEE de grado medio, y un 9% para los RAEE de alto grado.

A continuación se resumen algunas estrategias relativas a metales específicos, que pueden ser interesantes para algunos de los componentes de los RAEE, bien por funcionar correctamente en la actualidad o bien por necesitar mejoras para potenciar la separación y captación de los metales que puedan resultar de interés (Reuter et al., 2013):

1. Aumento de la tasa de recogida global: es interesante aplicar esta estrategia para incrementar la recuperación de Fe e intentar mejorar la recuperación de Al, Mg, Cu y Ni. Para el caso de Ag, Au, Pd, Ru, Sb, Ga, Ge, In, Co, REE, Ta, Be, Te, W, Nb y el Sn, esta estrategia no existe pero se podría mejorar para obtener resultados de ella en lo que se refiere a los metales mencionados.
2. Aleación específica, tecnologías de clasificación. En este caso se debería mejorar esta estrategia para la captación de Fe, Al y Mg, e investigar las opciones de mejora para REE, Be, W, y Nb.
3. Nuevas tecnologías de liberación. Son desconocidas para W y Nb. Mejorables para Al, Cu y Ni. Se debería investigar si existen mejoras útiles para captar Ag, Au, Rb y Sb.
4. Identificación de los componentes de metal contenidos. Estrategia que requiere mejoras en la captación de Cu, Ni, Ag y Au. Investigación para averiguar si puede ser útil para captar Pd, Ru, Ga, Ge, In, Co, REE, Ta, Te y Sn. No se conocen datos para el W y el Nb.
5. Separación de componentes de metal contenidos. Estrategia que requiere mejoras en la captación de Cu, Ag y Au. Investigación para averiguar si puede ser útil para captar Pd, Ru, Ga, Ge, In, Co, REE, Ta, Te y Sn. No se conocen datos para el W y el Nb.
6. Nuevas tecnologías de concentración. Existen para los REE pero necesitan mejoras, para elementos como Ag, Au, Pd, Ru, Sb, Ga, Ge, In, Co, Ta, Te, W se debería investigar para desarrollarlas y para el Nb se desconocen.
7. Procesos de recuperación final. Estrategia con elevada tasa de recuperación para Fe, Al, Mg, Cu, Ni, Ag, Au, Pd y Ru. Se tiene que mejorar para Sb, Ga, Ge, In, Co, RE, Te y Sn. No existen pero deberían investigarse mejoras que introdujeran la captación de Ta, Be, W y Nb.

8.6.1.3 Rendimiento de liberación

Modelar la liberación de materiales de múltiples componentes (como es el caso de los RAEE) requiere un enfoque integral. La dispersión de los elementos críticos, escasos y/o tóxicos entre los diversos flujos de salida, causados por liberación imperfecta, separación y opciones de diseño, evidencia la necesidad de mejoras en el rendimiento del sistema global de reciclaje.

Esto pone de relieve la influencia del diseño en la calidad del material reciclado, y en la recuperación y/o pérdida de materiales. El papel del diseño en la recuperación de materiales preciosos se aborda en el apartado 8.3 Diseño para el reciclado.

8.6.1.4 Propuesta: cálculo de los objetivos de reciclado sobre salidas en lugar de entradas

El aumento de los objetivos de reciclado (y reutilización) en la revisión de la Directiva RAEE son acertados pero están excesivamente enfocados a la entrada en el proceso de reciclaje. No hay requisitos u objetivos de rendimientos mínimos de salidas con lo que no se impulsan las tecnologías más recuperadoras.

Sería interesante establecer la obligatoriedad para todos los gestores del sector del reciclado de informar sobre los resultados; es decir, del tipo y la cantidad de materiales que se extraen de cada

uno de los flujos de RAEE y que son reciclados para su incorporación en un nuevo producto. Estos datos permitirían un mejor seguimiento de los flujos de materiales, así como la futura introducción de metas de producción específicos para el reciclaje en el momento de la próxima revisión.

8.6.2 MTD en separación postfragmentación

Según la Directiva, se entiende como «extracción» la manipulación manual, mecánica, química o metalúrgica con el resultado que las sustancias, mezclas y componentes peligrosos queden contenidos en un flujo identificable o una parte identificable de un flujo en el proceso de tratamiento. Una sustancia, mezcla o componente es identificable cuando puede supervisarse para verificar que el tratamiento al que ha sido sometido es seguro para el medio ambiente.

Así pues, la Directiva no impone ninguna tecnología preferida, pero la eliminación de los contenidos peligrosos es una obligación para calificar a un tratamiento adecuado. Sí que se debe tener la posibilidad de supervisar y evaluar el cumplimiento de esta obligación, a partir de la capacidad de hacer una relación entre los contenidos peligrosos esperados presentes a la entrada de un proceso y la cantidad contenida en la salida de los elementos especificados en el anexo VII.

Al aplicar las MTD, se debe tener en cuenta que no siempre se justifican a través de avances tecnológicos, puesto que podemos considerar que tener un conocimiento concreto sobre el residuo que vamos a tratar también supone aplicar una mejora, así como disponer de un procedimiento que asegure que se aporta el código LER del residuo y que se identifica el tratamiento apropiado para cada uno de los residuos que llegan a la instalación, implementando diferentes procedimientos de muestreo para los residuos entrantes²⁷.

Para maximizar el nivel de reciclaje y minimizar la cantidad de materiales que acaban en tratamientos finalistas como la incineración o el vertedero, debemos hablar de las MTD y en este caso nos encontramos con la clasificación por sensores, que permite la optimización en la recuperación de metales y la obtención de valiosos subproductos metálicos que actualmente se pierden en las partículas finas generadas en el tratamiento de los RAEE²⁸.

En una planta de recuperación de RAEE diseñada con las MTD, una combinación específica de maquinaria de clasificación por sensores (electromagnéticos (EM3), sensores NIR o cercano Infrarrojo y cámara de color (CCD)), se consigue maximizar la recuperación de todos los metales, especialmente los no Férricos todavía existentes en los flujos de rechazo, como acero inoxidable, cables eléctricos, placas de circuito impreso, cobre, latón, etc. También permite la recuperación de nuevos subproductos para su venta, como los finos; así como la separación de polímeros en sus distintas familias y la separación de fracciones metálicas entre sí, como cables eléctricos, cobre, latón y placas de circuito eléctrico, sin necesidad de granular ni de mesas densimétricas Y para aquellos que hayan optado por granular también se separa el cobre y el latón del resto de metales mediante cámara de color de alta resolución.

Así, con el método tradicional de separación el contenido de metales en el material de rechazo es de aproximadamente entre un 10% hasta incluso un 30%, mientras en un proceso automatizado basado en tecnología de sensores el rechazo total está libre de metales en menos de un 1%.

- **Sensores para separar los componentes peligrosos de los RAEE**

Para la identificación y separación de plásticos que contengan materiales pirorretardantes bromados (BFR), que forman parte de circuitos impresos, carcasas de plástico o conectores y cables. La tecnología de sensores mediante rayos X está cada vez más extendida para llevar a cabo esta operación al distinguir los materiales por su densidad atómica. En una instalación diseñada para esta

²⁷<http://www2.uca.es/grup-invest/cit/relec/relec08/ponencias/datos/12doc.pdf>

²⁸<http://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/105570-Recuperacion-de-RAEE-en-Espana-el-reto-tecnologico.html>
http://www.observatorioplastico.com/detalle_noticia.php?no_id=233033&seccion=actualidad&id_categoria=1

aplicación, combinando un equipo de sensores NIR y otro de sensores con rayos X, es posible recuperar para su eliminación hasta el 97% de los plásticos con BFR, separando primero por tipos de plásticos con el sensor de infrarrojos, para luego separar dentro de cada familia los que tienen Bromo (BFR) de los que no.

Así, la tecnología de clasificación basada en sensores para el tratamiento de RAEE ofrece beneficios tanto operativos, como ambientales y económicos para todo tipo de plantas. Esto es debido a que son equipos polivalentes, ocupan relativamente poco espacio, tienen un menor consumo eléctrico y bajos costes de mantenimiento. Aun contando con la necesaria inversión inicial, esta tecnología resulta rentable para las empresas, pues permite recuperar más fracciones y de mejor calidad, reducir costes de operación y maximizar ingresos; y con una rápida amortización.

Basándonos en la información encontrada a través del estudio realizado por la Agrupación Nacional de la Recuperación (ANR) y mencionado con anterioridad en la descripción de los tratamientos, podemos deducir que los tratamientos explicados son los más generalizados y que las MTD descritas no son las más utilizadas, aunque pueden llegar a incrementar las cuotas de reciclado, especialmente las de los materiales no férricos todavía existentes en los flujos de rechazo. Además, facilitarían la separación de fracciones metálicas entre sí: cables eléctricos, cobre, latón o placas de circuito eléctrico.

8.7 Propuestas de mejora de la recogida selectiva

La mayor parte de los RAEE tanto en peso –un 60%– como en valor de los materiales –un 53%– reside en los grandes aparatos (tabla 8). No obstante, los pequeños electrodomésticos, equipos de informática y telecomunicaciones y aparatos electrónicos de consumo también contribuyen en gran medida al valor de los materiales con un 35% del total (tabla 14).

A diferencia de los grandes aparatos que normalmente son retirados por parte de los comercios o los reformistas (en el caso de línea marrón y blanca) la recogida selectiva de los aparatos más pequeños depende de la existencia de canales adecuados para la recogida selectiva y de la participación de la población en esta. Actualmente,

Su adecuada gestión puede contribuir significativamente al logro de los objetivos medioambientales marcados por la normativa. En muchos casos, los RAEE procedentes de hogares particulares son residuos domésticos cuya recogida sigue siendo competencia municipal a través de los puntos limpios; en otros el retorno se realiza a los puntos de venta previa compra de otro aparato equivalente. En cualquier caso es necesaria la corresponsabilidad efectiva de todos los actores implicados para conseguir mayores niveles de recogida.

En este apartado se aportan algunas experiencias de recogida selectiva de pequeños electrodomésticos que deberían estudiarse para incorporarlas al ámbito español.

8.7.1 Campaña de recogida selectiva de móviles

Según datos aportados por Recyclia (2014) el 90% de los componentes de un teléfono móvil son reciclables. Esto sitúa los móviles como el RAEE más reciclable después del PC de sobremesa (93% de reciclabilidad). De un teléfono móvil con un peso medio de unos 100 gramos, las técnicas de tratamiento actuales permiten extraer 62 gramos de plásticos –una mezcla de propileno, poliestireno, ABS y policarbonato, entre otros– y 25 gramos de metales –mayoritariamente aluminio y cobre–. Asimismo, un teléfono móvil contiene 800 PPM de metales preciosos recuperables –entre ellos oro, plata y paladio–, lo que significa alrededor de 8 gramos por cada tonelada de residuos de estos aparatos. Unos 10.000 teléfonos móviles corresponde a 1 tonelada de estos dispositivos.

Según los datos de Recyclia la recogida selectiva no llegaría al 15%, recogándose en 2012 462 toneladas sobre las 3.212 puestas en el mercado en los tres años anteriores. También, pese a la elevada reciclabilidad de los móviles antes mencionada, Recyclia informa de un ratio de reciclado del 73% de los recogido.

Tragamóvil recoge los aparatos y accesorios en sus recopiladores, situados en grandes superficies comerciales, puntos de distribución y centros de trabajo de toda España, y los envía a plantas de tratamiento autorizadas, dónde se procede a clasificar los residuos según su categoría y a retirar los materiales potencialmente contaminantes, básicamente baterías, que son enviados a su vez a gestores autorizados para su correcto tratamiento. Una vez descontaminados, se procede a la extracción de los materiales aprovechables (metales, plásticos, etc.) y a su reciclaje. La red de recogida de Recyclia (llamada Tragamóvil) es de más de 1.000 puntos, repartidos por toda la geografía nacional lo que representa una recogida de 462 kg por punto. El ratio habitante/punto de recogida es de 47.500 habitantes por punto.

8.7.1.1 Experiencia de Copenhague

Los esquemas de recogida en Copenhague basados en la separación en origen, se centran en la recogida y el traslado de los RAEE por el principio de proximidad y la creación de esquemas fáciles y lógicos.

Los residuos gestionados son: rechazo, papel, cartón, voluminosos incluyendo frigoríficos y grandes electrodomésticos, residuos de jardín, residuos peligrosos, plásticos rígidos, pequeños electrodomésticos, metales y vidrio.

Se llevó a cabo una prueba piloto consistente en introducir tres contenedores nuevos, uno para RAEE, uno para plástico y uno para metal (en total 23.000 contenedores distribuidos en 7.800 puntos de recogida, cosa que supone un ratio de 57 hab/punto).

Los datos obtenidos para RAEE muestran que en el caso de los pequeños electrodomésticos se consiguió recoger 1,33 kg/casa/año, si se escala el volumen recogido a toda la ciudad suponen 304 tn/año. Para 2015 se marcó el objetivo de recoger 2,66 kg/casa/año y 608 tn/año. En el distrito de Amager la prueba estuvo un año entero en funcionamiento y la cifra de recogida de RAEE llegó a los 1,72 kg/casa/año, con un nivel esperado de impropios de entre un 7% y un 10%.

El sistema fue aceptado por gran parte de los participantes, el 61% declaró que estaría encantado de continuar con él, al 20% le gustaba y sólo un 4% se mostró no interesado en seguir con el sistema. A partir de mayo de 2011 el sistema se extendió al resto de la ciudad²⁹.

8.7.1.2 Experiencia BEST Bag (Holanda)

En Holanda se puso en marcha una prueba piloto de recogida puerta a puerta de electrodomésticos, juguetes y ropa mediante una bolsa compartida llamada *BEST bag*³⁰. El objetivo consistía en pasar de la recogida de residuos a la recogida de recursos, creando empleo y disminuyendo la emisión de CO₂. En el inicio de la prueba se recogía una vez al mes con mil casas por ruta y no se incorporaron pisos ni apartamentos. A lo largo de los meses la cantidad recogida fue disminuyendo, seguramente debido a un desaparición de los elementos acumulados en las casas.

Recogida	2012 (15 kg/año/casa)	2013 (8 kg/año/casa)
Residuos no reciclables	2,9	1,3
Textiles	6,1	3,4

²⁹ Borregaard, 2013.

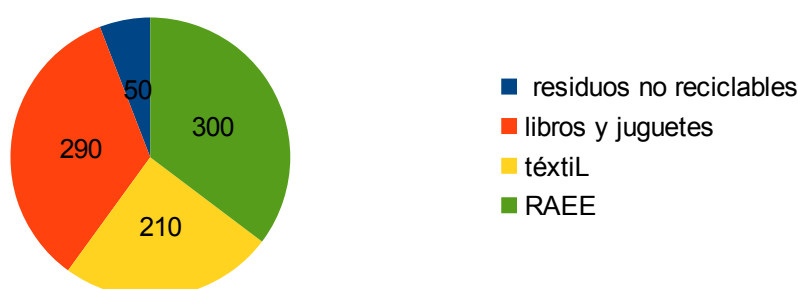
³⁰ B-books, E-electrical devices, S-speelgoed-toys, T-textiles

Libros	1,6	0,9
Dispositivos eléctricos	4,2	2,3
juguets	0,2	0,1

Con el tiempo la frecuencia de recogida pasó a ser de una vez cada dos meses, con rutas de 2.000 direcciones y se incorporan pisos.

Se encontraron dos dificultades básicas en el proyecto: el robo de bolsas y derivado de este las acciones de seguridad a implementar para evitarlo.

El pronóstico para 2014 es una recogida de 850 tm: repartidas de la siguiente forma:



A nivel económico el sistema tiene un balance neutro, está en equilibrio, no hay ganancias ni pérdidas, disminuyen los residuos, aumenta el reciclaje y aumenta el empleo. A partir de esta recogida se ha creado un centro de clasificación textil, un almacén y una tienda de segunda mano³¹.

8.7.1.3 Recogida selectiva en Londres (Reino Unido)

En el barrio de Bexley, en octubre de 2003, se inició una recogida separada de pequeños electrodomésticos con 20 puntos de recogida. La gestión de la recogida y vaciado se llevó a cabo por el Ejército de Salvación y el objetivo era recoger aquel flujo de residuos que se perdía por que no se llevaba a un centro de reciclaje y reutilización. En 2012 y 2013 se llegaron a capturar 13 toneladas anuales de estos residuos.

La experiencia se amplió a otros barrios de Londres en enero de 2011 (ver tabla 10) con la campaña *DHL 1 2 3 Recycle for free* orientada a empresas. Hasta agosto de 2013 se recogieron 295 toneladas en Londres (35 en Bexley). A través de este sistema se estiman unos ahorros para los negocios de 391.000 libras y 3000 toneladas de emisión de CO₂ menos en comparación con el vertedero como sistema de tratamiento finalista.

Barrio	Nº contenedores	Tonelaje anual	Población
Bexley	20	13	232.800
Croydon	10	7,5	364.800
Lambeth	26	17	304.500
Westminster	26	30	219.600

Tabla 22: Barrios donde se aplica la experiencia piloto, puntos de recogida y tonelaje anual recogido.

La iniciativa se sigue ampliando a más barrios de Londres y aparecen experiencias focalizadas en la reutilización y reparación de pequeños electrodomésticos, que con el tiempo se amplían a los

³¹ Sijstermans, 2013

muebles (Bright Sparks en Islington), como una forma de suministrar mobiliario y aparatos eléctricos a bajo coste a residentes necesitados³².

8.7.1.4 Recogida selectiva en Viena (Austria)

Antes de iniciar la experiencia piloto Viena tenía un ratio de recogida de RAEE de 1,1 kg/hab/año y la presencia de estos en el rechazo era de 3,1 kg/hab/año (2009).

La prueba se hizo en Kabelwerk (Vien) en una zona con 750 apartamentos, 213 casas de estudiantes y 2.750 habitantes, y se hizo en tres fases diferenciadas:

1. Junio 2009-abril 2010. 18 puntos de recogida en el área y campaña informativa
2. Junio 2010-abril 2011. 1 punto de recogida para llevar RAEE
3. Octubre 2011-diciembre 2012. Información a través de correo electrónico, folletos en las puertas, control regular del punto de recogida (vandalismo)

Antes de la prueba, la recogida era de 0,85 kg/hab/año (recogido en puntos limpios) mientras que durante la prueba se llegó a 1,6 kg/hab/año. La composición de lo recogido es: 56% pequeños RAEE (impresora, aspirador, tostadora, VRC, etc), 36% de televisores y pantallas y 8% de material no deseado³³.

8.7.1.5 Contenedor de reciclables (Leipzig)

En Leipzig en septiembre de 2004 se inició a una prueba piloto de dos años que consistía en recoger pequeños electrodomésticos a través del contenedor amarillo, se recogían junto a los residuos de envases. Una vez recogidos los residuos se conducen a la planta de tratamiento donde estos se clasifican y el nivel de recuperación de los pequeños electrodomésticos se ve incrementado.

Para llevarlo a cabo en la planta de tratamiento donde se gestionaba la recogida antes de aplicar la prueba piloto se instaló tecnología de rayos X para facilitar la separación. El objetivo era encontrar nuevas formas de reducir los costos del programa de punto verde y estudiar la viabilidad técnica de la ordenación conjunta de los desechos residuales y envases ligeros.

Los resultados mostraron que se recogía aproximadamente el 50% del total de aparatos que entraron en la prueba piloto, entre 0,6 y 1,1 kg/hab/año (Bünemann i Rachut, 2011).

El resultado fue positivo y actualmente se está extendiendo en Alemania el contenedor de reciclables, que sustituirá el contenedor de envases y permitirá la recogida de otros materiales reciclables, incluidos los pequeños RAEE.

8.7.1.6 Sistema Depósito, Devolución y Retorno (SDDR) para RAEEs

Aparte de la recogida selectiva, basada en la voluntariedad, existen mecanismos de entrega incentivados para garantizar que los consumidores entregan los RAEE a los puntos de recogida registrados; uno de ellos es el sistema de depósito y retorno por el que en realizar la compra de un producto se cobra un depósito que se devuelve parcial o totalmente cuando se devuelve como residuo al punto de venta o puntos establecidos.

Este tipo de sistemas ya existen en toda Europa y en todo el mundo para recuperar los envases de bebidas. La combinación de los depósitos no reclamados y de los ingresos de materiales recibidos suponen entradas económicas al sistema de gestión y el resto se transfiere al productor en forma de

³² Didsbury, 2013.

³³ Salhofer, 2013.

cuota por producto. Asimismo puede haber también una compensación al distribuidor por la administración de la parte de recogida y depósito del sistema.

Este sistema sería una forma de alentar el retorno, sobretodo si los minoristas ofrecieran el sistema de devolución al cliente que no está comprando un producto nuevo. Se argumenta que el sistema podría ser mejor aplicado a los productos con una vida útil más corta en lugar de los elementos de RAEE de vida más larga y de mayor tamaño que son los más difíciles de llevar a las tiendas; en estos casos el establecimiento de un depósito de larga duración pierde su valor relativo a lo largo del tiempo, resultando en una menor influencia en las tasas de retorno.

En cuanto a los actores, los consumidores estarían más dispuestos a aceptar esta opción y los productores y los minoristas serían menos propensos a aceptarla debido al aumento de la carga financiera. Sin embargo, este sistema tendría también un beneficio para los productores y comerciantes de animar a los consumidores a ir a sus tiendas para comprar sus productos, ya que los consumidores querrán recuperar los depósitos.

A nivel europeo, este tipo de sistema ha sido estudiado por el Gobierno Escocés y ha sido propuesto por el Consejo para el Desarrollo Sostenible de Alemania (RNE). Según este órgano “Las pérdidas en la cadena de reciclaje se presentan en la recogida, así como en la clasificación y el desmantelamiento de los viejos equipos. Hay una falta de incentivos a los consumidores para llevar sus equipos que no sean necesarios o averiados al fabricante o a centros de recogida. Marlehn Thieme ve en el establecimiento de un depósito para los aparatos eléctricos – que se devolverá a la entrega en los centros de colección– una de las muchas maneras de establecer los incentivos necesarios³⁴.

Para reducir al máximo el transporte intra-europeo de los RAEE procedentes de países donde no exista el sistema para recuperar depósitos no pagados sería necesario establecer un registro de números de serie de aparatos sujetos a depósito.

8.7.2 Mejora de los puntos de recogida existentes

En paralelo a la valoración de la implementación de sistemas de recogida complementarios a los actuales, se debe mejorar los puntos donde se realiza actualmente la recogida. Algunos criterios a tener en cuenta en un sistema de recogida son:

- Cantidad de puntos y accesibilidad (proximidad para el consumidor)
- Horario de apertura
- La calidad de la recogida
- Información sobre los puntos de recogida: por ejemplo señalización clara en las tiendas
- Seguimiento por parte de la administración y/o los SIG.

8.7.3 Canibalización de RAEE y robos en puntos limpios

Cuando se habla de canibalización de RAEE se hace referencia al desballestado informal –y en la mayoría de casos ilegal– de RAEE abandonados en la vía pública o tirados a los contenedores de basura.

Los RAEE más susceptibles de ser canibalizados son los grandes electrodomésticos, televisores y ordenadores de sobremesa. El método de captación es la recogida en la calle –antes de la recogida de voluminosos o abandonados junto a contenedores– o en la entrada de los puntos limpios donde muchos ciudadanos los dejan fuera de los horarios de recogida.

También comprende el fenómeno que se ha hecho más frecuente en época de crisis por el que determinadas personas acuden a puntos limpios o puntos de recogida y se llevan las partes valiosas

³⁴ RNE, 2014.

del RAEE, como el cobre, dejando los materiales menos valiosos, especialmente plásticos. Esta canibalización suele hacerse tras el robo de los RAEE en Puntos Limpios municipales, e incluso dentro de las propias instalaciones, pudiendo llegar a hacerse con el beneplácito de las autoridades locales.

Si bien la recogida selectiva de RAEEs en los Puntos Limpios representa un porcentaje bastante menor que los recogidos a través de distribuidores y puntos de venta, esta problemática adquiere especial relevancia en tanto en cuanto algunos entes locales:

- Consienten y permiten tales prácticas sin poner soluciones
- No disponen de puntos limpios o no los gestionan y acondicionan como establece la normativa vigente
- No forman adecuadamente a los trabajadores de los puntos limpios
- Desconocen la posibilidad de adherirse al correspondiente Convenio Marco (CM) de colaboración en la Comunidad Autónoma, o de suscribir un Convenio específico con un SIG para la gestión de los RAEEs municipales
- Desconocen los beneficios que reportaría dicha adhesión o suscripción a efectos de reducción de costes de gestión (recogida, almacenamiento, campañas de sensibilización) de RAEEs de competencia municipal.

8.7.3.1 Canibalización y chatarreros ilegales

La compra de RAEE previamente canibalizados es especialmente preocupante cuando se produce por parte de gestores no autorizados y se considera una práctica totalmente perjudicial para los objetivos de gestión que se pretenden conseguir.

Las chatarrerías ilegales que operan sin autorización y vulneran la normativa vigente, representan un gran problema. A parte de la mala imagen que estas prácticas aportan al sector, su existencia influye considerablemente en la rentabilidad económica de los gestores legalizados, pues tienen una fuerte competencia desleal e ilegal que ha aumentado con la crisis y con el tráfico de metales robados, especialmente el cobre.

Se considera que las condiciones de monopolio del mercado de RAEEs por parte de los SIG, dan como resultado un desvío de los mismos, cada vez mayor, por agentes no autorizados a canales ilegales paralelos, donde el tratamiento que reciben los RAEE incumple la normativa vigente y aporta mayores beneficios. La raíz del problema se encuentra en la política de precios y criterios exclusivamente económicos de los SIG, responsables de la gestión de RAEE. Mientras los SIG sigan teniendo el monopolio la tendencia del mercado serán menores ratios de recogida selectiva y un mayor mercado ilegal.

Se considera vital que se potencien las labores de vigilancia con objeto del cierre de tales instalaciones y se ejecuten sanciones disuasorias aplicadas con el rigor que el código penal recoge. Así mismo des de la ANR se propone la utilización d ellas organizaciones y asociaciones del sector para la denuncia de las prácticas ilegales, con el objeto de evitar represalias.

8.7.4 El papel de las recogidas informales

Según datos de Datambient (2013) en Cataluña 128 de las 323 plantas dedicadas al sector de los residuos metálicos compran residuos metálicos a recuperadores particulares, entendiendo que estos son personas que recogen y transportan dichos residuos, de diferentes fuentes, a una planta gestora de residuos con la finalidad de vender el material facturando a nivel particular.

Según este mismo estudio, la cantidad de metal aportada por este tipo de recuperador sobre el global del mercado es del 22%, 125.491 toneladas.

Los recuperadores particulares tienen tres perfiles diferenciados por la actividad que llevan a cabo:

- Actividad ocasional: la realizan de forma esporádica y es una fuente de ingresos minoritaria en el global de los ingresos de la persona.
- Actividad complementaria: fuente de ingresos complementaria a la fuente de ingresos central, que puede estar relacionada con la generación de residuos metálicos.
- Actividad central o única: actividad principal y fuente de ingreso más importante.

Esta actividad ocupa a 53.459 personas aproximadamente y mueve 141.805.686 € anualmente (2011) pero el volumen monetario que supone no aleja a aquellas personas que ejercen esta actividad de situaciones de pobreza.

Este tipo de recuperadores identifica, clasifica, transporta y vende los residuos metálicos reciclables, dan valor a residuos que lo habían perdido reconduciéndolos al circuito de reciclaje y no realizan la actividad a partir de una subcontratación o encargo por parte de la Administración. Las principales fuentes de las que obtienen los materiales que venden son:

- La vía pública
- Residuos domésticos propios
- Empresas y comercios que hacen donaciones

La separación manual que llevan a cabo consigue un nivel de pureza del material que permite aumentar los niveles de reciclaje posteriores en la cadena de recuperación de los residuos metálicos. Este tipo de separación es difícil de conseguir a través de procesos industriales mecanizados.

La regulación de este tipo de actividad tendría consecuencias negativas a nivel social, ambiental y económico:

- La mayoría de los recuperadores particulares dejarían de ejercer como tal, puesto que tendrían que declararse autónomos y sus beneficios se convertirían en pérdidas
- Aumentaría la pobreza de las personas que trabajan en este sector.
- Disminuiría la capacidad recuperadora del sector.
- Disminuirían los puestos de trabajo de las plantas gestoras debido al menor volumen a tratar que les llegaría.

9 Empleo en el sector de la Gestión, tratamiento y reciclaje de residuos

9.1 Empleo verde

Según la OIT (Organización Internacional del Trabajo) en su informe “*Empleos Verde: Hacia el trabajo decente en un mundo sostenible y con bajas emisiones de carbono*” (2008), es aquel que reduce el impacto ambiental de las empresas y los sectores económicos, hasta alcanzar niveles sostenibles. Este tipo de empleo ayuda a reducir el consumo de energía, materias primas y agua mediante estrategias que hacen los procesos más eficientes. En el caso de los residuos, al incrementar la eficiencia de los procesos de reciclado y gestión de residuos se disminuye la contaminación, se reducen las emisiones y el consumo de energía y se contribuye al restablecimiento y la protección de los ecosistemas y la biodiversidad.

El sector de gestión, tratamiento y reciclaje de residuos cuenta en 2010 con más de 108.000 personas ocupadas en España.

Variables económicas	Nº de empresas	Personas ocupadas	Cifra de negocios (€)
2010 Gestión, tratamiento y reciclaje de residuos	3.759	78.435	9.172.593
2011 Gestión, tratamiento y reciclaje de residuos	3.775	80.171	9.257.833
2012 Gestión, tratamiento y reciclaje de residuos	3.836	83.034	9.379.394

Tabla 23: Cifras básicas del subsector de gestión, tratamiento y reciclaje de residuos. (CNAE 2009. epígrafes 37, 38 y 39)

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de INE.

Además, según el último número de “Análisis y prospectiva. Serie medio Ambiente”, publicado el 06 de mayo de 2014 por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, el sector de la gestión de residuos es el mayor generador de empleo verde en España y representa un 27% de los puestos de trabajo asociados al medio ambiente.

Las actividades de gestión de residuos de RAEE son las necesarias para la recogida, transporte, almacenamiento, separación/clasificación, preparación para la reutilización/repación, limpieza, descontaminación, tratamiento, medición y control, recuperación y reciclaje (ISTAS, 2011).

Estas actividades implican otras actividades “conectadas” y que pertenecen tanto al sector industrial como de servicios, necesarias para la gestión, fabricación, puesta en marcha y mantenimiento de instalaciones y equipos.

De estas actividades se derivan los siguientes puestos de trabajo:

Puestos de trabajo en recogida
• peón de recogida de residuos urbanos • conductor de recogida de residuos urbanos • encargado de recogida de residuos urbanos • responsable de recogida de residuos urbanos • director de departamento de recogida de residuos urbanos • operador de punto limpio
Puestos de trabajo en plantas de reutilización RAEE
• operador de clasificación de residuos

- operador de preparació per a la reutilització de residuos - encargado/responsable de selecció i classificació de entrada de residuos - director de planta
Puestos de trabajo en plantas de gestión de RAEE
- operador de planta - operador de clasificació de residuos - operador de descontaminació de residuos - operador de desmontaje de residuos - encargado/responsable de planta de gestión - director de planta de gestión

Des de el punt de vista de este estudio uno de los puntos clave para mejorar la gestión de los RAEE y que supone un mayor crecimiento del empleo es la potenciación de la preparación para la reutilización y el desmontaje manual para una mayor recuperación de componentes.

Para cubrir los puestos de trabajo generados a partir de la recogida de un mayor volumen de RAEE serian necesarios candidatos con diferentes niveles de formación, la demanda de candidatos con mayor nivel de formación se centraría en los siguientes estudios:

- Ingeniería industrial.
- Ingeniería de caminos, canales y puertos.
- Ingeniería de obras públicas.
- Licenciatura en ciencias ambientales.
- Licenciatura en química.
- Ciclo formativo de mecánica.
- Ciclo formativo de mantenimiento y servicios a la producción.
- Ciclo formativo de química.
- Ciclo formativo de electromecánica.
- Ciclo formativo de electricidad y electrónica.

9.2 Generación de puestos de trabajo derivados de la mejora del tratamiento de RAEE

Un aumento del número de puestos de trabajo depende de:

- Del volumen de recogida de RAEE
- De la mejora de la gestión que se aplique
- Del tipo de tratamiento aplicado

Actualmente la Directiva marca que la recogida de RAEE anual debe ser igual o superior a 4 kg/hab y año, pero las cifras proporcionadas en 2010 por Eurostat muestran que la recogida real es de 3,4 kg/hab año y que por tanto el objetivo marcado no se alcanza.

Nº habitantes 2010	Objetivo directiva	Recogida por objetivo (toneladas)	Recogida real (toneladas)
46.486.621	4 kg/hab año	185.947	158.099

Tabla 24: Situación de la recogida de RAEE en España en 2010.

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Eurostat y objetivos de recogida de la Directiva.

Para calcular los volúmenes de recogida estimados en los diferentes escenarios que se plantean a continuación se usan tres escenarios diferenciados:

1. **Escenario 1 (Mantenimiento de la situación actual):** a partir de las cifras de recogida aportadas por Eurostat para 2010 se proyecta a partir de la POM esperada para cada año.
2. **Escenario 2 (Cumplimiento de la Directiva con reutilización y pretratamiento manual):** cumplimiento del objetivo marcado por la Directiva 2012/19/UE, calculando las cifras de recogida a partir de la POM esperada de cada año. El 100% del flujo pasa por reutilización y pretratamiento manual (incluida descontaminación) antes de la fragmentación.
3. **Escenario 3 (Cumplimiento de la Directiva sin reutilización ni pretratamiento manual):** cumplimiento del objetivo marcado por la Directiva 2012/19/UE, calculando las cifras de recogida a partir de la POM esperada de cada año. El 100% del flujo por fragmentación después de la descontaminación.

9.2.1 Potencial de creación de puestos de trabajo según tratamiento

Para obtener el potencial de creación de puestos de trabajo según los diferentes tratamientos, se han llevado a cabo entrevistas y visitas a plantas de gestión de RAEE y de reutilización de los mismos.

Para la valoración del potencial de reutilización se ha partido de datos de la Asociación Española de Recuperadores de Economía Social y Solidaria (AERESS). A partir de diferentes entrevistas se ha establecido un ratio aproximado de puestos de trabajo por tonelada de RAEE gestionada.

El potencial del pretratamiento manual se ha estimado a partir de entrevistas con gestores de planta y de algunas referencias bibliográficas.

Por último, se han obtenido datos bibliográficos referentes a la creación de puestos de trabajo en plantas de fragmentación directa³⁵. En este último caso se observa como los puestos de trabajo disminuyen de manera drástica. Además este es un sistema que no siempre asegura el correcto tratamiento de los RAEE

			tn gestionadas	Nº trabajadores	Trabajador administración	Trabajador tratamiento	tn/trabajador	media tn/trabajador
entrevistas y visitas	reutilización	Planta						
		Andromines	17,5	5	2	3	3,5	95,14
		RQR	200	4	1	3	50	
		Emaus	45,7	3	3	3	15,23	
		AERESS	8467,5	89	-	-	95,14	
bibliografía	pretratamiento manual y fragmentación	Electrorecycling	9361	50	10	40	187,22	261,81
		Ca na negreta	1400	5	5	5	280	
		Indumetal Recycling	30000	100	-	-	300	
		RAAEE	7000	25	-	-	280	
	fragmentadora	Cañada Hermosa	49000	40	-	-	1225	3114,44
		Compañía Fragmentadora Valenciana de Sollana	225175	45	-	-	5003,89	

Tabla 25: Empleos promedio según tratamiento aplicado.

Fuente. Elaboración propia a partir de datos bibliográficos y la realización de entrevistas con los responsables de algunas plantas.

9.2.2 Escenario 1

Tras contactar con entidades que trabajan la reutilización y analizar la bibliografía mencionada en el apartado de 8.1 *Reutilización* se concluye que las líneas que tienen un mayor potencial de reutilización son la blanca, marrón y gris, que se corresponden con las categorías 1 (grandes electrodomésticos), 3 (equipos de informática y telecomunicaciones) y 4 (aparatos electrónicos de

³⁵ Los datos son aproximados puesto que estas plantas tratan diferentes flujos de residuos, especialmente VFU.

consumo), por esta razón se separa la recogida esperada para ellas en función de los datos de 2010 para vincularlas con el porcentaje de reutilización que cabe esperar.

Para calcular las toneladas recogidas, este escenario no tiene en cuenta ningún tipo de mejora en la gestión o recogida y los niveles de recogida se estiman a partir de los porcentajes de recogida de 2010 (Tabla 27). A partir de la captura de RAEE se calcula el potencial considerando:

1. Todo lo recogido de las líneas blanca, marrón y gris pasa primero por preparación para la reutilización y se puede reutilizar el 5,8%.
2. Lo que no se reutiliza va a una planta de pretratamiento y fragmentación.

Reciclaje	92,1%
Reutilización	5,8%
Rechazo	2,1%

Tabla 1: Destino de los RAEE gestionados por las asociaciones vinculadas a AEREES en 2012

Para analizar este escenario, primero se ha proyectado la puesta en mercado de AEE esperada para los próximos años. Para hacer dicha proyección se han utilizado los datos de puesta en mercado proporcionados por Eurostat hasta 2013, a partir de aquí se ha utilizado la media de lo puesto en el mercado a lo largo de esos años y la proyección de población hasta 2023 elaborada por el INE, obteniendo la tabla que se muestra a continuación:

Año	POM cat.1	POM cat.2	POM cat.3	POM cat.4	POM cat.5	POM cat. 6	POM cat.7	POM cat.8	POM cat.9	POM cat.10	POM TOTAL
2020	376.773	50.018	77.875	59.489	32.170	14.403	18.630	6.260	2.731	7.321	645.669
2019	379.040	50.318	78.343	59.847	32.363	14.489	18.742	6.298	2.747	7.365	649.553
2018	315.351	50.616	78.807	60.201	32.554	14.575	18.853	6.335	2.763	7.409	653.394
2017	317.159	50.906	79.258	60.546	32.741	14.659	18.961	6.371	2.779	7.451	657.140
2016	318.939	51.192	79.703	60.886	32.925	14.741	19.068	6.407	2.795	7.493	660.828
2015	387.729	51.472	80.139	61.219	33.105	14.821	19.172	6.442	2.810	7.534	664.443
2014	389.798	51.747	80.567	61.546	33.282	14.901	19.274	6.477	2.825	7.574	667.989
2013	324.868	47.277	68.266	35.618	24.036	11.811	14.609	5.549	2.635	6.626	541.293
2012	350.173	49.829	63.182	51.729	24.355	13.219	15.507	5.623	2.025	7.172	582.814
2011	395.611	52.771	74.473	57.854	30.250	17.346	18.661	6.979	4.431	6.601	664.976
2010	436.396	57.251	85.374	77.787	36.265	16.870	22.513	6.873	2.959	7.347	749.636
2009	401.243	51.232	86.800	73.242	38.549	14.130	20.276	6.637	2.718	7.728	702.555
2008	448.435	54.501	109.015	75.876	47.766	16.713	24.967	7.497	2.313	10.319	797.401

Tabla 26: Proyección de la POM hasta 2023.

Fuente. Elaboración propia a partir de datos del INE y de Eurostat.

Tras proyectar la puesta en mercado en función de la población para los próximos años, se procede a vincularla con los % de recogida esperados según datos de 2010 (tabla 27) para obtener cifras de recogida selectiva de RAEE que serían capturadas y susceptibles de reutilizar o reciclar (tabla 28).

% de recogida esperado a partir del POM según datos de 2010										
Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 7	Cat. 8	Cat. 9	Cat. 10	Total
19,64%	8,86%	26,08%	31,81%	10,69%	7,63%	12,20%	20,60%	18,43%	1,71%	19,36%

Tabla 27: Porcentaje de recogida selectiva de RAEE en 2010.

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de eurostat

Tn de recogida esperada según datos 2010				
línea blanca, marrón y gris				Total
año	Cat. 1	Cat. 3	Cat.4	
2.020	61.203	17.078	10.868	100.522
2.019	61.571	17.181	10.934	101.126
2.018	66.759	17.282	10.998	101.724
2.017	67.142	17.381	11.061	102.308
2.016	67.519	17.479	11.123	102.882
2.015	62.982	17.574	11.184	103.445
2.014	63.318	17.668	11.244	103.997
2.013	63.804	17.804	11.330	104.794
2.012	68.774	16.478	16.455	112.833
2.011	77.698	19.423	18.403	128.739
2.010	85.708	22.266	24.744	145.130
2.009	78.804	22.637	23.298	136.015
2.008	88.073	28.431	24.136	154.377

Tabla 28: Toneladas de recogida esperada según datos de 2010.

Fuente. Elaboración propia a partir de la proyección del POM y datos de Eurostat.

A partir de estas consideraciones y de los datos que AERESS publica sobre el destino de los RAEE que tratan, se calculan los puestos de trabajo vinculados a la reutilización, tratamiento y reciclaje de los RAEE de las categorías 1, 3 y 4.

A continuación se realiza el cálculo del número de trabajadores asociados a la reutilización y pretratamiento de las categorías 1, 3 y 4 (líneas blanca, gris y marrón respectivamente):

Categoría	Año	Rec total (Tn)	Tn a pretratamiento	Tn a reutilización	Tn a rechazo	Empleos reutilización	Empleos pretratamiento	Empleos totales
línea blanca, línea marrón y línea gris	2023	111.147	102.367	6.447	2.334	1.168	391	1.559
	2022	111.847	103.011	6.487	2.349	1.176	393	1.569
	2021	112.542	103.651	6.527	2.363	1.183	396	1.579
	2020	113.232	104.286	6.567	2.378	1.190	398	1.588
	2019	113.913	104.914	6.607	2.392	1.197	401	1.598
	2018	101.638	93.608	5.895	2.134	1.068	358	1.426
	2017	102.220	94.145	5.929	2.147	1.074	360	1.434
	2016	102.794	94.673	5.962	2.159	1.080	362	1.442
	2015	116.524	107.319	6.758	2.447	1.225	410	1.635
	2014	117.146	107.891	6.794	2.460	1.231	412	1.643
	2013	92.938	85.596	5.390	1.952	977	327	1.304
	2012	101.707	93.672	5.899	2.136	1.069	358	1.427

	2011	115.524	106.398	6.700	2.426	1.214	406	1.621
	2010	132.718	122.233	7.698	2.787	1.395	467	1.862
	2009	124.740	114.885	7.235	2.620	1.311	439	1.750
	2008	140.640	129.529	8.157	2.953	1.478	495	1.973

Tabla 29: Número de trabajadores para líneas blanca, marrón y gris.

Fuente. Elaboración propia

Número de trabajadores asociados al pretratamiento y fragmentación del resto de categorías de RAEE:

	Año	Rec total (Tn)	Empleos pretratamiento
otras categorías	2023	11.553	44
	2022	11.626	44
	2021	11.698	45
	2020	11.770	45
	2019	11.841	45
	2018	24.859	95
	2017	25.002	95
	2016	25.142	96
	2015	12.112	46
	2014	12.177	47
	2013	11.856	45
	2012	11.126	42
	2011	13.215	50
	2010	12.412	47
	2009	11.275	43
	2008	13.737	52

Tabla 30: Número de trabajadores en pretratamiento y fragmentación para cat. 2,5,6,7,8,9 y 10

Fuente. Elaboración propia

Año	Empleos totales
2023	1.603
2022	1.613
2021	1.623
2020	1.633
2019	1.643
2018	1.521
2017	1.530
2016	1.538
2015	1.681
2014	1.690
2013	1.349
2012	1.469
2011	1.671
2010	1.909

2009	1.793
2008	2.025

Tabla 31: Número de trabajadores para todas las categorías

Fuente. Elaboración propia

9.2.3 Escenario 2

De igual modo que en el escenario anterior se utiliza el máximo porcentaje de reutilización que cabe esperar par las categorías 1, 3 y 4.

No obstante, a diferencia del anterior, para calcular las toneladas recogidas, este escenario contempla el cumplimiento estricto de los objetivos de la Directiva. A partir de la captura estimada de RAEE se calcula el potencial considerando:

1. Todo lo recogido de las líneas blanca, marrón y gris pasa primero por preparación para la reutilización y se puede reutilizar el 5,8%.
2. Lo que no se reutiliza va a una planta de pretratamiento y fragmentación.

A partir de la puesta en mercado (ver Tabla 26) se aplican los objetivos de la Directiva para la captura de RAEE.

Objetivos de recogida según directiva	Año	Cat. 1	Cat. 3	Cat. 4	RAEE total
65% media del POM de tres años anteriores	2023	243.407	50.310	38.432	417.122
	2022	244.897	50.618	38.667	419.675
	2021	232.086	50.922	38.900	422.200
	2020	219.169	51.222	39.129	424.686
	2019	206.147	51.517	39.354	427.128
	2018	221.829	51.805	39.574	429.522
45% sobre media del POM de tres años anteriores	2017	164.470	36.061	27.548	298.989
	2016	165.359	34.346	23.757	281.059
4 kg/hab any	2015	107.874	22.296	17.032	184.861
	2014	108.449	22.415	17.123	185.848
	2013	109.015	22.532	17.213	186.817
	2012	112.396	23.618	12.323	187.273
	2011	112.156	20.236	16.568	186.669
	2010	110.624	20.825	16.178	185.946
	2009	107.672	21.064	19.192	184.957
	2008	104.330	22.569	19.044	182.676

Tabla 32: Toneladas de RAEE recogidas en base a los objetivos marcados por la Directiva 2012/19/UE

Fuente. Elaboración propia

Categoría	Año	Rec total (Tn)	Tn a pretratamiento	Tn a reutilización	Tn a rechazo	Empleos reutilización	Empleos pretratamiento	Empleos totales
línea blanca, línea marrón y línea gris	2023	332.149	305.909	19.265	6.975	3.491	1.168	4.660
	2022	334.181	307.781	19.383	7.018	3.513	1.176	4.688
	2021	321.908	296.477	18.671	6.760	3.383	1.132	4.516
	2020	309.520	285.068	17.952	6.500	3.253	1.089	4.342
	2019	297.018	273.553	17.227	6.237	3.122	1.045	4.167
	2018	313.209	288.465	18.166	6.577	3.292	1.102	4.394
	2017	228.079	210.061	13.229	4.790	2.397	802	3.200
	2016	223.462	205.809	12.961	4.693	2.349	786	3.135
	2015	147.202	135.573	8.538	3.091	1.547	518	2.065
	2014	147.988	136.297	8.583	3.108	1.555	521	2.076
	2013	148.760	137.008	8.628	3.124	1.564	523	2.087
	2012	148.337	136.618	8.604	3.115	1.559	522	2.081
	2011	148.961	137.193	8.640	3.128	1.566	524	2.090
	2010	147.627	135.964	8.562	3.100	1.552	519	2.071
	2009	147.928	136.242	8.580	3.106	1.555	520	2.075
	2008	145.943	134.414	8.465	3.065	1.534	513	2.047

Tabla 33: Número de trabajadores línea blanca, marrón y gris

Fuente. Elaboración propia

Las tablas 33y 34 muestran los puestos de trabajo asociados a la reutilización y pretratamiento respectivamente.

otras categorías	Año	Toneladas recogidas	empleos pretratamiento
	2023	84.973	326
	2022	85.493	328
	2021	100.293	384
	2020	115.166	441
	2019	130.111	499
	2018	116.314	446
	2017	70.910	272
	2016	57.596	221
	2015	37.659	144
	2014	37.860	145
	2013	38.057	146
	2012	38.936	149
	2011	37.708	144
	2010	38.320	147
	2009	37.029	142
	2008	36.733	141

Tabla 34: Número de trabajadores en pretratamiento y fragmentación para categorías 2,5,6,7,8,9 y 10

Fuente. Elaboración propia.

La tabla 35 muestra que la mejora de los objetivos y de la gestión puede llegar a ocupar 4.985 personas en el año 2023.

Año	Empleos totales
2023	4.985
2022	5.016
2021	4.900
2020	4.783
2019	4.665
2018	4.840
2017	3.471
2016	3.356
2015	2.209
2014	2.221
2013	2.233
2012	2.230
2011	2.234
2010	2.218
2009	2.217
2008	2.188

Tabla 35: Número de trabajadores para todas las categorías

Fuente. Elaboración propia

9.2.4 Escenario 3

A continuación presentamos un escenario en el que se cumplen los objetivos de recogida que marca la Directiva para los diferentes años, pero donde la gestión de los RAEE se hace envía directamente a fragmentación sin tener en cuenta la preparación para la reutilización ni el pretratamiento manual.

A partir de la puesta en mercado (ver Tabla 26) se aplican los objetivos de la Directiva para la captura de RAEE (tabla 32).

El resultado es un máximo de 138 puestos de trabajo.

Año	Empleos totales
2023	134
2022	135
2021	136
2020	136
2019	137
2018	138
2017	96
2016	90
2015	59
2014	60
2013	60
2012	60
2011	60

2010	60
2009	59
2008	59

Tabla 36: Número de trabajadores para todas las categorías.

9.2.5 Comparación de escenarios

El escenario que tiene un mayor potencial de creación de empleo es el Escenario 2 que contempla las dos mejoras de gestión que son la causa directa del incremento del empleo:

- Incremento de la recogida de residuos de AEE.
- Incremento de la preparación para la reutilización de los residuos recogidos.

La comparación entre escenarios se muestra en la Tabla 37:

Año	Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3
	reutilización	pretratamiento o manual	total	reutilización	pretratamiento o manual	total	fragmentación
2023	1.168	435	1.603	3.491	1.494	4.985	134
2022	1.176	438	1.613	3.513	1.503	5.016	135
2021	1.183	441	1.623	3.383	1.517	4.900	136
2020	1.190	443	1.633	3.253	1.530	4.783	136
2019	1.197	446	1.643	3.122	1.543	4.665	137
2018	1.068	453	1.521	3.292	1.547	4.840	138
2017	1.074	455	1.530	2.397	1.074	3.471	96
2016	1.080	458	1.538	2.349	1.007	3.356	90
2015	1.225	456	1.681	1.547	662	2.209	59
2014	1.231	459	1.690	1.555	666	2.221	60
2013	977	372	1.349	1.564	669		
2012	1.069	400	1.469	1.559	671		
2011	1.214	457	1.671	1.566	669		
2010	1.395	514	1.909	1.552	666		
2009	1.311	482	1.793	1.555	662		
2008	1.478	547	2.025	1.534	654		

Tabla 37: Comparación entre los empleos generados por los diferentes escenarios

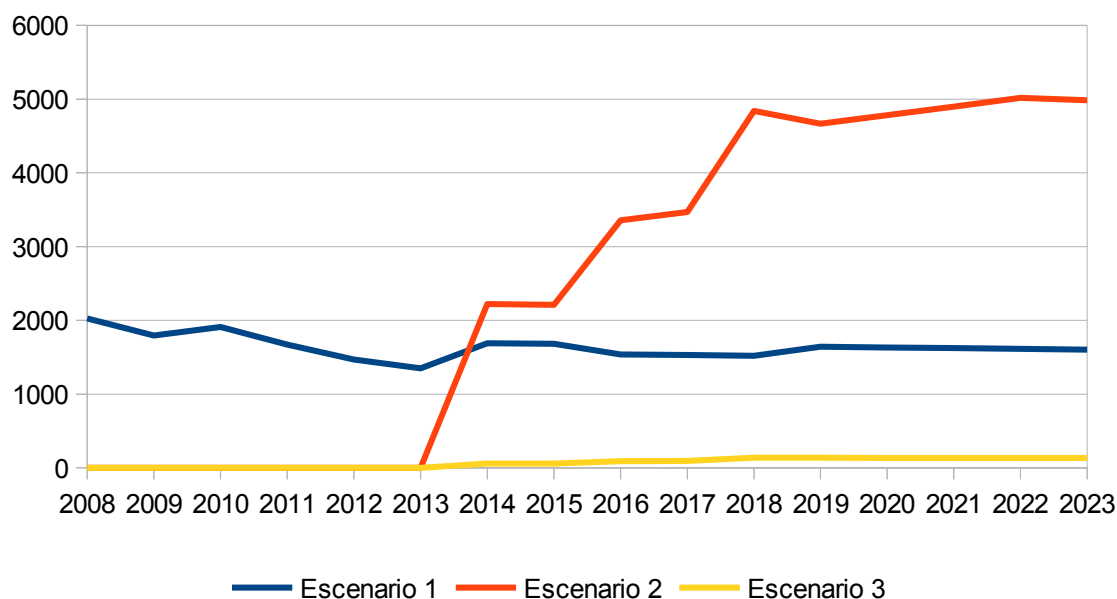
Fuente. Elaboración propia

9.2.6 Conclusiones

Al comparar la generación de empleo de los diferentes escenarios queda patente que el aumento de la recogida selectiva de este tipo de residuos es vital para la creación de empleo, puesto que al cumplir los requisitos que marca la Directiva el número de puestos de trabajo se incrementa considerablemente. Asimismo, el tercer escenario deja patente que la fragmentación masiva supone un menor número de puestos de trabajo a lo que se debe sumar una menor eficiencia en la

recuperación de materiales que se puede traducir en la pérdida de recursos, como hemos visto a lo largo de este estudio.

En cuanto al escenario 1, deja patente que una mejora de gestión en la recogida y un mayor acceso a los centros de preparación para la reutilización es primordial para generar puestos de trabajo.



gràfica 1: Escenarios de evolución del empleo vinculado a la gestión de RAEE
Fuente . Elaboración propia

9.3 Valor del RAEE y coste del empleo

Para comparar el coste de los empleos necesarios con el valor que se puede obtener del tratamiento propuesto de los RAEE nos basamos en el análisis mostrado en la tabla 26. En dicha tabla para el año 2014 se estima una generación de residuos de 596.362 toneladas, cifra que se obtiene en función de la media de lo puesto en el mercado los tres años anteriores. Suponiendo el escenario 2, con cumplimiento de objetivos y máxima reutilización y pretratamiento se analiza la situación en 2014 y 2020.

El *Convenio colectivo de recuperación y reciclado de residuos y materias primas secundarias* contiene la tabla salarial para las diferentes categorías de trabajador; para el cálculo del coste del empleo se ha utilizado el coste de un/a encargado/a general, situado en 17443,82€ en 2014.

- **Situación en 2014:** se ha contemplado una recogida selectiva según objetivos mínimos de la directiva de 4 kg/hab/año, este supone una recogida de 185.848 toneladas, gestionadas por 2.221 empleados. A continuación se observa la tabla donde queda recogido el valor potencial de los RAEEs y el coste del empleo.

	Estimación de recogida	Puestos de trabajo	Coste anual empleados	Valor como chatarra + otros
reutilización y pretratamiento manual categorías 1,3 y 4	147.988	2.076	36.141.084,00 €	44.195.541,43 €
pretratamiento manual otras categorías	37.860	145	2.524.305,00 €	14.238.925,43 €
TOTAL	185.848	2.221	38.665.389,00 €	58.434.466,86 €

Tabla 2: Comparación coste empleados y valor potencial del RAEE (2014)

Fuente. Elaboración propia

- **Situación en 2023:** Se ha contemplado una recogida selectiva según objetivos de la directiva del 65% de lo puesto en el mercado en los tres años anteriores. Esto supone una recogida de 417.122 toneladas, gestionadas por 4.985 empleados. Para el año 2023 no se han tenido en cuenta las posibles fluctuaciones del valor de los componentes de los RAEE ni la variación salarial. En la tabla que se observa a continuación se desglosa el coste del empleo generado y el valor de los RAEE recogidos.

Tratamiento	2023			
	Estimación RAEE Escenario 2. Toneladas	Puestos de trabajo Escenario 2	Coste anual empleados	Valor como chatarra + otros €. Estimación de RAEE
reutilización y pretratamiento manual categorías 1,3 y 4	309.520	4.660	81.125.940,00 €	92.435.835,09 €
pretratamiento manual otras categorías	75.785	326	5.675.334,00 €	28.502.445,85 €
TOTAL	385.305	4.986	86.801.274,00 €	120.938.280,94 €

Tabla 3: Comparación coste empleados y valor potencial del RAEE (2020)

Fuente. Elaboración propia

Este ejercicio es una aproximación puesto que no se han contemplado otros costes aparte de los salariales. No obstante se puede observar que el valor de los materiales como chatarra más el valor de los materiales que ahora no se reciclan o que se hace en pequeñas cantidades permitiría sostener los puestos de trabajo necesarios para el correcto manejo de estos materiales.

10 Bibliografía

- AEMA (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY), «Planet RE:think», Video, 2012. URL : <http://www.eea.europa.eu/media/audiovisuals/planet-re-think/view>. Consultado el 21 de mayo de 2014.
- AGNES BÜNEMANN y GUNDA RACHUT, *Planspiel zur Fortentwicklung der Verpackungsverordnung*, Umwelt Bundesamt, 2011.
- ANFEL, «ELECTRODOMÉSTICOS DE LÍNEA BLANCA CIERRE DE EJERCICIO 2013», [s.d.]. URL : <http://www.anfel.org/index.php/component/k2/item/347-electrodomesticos-de-linea-blanca-cierre-de-ejercicio-2013>. Consultado el 1 de abril de 2014.
- ANR (ASOCIACIÓN NACIONAL DE LA RECUPERACIÓN), *Informe sobre la gestión actual de RAEEs en España*, 2013.
- BRÜNING Ralf, *Experience from the reuse project*, presentado en ISWA Beacon Conference, Düsseldorf, 14 de noviembre de 2013. URL : <http://iswabeacon.obladen.de/presentations.html>.
- CE (COMISIÓN EUROPEA), *COM/2012/0448 final*, 2012. URL : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/NOT/?;jsessionid=QbswT8DCrThTbLrpnbnbRTB9fp1y6yJjvZMpN1pbS4Td2lwzZ37R!1878591796?uri=CELEX:52012DC0448>.
- CE (COMISIÓN EUROPEA), «Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de julio de 2012 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)», [s.d.]. URL : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32012L0019&from=EN>. Consultado el 14 de abril de 2014.
- CHANCEREL Perrine, *Substance flow analysis of the recycling of small waste electrical and electronic equipment - An assessment of the recovery of gold and palladium*, PhD thesis, Technische Universität Berlin, Berlin, Germany, 2009.
- CHANCEREL Perrine, MESKERS Christina E.M., HAGELÄKEN Christian y ROTTER Vera Susanne, «Assessment of Precious Metal Flows During Preprocessing of Waste Electrical and Electronic Equipment», *Journal of Industrial Ecology*, vol. 13, n.º 5, octubre de 2009, pp. 791-810. Consultado el 12 de marzo de 2014.
- CNC, *La CNC sanciona a la Sociedad Ecológica para el Reciclado de Envases de Vidrio (Ecovidrio)*, [s.d.]. URL : http://www.cncompetencia.es/DesktopModules/Bring2mind/DMX/Download.aspx?TabId=76&EntryId=43991&Command=Core_Download&Method=attachment&PortalId=0.
- COMISIÓN EUROPEA, «La Comisión reacciona frente a los traslados de residuos ilegales», 11 de julio de 2013. URL : http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-679_es.htm. Consultado el 28 de abril de 2014.
- COMISIÓN EUROPEA, «COM/2011/0682», text/html; charset=UTF-8, [s.d.]. URL : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52011DC0682&from=EN>. Consultado el 28 de abril de 2014.
- CRÉDITO Y CAUCIÓN, *Market Monitor. Focus on consumer durables/non-food retail performance and outlook*, marzo de 2013. URL : <http://www.creditoycaucion.es/ServletGestorAlmacenamiento?>

id=94+3+ICM4+CMLS18+CM_WEB_ADJ_CYCNEWS59+26+A1001001A13D10B23352H2037718+A13D10B23352H203771+14+1043.

D. ÁNGEL BENÍTEZ CORNEJO, *Informe sobre la gestión actual de RAEEs en España así como de la importancia del tratamiento manual de RAEEs de grandes aparatos electrodomésticos sin frío (A2)(2013)*, marzo de 2013.

DATAMBIENT. GREMI DE RECUPERACIÓ DE CATALUNYA, *Diagnosi ambiental, social i econòmica de la compra de residus metàl·lics a particulars a Catalunya. Resum Executiu*, [s.d.].

DEUBZER Otmar, *Explorative Study into the Sustainable Use and Substitution of Soldering Metals in Electronics*, 2007. URL : http://repository.tudelft.nl/assets/uuid:f9a776cf-57c3-4815-a989-fe89ed59046e/dep_deubzer_20070130.pdf.

DR DOMINIC HOGG, DR ADRIAN GIBBS, TIM ELLIOTT, SIMON RUSSELL, DR DEBBIE FLETCHER, SIOBHÁN O'BRIEN, *Producer Responsibility: Policy Evaluation. Final Report to the Scottish Government*, mayo de 2011. URL : <http://scotland.gov.uk/Resource/Doc/211199/0120460.pdf>.

ECOTIC, *Informe Ecotic 2008, 2009*. URL : <http://www.ecotic.es/files/MEMORIA%202008%20ECOTIC.pdf#page=1&zoom=auto,0,590>.

EEB, *The WEEE Directive recast: from a good report to an even better law?*, 22 de febrero de 2010.

ENRIQUE REDONDO FUNDACIÓN ECOLEC, *D3.2 «Prueba Piloto España» V1.0 Nov'2012 WEEE TRACE Contrato ECO/10/277256/SI2.597845*, 11 de noviembre de 2012.

ENRIQUE REDONDO y FUNDACIÓN ECOLEC, *WEEE-Trace CIP Eco-Innovation Program (Eco/10/277256) Trazabilidad integral de la gestión de RAEE*, [s.l.], [s.d.].

EUNOMIA RESEARCH & CONSULTING, *Waste Crime: Tackling Britain's Dirty Secret*, [s.d.]. URL : http://www.esauk.org/reports_press_releases/esa_reports/ESAET_Waste_Crime_Tackling_Britains_Dirty_Secret_LIVE.pdf.

EUROPEAN UNION y EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, *Movements of waste across the EU's internal and external borders*, Luxembourg : EUR-OP, 2012. ISBN : 9789292133375 9292133373.

EXPANSIÓN, «La venta de ordenadores de sobremesa crece mientras cae la de portátiles - Expansion.com», [s.d.]. URL : <http://www.expansion.com/agencia/efe/2013/10/27/18881545.html>. Consultado el 1 de abril de 2014.

F.O. ONGONDO, I.D. WILLIAMS [†], T.J. CHERRETT, «How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes».

FREY Otmar, *Elements of successful collection strategies*, presentado en ISWA Beacon Conference, Düsseldorf, 14 de noviembre de 2013. URL : <http://iswabeacon.obladen.de/presentations.html>.

FUNOSA, *Evolución del precio de la chatarra*, 2014. URL : http://www.funosa.com/documents/esp/26-evolucion_chatarra_2014.pdf.

GREENPEACE, *Preguntas Frecuentes sobre Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y Responsabilidad Individual del Productor (RIP) en el contexto de una ley de gestión de basura electrónica*, 2009. URL :



<http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2009/3/preguntas-frecuentes-sobre-res.pdf>.

GREENPEACE, *Joint Statement by a group of Industry and NGOs on Producer Responsibility for Waste Electrical and Electronic Equipment*, 2 de marzo de 2007. URL : <http://www.greenpeace.org/international/PageFiles/24472/joint-statement-by-a-group-of.pdf>.

HIERONYMI, KURT, *Is enough focus being given to designing-in recyclability in consumer electronics?*, 2012.

HUISMAN Jaco, MAGALINI Federico, KUEHR Rüdiger y MAURER Claudia, *2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Final Report*, United Nations University, 5 de agosto de 2007.

INE, «Encuesta de Estructura Salarial 2010 Resultados provisionales», , 26 de junio de 2012. URL : <http://www.ine.es/prensa/np720.pdf>.

ISTAS (INSTITUTO SINDICAL DE TRABAJO, AMBIENTE Y SALUD), *Estimación del empleo potencial en la implantación y desarrollo de la primera fase del SDDR en España*, julio de 2011. URL : <http://www.retorna.org/es/retorna/documentacion.html>.

ITO Y, MILEDI R, MOLENAAR P C, VINCENT A, POLAK R L, GELDER M VAN y DAVIS J N, «Acetylcholine in human muscle», *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing papers of a Biological character. Royal Society (Great Britain)*, vol. 192, n.º 1109, 16 de marzo de 1976, pp. 475-480.

JOHAN SOHAILI, SHANTHA KUMARI MUNIYANDI, SITI SUHAILA MOHMAD, «A Review on Printed Circuit Boards Waste Recycling Technologies and Reuse of Recovered Nonmetallic Materials», febrero de 2012.

JOSÉ SUÁREZ, *¿Podremos recoger el 65%?*, [s.l.], noviembre de 2013.

LLORENTE Carmen, «Las ventas de electrodomésticos se hundieron un 30% | elmundo.es», [s.d.]. URL : <http://www.elmundo.es/mundodinero/2009/03/16/economia/1237190198.html>. Consultado el 1 de abril de 2014.

MAGRAMA, «El sector de los residuos es el mayor generador de empleo verde en España y representa el 27% del total», www.magrama.gob.es, 6 de mayo de 2014. URL : <http://www.magrama.gob.es/es/prensa/noticias/el-sector-de-los-residuos-es-el-mayor-generador-de-empleo-verde-en-espa%C3%B1a-y-representa-el-27-del-total-/tcm7-326598-16>.

MAGRAMA, «Diagnóstico del Sector Residuos en España», *Análisis y prospectiva. Serie Medio Ambiente*, n.º 7, abril de 2014. URL: http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/AyP_RESIDUOS_V10_tcm7-323997.pdf.

MARRÓN Y BLANCO, «ORPAEE denuncia la situación que provocan los productores no registrados», *Marrón y Blanco*, 24 de noviembre de 2006. URL : <http://www.marronyblanco.com/noticias/corporativas/orpae-denuncia-situacion-provocan-productores-no.aspx>. Consultado el 16 de abril de 2014.

MÉNDEZ, RAFA Ediciones EL, «Su nevera vieja contamina África», *EL PAÍS*, 19 de junio de 2011. URL : http://elpais.com/diario/2011/06/19/sociedad/1308434404_850215.html. Consultado el 21 de mayo de 2014.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE, «Análisis y prospectiva. Serie medio Ambiente», 6 de mayo de 2014.
- OCU, «Seguimiento por GPRS: sólo 4 de los 16 residuos electrónicos se procesaron en plantas autorizadas», , octubre de 2013.
- OCU, «Reciclado: trabajo fantasma», *OCU-Compra Maestra*, n.º 363, octubre de 2011. URL : www.ocu.org.
- PERMANYER MARTÍNEZ Olga, «Situación e impacto de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Caso de estudio: los ordenadores», 12 de noviembre de 2013. URL : <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/19666>. Consultado el 16 de abril de 2014.
- POCOCK Robert, CLIVE Helen, COSS Darren y WELLS Philip, *Realising the Reuse Value of Household WEEE*, WRAP, 10/11. URL : <http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/WRAP%20WEEE%20HWRC%20summary%20Sheet.pdf>.
- RECUPERA, «“Confiamos en que la correcta transposición de la directiva RAEE's acabe con las prácticas irregulares”», , octubre de 2013.
- RECYCLIA, *El 93% de los componentes de un PC son reciclables*, 19 de abril de 2014. URL : <http://www.recyclia.es/notas/140514.pdf>.
- REUTER ET AL., *Metal Recycling: Opportunities, Limits, Infrastructure, A Report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel.*, UNEP, 2013.
- RNE, *Das Handy-Pfand fordert eine wirkliche Kreislaufwirtschaft*, Rat für Nachhaltige Entwicklung, 2014.
- RUNGE Monika, *Abschlussbericht des Arbeitskreises «Elektrogeräte und Produktverantwortung»*, Niedersächsisches Umweltministerium, 2007. URL : <http://www.umwelt.niedersachsen.de/download/6533>.
- SAURAT Mathieu y BRINGEZU Stefan, «Platinum Group Metal Flows of Europe, Part 1», *Journal of Industrial Ecology*, vol. 12, n.º 5-6, 1 de octubre de 2008, pp. 754-767. Consultado el 21 de mayo de 2014.
- SBC, *Where are WEEE in Africa? Findings from the Basel Convention E-waste Africa Programme*, 2011. URL : <http://www.basel.int/Portals/4/download.aspx?d=UNEP-CHW-EWASTE-PUB-WeeAfricaReport.English.pdf>.
- SCHLEPP Mathias, HAGELÜKEN Christian y KUEHR Rüdiger, *Recycling: From e-waste to resources*, UNEP, junio de 2009.
- SERVIMEDIA, «El sector de residuos crea un 27% del empleo verde en España», *Servimedia.es*, 7 de mayo de 2014.
- STUART Graham J. y BARLOW Rachel, «Revisions to the EU WEEE and RoHS regimes and proposals on conflict minerals | Lexology», [s.d.]. URL : <http://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=c930637a-98f8-487e-b263-281a331f858f>. Consultado el 14 de abril de 2014.
- UNITED NATIONS UNIVERSITY (UNU), (AEA) AEA Technology, GAIKER y REGIONAL ENVIRONMENTAL CENTRE FOR CENTRAL AND EASTERN EUROPE, *2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic*



Equipment (WEEE), 5 de agosto de 2007. final_rep_unu.pdf. URL :
http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/pdf/final_rep_unu.pdf.

WEEEFORUM, *Documento normativa WEEELABEX Tratamiento*, 5 de septiembre de 2013.

WEEEFORUM, *Documento Normativo WEEELABEX. Logística*, 2 de septiembre de 2011.

WEEEFORUM, *Documento normativo WEEELABEX Recogida*, 2 de septiembre de 2011.

«Eurostat - Data Explorer», 2014. URL : http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_waselee. Consultado el 17 de marzo de 2014.