

Proyecto Fin de Carrera

ITI Química Industrial

Optimización de la gestión de residuos de
aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) de
pequeño tamaño.

Autora

Gimena Bacaicoa Elías

Directoras

Rosa Mosteo Abad

Judith Sarasa Alonso

EUITIZ

CURSO 2011/2012

RESUMEN

La gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), tiene especial importancia por tres motivos: cantidad (son la familia de residuos que más crece), contaminación (contienen una variedad de materiales peligrosos que es necesario tratar), reciclaje y recuperación (una gran fracción es recicitable).

La gestión de los RAEE es una cuestión compleja que abarca muchos aspectos, desde la organización a la ejecución, la recogida selectiva, los sistemas de clasificación y tratamiento. Esto supone un reto complicado desde un punto de vista técnico, legal, económico y educativo.

Mientras que las ventas totales de aparatos de eléctricos y electrónicos son conocidas desde hace tiempo a nivel europeo, el conocimiento relativo a las cantidades de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos generados es muy pobre. En algunos países o no han implantado un registro de estos residuos o si está implantado, lleva muy poco tiempo o no funciona correctamente. Además los RAEE que no son recolectados selectivamente y acaban formando parte de la corriente de residuos sólidos urbanos son difíciles de cuantificar.

En este proyecto se aborda la optimización de la gestión de RAEE de pequeño tamaño en un municipio. La población seleccionada para la implantación y ejecución de la gestión de RAEE se localiza en la zona norte del territorio español con un número de habitantes de 30.000 en una zona urbana en la que sus habitantes tienen un poder adquisitivo medio. Esto se traduce en disposición de infraestructuras auxiliares a la gestión de RAEE y un consumo medio-alto de AEE. Para la recogida de los RAEE de todo tipo de categorías existe un punto limpio. Este se encuentra a las afueras del centro urbano de la localidad, por lo que no es tan accesible como el resto de contenedores. Para aumentar la eficiencia de la gestión de RAEE en la localidad se propone la instalación de un nuevo contenedor que amplíe la gama existente.

El contenedor que cumple la mayor parte de estas características y podría satisfacer en gran medida las necesidades expuestas está patentado por la empresa *Blipvert® S.L.* No obstante hay alguno de los requisitos que el contenedor de Blipvert no reúne. Se muestra un nuevo diseño de contenedor basado en el mini de Blipvert®.

Se describen las opciones de tratamiento existentes para los RAEES recogidos en contenedor propuesto. De los muchos posibles residuos eléctricos y electrónicos que pueden recogerse son tres los seleccionados para describir su tratamiento final tras la recogida y el transporte: lámparas, reproductor MP3 y discos compactos CDs.

ÍNDICE GENERAL

0. GLOSARIO	I
1. OBJETIVO Y ALCANCE	1
2. LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS Y SUS RESIDUOS	1
2.1 INTRODUCCIÓN	1
2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS AEE	4
2.3 MATERIALES Y COMPONENTES DE LOS AEE Y SUS RESIDUOS	5
2.3.1 <i>Metales</i>	8
2.3.2 <i>Plásticos</i>	10
2.3.3 <i>Placas de circuito impreso</i>	11
2.3.4 <i>Circuitos integrados</i>	12
2.3.5 <i>Componentes eléctricos y electrónicos</i>	12
2.3.6 <i>Vidrio</i>	14
2.3.7 <i>Tubos de rayos catódicos (TRCS)</i>	14
2.3.8 <i>CFC, HCFC Y HFC</i>	14
2.3.9 <i>Pantallas de cristal líquido</i>	15
2.3.10 <i>Cables</i>	15
2.3.11 <i>Pilas y baterías</i>	15
2.3.12 <i>Aceites</i>	16
2.3.13 <i>Hormigón</i>	16
2.3.14 <i>Madera y conglomerados</i>	16
2.3.15 <i>Tóner</i>	16
2.4 IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE AEE	18

2.5 MARCO NORMATIVO	21
2.5.1 <i>Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados</i>	21
2.5.2 <i>Real Decreto 208/2005 sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos</i>	21
2.5.3 <i>ORDEN MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos</i>	23
2.5.4 <i>Plan Nacional Integral de Residuos 2008-2015</i>	24
2.5.5 <i>Convenio de Basilea</i>	28
3. LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	1
3.1 INTRODUCCIÓN	1
3.2 ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN Y GESTIÓN	2
3.2.1 <i>Europa de los 27</i>	2
3.2.2 <i>España</i>	6
3.3 ESQUEMA DE GESTIÓN DE LOS RAEE	8
3.3.1 <i>Sistemas de recogida</i>	8
3.3.2 <i>Sistemas de tratamiento</i>	9
3.3.3 <i>Sistemas de gestión en España</i>	18
3.3.4 <i>Sistemas de gestión en otros países</i>	23
4. IMPLANTACIÓN DE LA GESTIÓN DE PEQUEÑOS RAEE EN UN MUNICIPIO	1
4.1 CONTEXTO, JUSTIFICACIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL	1
4.2 ALMACENAMIENTO, RECOGIDA Y TRANSPORTE	3
4.3 TRATAMIENTO	16
4.3.1 <i>Tratamiento de lámparas</i>	16
4.3.1.1 Bombillas incandescentes	16
4.3.1.2 Bombillas fluorescentes compactas	19
4.3.1.3 Lámparas de descarga de gas a alta presión	21

4.3.2	<i>Tratamiento reproductor MP3</i>	23
4.3.3	<i>Tratamiento disco compacto CD</i>	26
5.	CONCLUSIONES	1
6.	REFERENCIAS	I-V
7.	ANEXOS	I-XVIII

0. GLOSARIO

GIMENA BACAICOA ELÍAS

0. GLOSARIO

A continuación se detalla una lista de términos que serán utilizados en la memoria del presente proyecto y que son claves para la comprensión del mismo.

- 1:1: entrega de un RAEE por la compra de un AEE en el establecimiento.
- 3R: Reducir, Reusar, Reciclar.
- AEE: aparatos eléctricos y electrónicos.
- B2B: “**Business To Business**” es un concepto de negocios en el que sólo intervienen empresas que prestan servicios a otras empresas.
- B2C: **Business To Consumer**” es un concepto de negocio empresas consumidor final.
- CC.AA: comunidades autónomas.
- CE: Comunidad Europea.
- CEE: Comunidad Económica Europea.
- CER: catálogo europeo de residuos.
- CFC: Clorofluorocarburos.
- DTIE: División de Tecnología, Economía e Industria.
- EUROSTAT: centro estadístico de la Comisión Europea.
- G8: grupo de países industrializados del mundo cuyo peso político, económico y militar es muy relevante a escala global. Está conformado por Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Reino Unido y Rusia.
- HCFC: hidroclorofluorocarbonados.
- HFC: hidrofluorocarbonados.
- HP: Hewlett-Packard.
- IETC: Centro Internacional de Tecnologías del Medioambiente.
- INE: Instituto Nacional de Estadística.
- IT o TI: tecnologías de la información.
- NiMH: níquel-hidruro metálico.
- OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
- PBB: polibromobifenilos.
- PBDE: polibromodifenilo éteres.
- PCI: placa de circuito impreso.
- PNIR: plan nacional integral de residuos.
- PVC: policloruro de vinilo.

- RAEE histórico: RAEE de productos puestos en el mercado antes del 13 de agosto de 2005.
- RAEE: residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- SIG: sistema integral de gestión.
- SteP: Solving the E-Waste Problem (solucionando el problema de los RAEE).
- T: tonelada (1000kg).
- TBBA: tetrabromo-bifenol-A.
- TRC: tubos de rayos catódicos.
- UE: Unión Europea.
- UNEP: United Nations Environment Programme (Programa Medioambiental De las Naciones Unidas).
- USD: dólares americanos.

1. OBJETIVO Y ALCANCE

GIMENA BACAICOA ELÍAS

1. OBJETIVO Y ALCANCE

Si miramos alrededor nuestro nos encontramos con una cantidad importante de aparatos eléctricos y electrónicos que se han hecho casi imprescindibles en el día a día de la sociedad avanzada. Todos estos aparatos como ordenadores portátiles, móviles, lámparas, reproductores de música y video, electrodomésticos, maquinillas de afeitar... al final de su vida útil se convierten en residuos. El aumento de este tipo de residuos durante los últimos años ha sido alarmante, por lo que se considera necesaria una gestión de estos residuos. Lamentablemente, dicha gestión no se ha realizado durante muchos años, lo que provoca una contaminación del medioambiente y un desperdicio de materiales.

El interés de este proyecto es enmarcar la situación en la que se encuentra actualmente la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a nivel mundial, europeo y nacional, siendo estos dos últimos ámbitos, por alusión y por poner un límite, dónde se centra el proyecto.

Además de dar una visión global de la problemática creada por este tipo de residuos, este documento pretende también aportar datos de las cantidades estimadas de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) que se generan; sobre los distintos tipos de componentes que los forman; y, sobretodo, de las tecnologías aplicables para su aprovechamiento. Esta información está contextualizada en los últimos 20 años, ya que fue al principio de los 90 cuando empezó el consumo normalizado de este tipo de aparatos y es en estos últimos años que este sector ha sufrido un "boom". Además esto se ve reflejado en la aparición de leyes reguladoras de este tipo de residuos al principio de los 2000.

Dada la importancia de la recogida selectiva de estos residuos y la necesidad de incluir medios para hacer posible un aumento en la eficiencia de este factor, este proyecto se centra en la mejora de la gestión de RAEE de pequeño tamaño, y en concreto en el desarrollo e implantación de un contenedor multiproducto en una localidad concreta y en la concienciación ciudadana con el fin de aumentar el uso eficiente del mismo.

Para poder cumplir este objetivo, en primer lugar se hace una recopilación bibliográfica sobre qué son y de qué están compuestos los AEE y RAEE, sobre la legislación que les ampara y que problemática lleva asociada la producción de AEE y la generación de RAEE. En segundo lugar se recogen datos relacionados con las cantidades de AEE vendidos y RAEE generados. También se plasma de forma genérica la situación actual de la gestión de RAEE. Todo lo anterior forma la base necesaria para mostrar desde un ángulo más amplio la gestión en una localidad en concreto donde se implanta el contenedor multiproducto.

2. LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS Y SUS RESIDUOS

GIMENA BACAICOA ELÍAS

2. LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (AEE) Y SUS RESIDUOS (RAEE)	1
2.1. INTRODUCCIÓN	1
2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.....	4
2.3. MATERIALES Y COMPONENTES DE LOS AEE Y SUS RESIDUOS ...	5
2.3.1. <i>Metales</i>	8
2.3.2. <i>Plásticos</i>	10
2.3.3. <i>Placas de circuito impreso</i>	11
2.3.4. <i>Circuitos integrados</i>	12
2.3.5. <i>Componentes eléctricos y electrónicos</i>	12
2.3.6. <i>Vidrio</i>	14
2.3.7. <i>Tubos de rayos catódicos (TRCS)</i>	14
2.3.8. <i>CFC, HCFC y HFC</i>	14
2.3.9. <i>Pantallas de cristal líquido</i>	15
2.3.10. <i>Cables</i>	15
2.3.11. <i>Pilas y baterías</i>	15
2.3.12. <i>Aceites</i>	16
2.3.13. <i>Hormigón</i>	16
2.3.14. <i>Madera y conglomerados</i>	16
2.3.15. <i>Tóner</i>	16
2.4. IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE AEE	18
2.5. MARCO NORMATIVO	21
2.5.1. <i>Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.</i>	21
2.5.2. <i>Real Decreto 208/2005 sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos</i>	21
2.5.3. <i>ORDEN MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos</i>	23
2.5.4. <i>Plan Nacional Integral de Residuos 2008-2015.....</i>	24
2.5.5. <i>Convenio de Basilea</i>	28

2. LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (AEE) Y SUS RESIDUOS (RAEE)

2.1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la industria electrónica ha revolucionado el mundo: los productos eléctricos y electrónicos se han convertido en objetos cotidianos del día a día en la vida de las personas. Sin estos aparatos, la vida moderna no sería posible en los países desarrollados y en los países en vía de desarrollo. Estos productos sirven además en áreas como la medicina, educación, salud, alimentación, comunicación, seguridad, protección medioambiental y cultura. Tales aplicaciones incluyen muchos aparatos domésticos como neveras, lavavajillas, teléfonos, móviles, ordenadores, impresoras, juguetes, reproductores de música, televisión...

La cantidad de AEE que salen al mercado cada año de este tipo de aparatos está creciendo tanto en los países desarrollados como en vías de desarrollo. Los datos sobre este tipo de aparatos escasean, pero se estima que actualmente se generan unos 40 millones de toneladas por año en todo el mundo [www.crana.org]. Los riesgos ambientales y sanitarios que presenta la creciente cantidad de basura electrónica en todo el mundo son especialmente graves en los países en vías de desarrollo, ya que algunos reciben los desechos de las naciones “ricas” y los gestionan de modo inadecuado. Por eso se debe aplicar una de las premisas de la conservación del medio ambiente “Piensa en global, actúa en local”.

La gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, tiene especial importancia por tres motivos:

- 1.- CANTIDAD: son la familia de residuos que más crece.
- 2.- CONTAMINACIÓN: contienen una variedad de materiales peligrosos que es necesario tratar (Fósforo, PVC, metales pesados...).
- 3.- RECICLAJE Y RECUPERACIÓN: una gran fracción es reciclabl e.

En este capítulo se describe el contexto de los aparatos eléctricos y electrónicos y sus residuos, partiendo desde su definición y pasando por el marco legislativo que les incumbe, su clasificación, historia, caracterización y problemática.

A continuación se muestran distintas definiciones de AEE y RAEE que dependen de la fuente utilizada.

DIRECTIVA 2002/96/CE Sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

“A efectos de la presente Directiva, se entenderá por:

- a) *aparatos eléctricos y electrónicos o AEE*: todos los aparatos que necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos para funcionar y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos pertenecientes a las categorías indicadas en el anexo I A de la Directiva 2002/96/CE (RAEE) y que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1 000 V en corriente alterna y 1 500 V en corriente continua.

- b) *residuos de aparatos eléctricos y electrónicos* o *RAEE*: todos los aparatos eléctricos y electrónicos que pasan a ser residuos de acuerdo con la definición que consta en la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE; este término comprende todos aquellos componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del producto en el momento en que se desecha. “

REAL DECRETO 208/2005 Sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

“A los efectos de este real decreto, se entenderá por:

- a) *Aparatos eléctricos y electrónicos*: aparatos que necesitan para funcionar corriente eléctrica o campos electromagnéticos, destinados a ser utilizados con una tensión nominal no superior a 1.000 V en corriente alterna y 1.500 V en corriente continua, y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos.
- b) *Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*: aparatos eléctricos y electrónicos, sus materiales, componentes, consumibles y subconjuntos que los componen, procedentes tanto de hogares particulares como de usos profesionales, a partir del momento en que pasan a ser residuos.”

IHOBE Sociedad Pública que tiene por finalidad apoyar al Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco

“En términos generales, cualquier equipo que necesita de la electricidad para trabajar correctamente es un equipo eléctrico o electrónico. Cada producto eléctrico o electrónico consiste en una combinación de módulos. Los módulos básicos, comunes a la mayoría de aparatos eléctricos y electrónicos, son los conjuntos de circuitos impresos, cables, conductores flexibles, alambres, plásticos con o sin retardantes de llama, aparatos visualizadores, tales como tubos de rayos catódicos, y pantallas de cristal líquido, acumuladores y baterías, medios de almacenamiento de datos, elementos de generación de luz, capacitancias, resistores y relés, sensores y conductores.”

La historia de los aparatos eléctricos y electrónicos comienza el 23 de diciembre de 1947 con la llegada al mundo de Transistor. Esto es el punto de partida de una nueva era de la científica, tecnológica y social.

Las prestaciones solicitadas en la década de los cuarenta a los equipos electrónicos, eran pobremente satisfechas por los tubos de vacío. Gracias al desarrollo de los dispositivos semiconductores se pudieron paliar estas faltas.

El carácter complejo de este tipo de aparatos, que fue creciendo en la segunda mitad del siglo, y la integración de los mismos en espacios muy pequeños provoca que surjan continuamente nuevos y sofisticados equipos con una velocidad evolutiva que nunca antes había ocurrido en la historia de la humanidad. La sociedad sufrió profundos cambios, esta tendencia sigue hoy en día aunque quizá más moderada.

Las características de los equipos electrónicos varían continuamente. Se disminuye el tamaño de los equipos los sistemas anteriores que pasan a estar integrados en chips, en la línea demandada por el mercado de reducido peso, volumen y de mayor portabilidad. Además, también aumenta en eficiencia, equipos complejos es posible que sean alimentados con pilas o baterías. Y unido al aumento de la complejidad de los circuitos integrados se presenta una importante mejora de su fiabilidad: fallan menos, duran más; ya no se averían tanto como los primeros.

A pesar de los avances para mejorar su fiabilidad, actualmente se habla de la obsolescencia programada creada para fomentar el consumo de estos aparatos. El fomento se basa en que si duran menos, la gente desechará y comprará con más frecuencia, manteniendo o haciendo crecer la economía, esta es la base del consumismo creada por el analista de mercado Victor Lebow [www.storyofstuff.org]. Esto provoca un aumento preocupante de la cantidad de residuos que se genera.

El vertiginoso desarrollo de la electrónica de los semiconductores y la creación en 1971 del primer microprocesador por *Intel* provocaron el inicio de esta nueva revolución tecnológica en los años 70. Con la aparición del microprocesador se inicia un nuevo modo de organización tecnológica, económica y social.

Surgen continuadamente nuevos aparatos eléctricos y electrónicos para satisfacer necesidades humanas hasta entonces no cubiertas. Al poder ser adquiridos incluso por los consumidores de menores recursos, se fabrican en cantidades masivas. Por ello, durante este período tiene lugar un hecho de capital importancia: la aproximación de la tecnología más avanzada al hombre, como jamás había ocurrido antes. Se llega a una situación de «convivencia», de familiarización de la población con este tipo de productos. Como consecuencia del desarrollo de la microelectrónica la tecnología se hace omnipresente y necesaria en la vida cotidiana, sobre todo en lo que respecta a los equipos eléctricos y electrónicos. Los hogares se llenan de electrodomésticos que facilitan las labores cotidianas y las personas en su actividad cotidiana conviven, controla y trabajan con potentes y avanzados equipos eléctricos y electrónicos.
[Universidad de Cádiz - UCA, 2008]

2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

A la hora de clasificar los AEE hay dos formas oficiales, una de ellas marcada por la Unión Europea en su directiva 2002/96/CE sobre la gestión de los residuos de estos aparatos y otra desde el punto de vista de la producción, comercialización y consumo.

Según la normativa UE

Las categorías de aparatos eléctricos y electrónicos que abarca la presente Directiva 2002/96/CE son las que aparecen en el Anexo IA de la misma:

1. Grandes electrodomésticos, como por ejemplo lavadoras, frigoríficos...
2. Pequeños electrodomésticos, tales como aspiradoras, tostadoras...
3. Equipos de TI y telecomunicaciones
4. Aparatos electrónicos de consumo, véase televisores, radios...
5. Aparatos de alumbrado
6. Herramientas eléctricas y electrónicas (con excepción de las herramientas industriales fijas de gran envergadura)
7. Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre
8. Materiales médicos (con excepción de todos los productos implantados e infectados)
9. Instrumentos de mando y control
10. Máquinas expendedoras

Estas categorías son detalladas en el Anexo I de la presente memoria.

Según la producción, comercialización y consumo.

Esta clasificación divide a los aparatos eléctricos y electrónicos en tres líneas diferentes:

- Línea Blanca: electrodomésticos relacionados con el frío, el lavado, la cocción y el confort
- Línea Marrón: aparatos de consumo como televisiones, radios, videos etc.
- Línea Gris: equipos utilizados en las Tecnologías de la Información y aparatos de telecomunicación.

Estas tres líneas no abarcan todos los aparatos que están bajo el mandato de la Directiva de la UE, pero sí constituyen cuando llegan al final de su vida útil, el origen de la mayoría de los residuos de AEE. [www.gremirecuperacio.org]

2.3. MATERIALES Y COMPONENTES DE LOS AEE Y SUS RESIDUOS

Una de las características que hacen especiales a los AEE y sus residuos, es la heterogeneidad que presentan todos ellos. Son muchos los materiales que los componen y de muy diversas propiedades y composición.

Materiales no peligrosos

Tras ser extraídos de los equipos desecharados, estos materiales poseen normalmente valor en el mercado o pueden ser utilizados para la obtención de energía mediante su incineración. El proceso de extracción conlleva una rentabilidad asociada.

Los materiales de más valor en los RAEE son los metales (férreos y no férreos) y los plásticos, para ambos existen métodos de recuperación experimentados y eficientes, además de un buen mercado de estos materiales reciclados.

Sustancias peligrosas

Estas sustancias deben ser separadas del equipo y tratadas de forma especial debido a su potencial dañino tanto para el medio ambiente como para la salud. En el caso que la extracción no sea posible tendrán que ser enviados a vertederos controlados y asegurarse que no implican riesgo alguno. En contadas ocasiones pueden ser incinerados para la obtención de energía y siempre bajo estrictos controles del proceso.

Actualmente la directiva 2002/95/CE prohíbe el uso de sustancias peligrosas en la fabricación de AEE, pero los residuos históricos son continentes de estas sustancias. En la *tabla I 2.3* se muestra la relación de las sustancias peligrosas en los RAEE con su ubicación en las partes que los componen.

LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS Y SUS RESIDUOS

CAPÍTULO 2

TABLA I 2.3: SUSTANCIAS PELIGROSAS EN LOS RAEE

SUSTANCIA	UBICACIÓN EN LOS RAEE
Compuestos halogenados:	
- PCB	Condensadores, transformador
- TBBA - PBB - PBDE	Material ignífugo para plásticos (componentes de termoplásticos, aislación de cables) TBBA está presente mayoritariamente como retardante de llama en las cápsulas o en las placas de circuitos impresos.
- CFC	Unidad de refrigeración, espuma aislante.
- PVC	Aislante para cables.
Metales pesados y otros metales:	
- Arsénico	Pequeñas cantidades en forma de arseniuro de galio dentro de los LED
- Bario	En tubos de rayos catódicos
- Berilio	Cajas de potencia que contienen rectificadores controlados de silicio y lente de rayos-X.
- Cadmio	Baterías recargables de Ni-Cd, capa fluorescente (pantallas TCR), tintas de impresoras y tóner, máquinas fotocopiadoras
- Cromo hexavalente	Cintas de datos, disco flexible
- Plomo	Pantallas TCR, baterías, placas de circuito impreso
- Litio	Baterías de litio
- Mercurio	Lámparas fluorescentes que producen luz negra en los LCDs, en algunas baterías alcalinas y en interruptores de mercurio humedecido
- Níquel	Baterías recargables NiCd o NiMH, lanza electrones en los TCR
- Itrio, Europio	Capa fluorescente (pantallas TCR)
- Selenio	Fotocopiadoras viejas
- Zinc (sulfuro de)	Interior de las pantallas de TCR mezclado con Eu e Y
Otros:	
- Polvo de tóner	Cartuchos de tóner para impresoras
Sustancias radioactivas - Americio	Equipos médicos, detectores de fuego, sensores en los detectores de humo.

Fuente: www.ewasteguide.info

Se pueden identificar 2 grupos principales de materiales en función de su peligrosidad. Además dentro de estos grupos se encuentran los tipos de componentes que se clasifican por su naturaleza.

LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS Y SUS RESIDUOS

CAPÍTULO 2

Componentes

Los AEE están constituidos principalmente por alguno de los siguientes componentes:

- Metales
- Plásticos
- Placas de circuito impreso
- Circuitos híbridos
- Componentes eléctricos y electrónicos
- Vidrio
- Tubos de rayos catódicos
- CFCs, HCFCs y HFCs
- Pantallas de cristal líquido
- Cables
- Pilas y baterías
- Aceites
- Hormigón
- Madera y aglomerados
- Toners

Dependiendo del equipo que se trate estarán presentes alguno o más componentes de los antes citados. En la *tabla II 2.3* se muestra los porcentajes de los componentes de algunas categorías de AEE.

TABLA II 2.3: COMPONENTES DE ALGUNAS CATEGORÍAS DE AEE

Material	Grandes electrodomésticos	Pequeños electrodomésticos	Equipos IT y de consumo	Luminarias
Metales ferrosos	43 %	29 %	36 %	-
Aluminio	14 %	9.3 %	5 %	14 %
Cobre	12 %	17 %	4 %	0.22 %
Plomo	1.6 %	0.57 %	0.29 %	-
Cadmio	0.0014 %	0.0068 %	0.018 %	-
Mercurio	0.000038 %	0.000018 %	0.00007 %	0.02 %
Oro	0.00000067 %	0.00000061 %	0.00024 %	-
Plata	0.0000077 %	0.000007%	0.0012 %	-
Paladio	0.0000003 %	0.00000024 %	0.00006 %	-
Indio	0 %	0 %	0.0005 %	0.0005 %
Plásticos bromados	0.29 %	0.75 %	18 %	3.7 %
Plásticos	19 %	37 %	12 %	0 %

TABLA II 2.3: COMPONENTES DE ALGUNAS CATEGORÍAS DE AEE

Material	Grandes electrodomésticos	Pequeños electrodomésticos	Equipos IT y de consumo	Luminarias
Metales ferrosos	43 %	29 %	36 %	-
Aluminio	14 %	9.3 %	5 %	14 %
Cobre	12 %	17 %	4 %	0.22 %
Plomo	1.6 %	0.57 %	0.29 %	-
Vidrio de plomo	0 %	0 %	19 %	0 %
Vidrio	0.017 %	0.16 %	0.3 %	77 %
Otros	10 %	6.9 %	5.7 %	5 %
Total	100 %	100 %	100 %	100 %

Fuente: www.ewasteguide.info

A continuación se describen más minuciosamente cada uno de los componentes arriba nombrados.

2.3.1. Metales

Los metales que componen los AEE suelen ser ferromagnéticos de una manera más abundante y no-ferromagnéticos (principalmente acero inoxidable, aluminio, cobre...) También se encuentran metales preciosos como oro, plata, platino... pero en cantidades mucho menores.

Alguno de los metales que se encuentran en los AEE son peligrosos, cuya utilización está vetada por la directiva 2002/95. Los más importantes son [www.ewasteguide.info]:

Plomo: El plomo es el quinto metal más utilizado después del hierro, aluminio, cobre y zinc. Se utiliza comúnmente en la industria eléctrica y electrónica en las soldaduras, baterías de plomo, componentes electrónicos, revestimiento de cables, en el vidrio de tubos de rayos catódicos, etc. La exposición breve a altos niveles de plomo puede causar vómitos, diarrea, convulsiones, coma o incluso la muerte. Otros síntomas son pérdida de apetito, dolor abdominal, estreñimiento, fatiga, insomnio, irritabilidad y dolor de cabeza. La exposición constante y excesiva, como en un entorno industrial, puede afectar los riñones. Es especialmente peligroso para los niños pequeños, ya que puede dañar las conexiones nerviosas y causar trastornos cerebrales.

Aleado con estaño (63% Sn+ 37% Pb), se encuentra en su mayoría en las soldaduras para unir los componentes a la placa de circuito. Esta soldadura posee unas propiedades muy buenas para este fin (gran resistencia, conductividad térmica y eléctrica buena, impenetrable a gases y líquidos...) pero al ser tóxico y por lo

tanto peligroso se están estudiando otras sustancias para sustituirlo, sin mucho éxito.

Arsénico: es un metal venenoso el cual está presente en polvo y sustancias solubles. Una exposición crónica puede llevar a varias enfermedades de la piel y reducir la velocidad de conducción nerviosa. Además puede provocar cáncer de pulmón y a menudo puede ser mortal.

Bario: es un metal que es usado en bujías y lámparas fluorescentes. Siendo altamente inestable en estado puro, forma óxidos venenosos cuando entra en contacto con el aire. Una exposición corta a bario puede conducir a tumores cerebrales, debilidad muscular, daños al corazón, hígado y bazo. Los estudios en animales muestran aumento de la presión arterial y cambios en el corazón por la ingestión de bario durante un largo período de tiempo. Los efectos a largo plazo de la exposición crónica a bario a los seres humanos todavía no se conocen debido a la falta de datos sobre los efectos.

Berilio: ha sido clasificado recientemente como un agente cancerígeno para los seres humanos porque la exposición a él puede causar cáncer de pulmón. Los trabajadores que están constantemente expuestos a berilio, incluso a pequeñas cantidades, y quienes llegan a ser sensibles a él pueden desarrollar lo que es conocido como la Enfermedad Crónica del Berilio, una enfermedad que primeramente afecta a los pulmones. La exposición al berilio también causa una forma de enfermedad de la piel que se caracteriza por mala cicatrización de heridas y protuberancias similares a las verrugas. Los estudios han demostrado que las personas pueden desarrollar enfermedades de berilio incluso muchos años después de la última exposición.

Cadmio: compuestos de cadmio puede tener repercusiones graves en los riñones. El cadmio se absorbe por la respiración, pero también se toma con alimentos. Debido a la larga vida media en el cuerpo, el cadmio puede ser fácilmente acumulado en cantidades que provocan síntomas de envenenamiento. El cadmio muestra el peligro de efectos acumulativos en el medio ambiente debido a su toxicidad aguda y crónica. La exposición aguda a humos de cadmio causa la gripe como síntomas de debilidad, fiebre, dolor de cabeza, escalofríos, sudoración y dolor muscular. Los riesgos primarios de salud de la exposición a largo plazo son el cáncer de pulmón y riñón. El cadmio también se cree que causa enfisema pulmonar y enfermedades de los huesos (osteomalacia y la osteoporosis).

Cromo: el cromo y sus óxidos son ampliamente utilizados debido a su alta conductividad y propiedades anti corrosivas. Mientras que algunas formas de cromo no son tóxicas, el cromo (VI) se absorbe fácilmente en el cuerpo humano y puede producir varios efectos tóxicos en las células. El cromo (VI) irrita los ojos, la piel y las membranas mucosas. La exposición crónica al cromo (VI) puede causar lesiones permanentes en los ojos y causar daños en el ADN.

Mercurio: es uno de los metales más tóxicos aún ampliamente utilizados en aplicaciones eléctricas y electrónicas. Es un metal pesado tóxico que se bioacumula, causando daño cerebral y hepático si se ingiere o se inhala. En la electrónica y los aparatos eléctricos, el mercurio está muy concentrado en las baterías, algunos interruptores y termostatos y lámparas fluorescentes.

Selenio: la exposición a altas concentraciones de compuestos de selenio puede provocar selenosis. Los signos principales de la selenosis son la pérdida del cabello, uñas quebradizas y anomalías neurológicas.

Para finalizar, indicar que los metales son los que alcanzan mayor tasa de recuperación, sobre todo los metales ferreos. Existen técnicas de reciclado muy experimentadas y un buen mercado para los materiales recuperados.

2.3.2. Plásticos

Los plásticos están muy presentes en los AEE: carcasa, material base de las placas de circuito impreso, cristales líquidos, adhesivos, recubrimientos...

Existen distintas clasificaciones de tipos de plásticos según que propiedades se observen. En función de su comportamiento, se clasifican en termoplásticos, termoestables y elastómeros.

Termoplásticos: Son flexibles y se pueden fundir y solidificar sin que cambien sus propiedades. Entre ellos los más importantes son:

- Polietileno (PE)
- Polipropileno (PP)
- Poliestireno (PS)
- Poliestireno Expandido (EPS)
- Copolímero Estireno-Acrilonitrilo (SAN)
- Poliestireno de Alto Impacto (PS-HI)
- Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS)
- Policloruro De Vinilo(PVC)
- Politetrafluoretilenos (PTFE)
- Polióxido de Metileno (POM)
- Policarbonato (PC)
- Politereftalato de Etileno (PET)
- Poliamidas (PA)
- ...

Termoestables: Se vuelven flexibles a partir de una T^a a la cual ya comienza la descomposición.

- Resinas Fenólicas (PF)
- Resinas de Poliéster Insaturado (UP)
- Resinas Epoxi (EP)
- Poliuretanos (PUR)
- Melamina
- ...

Elastómeros: Se pueden deformar ejerciendo una presión y luego recuperan su estado original.

- Cauchos: naturales, modificados, neopreno...

En los AEE lo más abundantes son los termoplásticos. El problema desde el punto de vista medioambiental que presentan los plásticos es la difícil o nula degradación en la naturaleza. Esto es debido al origen sintético de los mismos, salvo aquellos que hayan sido sintetizados con la propiedad de ser biodegradables o fotodegradables.

2.3.3. Placas de circuito impreso

Es el elemento fundamental e imprescindible, actualmente, para la interconexión de los componentes electrónicos de los AEE. Una placa de circuito impreso (PCB, PCI o PWB) se compone de una lámina de material aislante que sobre sus caras externas y puede que en su interior, se han depositado láminas conductoras (pistas). Esta tecnología de interconexión se lleva utilizando desde mediados del siglo XX.

El material base de la placa es una resina normalmente fenólica o epoxídica. Solamente en casos especiales se utiliza PTFE o Teflón® para señales de alta frecuencia y poliamida para temperaturas de operación altas. Para mejorar las propiedades mecánicas y térmicas estas resinas se mezclan con sustancias tales como celulosa, vidrio, cerámica, etc. Para evitar que puedan arder al alcanzar elevadas temperaturas se les añade retardantes de llama, siendo los mayoritarios los bromados. Los tres principales tipos de componentes bromados retardantes de llama usados en los AEE son PBB, PBDE y TBBA. Han sido encontrados en polvo de la calle a través de migración o evaporación desde los plásticos. La mayoría de los fabricantes del sector electrónico han empezado a dejar de utilizar estos compuestos debido a su toxicidad.

Respecto a las placas conductoras, la mayoría son de cobre. A estas se le unen, mediante soldadura de Sn67%/Pb37%, los componentes electrónicos. *[Universidad de Cádiz - UCA, 2008]*

En conjunto, a las placas se les considera elementos peligrosos por las sustancias que contienen (Pb, retardantes de llama...)

2.3.4. Circuitos integrados

Un circuito integrado (CI), también conocido como chip o microchip, es una pastilla pequeña de material semiconductor, de algunos milímetros cuadrados de área, sobre la que se fabrican circuitos electrónicos generalmente mediante fotolitografía y que está protegida dentro de un encapsulado de plástico o cerámica. El encapsulado posee conductores metálicos apropiados para hacer conexión entre la pastilla y un circuito impreso.

Entre los circuitos integrados más complejos y avanzados se encuentran los microprocesadores, chips de memorias digitales.

Los tipos de circuitos integrados son los siguientes:

- *Circuitos monolíticos*: Están fabricados en un solo monocrystal, habitualmente de silicio, pero también existen de germanio, arseniuro de galio, silicio-germanio, etc.
- *Circuitos híbridos de capa fina*: Son muy similares a los circuitos monolíticos, pero, además, contienen componentes difíciles de fabricar con tecnología monolítica.
- *Circuitos híbridos de capa gruesa*: Se apartan bastante de los circuitos monolíticos. De hecho suelen contener circuitos monolíticos sin cápsula, transistores, diodos, etc., sobre un sustrato dieléctrico, interconectados con pistas conductoras. Los resistores se depositan por serigrafía y se ajustan haciendo cortes con láser. Todo ello se encapsula, en cápsulas plásticas o metálicas, dependiendo de la disipación de energía calórica requerida. En muchos casos, la cápsula no está "moldeada", sino que simplemente se cubre el circuito con una resina epoxi para protegerlo.

2.3.5. Componentes eléctricos y electrónicos

Un circuito discreto está formado de componentes individuales, los cuales son interconectados entre sí para formar un circuito útil. Estos componentes y sus uniones son los siguientes [www.harlingen.tstc.edu]:

- Alambres y conductores: los componentes utilizados son interconectados por alambres. Los alambres son llamados conductores porque pueden conducir corriente.
- Resistencias: controlan o limitan la cantidad de corriente fluyendo a través del circuito. Comúnmente las resistencias son hechas de componentes de carbón, alambre metálico o bien hojas conductoras (film).
- Inductancias: comúnmente se les llama bobinas. Estas agregan inercia a los circuitos eléctricos y electrónicos.
- Capacitores: Muchos capacitores están hechos de dos delgadas placas metálicas colocadas de forma paralela y separadas entre sí por un material llamado dieléctrico. Los capacitores almacenan carga y energía. De hecho los capacitores agregan elasticidad a los circuitos.

CAPÍTULO 2

- Interruptores: Cuando mediante el uso de un interruptor cerramos un circuito eléctrico, permitimos que circule corriente a través de él. Cuando deseamos que la corriente deje de circular en el mismo circuito, simplemente volvemos a su posición inicial.
- Transformadores: están hechos con bobinas de alambre separadas, llamadas bobinados sobre un núcleo metálico. Son utilizados para incrementar o disminuir voltajes de corriente alterna.
- Relevadores: son utilizados para aislar circuitos eléctricos entre sí. Constan de una bobina arrollada sobre un núcleo metálico que le permite formar un campo magnético cuando una corriente eléctrica circula a través de ella, esto permite que por la ley de campos magnéticos atraiga una armadura metálica, la cual contiene contactos metálicos que forman el lado secundario del relevador y los cuales se utilizan como especie de interruptor para formar parte de otro circuito eléctrico completamente aislado del primero.
- Luces indicadoras: se utilizan para mostrar que un circuito está activado o desactivado, cuando existe la presencia de algo como puede ser agua, aceite, presión de aire, etc. Las lámparas incandescentes son utilizadas para esos propósitos, contienen un filamento de material de tungsteno el cual se pone rojo o blanco caliente cuando una corriente eléctrica circula a través de él. Algunos indicadores son lámparas de neón. Las cuales consisten de un encapsulado de vidrio que contiene gas neón en su interior y dos electrodos separados. Cuando una cantidad suficiente de voltaje es aplicada entre sus electrodos, el gas neón se ioniza emitiendo una luz de color naranja. Cuando la intensidad de la luz no es tan importante como la vida del indicador, entonces optamos por la utilización de los diodos emisores de luz (LED).
- Fusibles: protegen los circuitos eléctricos y electrónicos de excesivas cantidades de corriente. Muchos fusibles contienen un filamento metálico el cual tiene un coeficiente de temperatura bajo de fundición. Una excesiva corriente al circular por el filamento por causa de la disipación de potencia caliente al mismo rompiéndolo y desactivando el circuito.
- Transistores: amplifican señales. Señales muy débiles son tomadas del aire a través de una antena y amplificadas con circuitos de transistores. Los transistores muy a menudo son utilizados como interruptores.

Muchos de estos componentes de AAE, precedentes a la normativa que prohíbe el uso de sustancias peligrosas, contienen los PCBs (bifenilos policlorados), encontrándose en sus residuos esta sustancia, así como en algunos otros residuos debido a su amplio uso en el pasado. Algunos de ellos son fluidos dieléctricos para condensadores y transformadores, fluidos de transferencia de calor y como aditivos en adhesivos y plásticos. Se ha demostrado que los PCB causan cáncer en animales, tienen efectos sobre el sistema inmunológico, sistema reproductor, sistema nervioso, sistema endocrino y otros efectos de salud. Los PCB son contaminantes persistentes en el medio ambiente. Debido a la alta solubilidad en lípidos y la tasa de metabolismo lento de estos productos químicos, los PCB se acumulan en los tejidos ricos en grasas de casi todos los organismos (bioacumulación). El uso de PCB está prohibido en los países de la OCDE.

2.3.6. Vidrio

En los AEE se encuentran distintas clases de vidrio:

- Planos
- Laminados, con materiales plásticos incorporados
- Armados, con enrejado de fibras de hierro
- Con plomo, por ejemplo los tubos de rayos catódicos (TRCS)
- Cerámicos, en las placas de vitrocerámicas

De todas las clases de vidrio indicadas, únicamente el vidrio plano es fácil de reciclar. *[Universidad de Cádiz - UCA, 2008]*

2.3.7. Tubos de rayos catódicos (TRCS)

Los tubos de los rayos catódicos son un tipo de vidrio pero por su composición química hay que tratarlos de una forma especial, y también porque se encuentran en muchos AEE (TV, monitores, osciloscopios...)

El vidrio de un TRC de un monitor de PC tiene alrededor de 0,4 kg de plomo y un TV alrededor de unos 2kg, representan la segunda fuente en importancia de residuos de plomo, tras las baterías de ácido-plomo.

Además, el depósito fosforescente en el interior de la pantalla está compuesto por óxidos de zinc, de itrio y de europio, una lámina de aluminio y una banda de cobre y hierro. La unión pantalla-cono la proporciona un material rico en plomo. El cono tiene en su interior una capa de FeO junto con otra de grafito.

La variedad de sustancias que los componen hacen difícil su reciclaje, a esto se suma la falta de aplicaciones para el material reciclado. *[Universidad de Cádiz – UCA, 2008]*

2.3.8. CFC, HCFC y HFC

Los CFC son los principales responsables de la reducción de la capa de ozono. Son productos de síntesis formados por átomos de carbono, cloro y flúor, que poseen propiedades físicas y químicas adecuadas para ser empleados en múltiples aplicaciones; tienen alta estabilidad química, bajo punto de ebullición, baja viscosidad y baja tensión superficial.

Tienen diversas aplicaciones, pero las vinculadas con los AEE son las siguientes:

- Producción de frío:
 - industria frigorífica
 - refrigeradores domésticos
 - aire acondicionado
- Producción de solventes:
 - industria electrónica (limpieza de componentes)

Estos compuestos, que en la baja atmósfera son inertes y de larga vida (varias décadas), al llegar a nivel estratosférico pierden su estabilidad química y reaccionan con el ozono, consumiéndolo.

El aporte de los CFC al calentamiento global es significativo, durante la década de los años 80 su contribución era del 25 %. [Bruhl y Crutzen, 1990]

2.3.9. Pantallas de cristal líquido

Son compuestos orgánicos que sirven de medio para la generación de imágenes en las pantallas denominadas LCDs que forman parte de móviles, portátiles...

Los LCD de gran tamaño incluyen una lámpara fluorescente (conteniendo mercurio) La batería de pequeños LCD puede contener mercurio o cadmio.

2.3.10. Cables

Están constituidos por cobre, y un recubrimiento plástico, contienen normalmente algún agente ignífugo. Otros materiales que se usan son el aluminio o almelec (aleación de Aluminio - Magnesio – Silicio).

2.3.11. Pilas y baterías

Una clasificación general de estos elementos que aportan energía eléctrica a partir de energía química puede ser la siguiente:

- Pilas secas o salinas de zinc-carbono. Se emplean para aparatos sencillos.
- Pilas alcalinas. Son de larga duración y vienen blindadas.
- Pilas botón. Su composición es variada: óxido mercúrico, óxido de plata, pilas de Zn-Aire.
- Pilas de níquel-cadmio. Pueden recargarse hasta 1000 veces.
- Pilas de litio. No contienen mercurio y producen tres veces más energía que las alcalinas.

- Baterías de Pb-Ácido. Formadas por la unión de pilas de plomo. Se usan en automóviles.

Todas las pilas contienen metales pesados: cadmio, mercurio, níquel... Si se tiran a la basura con el tiempo se descompone la capa protectora que las recubre, se liberan los metales, contaminando el agua y los suelos.

2.3.12. Aceites

Se utilizan principalmente en circuitos de refrigeración de frigoríficos y aparatos de aire acondicionado. Se podrán recuperar, tras su extracción, siempre que no contengan PCB o CFC. Si contienen estas sustancias habrá que recurrir a la incineración controlada para su eliminación y/o valorización.

2.3.13. Hormigón

Está presente en los contrapesos de las lavadoras y lavavajillas. Es un residuo abundante en los electrodomésticos de línea blanca pero no se encuentra en el resto de líneas. Se trata como residuo de construcción, salvo que para otorgarle mejorías como contrapeso se le haya añadido metales pesados (plomo, cromo...).

2.3.14. Madera y conglomerados

Normalmente son utilizados como envolventes (radios, televisiones, altavoces...) Tras ser triturados, puede utilizarse para construir conglomerados o producir energía mediante incineración. Hay que asegurarse que no estén impregnados en sustancias peligrosas ignifugas y/o peligrosas.

2.3.15. Tóner

El tóner de impresoras básicamente está formado por resinas termoplásticas. Por ejemplo las hojas de especificaciones oficiales de HP acerca del tóner indican que su composición es [www.hp.com]:

<u>Componente/sustancia</u>	<u>% en peso</u>
Copolímero de acrilato de estireno	< 90
Negro de humo	< 12
Ceras	< 12
Sílice amorfa	< 1
Dióxido de titanio	< 1

CAPÍTULO 2

El tóner para electrofotografía contiene al menos un amalgamador, un agente colorante y opcionalmente una cera de bajo peso molecular en cantidades que van de 0,5 a 20 partes cada 100 de amalgamador. El amalgamador es una mezcla de resina de estireno y un copolímero de bloque derivado de hidrocarbonos etilénicos e hidrocarbonos de dieno conjugados y bloques derivados del estireno. Además de esta resina posee partículas de hierro que sirve para que el rodillo revelador de núcleo magnético, al giraratraiga las partículas de hierro del tóner a la cavidad, las cuales arrastran a las partículas plásticas.

El negro de carbón se usa para fabricar tóner de impresoras formando parte de los pigmentos en la composición. Es un material del carbón coloidal fabricado industrialmente y que se forma de la descomposición térmica o combustión incompleta de hidrocarburos. Existen los diferentes tipos: negro de acetileno, negro de humo, negro térmico, negro de horno, hollín, etc.

2.4. IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE AEE

Como se ha indicado previamente son muchos los elementos que componen los AEE. En este apartado se muestra el impacto ambiental de la producción de AEE, desde la extracción de materias primas hasta su gestión como residuo.

El impacto ambiental de la producción primaria es significante, especialmente para los metales preciosos y metales especiales los cuales son extraídos de minas, en dónde la concentración de estos es baja. Grandes extensiones de tierras son usadas para la minería. Esta explotación conlleva desperdicio de agua, generación de SO₂, gran consumo de energía y mucha emisión de CO₂. Por ejemplo para producir una tonelada de oro, paladio o platino, las emisiones de CO₂ rondan las 10000 toneladas. Sin embargo la producción de cobre tiene solo una emisión de 3,4 toneladas de CO₂ por toneladas de metal. Combinando estos números con el uso del metal en los AEE podemos calcular las emisiones de CO₂ asociadas con la producción primaria de metales como se muestra en la *tabla I 2.4*. Por ejemplo, la demanda anual de oro para AEE es de unas 300T, su generación primaria es de casi 17.000 toneladas de CO₂ por tonelada de oro extraído, lo que conduce a las emisiones inducidas de oro de 5,1 millones de toneladas en total.

En el caso del cobre, las emisiones de extracción son bajas pero la alta demanda de este metal para los AEE alcanza los 15,3 MT de emisiones de CO₂. Como se muestra en la *tabla I 2.4*, los valores acumulados de los metales enumerados llegan a un nivel de emisión anual de CO₂ de 23,4 millones de toneladas, casi 1/1000 de las emisiones de CO₂ del mundo. Esto no incluye las emisiones de CO₂ ni de otros metales utilizados en los equipos eléctricos y electrónicos como el acero, el níquel o el aluminio, ni otras emisiones de CO₂ asociadas con la fabricación o el uso de aparatos eléctricos y electrónicos.

TABLA I 2.4: EMISIONES DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE ALGUNOS METALES USANDO ECOLNVET 2.0 DATABASE

t CO ₂ /t primary metal	Metales importantes en AEE	Demanda para AEE T/año (2006)	Datos de producción primaria (T CO ₂ /T metal)	Emisiones de CO ₂ (MT)
10 000	Au			
200	Pt			
200	Pd			
200	Ru			
200	In			
200	Ag			
10	Sn			
10	Co			
0	Cu			
	CO ₂ total (T)			23,4

FUENTE: UNEP

Recuperando metales del proceso de reciclado las emisiones de CO₂ serían solo una fracción de las que se emiten de la extracción primaria, hay que decir que también se obtienen beneficios en términos de tierras y emisiones de sustancias peligrosas.

CAPÍTULO 2

Las sustancias contenidas en los dispositivos pueden tener un impacto sobre el medio ambiente pero también sobre la salud. Además a este impacto se le suma el producido por el uso de los aparatos, la producción de los mismos y la posterior gestión de sus residuos.

Teniendo en cuenta la alta velocidad de crecimiento en el consumo de todos los AEE como los televisores LCD y monitores, reproductores MP3, juguetes electrónicos y cámaras digitales, se hace evidente que el equipo eléctrico y electrónico es un motor principal para el desarrollo de la demanda y los precios de un número de metales. En particular, el "boom" de demanda de metales preciosos esta unido al aumento de funcionalidad de estos productos y a las propiedades específicas de los metales necesarios para alcanzarlas.

Por ejemplo, los AEE componen casi el 80% de la demanda mundial de indio (capas transparentes conductivas en los cristales LCD) el 80% de rutenio (propiedades magnéticas en los discos duros) y el 50 % del antimonio (retardante de llama). Algunos de estos metales son también importantes en la generación de energía: selenio, teluro e indio son utilizados en los paneles fotovoltaicos; platino y rutenio son utilizados para membranas de intercambio protónico (PEM/MIP) en pilas de combustible. El aumento de precio de los metales se conecta directamente a la evolución de la industria electrónica.

El valor monetario de la utilización anual de los "metales importantes de equipos eléctricos y electrónicos" representa 45,4 mil millones de dólares (precios de 2007). Los recursos de metal utilizados al año para los equipos eléctricos y electrónicos se suman a los recursos de metales existentes en la sociedad de los dispositivos en uso. [UNEP- From E-waste to resources, 2009]

A modo de ejemplo en las dos siguientes *tablas II 2.4 y III 2.4* se detallan los materiales y la cantidad de los mismos que se obtienen tras desmontar una televisión y un ordenador personal.

TABLA II 2.4: VALOR DE LA SALIDA TRAS EL DESMONTAJE DE UNA TV

Elemento	%	ppm	Peso recuperable del elemento (Kg)	Valor total (\$)
Aluminio	1,2		0,4344	0,62
Cobre	3,4		1,2308	4,82
Plomo	0,2		0,0724	0,075
Zinc	0,3		0,1086	0,21
Níquel	0,038		0,013756	0,43
Hierro	12		4,344	1,18
Plástico	26		9,412	9,65
Vidrio	53		19,186	0,26
Plata		20	0,000724	0,19
Oro		10	0,000362	4,76
Total				22,18

FUENTE: Volume II: E-waste Management Manual

TABLA III 2.4: VALOR DE LA SALIDA TRAS EL DESMONTAJE DE UN PC

Elementos	Contenido (% del peso total)	Contenido (kg)	Peso recuperable (kg)	Valor total (\$)
Plásticos	23	6,25	1,25	1,279
Plomo	6	1,71	0,09	0,089
Aluminio	14	3,85	3,08	4,42
Germanio	0,0016	0	0	0
Galio	0,0013	0	0	0
Hierro	20	5,57	4,45	1,21
Estaño	1	0,27	0,19	1,80
Cobre	7	1,88	1,69	6,63
Bario	0,0315	0,01	0	0
Níquel	0,8503	0,23	0	0
Zinc	2	0,60	0,36	0,697
Tantalio	0,0157	0	0	0
Indio	0,0016	0	0,0003	0
Vanadio	0,0002	0	0	0
Terbio	0	0	0	0
Berilio	0,0157	0	0	0
Oro	0,0016	0	0,0004	5,67
Europio	0,0002	0	0	0
Tritio	0,0157	0	0	0
Rutenio	0,0016	0	0,0003	0
Cobalto	0,0157	0	0,0036	0
Paladio	0,0003	0	0,00008	0
Manganoso	0,0315	0,01	0	0
Plata	0,0189	0,01	0,005	1,34
Antimonio	0,0094	0	0	0
Bismuto	0,0063	0	0	0
Cromo	0,0063	0	0	0
Cadmio	0,0094	0	0	0
Selenio	0,0016	0	0,0003	0
Niobio	0,0002	0	0	0
Itrio	0,0002	0	0	0
Rodio	0	0	0	0
Mercurio	0,0022	0	0	0
Arsénico	0,0013	0	0	0
Silicio	24,8803	6,77	0	0
Total				23,135

FUENTE: Volume II: E-waste Management Manual

Se puede ver que el PC contiene más variedad de metales especiales y que en la en comparación con la TV la cantidad de metales preciosos es mayor.

2.5. MARCO NORMATIVO

Como consecuencia de la preocupación sobre los RAEE se ha creado un marco normativo para plasmar las responsabilidades y sobre quien recaen para una buena gestión de los RAEE y así fomentar la conservación del medio ambiente.

La política de la Comunidad Europea con respecto a las cuestiones medioambientales se orienta hacia un gran nivel de protección, teniendo en cuenta la diversidad de situaciones en las distintas regiones comunitarias. Ésta se debe basar en una jerarquía de cuatro principios:

- Principio de precaución
- Principio de adopción de medidas preventivas
- Los daños medioambientales deben, de manera prioritaria, corregirse en su origen
- Y quien contamina, paga.

2.5.1. Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

Es el resultado de la transposición de la Directiva 2008/98/CE sobre residuos, y hace que quede derogada la Ley 10/1998 de Residuos.

Esta Ley tiene por objeto regular la gestión de los residuos impulsando medidas que prevengan su generación y mitiguen los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente asociados a su generación y gestión, mejorando la eficiencia en el uso de los recursos. Tiene asimismo como objeto regular el régimen jurídico de los suelos contaminados.

El ámbito de esta ley se extiende a todo tipo de residuos salvo las emisiones atmosféricas y las aguas residuales, y algunas excepciones como los subproductos animales y varias excepciones más que se encuentran en el artículo II del documento legal.

Además esta ley incluye definiciones referentes a los residuos, su gestión y los agentes implicados en la producción de los mismos y su gestión.

2.5.2. Real Decreto 208/2005 sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos

En este apartado se describe de forma resumida los aspectos más relevantes de esta Real Decreto.

Resumen

Este Real Decreto resulta de la transposición de la Directiva 2002/96/CE sobre residuos de aparatos eléctricos o electrónicos, modificada en su artículo 9 por la Directiva 2003/108/ CE.

Estas Directivas tienen como objetivo reducir la cantidad de estos residuos y la peligrosidad de los 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.

Hay que destacar que este Real Decreto se dicta, asimismo, al amparo de la Ley 10/1998, y a la Directiva 2002/95/CE, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos o electrónicos

Asimismo, se pretende mejorar el comportamiento ambiental de todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos, por ejemplo, los productores, distribuidores, usuarios y, en particular, el de aquellos agentes directamente implicados en la gestión de los residuos derivados de estos aparatos. Los aparatos a los que se aplica esta legislación son los pertenecientes a las categorías señaladas en el anexo I de este real decreto.

Medidas de prevención

Los productores de aparatos eléctricos y electrónicos, de sus materiales y de sus componentes deberán:

- Diseñar todos los aparatos y las bombillas y luminarias de hogares particulares, de forma que no contengan sustancias peligrosas.
- Diseñar y producir los aparatos de forma que se facilite su desmontaje, reparación y, en particular, su reutilización y reciclaje.
- Proporcionar a los gestores de RAEE, en la medida en que éstos lo soliciten, la información necesaria para el desmontaje que permita la identificación de los distintos componentes y materiales susceptibles de reutilización y reciclado, así como la localización de las sustancias peligrosas y la forma de alcanzar en cada aparato los correspondientes objetivos de reutilización, reciclado y valorización.
- Informar a los usuarios sobre los criterios para una correcta gestión ambiental de los RAEE procedentes de hogares particulares, los sistemas de devolución y su gratuitad y su recogida selectiva.

Tratamiento de residuos

- Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que contengan materiales o elementos peligrosos serán descontaminados.
- Las operaciones de tratamiento tendrán como prioridad, por este orden, la reutilización, el reciclado, la valorización energética y la eliminación.

- Todas las operaciones de tratamiento se realizarán aplicando mejores técnicas disponibles.
- Las comunidades autónomas y las entidades locales promoverán la adopción de sistemas certificados de gestión ambiental, internacionalmente aceptados, para las actividades de gestión ambiental de tratamiento de RAEE.
- La entrada o salida del territorio nacional de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para su tratamiento se ajustará a las normas sobre traslado de residuos establecidas.

Algunas definiciones

- Productores de aparatos eléctricos y electrónicos: las personas físicas o jurídicas que, con independencia de la técnica de venta utilizada, incluidas la venta a distancia o la electrónica, fabriquen y vendan aparatos eléctricos y electrónicos con marcas propias, pongan en el mercado con marcas propias los aparatos fabricados por terceros y los que los importen de o exporten a terceros países. No se considerará productor al distribuidor si la marca del productor figura en el aparato, cuando el propietario de esa marca esté registrado en el Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal a que se refiere la disposición adicional primera. No tendrá la condición de productor la persona física o jurídica que exclusivamente financie operaciones de puesta en el mercado, salvo que actúe como productor según alguno de los casos previstos en el párrafo anterior.
- Distribuidor o vendedor: cualquier persona que suministre aparatos eléctricos y electrónicos, en condiciones comerciales, a otra persona o entidad que sea usuario final de dicho producto.

2.5.3. ORDEN MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos

Los residuos procedentes del fin de vida de los AEE aparecen clasificados en el CER bajo la entrada al nivel de los dígitos 16 02 (RAEE) y en el capítulo 20 (residuos municipales), en las entradas 20 01 23 y 20 01 28.

Los componentes peligrosos de los AEE pueden incluir las pilas y acumuladores clasificados como peligrosos en el código 16 06, así como interruptores de mercurio, residuos de vidrio procedente de tubos catódicos y otros cristales activados.

El grupo 16 02 contiene 6 entradas, de 6 dígitos, clasificadas como residuos peligrosos (señaladas mediante un asterisco), más dos entradas para equipos desechados y componentes distintos de aquellos que respectivamente contienen residuos peligrosos (*tabla I 2.5*)

LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS Y SUS RESIDUOS

CAPÍTULO 2

TABLA I 2.5: CÓDIGOS CER (ESPECÍFICOS)

16 02 09*	Transformadores y condensadores que contienen PCB.
16 02 10*	Equipos desechados que contienen PCB, o están contaminados por ellos, distintos de los especificados en 16 02 09.
16 02 11*	Equipos desechados que contienen clorofluorocarburos, HCFC,HFC.
16 02 12*	Equipos desechados que contienen amianto libre.
16 02 13*	Equipos desechados que contienen componentes peligrosos, distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 y 16 02 12.
16 02 14	Equipos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 y 16 02 13.
16 02 15*	Componentes peligrosos retirados de los equipos desechados.
16 02 16	Componentes retirados de equipos desechados distintos de los especificados en el código 16 02 15.

Además, dentro del grupo 20 01 de residuos municipales aparecen (*tabla II 2.5*):

TABLA II 2.5: CÓDIGOS CER (MUNICIPALES)

20 01 35*	Equipos eléctricos y electrónicos desechados distintos de los especificados en los códigos 20 01 21 y 20 01 23, que contienen componentes peligrosos.
20 01 36	Equipos eléctricos y electrónicos desechados diferentes de los especificados en 20 01 21, 20 01 23 y 20 02 35.
20 01 21*	Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio.
20 01 23*	Equipos desechados que contienen clorofluorocarburos.

Las consecuencias prácticas de clasificar una alta proporción de residuos de equipos eléctricos y electrónicos como peligrosos son muchas, pero se pueden destacar las derivadas de las tramitaciones que es preciso cumplimentar para el movimiento de los mismos, lo cual tendrá efectos tanto para los gestores de estos residuos como para la labor de las administraciones competentes en el tema.

2.5.4. Plan Nacional Integral de Residuos 2008-2015

Este plan surge por la necesidad de crear una estrategia que marque objetivos e impulse a los distintos agentes involucrados a cumplir con la nueva legislación sobre residuos. Con ello se pretende mejorar la gestión de residuos en España.

LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS Y SUS RESIDUOS

CAPÍTULO 2

Este Plan incluye entre sus objetivos el tratamiento de los residuos domésticos y similares, los residuos con legislación específica (peligrosos, vehículos y neumáticos fuera de uso, pilas y acumuladores, aparatos eléctricos y electrónicos, residuos de construcción y demolición, y lodos de depuradoras), suelos contaminados y residuos agrarios e industriales no peligrosos. También contempla la reducción de vertidos de residuos biodegradables.

La finalidad del Plan es la de promover una política adecuada en la gestión de los residuos, disminuyendo su generación e impulsando un correcto tratamiento de los mismos: prevención, reutilización, reciclaje, valoración y eliminación. Así mismo, persigue la implicación de todas las Administraciones públicas, consumidores y usuarios, con objeto de que asuman sus respectivas cuotas de responsabilidad, impulsando la creación de infraestructuras que garanticen este correcto tratamiento y gestión de los residuos en los lugares más próximos a su generación

Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

El objetivo de recogida selectiva que debe cumplir España como estado miembro de la Unión Europea, es de 4 Kg. por habitante y año de residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos. Además establece objetivos de reutilización, reciclaje y valorización como se muestra en la *tabla III 2.5*.

TABLA III 2.5 Objetivos de valorización, reutilización y reciclaje fijados en el Real Decreto 208/2005.

	Valorización	Reutilización + Reciclaje
Grandes electrodomésticos y máquinas expendededoras	80%	75%
Equipos informáticos y electrónica de consumo	75%	65%
Pequeños electrodomésticos, alumbrado, herramientas eléctricas, juguetes, equipos deportivos, instrumentos electrónicos de vigilancia y control.	70%	50%
Lámparas de descarga de gas		80%

FUENTE: PNIR 2008-2015

LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS Y SUS RESIDUOS

CAPÍTULO 2

Los datos que se tienen de años previos a este plan sobre recogida y tratamiento de residuos se muestran en la *tabla IV 2.5*.

TABLA IV 2.5 RAEE de uso doméstico gestionados en 2006 y 2007

CATEGORIAS	2006			2007		
	Toneladas	% val	OBJ R.D.	Toneladas	% val	OBJ R.D.
1. Grandes electrodomésticos	150.361	76	80	238.428	94	80
2. Pequeños electrodomésticos	688	59	70	2.512	72	70
3. Equipos de TI y telecomunicaciones	2.589	79	75	11.239	82	75
4. Aparatos electrónicos de consumo	5.105	94	75	14.881	91	75
5. Aparatos de alumbrado	51	92	70	273	91	70
6. Herramientas eléctricas y electrónicas	45	73	70	422	64	70
7. Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre	209	65	70	525	86	70
8. Materiales médicos	44	80		215	88	-
9. Instrumentos de mando y control	2	84	70	522	61	70
10. Máquinas expendedoras				-	-	-
TOTAL	159.094			269.017		

FUENTE: PNIR 2008-2015

Aunque en 2006 la recogida de RAEE fue inferior al objetivo planteado por la UE de 4 kg por habitante y año, en el 2007 se han alcanzado 5,85 kg/hab tal y como se puede observar en la *tabla IV 2.5*.

Los objetivos del PNIR en materia de gestión de RAEE se dividen en cualitativos y cuantitativos y son:

- Cualitativos:

- Completar el Registro Nacional de Productores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Mecanismos de control.
- Incrementar la entrega de los RAEE por parte de los últimos usuarios.

CAPÍTULO 2

- Incremento del porcentaje de recogida de RAEE en puntos de distribución.
 - Recogida en todo el territorio nacional
 - Construcción de plantas de tratamiento específicas para RAEES, con capacidad suficiente para atender la demanda de gestión que se genere.
 - Mayor control de la gestión diferenciada de los residuos peligrosos.
- Cuantitativos:
- No limitar el objetivo de recogida a 4 kg/habitante y año sino adoptar medidas para que se recoja el máximo posible acorde con el volumen de aparatos eléctricos y electrónicos puestos en el mercado en cada año. [PNIR 2008-2015]

El objetivo principal de este proyecto hace que uno de los objetivos cualitativos del PNIR se cumpla, ya que con la implantación de un nuevo contenedor multiproducto, con las características que se señalan en el apartado 4 de la presente memoria, se incrementara la cantidad de RAEE recogidos de forma selectiva.

2.5.5. Convenio de Basilea

Es un acuerdo multilateral global en materia de desechos peligrosos y otros desechos, El Convenio entró en vigor el 5 de mayo de 1992 y, al 1 de enero de 2011, había 175 Partes en el Convenio [www.basel.int] En la figura I 2.5 se muestra los países no participantes, los participantes y cuales reportaron sus importaciones y exportaciones de residuos peligrosos, relación de países-convenio en 2006.

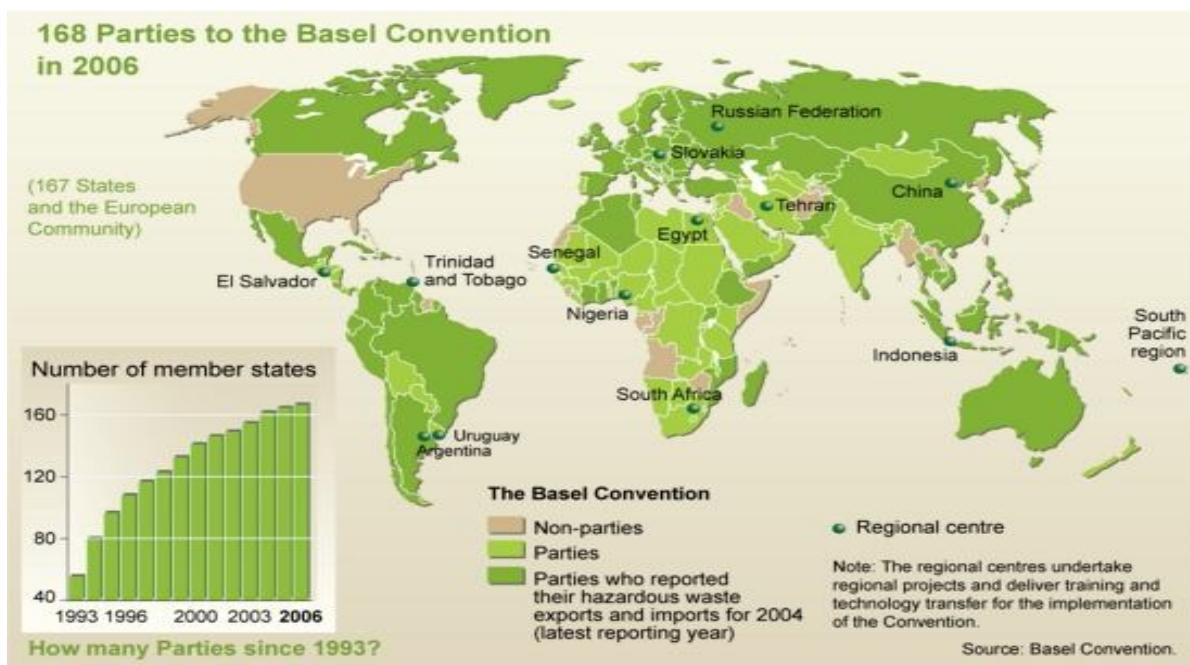


FIGURA I 2.5: PAISES PARTICIANTES DEL CONVENIO DE BASILEA. FUENTE: www.grida.no

Los hechos que promovieron el establecimiento del acuerdo son:

- Endurecimiento de las normas ambientales en los países industrializados.
- Aumento en los costos de eliminación de residuos peligrosos.
- Aparición del denominado ‘comercio’/‘comerciantes tóxicos’.
- Indignación internacional frente al traslado y vertido incontrolado de residuos peligrosos hacia los países en desarrollo y Europa oriental.

El Convenio tiene por objeto reducir el volumen de los intercambios de residuos con el fin de proteger la salud humana y el medio ambiente estableciendo un sistema de control de las exportaciones e importaciones de residuos peligrosos así como su eliminación.

El Convenio define los residuos que se consideran peligrosos. Toda parte del Convenio podrá añadir a esta lista otros residuos clasificados peligrosos en su legislación nacional.

Obligaciones generales:

- Se prohíbe exportar o importar residuos peligrosos y otros residuos con destino a o procedentes un Estado que no sea parte del Convenio;
- No podrá exportarse ningún residuo si el Estado de importación no ha dado por escrito su aprobación específica para la importación de estos residuos;
- Deben comunicarse a los Estados afectados la información sobre los movimientos transfronterizos propuestos por medio de un formulario de notificación a fin de que puedan evaluar las consecuencias de los movimientos de que se trata para la salud humana y el medio ambiente;
- Únicamente deben autorizarse los movimientos transfronterizos de residuos cuando su transporte y eliminación estén exentos de peligro;
- Los residuos que deban ser objeto de un movimiento transfronterizo deben embalarse, etiquetarse y transportarse con arreglo a las normas internacionales e ir acompañados de un documento de movimiento desde el lugar de origen del movimiento hasta el lugar de eliminación;
- Toda parte del Convenio podrá imponer condiciones suplementarias siempre y cuando sean compatibles con el Convenio.

El Convenio establece procedimientos de notificación relativos:

- A los movimientos transfronterizos entre partes del Convenio;
- A los movimientos transfronterizos procedentes de una parte del Convenio a través del territorio de Estados que no sean partes del mismo.

Asimismo, prevé los casos de obligación de reimportación de los residuos peligrosos, en particular, si éstos han sido objeto de tráfico ilícito.

Las partes del Convenio cooperarán entre sí a fin de mejorar y garantizar la gestión ecológicamente racional de los residuos peligrosos y demás residuos.

Se establece una conferencia de las partes cuya misión será velar por la correcta aplicación del Convenio. [\[europa.eu/legislation_summaries/environment/\]](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/)

3. LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

GIMENA BACAICOA ELÍAS

LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS
CAPÍTULO 3

3. LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	1
3.1. INTRODUCCIÓN	1
3.2. ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN Y GESTIÓN	2
3.2.1. <i>Europa de los 27</i>	2
3.2.2. <i>España</i>	6
3.3. ESQUEMA DE GESTIÓN DE LOS RAEE.....	8
3.3.1. <i>Sistemas de recogida</i>	8
3.3.2. <i>Sistemas de tratamiento</i>	9
3.3.3. <i>Sistemas de gestión en España</i>	18
3.3.4. <i>Sistemas de gestión en otros países</i>	23

3. LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

3.1. INTRODUCCIÓN

Hasta hace pocos años la mayoría de los RAEE se incorporaban a los flujos de residuos urbanos, y por tanto se disponían en vertederos o se incineraban sin ningún tratamiento previo. Estas actuaciones conllevan un gran impacto ambiental, (*tabla I 3.1*)

TABLA I 3.1: PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES DE LA INCINERACIÓN Y DISPOSICIÓN EN VERTEDEROS DE LOS RAEE

Disposición en vertedero	Incineración
Presencia de PVC que puede implicar la pérdida de agentes plastificantes (ftalatos)	Formación de dioxinas durante la incineración de materiales ignífugos, acentuada por la presencia de Cu (catalizador)
Lixiviación de metales pesados, como el Pb de los TRC y Hg de los magnetotérmicos	Televisores y monitores producen un saldo energético negativo por la presencia de vidrio.
Posibles incendios incontrolados, produciendo emisiones de metales, dioxinas y furanos	Elevadas concentraciones de metales en las escorias lo que dificulta su valorización
Contribución al efecto invernadero	
Pérdida de materiales valiosos	

Como se ha visto en apartados anteriores, 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 hace más complicado su tratamiento. Gran parte de los metales pesados y de los compuestos halogenados presentes en el flujo de los residuos urbanos provienen de los RAEE.

Por ello es necesario gestionar los RAEE de forma separada del resto de residuos. Uno de los mayores problemas a la hora de gestionar los RAEE viene impuesto por la gran variedad existente de estos aparatos. Como consecuencia, esquemas que son adecuados u óptimos para un tipo de equipo, pueden resultar ineficaces o difíciles de aplicar para otros.

La gestión de los RAEE es una cuestión compleja que abarca muchos aspectos, desde la organización a la ejecución, la recogida selectiva, los sistemas de clasificación y tratamiento. Esto supone un reto complicado desde un punto de vista técnico, legal, económico y educativo.

LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS
CAPÍTULO 3

3.2. ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN Y GESTIÓN

Mientras que las ventas totales de aparatos de eléctricos y electrónicos son conocidas desde hace tiempo a nivel europeo, el conocimiento relativo a las cantidades de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos generados es muy pobre tal y como se ha mencionado previamente en esta memoria. En algunos países o no han implantado un registro de estos residuos o si está implantado, lleva muy poco tiempo o no funciona correctamente. Además los RAEE que no son recolectados selectivamente y acaba formando parte de la corriente de residuos sólidos urbanos son difíciles de cuantificar.

3.2.1. Europa de los 27

- Aparatos eléctricos y electrónicos puestos en el mercado

La siguiente tabla aporta datos de AEE vendidos de todas las categorías, en Europa (EU 27 menos Malta e incluye Noruega y Liechtenstein) . Hay que especificar que los valores nulos, se deben a la falta de disponibilidad de datos (*tabla I3.2*)

TABLA I 3.2: DATOS EN TONELADAS DE AEE VENDIDOS

	2005 (T)	2006 (T)	2007 (T)	2008 (T)
Bélgica	213.821,37	249.736,10	265.728,01	295.085,50
Bulgaria	0,00	0,00	9.347,51	4.039,55
República Checa	0,00	0,00	202.025,50	209.055,00
Dinamarca	0,00	173.468,00	206.565,00	162.367,00
Alemania	0,00	1.836.912,00	1.612.228,00	1.883.545,00
Estonia	0,00	18.317,86	17.930,87	35.266,16
Irlanda	0,00	0,00	141.543,00	114.919,00
Grecia	153.058,00	175.935,00	212.228,00	210.356,00
España	0,00	512.477,72	978.077,00	775.730,00
Francia	0,00	1.481.563,00	1.637.531,00	1.669.718,00
Italia	0,00	0,00	1.397.603,00	1.391.855,00
Chipre	23.460,90	14.928,80	17.320,20	17.859,63
Letonia	0,00	0,00	36.337,78	28.360,56
Lituania	48.502,00	49.798,00	47.940,00	42.602,00
Luxemburgo	7.692,42	7.943,15	12.601,59	11.740,55
Hungría	129.299,10	135.774,50	130.381,20	135.159,70
Holanda	0,00	0,00	0,00	0,00
Austria	64.318,00	156.809,00	167.194,00	171.667,00
Polonia	0,00	865.246,20	556.471,10	564.179,15
Portugal	177.498,27	123.208,00	179.089,31	173.811,91
Rumanía	0,00	140.849,25	188.088,60	244.050,01
Eslovenia	0,00	27.245,00	35.335,00	33.582,00
Eslovaquia	48.530,69	51.480,40	56.022,20	60.655,61
Finlandia	52.782,00	139.026,00	164.739,00	162.595,00
Suecia	84.981,00	226.615,00	285.747,00	233.954,00

TABLA I 3.2: DATOS EN TONELADAS DE AEE VENDIDOS (continuación)

	2005 (T)	2006 (T)	2007 (T)	2008 (T)
Reino Unido	0,00	0,00	803.303,50	1.350.720,80
Liechtenstein	0,00	0,00	0,00	0,00
Noruega	390.842,00	187.048,56	212.564,00	206.023,00

Fuente: EUROSTAT

Alemania en 2008 fue el país donde más productos fueron sacados al mercado (22,87 kg/hab), en el otro extremo se encuentra Bulgaria país donde menos AEE fueron sacados al mercado (0,56 kg/hab). España se encuentra en medio de estos con un 16,86 kg/hab.

Los datos correspondientes a la recogida de RAEE en Europa (EU 27 excepto Malta e incluye Noruega y Liechtenstein) de todas las categorías marcadas por la normativa se encuentran tabulados a continuación. Los valores nulos se deben, en su mayoría, a la falta de disponibilidad de datos (*tabla II 3.2*)

TABLA II 3.2: DATOS EN TONELADAS DE RAEE RECOLECTADOS

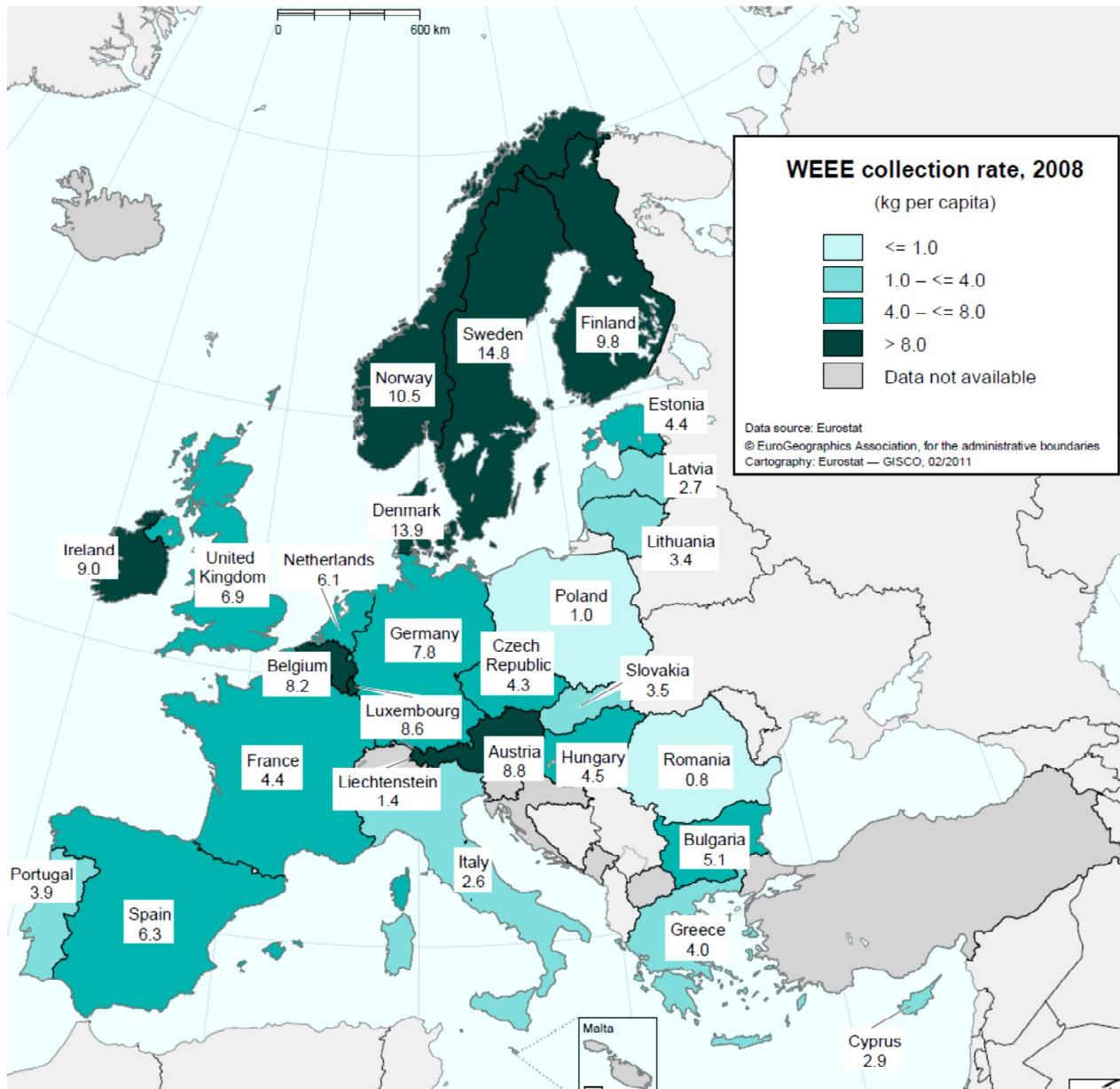
	2005 (T)	2006(T)	2007(T)	2008(T)
Bélgica	68.149,97	76.187,31	81.828,56	89.109,32
Bulgaria	0,00	0,00	22.165,83	40.373,53
República Checa	0,00	0,00	33.396,30	45.290,20
Dinamarca	0,00	60.245,00	98.308,00	77.627,00
Alemania	0,00	753.900,00	586.967,00	693.776,00
Estonia	0,00	5.855,25	6.200,02	6.163,35
Irlanda	0,00	0,00	51.530,00	50.120,00
Grecia	763,00	11.342,00	31.405,61	47.141,89
España	0,00	0,00	277.792,00	296.009,00
Francia	0,00	15.160,00	174.777,00	300.988,00
Italia	60.638,00	66.597,00	127.720,00	120.322,00
Chipre	3.486,90	4.510,10	2.512,63	2.397,13
Letonia	0,00	0,00	6.507,90	6.515,10
Lituania	2.680,00	9.303,00	11.671,00	11.786,00
Luxemburgo	0,00	3.847,94	4.116,24	4.242,81
Hungría	15.543,00	24.048,00	35.621,30	44.918,80
Holanda	89.827,00	94.484,00	98.190,00	103.319,00
Austria	19.296,10	62.628,50	64.524,60	74.754,30
Polonia	0,00	17.101,20	27.173,80	56.425,96
Portugal	37,89	4.215,53	25.853,51	41.231,40
Rumanía	0,00	1.131,58	3.684,84	21.827,75
Eslovenia	0,00	0,00	5.318,00	6.922,00
Eslovaquia	3.579,60	8.583,43	14.524,10	19.387,93
Finlandia	16.142,00	39.678,00	48.634,00	54.627,00
Suecia	48.774,00	130.062,00	155.553,00	146.767,00

TABLA II 3.2: DATOS EN TONELADAS DE RAEE RECOLECTADOS (continuación)

	2005 (T)	2006 (T)	2007 (T)	2008 (T)
Reino Unido	0,00	0,00	193.993,46	684.201,89
Liechtenstein	0,00	0,00	50,70	49,40
Noruega	99.985,00	101.616,86	114.352,00	114.495,00

Fuente: EUROSTAT

A continuación se muestra un mapa de Europa en el que se indica el ratio de recolección de residuos para el año 2008 en Europa. En él se señala los kilogramos de RAEE recogidos por habitante.

**FIGURA I 3.2: RATIO DE RAEE RECOLECTADOS EN EUROPA EN 2008 FUENTE: EUROSTAT**

LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS
CAPÍTULO 3

El país puntero en 2008 fue Suecia, con un ratio de 14,8kg/hab. El país con menos actividad en este campo fue Rumanía con un ratio de 0,8 kg/hab. España se encuentra en los países con un ratio medio y este fue en 2008 de 6,3 kg/hab.

A continuación, en la *tabla III 3.2* se muestra el pronóstico hecho por la *United Nation University* sobre el crecimiento de la generación de RAEE en la Europa de los 27. (Los datos son estimaciones en toneladas por año).

TABLA III 3.2: PRONÓSTICO DE GENERACIÓN DE RAEE

Año	2012	2015	2020
RAEE Calculados (T)			
Alemania	1.659.317	1.770.840	1.973.681
Austria	177.503	189.439	211.144
Bélgica	216.998	231.588	258.118
Bulgaria	58.538	68.446	88.868
Chipre	13.237	15.491	20.131
Dinamarca	123.825	132.152	147.295
Eslovaquia	71.312	83.431	108.403
Eslovenia	35.432	41.462	53.890
España	727.076	775.990	864.814
Estonia	18.497	21.641	28.120
Finlandia	107.057	114.254	127.342
Francia	1.198.266	1.278.826	1.425.299
Grecia	162.917	173.860	193.748
Holanda	329.051	351.172	391.397
Hungría	135.364	158.368	205.777
Irlanda	111.361	118.854	132.482
Italia	1.129.862	1.205.835	1.343.936
Letonia	25.069	29.323	38.092
Lituania	38.633	45.191	58.708
Luxemburgo	16.711	17.836	19.882

TABLA III 3.2: PRONÓSTICO DE GENERACIÓN DE RAEE (continuación)

Año	2012	2015	2020
RAEE Calculados (T)			
Malta	6.581	7.701	10.009
Polonia	418.109	489.075	635.319
Portugal	134.739	143.777	160.213
Reino Unido	1.203.585	1.284.494	1.431.625
República Checa	163.776	191.635	249.044
Rumanía	149.418	174.666	226.702
Suecia	177.703	189.649	211.370
EU 27	8.609.938	9.304.995	10.615.411

Fuente: 2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment Study No. 07010401/2006/442493/ETU/G4

Observando la tabla se puede ver que todos los países sin excepción aumentarán su generación de RAEE, por lo que una gestión adecuada sigue siendo más que necesaria.

3.2.2. España

Según EUROSTAT, fuente de información usada para este apartado de la memoria, los datos más actuales corresponden al año 2008. En las *tablas IV 3.2 y V 3.2* se detallan los datos españoles relativos a los AEE puestos en el mercado y a los RAEE gestionados ese mismo año. En cuanto a la gestión se menciona en toneladas y/o porcentajes, la recogida, el tratamiento, el reciclaje y reutilización y la valorización.

TABLA IV 3.2 : DATOS DE AEE Y LA GESTIÓN DE SUS RAEE

ESPAÑA 2008 (T)	AEE en mercado	RAEE de los hogares	RAEE de otras fuentes	RAEE totales	Tratados en España	Tratado fuera
Electrodomésticos grandes	448.810	251.388	15	251.403	251.403	ND
Pequeños electrodomésticos	52.147	3.610	1	3.611	3.611	ND
Equipos IT y de telecomunicación	91.045	12.977	4.042	17.019	17.019	ND
Equipos de consumo	75.364	15.192	61	15.253	15.253	ND
Luminarias	46.659	489	1.398	1.887	1.887	ND

LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS
CAPÍTULO 3

TABLA IV 3.2 : DATOS DE AEE Y LA GESTIÓN DE SUS RAEE (continuación)

ESPAÑA 2008 (T)	AEE en mercado	RAEE de los hogares	RAEE de otras fuentes	RAEE totales	Tratados en España	Tratado fuera
Lámparas de descarga de gas	7.967	1.459	ND	1.459	1.459	ND
Herramientas eléctricas y electrónicas	15.967	787	2	789	789	ND
Juguetes, equipos de ocio y deporte	22.552	195	3.465	3.660	3.660	ND
Aparatos médicos	5.890	69	472	541	541	ND
Aparatos de monitorización y control	2.123	38	18	56	56	ND
Maquinas expendededoras	7.206	ND	331	331	331	ND

ND: no disponible

Fuente : EUROSTAT

Los RAEE recolectados más comunes en España son, según esta tabla, los electrodomésticos grandes seguidos de los equipos de telecomunicaciones y de los equipos de consumo.

TABLA V 3.2 : DATOS DE RECUPERACIÓN Y RECICLAJE

ESPAÑA 2008	Recuperados		Total reciclaje y reutilización		Reutilización	
	Tm	%	Tm	%	Tm	%
Electrodomésticos grandes	243.357	96,8	203.636	81	ND	ND
Pequeños electrodomésticos	3.340	92,5	2.419	67	ND	ND
equipos IT y de telecomunicación	12.996	76,4	11.062	65	ND	ND
equipos de consumo	12.888	84,5	12.660	83	ND	ND
Luminarias	1.827	96,8	1.730	91,7	ND	ND
Lámparas de descarga de gas	ND	ND	1.313	90	ND	ND
Herramientas eléctricas y electrónicas	720	91,3	574	72,7	ND	ND
Juguetes, equipos de ocio y deporte	2.154	58,9	2.123	58	ND	ND
Aparatos médicos	405	74,9	400	74	ND	ND
Aparatos de monitorización y control	34	60,7	34	60	ND	ND
Maquinas expendededoras	308	93,1	252	76	ND	ND

ND: no disponible

Fuente: EUROSTAT

De los RAEE recolectados se observan buenos porcentajes de reciclaje, siendo el grupo de las luminarias el de mayor porcentaje de reutilización y reciclaje.

3.3. ESQUEMA DE GESTIÓN DE LOS RAEE

La gestión de los RAEE requiere una intervención técnica en cada paso, es decir, en la recolección y transporte, tratamiento y disposición. El sistema de recogida y el transporte se describen en términos de canales de recogida y la infraestructura necesaria para apoyarla. Los sistemas de tratamiento se describen en términos de tecnologías de tratamiento en tres niveles. [UNEP Volume II: E-waste Management Manual, 2007]

3.3.1. Sistemas de recogida

Los tres principales canales de recogida de RAEE, que están siendo utilizados con éxito, son los puntos limpios, recuperación por minoristas y recuperación por productores. El mecanismo de recogida utilizado por cada canal de recogida se describe a continuación.

CANALES DE RECOLECCIÓN

- RECUPERACIÓN POR MINORISTAS Y ALMACENAMIENTO

En este mecanismo de recolección, los consumidores pueden devolver los RAEE a los comercios minoristas que distribuyen productos similares. Se puede devolver el producto en la tienda al por menor, dependiendo de la compra de un nuevo producto, o sin ser necesaria ninguna compra, a veces se hace en el punto de entrega a domicilio e instalación de un nuevo artículo por el vendedor / distribuidor. Cuando está disponible, este servicio normalmente es gratuito para los hogares particulares.

- PUNTOS LIMPIOS Y ALMACENAMIENTO

En este mecanismo de recolección, los consumidores y/o las empresas pueden dejar los RAEE en los puntos limpios. En el punto limpio se proporcionan contenedores de clasificación y/o pallets en función de la gama de productos y los acuerdos logísticos con los recicladores y transportistas. Este mecanismo de recolección es generalmente gratuito para los RAEE de hogares, aunque a veces se aplican cargos para las empresas comerciales.

- OTROS

Los consumidores y las empresas pueden dejar los RAEE en los sitios/centros creados especialmente para ello. Estos pueden ser centros especializados de clasificación controlados por el sistema colectivo, cuyos operadores pueden recibir una remuneración por el suministro de espacio. Un número de contenedores de clasificación y/o pallets son proporcionados de acuerdo a la gama de productos y los arreglos logísticos con los recicladores y transportistas. Esto suele ser gratis para los RAEE de hogares, pero a veces

de pago para los productos comerciales. [UNEP Volume II: *E-waste Management Manual, 2007*]

INFRAESTRUCTURAS

La infraestructura para la recolección requiere el establecimiento de puntos de recogida de RAEE y el área de almacenamiento en una ciudad / región geográfica. Las siguientes características mencionadas en la directiva europea 2002/96/CE y en el RD 208/2005 sobre RAEE proporcionan orientación sobre un enfoque conceptual para el establecimiento de puntos de recogida y áreas de almacenamiento [UNEP Volume II: *E-waste Management Manual, 2007*]:

1. Deben adoptarse medidas para reducir al mínimo la eliminación de RAEE como residuos urbanos no seleccionados y lograr un alto nivel de recogida selectiva de los RAEE.
2. La disponibilidad y accesibilidad de las instalaciones de recogida que sean necesarias debe garantizarse teniendo en cuenta, en particular, la densidad de población.
3. La recogida y transporte de los RAEE recogidos se llevarán a cabo de una manera, que logre la mejor reutilización y el reciclado de los componentes o aparatos enteros que puedan ser reutilizados o reciclados.
4. Garantizar una tasa de recogida selectiva de al menos cuatro kilogramos de media por habitante y año de RAEE procedentes de hogares particulares.
5. Que los hogares particulares no viertan los RAEE como residuos urbanos no seleccionados y de recoger dichos RAEE de modo separado.
6. Los lugares de almacenamiento (incluido el almacenamiento temporal) de los RAEE previo a su tratamiento debe tener una superficie impermeable, prestación de servicios de recogida de derrames y, si procede, decantadores y limpiadores desengrasantes.
7. Los lugares de almacenamiento (incluido el almacenamiento temporal) de los RAEE con anterioridad a su tratamiento debe tener cubierta a la intemperie.

3.3.2. Sistemas de tratamiento

El enfoque principal para el tratamiento de los RAEE es reducir primero la concentración de sustancias químicas peligrosas y los elementos a través de descontaminación / desmontaje, reciclado y valorización de los elementos de valor económico y, finalmente, eliminar las fracciones de RAEE no valorizables ya sea a través de incineración o el vertido o una combinación de ambos. Las opciones de tratamiento de los RAEE incluyen las siguientes operaciones [UNEP Volume II: *E-waste Management Manual, 2007*]:

- Descontaminación / desmontaje. Se realiza de forma manual. Se incluye los siguientes pasos.
 - Eliminación de las partes que contengan sustancias peligrosas (CFC, interruptores de Hg, PCB).
 - La eliminación de partes de fácil acceso que contengan sustancias valiosas (cable de cobre, acero, hierro, las partes que contienen metal precioso...)
 - Separación de sustancias peligrosas y extracción de las partes que sean fácilmente accesibles
- Separación de metales ferrosos, metales no ferrosos y plástico: Esta separación se lleva a cabo generalmente después de la trituración y seguido por el proceso de separación mecánica y magnética.
- Reciclaje / recuperación de materiales valiosos: las fracciones de RAEE después de la segregación que consiste en metales ferrosos y no ferrosos son posteriormente tratados. Los metales ferrosos se funden en hornos de arco eléctricos, los metales no ferrosos y metales preciosos se funden en las plantas de fundición.
- Tratamiento / eliminación de materiales y residuos peligrosos: las fracciones ligeras de trituración se desechan en vertederos o se incineran, a veces, los CFC son tratados térmicamente, los PCB, se incineran o son depositados en almacenamientos subterráneos, el mercurio (Hg) a menudo se recicla o se deposita en los vertederos subterráneos.

Un ejemplo del diagrama de flujo simplificado para el tratamiento de los RAEE (*Figura 1.3.3*) se inicia desde la recolección del producto seguida de pruebas de productos con el fin de clasificar los RAEE reutilizables y no reutilizables por separado. Los RAEE no reutilizables se desmontan y las fracciones de RAEE se clasifican en partes reutilizables y no reutilizables. Las partes no reutilizables de los RAEE se someten a reducción de tamaño, separación y recuperación de materiales diferentes, mientras que las fracciones de RAEE restantes se desechan. [*UNEP Volume II: E-waste Management Manual, 2007*]

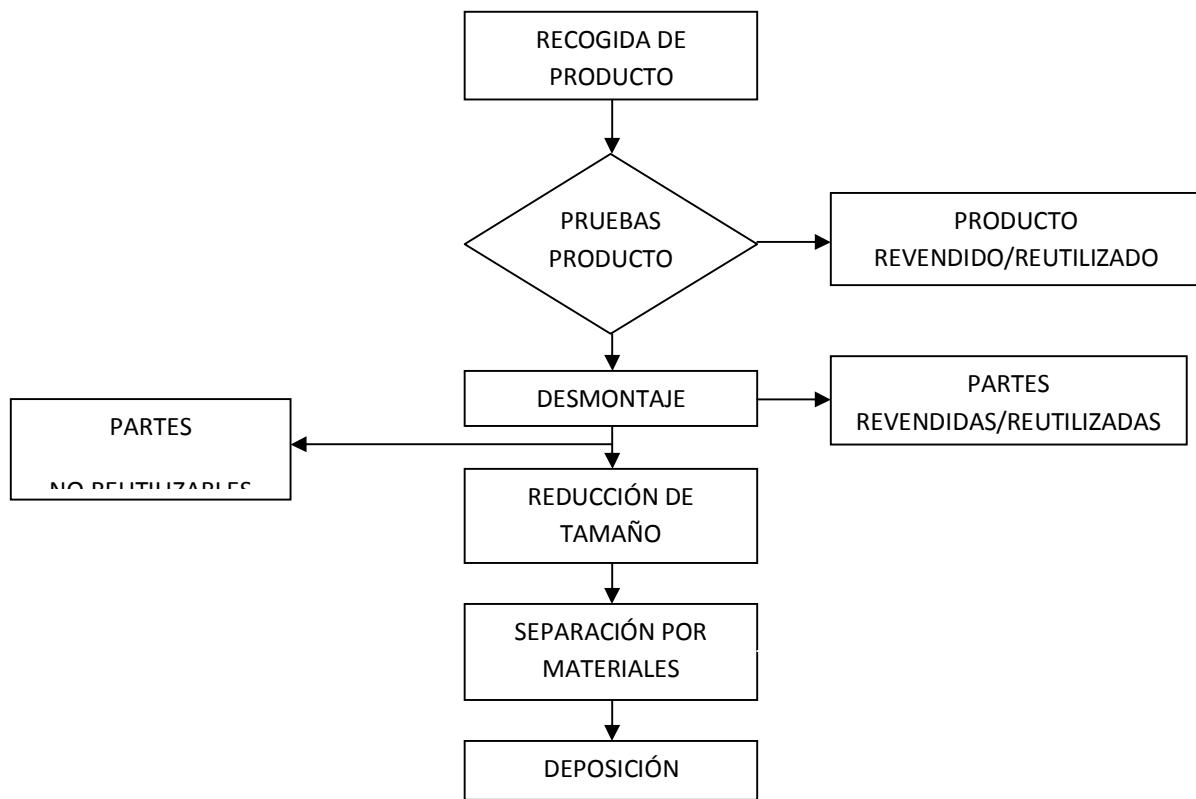
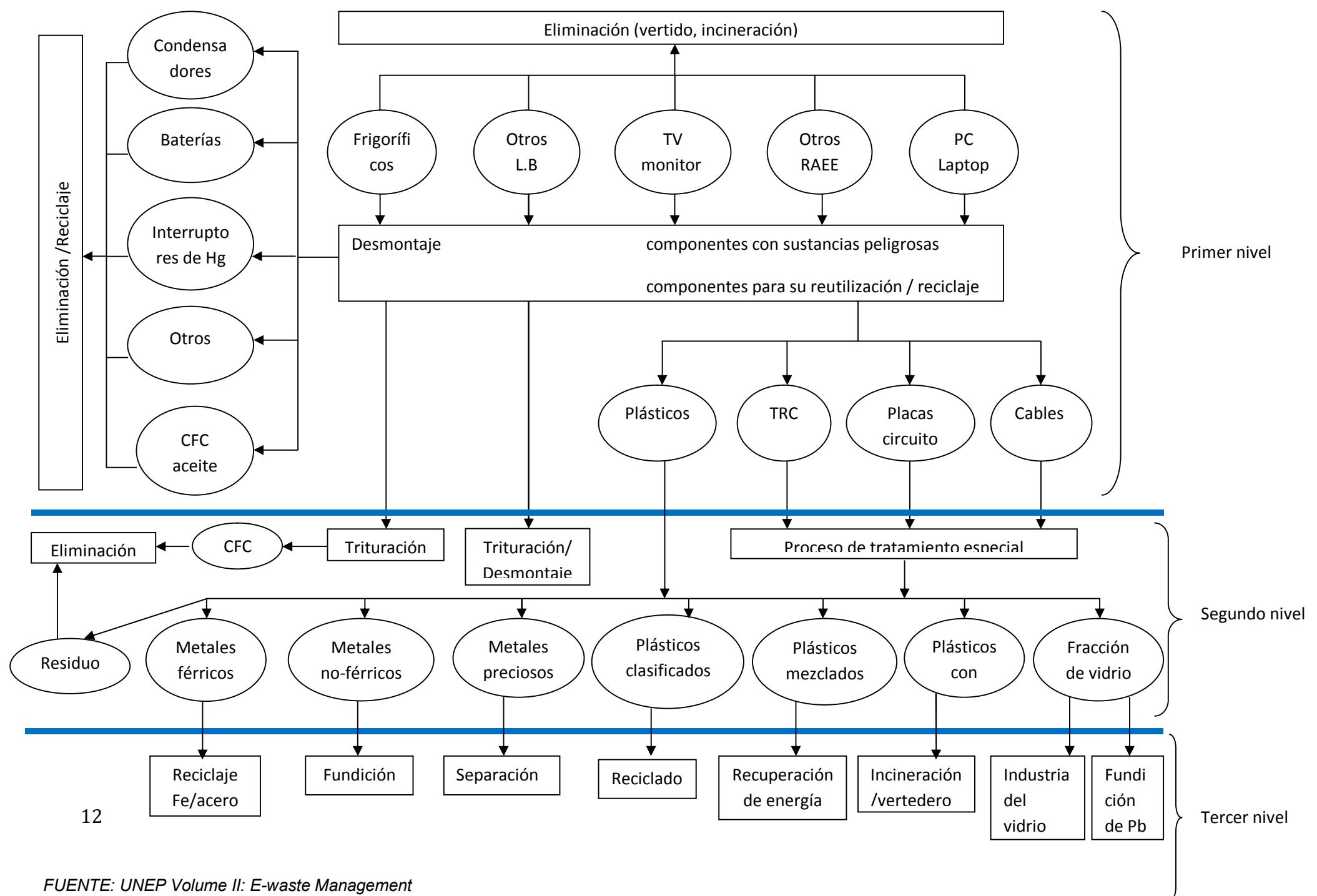


FIGURA I 3.3: DIAGRAMA DE FLUJO SIMPLIFICADO DEL RECICLAJE DE RAEE
FUENTE: UNEP Volume II: E-waste Management Manual, 2007

Este sistema de tratamiento se clasifica en tres niveles (*Figura II 3.3*)

1. Tratamiento de primer nivel
2. Tratamiento de segundo nivel
3. Tratamiento de tercer nivel

Los tres niveles del sistema de tratamiento de RAEE se basan en flujo de materiales. El material fluye desde el primer nivel de tratamiento al tercer nivel. Cada tratamiento consiste en un nivel de operaciones unitarias, donde los RAEE tratados que salen del tratamiento de primer nivel sirve como entrada para el tratamiento de segundo nivel. Después del tratamiento de tercer nivel, los residuos se eliminan, ya sea en vertedero de residuos peligrosos o incineración. La eficiencia de las operaciones en el primer y segundo nivel determina la cantidad de residuos que van a vertedero de residuos peligrosos del sitio o la incineración. La mayoría de las instalaciones de tratamiento de RAEE consisten en el tratamiento primer y segundo nivel en un solo lugar, mientras que el tratamiento de tercer nivel se encuentra geográficamente ubicado en otro lugar. La descripción del tratamiento en cada nivel se da en términos de entrada, operaciones unitarias y de salida en las siguientes secciones. [UNEP Volume II: E-waste Management Manual, 2007]



Primer Nivel de Tratamiento de los RAEE

Entrada al primer nivel de tratamiento: elementos de RAEE como televisores, refrigeradores y ordenadores (PC). Son tres las operaciones unitarias que se producen en el primer nivel de tratamiento:

1. Eliminación de todos los líquidos y gases
2. Desmontaje manual
3. Segregación

Todas ellas son procesos secos, no requieren el uso de agua. El primer paso es descontaminar el RAEE y hacer que no sea peligroso. Esto implica la eliminación de todos los tipos de líquidos y gases (si existen) bajo presión negativa, su recuperación y almacenaje. Además, todos los demás residuos peligrosos del RAEE se desmontan y se separan. Estas fracciones segregadas peligrosas se envían al tratamiento de tercer nivel.

En la *figura III 3.3* se muestran varios pasos en el proceso de desmontaje manual en un centro de desmontaje de RAEE.

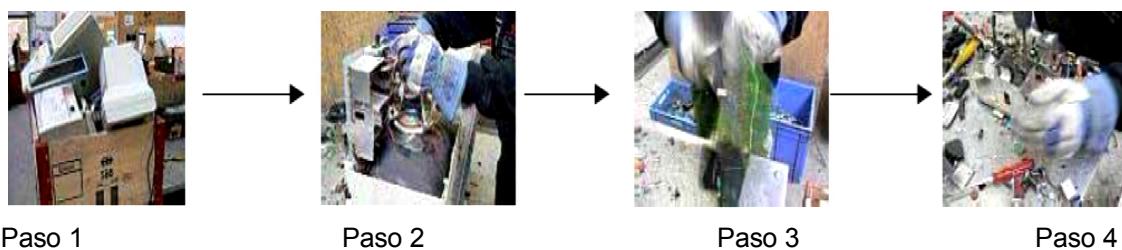


FIGURA III 3.3: DESMONTAJE MANUAL DE RAEE. FUENTE: UNEP Volume II: E-waste Management

Paso 1: Los RAEE recogidos entran en la línea de desmontaje de la instalación de desguace

Paso 2: Desmontaje manual (retirar el plástico y ponerlo en la caja de “plásticos”)

Paso 3: Descontaminación manual de materiales peligrosos y colocación en sus compartimentos

Paso 4: Desmontaje completo y separación de fracciones de RAEE

Salida del primer nivel de tratamiento:

1. Separados de desechos peligrosos como CFC, mercurio (Hg) Interruptores, CRT, baterías y los condensadores
2. RAEE descontaminados que consisten en las partes del RAEE no peligrosas como el plástico, tablero de circuitos y cables.

Segundo nivel de tratamiento

Un diagrama de flujo conceptual simplificado del tratamiento segundo nivel de RAEE se muestra en la figura IV 3.3. Las entradas, operaciones unitarias y las salidas se describen a continuación.

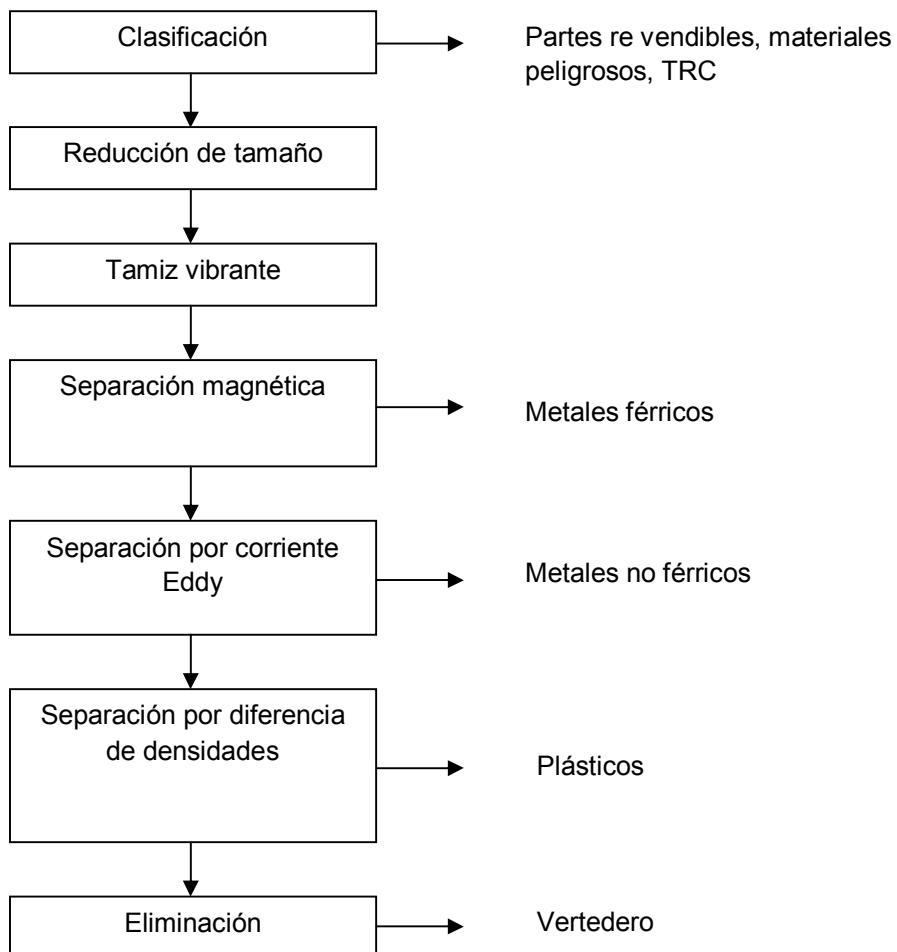


FIGURA IV 3.3: DIAGRAMA SIMPLIFICADO 2ºNIVEL DE TRATAMIENTO DE RAEE.
FUENTE: UNEP Volume II: E-waste Management Manual, 2007

Entrada al segundo nivel de tratamiento: desechos electrónicos no peligrosos, como plástico, placas de circuitos y cables.

Hay tres operaciones unitarias en el segundo nivel de tratamiento de residuos electrónicos:

1. Golpeteo
2. Trituración

3. Otros procesos de separación

A continuación se describen estos otros procesos de separación:

1. Tratamiento TRC que consiste en la separación de embudos de vidrio y pantalla.
2. Separación electromagnética
3. Corrientes de Eddy de separación
4. Separación por densidad con aire o agua.

Las dos operaciones más importantes son la unidad de golpeo y la de trituración. El objetivo principal de estas dos operaciones es la reducción de tamaño. Los procesos de tratamiento especiales consisten en separación electromagnética y corrientes de Eddy, que aprovecha las diferentes propiedades de los elementos como la conductividad eléctrica, las propiedades magnéticas y la densidad para separar metales ferrosos y no ferrosos y las fracciones de metales preciosos. Las fracciones de plástico que están formadas por plásticos clasificados después del tratamiento de primer nivel, mezcla de plástico y de plástico con retardantes de llama, el vidrio y el plomo se separan durante este tratamiento. La eficacia de este tratamiento determina la tasa de recuperación de metal y segregados de RAEE para el tratamiento de tercer nivel. Un ejemplo de operaciones de la unidad se da en la *figura V 3.3*, mientras que los equipos utilizados se muestran en la *tabla I 3.3*.

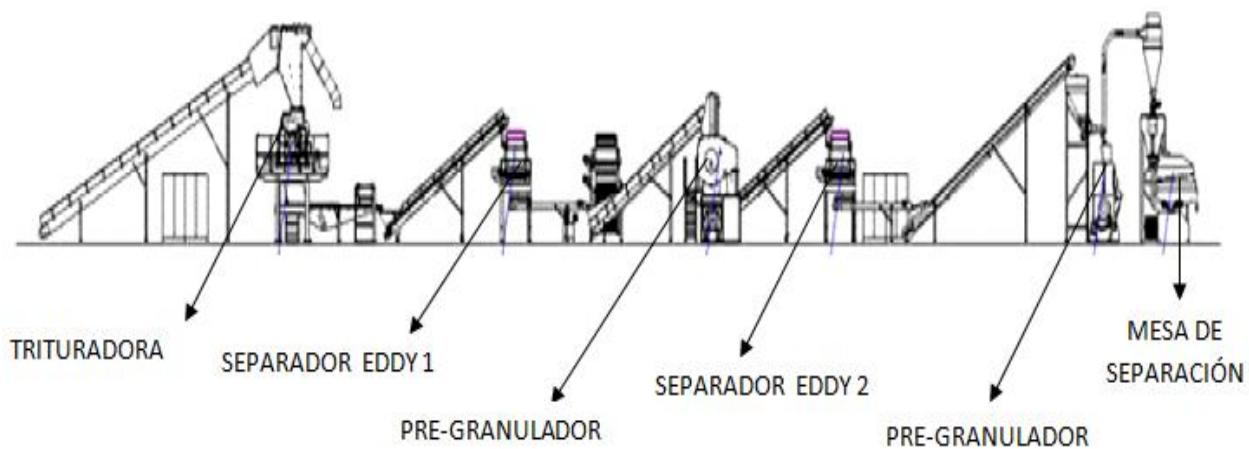


FIGURA V 3.3: OPERACIONES UNITARIAS DEL 2º NIVEL
FUENTE: UNEP Volume II: E-waste Management Manual, 2007

TABLA I 3.3: EQUIPOS USADOS EN EL 2º NIVEL

EQUIPOS	FOTOS
Trituradora Para la reducción de tamaño en un tamaño que permita a la mayor parte del material ferroso ser separado de la fracción de no ferrosos y plásticos	
Separador de corriente Eddy 1 Para la separación de metales pesados de la fracción mezclada	
Pre-Granulador Para la reducción de tamaño del material antes de la separación en el separador de corrientes Eddy 2	
Separador de corriente Eddy 2 Para la separación de metales ligeros de la fracción mezclada	
Granulador Para reducción final de tamaño del material	

TABLA I 3.3: EQUIPOS USADOS EN EL 2º NIVEL (continuación)

EQUIPOS	FOTOS
<p>Tabla de separación</p> <p>Para la separación final de la fracción sobrante en fracción de plásticos (orgánica) y fracción de metales mezclados</p>	

FUENTE: UNEP Volume II: E-waste Management Manual, 2007

Salida: La salida del segundo nivel se da a continuación.

1. Chatarra de metales ferrosos (materia prima secundaria)
2. Chatarra de metales no ferrosos, principalmente cobre y el aluminio
3. Chatarra de metales preciosos, principalmente plata, oro, paladio
4. Plástico que consta de plásticos clasificados, de plásticos con retardantes de llama y la mezcla de plásticos

Tercer Nivel de Tratamiento RAEE

Las operaciones de entrada, de salida y la unidad de tratamiento de tercer nivel se describen en la *tabla II 3.3*.

TABLA II 3.3: ENTRADAS/SALIDAS Y OPERACIONES EN EL 3º NIVEL

Entradas	Operación unitaria /eliminación /técnica de reciclaje	Salidas
Plásticos clasificados	Reciclaje	Producto plástico
Mezcla de plásticos	Revalorización energética/incineración	Recuperación de energía
Mezcla de plásticos con retardante de llama	Incineración	Recuperación de energía
TRC	Desguace/reciclado	Vidrio Cullet
Plomo fundido	Fusión secundaria de plomo	Plomo

TABLA II 3.3: ENTRADAS/SALIDAS Y OPERACIONES EN EL 3^{er} NIVEL (continuación)

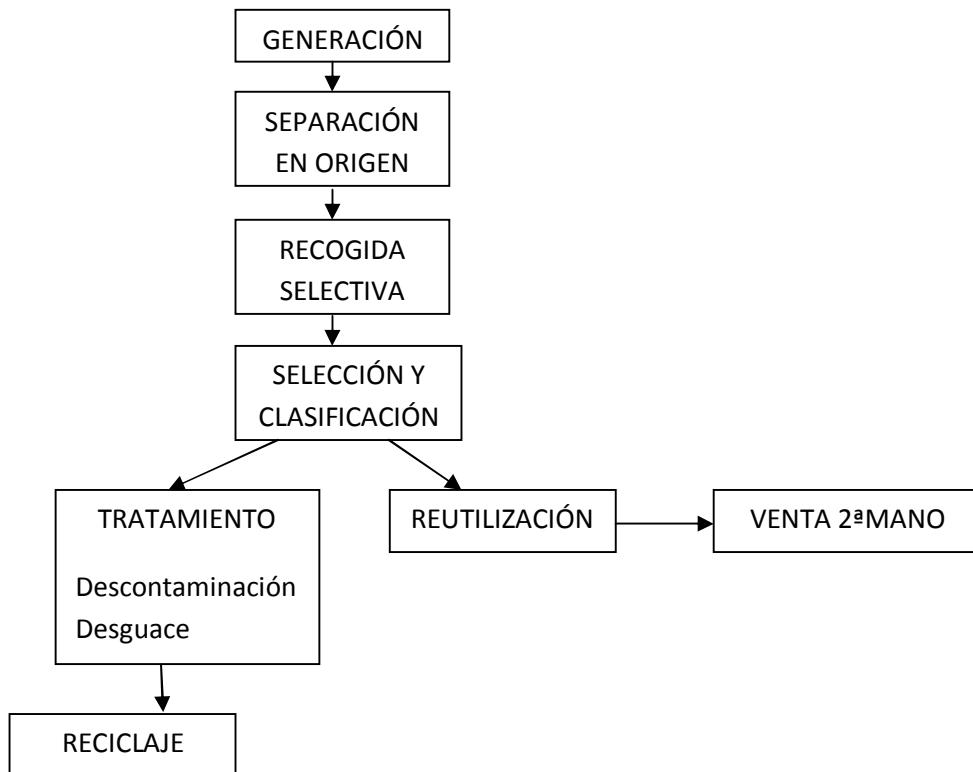
Entradas	Operación unitaria /eliminación /técnica de reciclaje	Salidas
Chatarra de metales férreos	Acero secundario/ reciclaje de hierro	hierro
Chatarra de metales no férreos	Cobre secundario y fusión de aluminio	Cobre / Aluminio
Metales preciosos	Separación oro/plata (refino)	oro/plata/platino y paladio
Baterías(ácida de plomo/ NiMH y LiION)	Recuperación y fusión Refundición y separación	Plomo
CFC	Revalorización, reutilización e incineración	CFC/Recuperación de energía
Aceite	Revalorización/ reutilización e incineración	Recuperación de aceite /energía
Condensadores	Incineración	Recuperación de energía
Mercurio	Separación y destilación	Mercurio

FUENTE: UNEP Volume II: E-waste Management Manual, 2007

3.3.3. Sistemas de gestión en España

Como se ha desarrollado en apartados anteriores del presente proyecto, la gestión de RAEE requiere de varios pasos, con implicación técnica y humana, para ejecutarla de manera correcta y eficiente.

En la *figura VI 3.3* se muestra un diagrama de flujo simplificado más utilizado en muchos países, uno de ellos España, de los pasos que suceden en la gestión de RAEE.

**FIGURA VI 3.3: ESQUEMA DE REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE**

FUENTE: Gestión de RAEE de origen doméstico en Navarra
(diagnóstico y buenas prácticas en gestión de RAEE)

Para gestionar estos RAEE adecuadamente, es necesario que los consumidores/as empleen los canales, dispuestos en todo el territorio nacional, para la recogida selectiva (recogida puerta a puerta, puntos limpios, distribuidores, etc.). Las entidades locales, o quien éstas determinen, se encargan de la recogida selectiva.

Una vez recogidos selectivamente, los RAEE se destinan a los denominados Centros de Almacenamiento Temporal (CAT). Generalmente estos son puntos desde donde son trasladados a plantas de clasificación y tratamiento. En algunos casos el CAT es además, lugar de clasificación y preparación para la reutilización y centro de pre-tratamiento o de tratamiento para algunas categorías de RAEE.

Según datos de 2010, existen nueve plantas preparadas para el reciclaje de RAEE repartidas por toda la geografía española. Estos son sus nombres:

1. Electrorecycling S.A. (Pont de Vilomara - Barcelona)
2. Erc S.L. (Mallorca)
3. Indumental Recycling S.A. (Erandio - Vizcaya)
4. Indumental Recycling S.A. (S. Agustín del Guadalix - Madrid)
5. Mac Insular S.L. (Bunyola - Mallorca)

6. RAAEE S.L. y Chazar S.L. (Zaragoza)
7. Recilec S.A. (Dos Hermanas - Sevilla)
8. Recytech Iberia S.L (Beniparrel - Valencia)
9. Recytel (Campo Real - Madrid)

[Gestión de RAEE de origen doméstico en Navarra -diagnóstico y buenas prácticas en gestión de RAEE, 2010]

Lo que hace posible lo anteriormente descrito es la interacción de distintas personas y organismos. La interacción que existe entre ellos se muestra en la figura VIII 3.2. Algunos de estos “actores” han sido descritos en otros apartados de la presente memoria (productor, usuarios...) En este sub-apartado se definen dos de los que han sido nombrados pero no descritos anteriormente. Se trata de los grupos recuperadores y los Sistemas Integrados de Gestión (SIG).

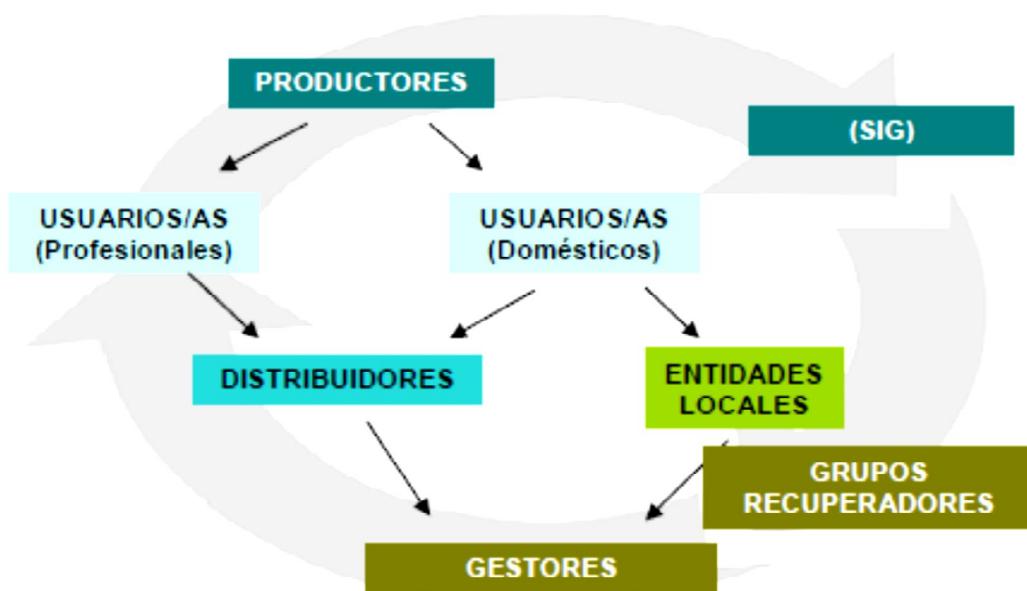


FIGURA VII 3.3: ACTORES EN LA GESTIÓN DE RAEE
FUENTE: Gestión de RAEE de origen doméstico en Navarra
 (diagnóstico y buenas prácticas en gestión de RAEE)

- *Grupos recuperadores*

A nivel nacional existen distintos grupos sociales que se dedican a la recuperación de residuos, fundamentalmente de voluminosos, (ropa, RAEE, muebles, etc.) Entre ellas destaca la Asociación Española de Recuperadores de Economía Social y Solidaria (AERESS) una asociación sin ánimo de lucro que funciona desde 1994. Agrupa a

entidades que se dedican a la reducción, reutilización y reciclaje de residuos con un objetivo de transformación social y de promoción de la inserción socio-laboral de personas en situación o riesgo de exclusión social. Cuenta en la actualidad con 31 entidades socias especializadas en la gestión de residuos con presencia en 13 comunidades autónomas (Andalucía, Asturias, Baleares, Canarias, Castilla León, Castilla La Mancha, Cataluña, Comunidad Valenciana, La Rioja, Madrid, Murcia, Navarra y País Vasco).

En torno a la mitad de las entidades realizan trabajos de recogida de voluminosos y de RAEE específicamente en algunos casos, así como actividades de reparación de RAEE y de venta directa de segunda mano.

- *Sistemas Integrados de Gestión (SIG)*

Se trata de entidades constituidas sin ánimo de lucro, en las cuales participan los productores de aparatos electrónicos y cuyo objetivo principal es la creación de una estructura organizativa que responda a las necesidades de gestión de los RAEE.

En la actualidad existen diversos SIG que están especializados en cada una de las categorías de aparatos eléctricos y electrónicos que regula el R.D. 208/2005. [www.gerelux.com], los cuales se muestran a continuación:



AMBILAMP: asociación privada sin ánimo de lucro, que tiene como fin la creación y puesta en funcionamiento de un Sistema Integrado de Gestión de los residuos de lámparas.



ECOASIMELEC ofrece a las empresas productoras de aparatos eléctricos y electrónicos la cobertura necesaria para cumplir con la recogida y tratamiento de residuos RAEE de informática y telecomunicaciones, juguetes y equipos deportivos y de tiempo libre, aparatos médicos y equipos de vigilancia y control.



ECOFIMÁTICA es una fundación sin ánimo de lucro promovida por los principales fabricantes de equipos ofimáticos para recoger de forma selectiva y reciclar las impresoras, copiadoras y faxes que se usan en oficinas, industrias y hogares.



TRAGAMÓVIL es una fundación constituida por los principales fabricantes de telefonía móvil que se encarga de la recogida selectiva y el reciclaje de los teléfonos móviles.



ECOPILAS sistema de referencia nacional para la recogida y correcta gestión medioambiental de pilas y baterías portátiles usadas.



ECOLEC, es un sistema de gestión colectiva creado por las asociaciones empresariales que representan al sector de fabricantes e importadores de pequeños y grandes electrodomésticos. Gestiona los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.



ECOLUM es un sistema integrado de gestión que se encarga de la recogida, transporte y reciclado de luminarias, lámparas y equipos asociados.



ECOEMBES sociedad anónima sin ánimo de lucro que se encarga de la recogida selectiva y recuperación de residuos de envases para su posterior tratamiento, reciclado y valorización.



ECOTIC su misión es la recogida de los residuos que generan las empresas adheridas en materia de RAEE: electrónica de consumo, aire acondicionado, electrónica profesional, electromedicina, juguetes y luminarias.



ERP su misión es la recogida y correcta gestión medioambiental de pilas y baterías en 29 países europeos. El planteamiento de la organización hace especial hincapié en la rentabilidad, la transparencia y la sencillez.



SIGAUS es un sistema integrado de gestión que se encarga de la recogida selectiva y correcta gestión de los aceites usados que se generen tras la utilización o consumo de los aceites industriales que ponen en el mercado nacional.

Desde la entrada en vigor del RD 208/2005 ha cambiado drásticamente la situación jurídica de los RAEE en España. Con él se ha establecido un enfoque definido para gestión ambiental de los RAEE [PNIR 2008-2015].

En cumplimiento de las obligaciones establecidas en dicha regulación:

- Los responsables de la puesta en el mercado se han adherido a SIG
- Los AEE destinados al consumo doméstico ya se comercializan etiquetados para evitar su abandono o su depósito junto con otros residuos de origen domiciliario.
- Se ha creado y ya está operativo el Registro de Fabricantes de AEE, dependiente del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC)
- Los distribuidores han comenzado a aceptar los RAEE en el momento de compra de aparatos nuevos que sustituyen a los que se desechan, cuando son equiparables en tamaño o función, sin costo económico alguno para el comprador.
- Se está llevando a cabo la recogida de los RAEE generados por los AEE puestos en el mercado antes de la entrada en vigor del RD el 13 de agosto de 2005 (residuos históricos).
- Los SIG han comenzado a suministrar información a las CCAA de las cantidades de RAEE que han gestionado en el año precedente.
- Con la información disponible se prevé que el objetivo de recogida de 4Kg por habitante y año pueda ser superado con facilidad cuando el sistema esté plenamente operativo.
- Todavía no se distingue suficientemente entre el régimen de entrega y recogida de los RAEE domésticos y los originados en instituciones, comercios o empresas.
- La implantación por parte de los productores de medidas preventivas en el diseño y fabricación de los AEE (ecodiseño) es previsible a medio plazo.

3.3.4. Sistemas de gestión en otros países

La gestión de RAEE no es un tema que se trate de la misma manera en todas las partes del mundo. Hay diferentes tipos de gestión según en qué parte del mundo nos encontremos. En este apartado se ve la diferencia existente entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo.

Países desarrollados

En este apartado se muestran dos tablas que muestran la situación actual de países desarrollados. La *tabla III 3.3* ofrece datos relativos a algunos países de la UE y a otros países europeos y la *tabla IV 3.3* corresponde a algunos países del resto del mundo. El resto de países de Europa de los 27 se encuentran en la tabla I del Anexo II de la presente memoria.

- Europa

TABLA III 3.3: UNION EUROPEA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
FRANCIA	Los productores deben establecer cada uno un sistema de recogida selectiva o pagar una cámara de compensación la cual reembolsa a los municipios un coste extra por la recogida selectiva (este coste extra no está definido) La recuperación 1:1 es por minoristas, esto puede delegarse a un sistema confirmado.	Nuevos RAEE: productores responsables a menos que se acuerde otra cosa AEE históricos B2B: usuario final responsable incluso al adquirir uno nuevo, a menos que se pacte otra cosa. Tasa visible obligatoria fijada para grandes aparatos.	Preparado y operativo por ADEME (agencia medioambiental)	4-8 sistemas colectivos de productores previstos para varias categorías. E.g. ECO-Systèmes Eco-Logic ERP
ALEMANIA	Gobierno local financia la recogida y puede gestionar los RAEE. El gobierno local manda una solicitud de recuperación a la Cámara de compensación, que notifica el productor con la mayor obligación incumplida de recoger contenedores Minoristas o productores pueden recuperar de los consumidores	El coste del tratamiento de los B2B AEE es pagado por el usuario final, pero usuarios y productores pueden negociar sus propios acuerdos. Los productores son responsables de los B2B RAEE puestos en el mercado después de 13/08/2005, a menos que se hayan hecho acuerdos alternativos	EAR Fundación	Los productores no pueden transferir la responsabilidad (compras) Consorcio restringido por la autoridad competente e.g ERP, ProReturn, ENE, LARS, Olav, BSH- Miele- Philips, Quelle Waste mgmt sistemas/servicios: ALBA, DSD, DHL, e-back, EGR, Entec, AVR, Fliege Cleanaway, Landbell, Pape, Remondis, TechProtect/ RENE, Take-EWay, Vfw, Zentek

TABLA III 3.3: UNION EUROPEA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS (continuación)

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
PORtUGAL	Los productores establecen sistemas de recogida que combina centros de recogida de las autoridades locales y RAEE recogidos por los minoristas Recuperación 1:1 por los minoristas también en la entrega de nuevos productos en hogares	Productores responsables de los RAEE históricos en base 1:1. Son responsables también de los nuevos RAEE a menos que se acuerde lo contrario	Registro dirigido por las asociaciones de productores y el sistema de cumplimiento (ANREE), bajo licencia del Instituto Nacional de Residuos	Amb3E ERP
ESPAÑA	Recuperación 1:1 por minoristas libre de cargo para los consumidores. Gobierno local recogida de puntos limpios de RAEE domésticos y de distribuidores Los productores pueden acordar sus propia recogida en los hogares	Productor responsable de los RAEE B2B históricos en base 1:1. Los productores responsables de los nuevos RAEE B2B salvo acuerdo; Gobierno local puede recuperar B2B si hay un acuerdo voluntario	El Registro Nacional de Establecimientos Industriales, pero los productores también deben registrarse ante el organismo competente de la Comunidad Autónoma donde se encuentra su sede central	ECOLEC (categorías 1, 2) TRAGAMOVIL (móviles) ECOFIMATICA (office IT de oficina y aparatos de reprografía) ECOASIMELEC ECOTIC (categoría. 4, aire acondicionado equipos médicos y juguetes) Ambilamp (categoría 5)
NORUEGA	Los minoristas y los municipios recuperan de forma gratuita. Los productores recogen y retiran de los municipios y los centros de venta al por menor Sistema de recogida de cobro para recuperar cuota de los productores e importadores.	Las empresas pueden entregar al distribuidor en base 1:1. Los productores son responsables de ambos históricos y nuevos.	Autoridad Noruega de Control de Contaminación	EI-Retur AS RENAS AS Ragn-sells AS Veolia AS Euroenvironment

TABLA III 3.3: UNION EUROPEA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS (continuación)

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
REINO UNIDO	Recuperación directa 1:1 por los distribuidores de los consumidores de forma gratuita Si es miembro de DTS, los consumidores directamente pueden depositar de sus RAEE en DCF más cercana Productores lo financian en ambos casos	No es una obligación colectiva. Responsabilidad Individual del productor. Para las luminarias no peligrosas, los productores recuperan del sistema colectivo donde se cobrará una tarifa plana mensual por cada elemento del equipo.	Las agencias ambientales del Reino Unido emiten el porcentaje de participación en el mercado preliminar en 2007 sobre la base de datos de 2006 presentados con el registro de ventas del productor. Agencia Ambiental para aprobar y dar el número de registro	REPIC – línea blanca Valpak – IT equipos de oficina Lumicon – luminarias no-domésticas

FUENTE: Volume II: E-waste Management Manual, 2007

- Otros países desarrollados

TABLA IV 3.3: PAÍSES DESARROLADOS NO EUROPEOS

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
AUSTRALIA	Existe un sistema de recolección municipal para los bienes del hogar. Existe un programa voluntario de reciclaje de la industria de telefonía móvil (retirar en las tiendas)	No existe en todas las industrias	No existe	No existe
CANADA	En fase de desarrollo basado en los principios de la responsabilidad ampliada del productor / administración	En fase de desarrollo	No existe	En fase de desarrollo

TABLA IV 3.3: PAÍSES DESARROLADOS NO EUROPEOS (continuación)

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
JAPÓN	Recuperación 1:1 para electrodomésticos por los minoristas de forma gratuita. En caso de no haber sustitución por un nuevo elemento, los consumidores pagan por la eliminación / cargos de reciclaje y el transporte. Los puntos de recogida se encuentran en las tiendas, centros de acopio u oficinas de correos (para la entrega directa de OEM) OEM responsable de la recogida y transporte de residuos, genera un pago por gastos de recogida y de gestión.	Existe	Ministerio supervisa las tasas de reciclaje	Servicios comunes ofrecidos por las empresas de reciclaje, por ejemplo. Hitachi e IBM Japón
COREA	Municipios recogen RAEE y cobran por recogida y eliminación de los RAEE (en caso de que no se compre uno nuevo) Recuperación 1: 1 de los hogares por los minoristas ,artículos limitados (nueva adquisición)	1:1 obligatoria y limitada devolución gratuita de RAEE (compra de un nuevo producto) por los productores	Ministerio de Medio Ambiente, que anuncia la cantidad de reciclaje basada en el la cantidad sacada a mercado, los registros anteriores y la capacidad dada de los recicladores.	Mutual Aid Association on Recyclers
NUEVA ZELANDA	Dejar en las tiendas minoristas, centros de reciclaje /reformados, centros de recogida en la acera, centros locales de recolección de las autoridades	Los sistemas voluntarios desarrollados por la industria por ejemplo. HP, IBM, Dell, Fisher y Paykel, Vodafone, Telecom, Exide	No existe	No existe

TABLA IV 3.3: PAÍSES DESARROLADOS NO EUROPEOS (continuación)

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
ESTADOS UNIDOS	Entrega en las instituciones sin ánimo de lucro Entrega en las tiendas 1: 1 recuperar por los minoristas en algunos eventos esporádicos de recolección de los estados	No definido claramente, cada estado tiene su sistema	No existe	No existe

FUENTE: Volume II: E-waste Management Manual, 2007

Países en vías de desarrollo

En la tabla II del Anexo II se muestra la situación en que se encuentra la gestión de RAEE en algunos de los países en vías de desarrollo.

4. IMPLANTACIÓN DE LA GESTIÓN DE PEQUEÑOS RAEE EN UN MUNICIPIO

GIMENA BACAICOA ELÍAS

4. IMPLANTACIÓN DE LA GESTIÓN DE PEQUEÑOS RAEE EN UN MUNICIPIO	1
4.1. CONTEXTO, JUSTIFICACIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL	1
4.2. ALMACENAMIENTO, RECOGIDA Y TRANSPORTE.....	3
4.3. TRATAMIENTO.....	16
4.3.1. <i>Tratamiento de lámparas</i>	16
4.3.1.1. Bombillas incandescentes	16
4.3.1.2. Bombillas fluorescentes compactas	19
4.3.1.3. Lámparas de descarga de gas a alta presión.....	21
4.3.2. <i>Tratamiento reproductor MP3</i>	23
4.3.3. <i>Tratamiento disco compacto CD</i>	26

4. IMPLANTACIÓN DE LA GESTIÓN DE PEQUEÑOS RAEE EN UN MUNICIPIO

4.1. CONTEXTO, JUSTIFICACIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL

En este apartado de la memoria se detalla la implantación y ejecución de la gestión de RAEE en un caso concreto, una vez mostrado en el apartado tres de esta memoria el ciclo de gestión teórico de los RAEE.

La población seleccionada se localiza en la zona norte del territorio español. Dicha población se selecciona teniendo en cuenta los datos del INE con el objetivo de trabajar en una localidad lo más representativa posible. Una vez se ha caracterizado la población, se describe la situación actual de la gestión de RAEE en la población para pasar a proponer distintas soluciones o alternativas, en base a parámetros marcados por la legislación vinculada a este tipo de residuos.

Tras describir el tipo de transporte adecuado para la mejor propuesta se seleccionan tres de los RAAE recolectados. Una vez caracterizados se expone el tratamiento que estos han de seguir.

La población seleccionada tiene un número de habitantes de 30.000 y como se puede observar en la *tabla I 4.1* corresponde con el tipo de municipio en el que vive la mayor parte de la población en España, exceptuando las grandes capitales.

TABLA I 4.1 : DATOS POBLACIÓN INE

Revisión del Padrón municipal 2011. Datos a nivel nacional, comunidad autónoma y provincia.	
TIPO POBLACIÓN	PERSONAS
Capital	15.225.385
Municipio no capital. Menos de 101 hab.	63.540
Municipio no capital. De 101 a 500 hab.	676.994
Municipio no capital. De 501 a 1.000 hab.	753.696
Municipio no capital. De 1.001 a 2.000 hab.	1.327.618
Municipio no capital. De 2.001 a 5.000 hab.	3.166.344
Municipio no capital. De 5.001 a 10.000 hab.	3.914.878
Municipio no capital. De 10.001 a 20.000 hab.	5.119.308
Municipio no capital. De 20.001 a 50.000 hab.	7.423.898
Municipio no capital. De 50.001 a 100.000 hab.	4.711.883
Municipio no capital. De 100.001 a 500.000 hab.	4.806.949

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Esta localidad es una zona urbana en la que sus habitantes tienen un poder adquisitivo medio. Esto se traduce en disposición de infraestructuras auxiliares a la gestión de RAEE y un consumo medio-alto de AEE.

Tal como se muestra en la *tabla I 4.1* se observa que a parte de las capitales, la que se obvian en este estudio, la mayoría de personas en España viven en poblaciones de 20.001 a 50.000 habitantes. Para la población seleccionada se elige el valor medio de esta franja de habitantes, 30.000 habitantes.

Debido a la variada orografía de España, así como su situación geográfica, en latitudes medias de la zona templada del hemisferio Norte, hace que el país tenga una notable diversidad climática. Así pasamos de lugares con suaves temperaturas, en torno a los 15 °C, a otros que superan los 40 °C, sobre todo en verano, y de sitios donde las precipitaciones no superan los 150 mm, a otros que registran más de 2500 mm anuales. Al no tener un clima homogéneo todas las características antes citadas se tendrán en cuenta en posteriores apartados.

Generación de RAEE

Los AEE que se van a tener en cuenta para este estudio son AEE de tamaño pequeño y que, quizá por su uso o continua renovación, sean desechados más frecuentemente. Estos aparatos pertenecen a varias categorías marcadas por el RD 208/2005, estas son:

- Cat.2: Pequeños electrodomésticos
- Cat.3: Equipos de informática y telecomunicaciones
- Cat.4: Aparatos electrónicos de consumo
- Cat.5: Aparatos de alumbrado
- Cat.7: Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre

En la *tabla II 4.1* se muestra la cantidad de residuos de AEE incluidos en las categorías 2, 3, 4, 5 y 7 recogidos en España en el año 2008. Para nuestro estudio se considera que la recogida de estos residuos se ha mantenido constante hasta la actualidad.

TABLA II 4.1: DATOS RAEE RECOGIDOS

ESPAÑA 2008	RAEE recolectados de los hogares (T)
Pequeños electrodomésticos	3.610
equipos IT y de telecomunicación	12.977
equipos de consumo	15.192
Luminarias	489
Lámparas de descarga de gas	1.459
Juguetes, equipos de ocio y deporte	195

Fuente: EUROSTAT

Teniendo en cuenta los datos mostrados en la *tabla II 4.1* se calculan los RAEE seleccionados para este proyecto que son recogidos en la población objeto de estudio.(*tabla III 4.1*)

TABLA III 4.1: DATOS DE RAEE DE LA LOCALIDAD

LOCALIDAD	RAEE recolectados de los hogares (T)
Pequeños electrodomésticos	2,35
Equipos IT y de telecomunicación	8,46
Equipos de consumo	9,91
Luminarias	0,32
Lámparas de descarga de gas	0,95
Juguetes, equipos de ocio y deporte	0,13
TOTAL	22,12

Situación actual en la gestión de RAEE

La entidad que lleva la gestión de residuos en la localidad, proporciona una gama de contenedores a pie de calle para la recogida selectiva de distintos tipos de residuos (papel y cartón, vidrio, envases, aceite, ropa, orgánico y resto).

Para la recogida de los RAEE de todo tipo de categorías existe un punto limpio. Este se encuentra a las afueras del centro urbano de la localidad, por lo que no es tan accesible como el resto de contenedores. Esto provoca que el deshacerse de los RAEE de origen doméstico seleccionados en este apartado, sea más incomodo para los ciudadanos y que gran cantidad de estos acaben en un contendor inapropiado y no se gestionen adecuadamente. Como se ha mencionado en apartados anteriores de esta memoria, este gesto supone un impacto negativo en el medio ambiente debido a las sustancias peligrosas que contienen este tipo de residuos [véase apartado 2]

Una vez depositados en el punto limpio los residuos son transportados a las plantas de tratamiento por los gestores pertinentes, pudiendo ser uno de los SIG o de las empresas de tratamiento nombradas en el capítulo 3 de la presente memoria. Estos deben de cumplir con lo descrito en dicho apartado como canales de recogida e infraestructura.

4.2. ALMACENAMIENTO, RECOGIDA Y TRANSPORTE

Para aumentar la eficiencia de la gestión de RAEE en la localidad se propone la instalación de un nuevo contenedor que amplíe la gama existente. Este contenedor se comportará como un mini punto limpio urbano dónde se recogerán los RAEE de menor tamaño de una manera selectiva como lámparas, reproductores de mp3, CDs... Esta mejora se ve justificada por el Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR 2008-2015).

La implantación de un nuevo contenedor en la actual gama, cumple la premisa de aumentar los puntos de recogida de RAEE y que esta sea selectiva. A su vez permitirá que los indicadores descritos en el plan se compongan de datos más fidedignos.

Además para que la implantación se a un éxito se debe de ofrecer información a los ciudadanos/as y/o usuarios/as. Para ello se requiere una campaña de concienciación la cual deberá de ser difundida por varios medios:

- Cada contenedor tendrá durante el tiempo de la campaña carteles informativos de qué es y para qué sirve.
- Se informará también a través de radio, televisión y prensa.
- Las redes sociales jugarán su papel, a través de aplicaciones, páginas informativas y juegos.
- No obstante en el ayuntamiento de la localidad se dispondrá de un apartado dedicado a dudas y a las necesidades de cada vecindario. Este también dispondrá de trípticos informativos.

A continuación se van a mencionar las características que debe de poseer dicho contenedor para poder hacer de mini punto limpio urbano.

Base legal

Los requisitos técnicos de las instalaciones según lo marcado en el anexo IV del RD 208/2005, deben cumplir con :

"Requisitos técnicos de las instalaciones

1) Establecimientos para el almacenamiento, incluido el almacenamiento temporal de residuos de aparatos eléctricos o electrónicos:

- Zonas adecuadas dotadas de superficies impermeables, con instalaciones para la recogida de derrames y, si procede, decantadores y limpiadores-desengrasadores.
- Zonas que proceda cubiertas para protección contra la intemperie”

A continuación se citan los siguientes requisitos que ha de cumplir la alternativa de mejora de la actual gestión de RAEE (el mini punto limpio urbano) teniendo en cuenta la base legal.

- Multiproducto, un contenedor para recoger/almacenar varios productos en paralelo pero que a la vez estén separados unos de otros para garantizar una recogida diferenciada.
- Que evite la posible mezcla de los RAEE por confusión de los usuarios o por negligencia de estos a la hora de deshacerse de estos residuos.

- Que disponga de un compartimento para el depósito de bolsas, para evitar que se depositen en los previstos para los RAEE.
- Que las bocas de los compartimentos para cada tipo de RAEE integren un sistema que permita únicamente una entrada unidireccional de los RAEE para evitar que estos sean sustraídos del contenedor.
- Que las bocas de los compartimentos se abran únicamente al verse sometidas a un pequeño esfuerzo a la hora de introducir el residuo, y permanecer cerradas el resto del tiempo para evitar que se llene de agua de lluvia u otras elementos que deterioren la estabilidad del contenido. Esta característica podría venir definida por ejemplo con un diafragma.
- Que ofrezca el menor riesgo para los operarios de recogida, evitando al máximo el contacto con los RAEE, ya que algunos pueden estar muy deteriorados y con las sustancias peligrosas expuestas.
- Que sea accesible y ergonómico para todo tipo de personas; incluyendo a niños, ancianos, minusválidos...aportando comodidad para el desecho de este tipo de residuos.
- Que se integre en el mobiliario urbano, evitando así un impacto paisajístico, y que se pueda situar en enclaves tanto modernos como históricos. Pero que a la vez sea un punto señalado.
- Carácter antivandálico, para evitar su deterioro y/o rotura por episodios vandálicos. Por ejemplo si se incendiase un contenedor de estos podría ser muy peligroso debido a la constitución de los residuos que se encuentran en su interior.
- Hecho de material anti-corrosivo, impermeable, que soporte un amplio rango de temperaturas.
- Que aporte un servicio personalizable, esto es que en función de los RAEE que se generen en una zona concreta se puedan acotar unos RAEE u otros (dentro siempre del rango que se ha marcado en esta sección) y que esto se vea claro a la hora de depositar el residuo
- Con un sistema de fijación en un soporte metálico antivandálico que se integre perfectamente en el diseño del conjunto y que permita fácilmente su fijación al pavimento mediante anclajes.
- Que disponga de un espacio publicitario, en el cual se pueda difundir a los ciudadanos la propia función del contenedor. El tema de la concienciación ciudadana es clave en este tipo de proyectos. Este espacio constituido de cristal para poder ir variando los carteles que se coloquen entre él y la armadura del contenedor, deberá de ser

IMPLANTACIÓN DE LA GESTIÓN DE PEQUEÑOS RAEE EN UN MUNICIPIO

CAPÍTULO 4

El contenedor que cumple la mayor parte de estas características y podría satisfacer en gran medida las necesidades expuestas está patentado por la empresa *Blipvert® S.L.*

Se trata del contenedor *minipunto limpio*. Este consta de siete compartimentos individuales en un solo contenedor. Las bocas de cada uno de ellos se pueden personalizar y cambiar según el RAEE que se vaya a recolectar. En la *figura I 4.2* se muestra como es este contenedor y algunas de las partes que lo componen.



FIGURA I 4.2 MINI BLIPVERT FUENTE: <http://www.minis.cat/img/altres/cat-minis.pdf>

Blipvert® es una empresa española afincada en Granollers (Barcelona) además posee un red de franquicias en distintos puntos de la geografía española, y algunos países como Holanda o Alemania.

El servicio de *BLIPVERT* incluye la fabricación y personalización de los contenedores, mantenimiento, limpieza, seguro a todo riesgo, póliza de responsabilidad civil, recogida de residuos, transporte a reciclaje y entrega de hojas de seguimiento.

IMPLANTACIÓN DE LA GESTIÓN DE PEQUEÑOS RAEE EN UN MUNICIPIO
CAPÍTULO 4

Para más información se puede consultar su página web cuya dirección es:
<http://www.blipvert.es/esp/index.php>

Por todo esto y por las características intrínsecas del contenedor es la mejor opción, que existe en el mercado actualmente, para la propuesta de mejora.

No obstante hay alguno de los requisitos enunciados anteriormente que el mini de Blipvert® no reúne. Por lo tanto a continuación se muestra un rediseño de dicho mini, o mejor dicho un nuevo contenedor basado en el mini de Blipvert®, que aporta todos los requisitos mencionados. [Anexo III](#)

Tras ver gráficamente como podría ser este nuevo modelo de contenedor se detallan los nuevos elementos con respecto al mini de Blipvert®, y se explica el porqué de esa innovación (*tabla I 4.2*).

TABLA I 4.2: JUSTIFICACIÓN DEL NUEVO DISEÑO

INNOVACIÓN	JUSTIFICACIÓN
ASPECTO EXTERIOR	
Doble entrada de RAEE a dos alturas diferentes	Accesible a toda la población, esto hace que gente con impedimentos físicos pueda utilizar también este servicio. Aumentando la utilización de mismo, y por lo tanto la cantidad de RAEE recogidos de forma selectiva en origen. Mayor eficiencia.
Carátulas	El aspecto exterior de las bocas de cada compartimento está formado por caratulas personalizables, en función del RAEE que se deseé recolectar. Estas se colocan desde la parte trasera (compartimentos internos fuera) de esta manera quedan integradas en el contenedor. Cada carátula está agujereada en forma del RAEE en cuestión para evitar que se depositen otros elementos distintos al deseado.
Apertura de contenedor trasera	Al doblar la entrada en diferentes alturas la vanguardia del contenedor de que se parte se ve modificada, quedando dos espacios (para cartelería) debajo de lo fila de bocas. La apertura se traslada a la parte trasera para más comodidad a la hora de extraer/introducir lo compartimentos. El vaciado del contenedor se hace extrayendo los compartimentos individualmente, los cuales serán transportados hasta la planta de tratamiento. Esta puerta trasera también posee espacio publicitario.

TABLA I 4.2: JUSTIFICACIÓN DEL NUEVO DISEÑO (continuación)

INNOVACIÓN	JUSTIFICACIÓN
ASPECTO EXTERIOR	
Almacenaje de bolsas en ambos laterales y a dos alturas	Con ello se otorga al contenedor un plus, ya que permite al usuario deshacerse de las bolsas, donde se transportan normalmente los residuos que se van a depositar. Este almacenaje aumenta la clasificación de residuos, ayudando a que la mayoría de estas bolsas no acaben dentro de los propios compartimentos, en el suelo o en un contenedor que no sea el adecuado. Tras la recolección de las bolsas éstas serán llevadas al gestor encargado de este tipo de residuos.
COMPARTIMENTOS INTERNOS	
Bocas de compartimentos acotadas por diafragmas	La función de estas es la de reducir las probabilidades de que sean introducidos objetos y/o residuos inapropiados para este contenedor. Además, que las bocas estén cerradas hasta que se haga un pequeño esfuerzo sobre ellas para introducir el residuo, en vez de estar completamente abiertas reduce el nivel de filtraciones de agua u otros líquidos, disminuyendo así la cantidad de lixiviados que se pueda crear por el contacto de estos con los RAEE almacenados en los compartimentos.
Asas en la parte trasera	Para facilitar la extracción/colocación de los compartimentos dentro del contenedor. Aporta ergonomía para los operarios/as que se encarguen de la recogida.
Puertas laterales	Para el vaciado del contenido de los compartimentos. Gracias a esta apertura lateral los compartimentos superior e inferior se vaciaran en menor tiempo.

TABLA I 4.2: JUSTIFICACIÓN DEL NUEVO DISEÑO (continuación)

INNOVACIÓN	JUSTIFICACIÓN
COMPARTIMENTOS INTERNOS	
Rejilla separadora compartimentos	<p>La función principal de este elemento es el dividir cada compartimento en dos partes. La parte superior corresponde a la boca a mayor altura y la parte inferior a la de menor altura. La parte superior es un 76% del total del compartimento mientras que la parte inferior es un 24%; esta partición se ha hecho en base al porcentaje de personas mayores de 65 años (17,2% [IMSERSO 2008]) y discapacitados/as menores de 65 años (6,63% [Observatorio Nacional de Discapacidad,2011])</p> <p>Esta separación asegura que todas las personas puedan utilizar la boca que más se acomode a su situación. Esto es que si una persona que por su situación deba de utilizar la parte inferior del compartimento no se la encuentra repleta por residuos entrantes de la boca superior.</p>
Fondo permeable	<p>Hace que los posibles lixiviados de los compartimentos se filtren a la bandeja de lixiviación para más tarde ser almacenados. Además gracias a esta retirada de líquido se pierde peso residual en los compartimentos a la hora de manipularlos y transportarlos.</p>

TABLA I 4.2: JUSTIFICACIÓN DEL NUEVO DISEÑO (continuación)

INNOVACIÓN	JUSTIFICACIÓN
COMPARTIMENTOS INTERNOS	
Espacio reservado para el sistema de almacenaje de lixiviados	En el interior debajo de los compartimentos se sitúa este nuevo elemento, sirve para la recolección de los posibles lixiviados procedentes de los compartimentos. Se compone de una bandeja de recepción inclinada en ambos lados hacia el centro de la misma que finaliza en un orificio tubular de salida hacia el compartimento para el almacenaje. Este compartimento tendrá un marcador de nivel de líquido que indicará el momento óptimo de su recogida extracción y vaciado. Para el vaciado del mismo, se dispone de un orificio con tapón, el cual se sustituye por un tubo flexible en el momento de vaciar el recipiente. El orificio superior que dentro del contenedor sirve de entrada de lixiviado, para el transporte se tapa pero se abre para el vaciado para facilitar la salida del lixiviado. El compartimento de lixiviados se extrae de una manera similar al resto de compartimentos.

Al ser una propuesta de diseño, las medidas y materiales son orientativos. En la *tabla II 4.2* se muestran los materiales que se han considerado apropiados para la fabricación del contenedor.

TABLA II 4.2: MATERIALES PARA EL NUEVO DISEÑO

COMPONENTE	MATERIAL	PROPIEDADES
Compartimentos internos Depósito de lixiviados Filtro de los compartimentos internos	HDPE (Polietileno de alta densidad)	<p>Cristalinidad: Es cristalino en más de un 90%</p> <p>Temperatura de transición vítrea: Tiene 2 valores, a -30°C y a -80 °C</p> <p>Punto de fusión: 135°C Esto le hace resistente al agua en ebullición</p> <p>Rango de temperaturas de trabajo: Desde -100°C hasta +120°C</p> <p>Propiedades ópticas: Debido a su alta densidad es opaco.</p> <p>Densidad: Inferior a la del agua; valores entre 945 y 960 kg por m³</p> <p>Viscosidad: Elevada. Índice de fluidez menor de 1g/10min, a 190°C y 16kg de tensión</p> <p>Flexibilidad: Comparativamente, es más flexible que el polipropileno</p> <p>Resistencia Química: Excelente frente a ácidos, bases y alcoholes.</p> <p>Estabilidad Térmica: En ausencia completa de oxígeno, el polietileno es estable hasta 290 °C. Entre 290 y 350 °C, se descompone .A temperaturas superiores a 350 °C, se producen productos gaseosos en cantidad creciente, siendo el producto principal el butileno. www.eis.uva.es</p>

TABLA II 4.2: MATERIALES PARA EL NUEVO DISEÑO (continuación)

COMPONENTE	MATERIAL	PROPIEDADES
Estructura externa (puertas y armazón)	Acero galvanizado	<p>Resistencia a la abrasión Resistencia a la corrosión Duración excepcional Resistencia mecánica elevada Protección integral de las piezas (interior y exteriormente) Triple protección: barrera física, protección electroquímica y auto curado Ausencia de mantenimiento Fácil de pintar</p> <p>(www.construmatica.com)</p>
Bocas de entrada de residuos	PMMA (Polimetilmetacrilato)	<p>Termoplástico duro, resistente, transparente, de excelentes propiedades ópticas con alto índice de refracción, buena resistencia al envejecimiento y a la intemperie.</p> <p>Su resistencia a la rotura es siete veces superior a la del cristal a igualdad de espesores, por lo que resulta más resistente a los golpes.</p> <p>Es un material ligero con una densidad de 1.19 kg/m³.</p> <p>Presenta buena resistencia mecánica y estabilidad. A pesar de su ligereza puede soportar una sobrecarga de 70 kg/m².</p> <p>La transparencia de este plástico está comprendida entre el 85 y el 92.</p> <p>Coeficiente de conductividad térmica de metilo 0,16 KCal/m.h.ºC</p> <p>El metacrilato es fácil de rallar con cualquier instrumento.</p> <p>(www.eis.uva.es)</p>

TABLA II 4.2: MATERIALES PARA EL NUEVO DISEÑO (continuación)

COMPONENTE	MATERIAL	PROPIEDADES
Diafragmas de entrada de residuos	Caucho reciclado	Caucho vulcanizado con un 5%-10% de azufre, procedente de otros usos.
Parte final de las puertas, para la colocación de publicidad	Cristal Antivandálico Laminado	Tres placas de vidrio intercalado con dos láminas plásticas de polivinil butirato (PVB). Estos plásticos combinan sus propiedades como adherencia, elongación y resistencia a los impactos; con las del vidrio, como su transparencia y cualidades ópticas. De gran elasticidad, absorbe la energía del impacto y mantiene su integridad.

El número óptimo de contenedores para la población seleccionada con 30.000 habitantes es de 6. Se ha seleccionado esta cifra comparando el número de minis de Blipvert® que han sido instalados en varias ciudades de España.

El transporte de los compartimentos a la planta de tratamiento se efectuará en un vehículo de la empresa gestora, que deberá de tener en regla la burocracia legislativa para tal fin. El recorrido del transporte se verá modificado con respecto a la situación actual, en las figuras I y II 4.2 se muestra la situación actual y la propuesta de mejora.

En este momento de la recogida se efectuará el registro de los datos pertinentes para cumplir así con la legislación que marca la necesidad de control y seguimiento de los RAEE.

En las operaciones de vaciado del contenedor y reposición de nuevos compartimentos un papel fundamental, para que la eficiencia de este contenedor sea la prevista, es saber qué es lo que contiene cada contenedor. Para ello se dispondrá de un sistema de pegatinas las que indicarán que es lo que hay en los compartimentos. Serán los/las operarios/as encargados de estas operaciones los que colocaran las pegatinas de identificación cuando repongan nuevos compartimentos.

Por lo que estos deberán de ir provistos de dichas pegatinas de identificación así como de las hojas de control mencionadas anteriormente. Otras de los medios de los que deberán de disponer son para realizar su trabajo son: sección de almacenamiento de bolsas de plástico, llave para apertura de contenedor y de los compartimento de bolsas (véase llaves tipo Allen) y tapón para el compartimento de recogida de lixiviados.

IMPLANTACIÓN DE LA GESTIÓN DE PEQUEÑOS RAEE EN UN MUNICIPIO
CAPÍTULO 4

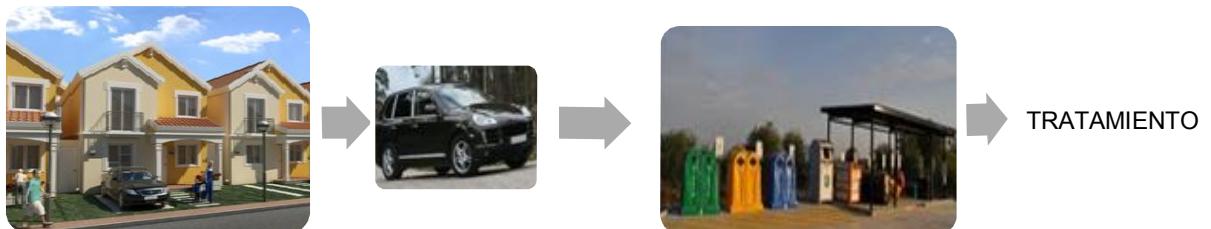


FIGURA I 4.2 SITUACIÓN ACTUAL



FIGURA I 4.2 PROPUESTA DE MEJORA

*el contenedor corresponde a la opción existente en el mercado, aunque es el nuevo diseño el que cumple con la característica de accesibilidad para todo tipo de personas

4.3. TRATAMIENTO

En este apartado se describen las opciones de tratamiento existentes para los RAEES recogidos en mini-punto limpio urbano que se propone en el apartado 4.2. De los muchos posibles residuos eléctricos y electrónicos que pueden recogerse son tres los seleccionados para describir su tratamiento final tras la recogida y el transporte.

Los RAEE seleccionados son tres de los más habituales en la vida cotidiana, se trata de:

- Lámparas: bombilla incandescente, de bajo consumo y de descarga de gas a alta presión.

La Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, por la que se instaura un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía; establece un plazo para que en los estados miembros se deje de fabricar y comercializar lámparas incandescentes.

El 1 de Septiembre de 2009 se prohibió la fabricación y distribución de lámparas de potencia superior o igual a 100 W, el 1 de Septiembre de 2011 las lámparas de 60 W. El 1 de Septiembre de 2012 se retirarán las lámparas de 25 y 40 W. Las lámparas incandescentes están siendo sustituidas por opciones más eficientes, como las lámparas fluorescentes compactas y las basadas en tecnología LED.

Aunque se dejen de fabricar y comercializar hay que minimizar el impacto, de los residuos que generarán las ya puestas en el mercado, en el medio ambiente, sometiendo a sus componentes al tratamiento adecuado para tal fin.

- Reproductor MP3
- Discos compactos CDs

Previamente se describe los componentes y/o materiales que los forman y tras esta información se detalla el proceso de reciclado que sufren estos residuos.

4.3.1. Tratamiento de lámparas

4.3.1.1. Bombillas incandescentes

Las lámparas incandescentes están formadas por un hilo de wolframio que se calienta por efecto Joule alcanzando temperaturas tan elevadas que empieza a emitir luz visible. Para evitar que el filamento se queme en contacto con el aire, se rodea con una ampolla de vidrio a la que se le ha hecho el vacío o se ha rellenado con un gas. El conjunto se completa con unos elementos con funciones de soporte y conducción de la corriente eléctrica y un casquillo normalizado que sirve para conectar la lámpara a la luminaria.
[\[edison.upc.edu/curs/lum \]](http://edison.upc.edu/curs/lum)

A continuación se muestra en la *figura 1* 4.3 las partes que componen a este aparato y la descripción y funcionalidades de las mismas.

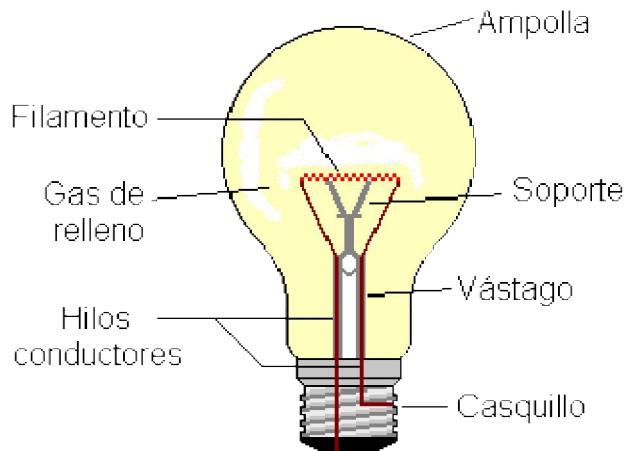


FIGURA I 4.3 PARTES DE UNA BOMBILLA. FUENTE: <http://edison.upc.edu/curs/llum>

La ampolla

Es una cubierta de vidrio que da forma a la lámpara y protege el filamento del aire exterior evitando que se queme. Si no fuera así, el oxígeno del aire oxidaría el material del filamento destruyéndolo de forma inmediata. Algunas formas típicas de ampollas se muestran en la figura II 4.3.

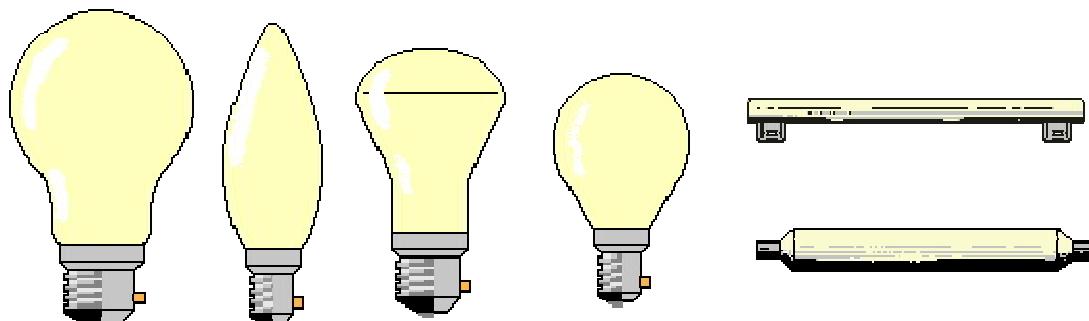


FIGURA II 4.3 TIPOS DE BOMBILLAS. FUENTE: <http://edison.upc.edu/curs/llum>

Filamento

Para que una lámpara incandescente emita luz visible, es necesario calentar el filamento hasta temperaturas muy elevadas. Esto se consigue pasando una corriente eléctrica a través de un material conductor por efecto Joule.

El material más se ha empleado para los filamentos es el tungsteno o wolframio (W) por sus elevadas prestaciones además de ser una materia prima asequible.

Soporte del filamento: vástago, varillas de soporte e hilos conductores

El filamento está fijado a la lámpara por un conjunto de elementos que tienen misiones de sujeción y conducción de la electricidad.

Los hilos conductores transportan la electricidad desde el casquillo a los hilos de soporte a través del vástago. Para evitar el deterioro de las varillas de soporte es necesario un

material, normalmente se usa el molibdeno, que aguante las altas temperaturas y no reaccione químicamente con el tungsteno del filamento.

El vástago es de vidrio con plomo, un material con excelentes propiedades de aislante eléctrico, que mantiene separada la corriente de los dos conductores que lo atraviesan. Además, y gracias a su interior hueco sirve para hacer el vacío en la ampolla y llenarla de gas (cuando se requiera).

Gas de relleno

Aunque antiguamente se hacía el vacío en el interior de la ampolla, en la actualidad se llena con un gas inerte por las ventajas que presenta. Con el gas se consigue reducir la evaporación del filamento e incrementar la temperatura de trabajo de la lámpara y el flujo luminoso emitido. Los gases más utilizados son el nitrógeno y el argón.

El casquillo

Por un lado, sirve para conectar el filamento a la corriente eléctrica proveniente del portalámparas. Y por el otro, permite la sujeción de la lámpara a la luminaria evitando su deterioro. En su fabricación se usan habitualmente el latón, el aluminio o el níquel.

Los casquillos empleados en alumbrado general son de dos tipos: Edison (E) y Bayoneta (B) se muestran en la *figura III 4.3*



Edison (E)



Bayoneta (B).

FIGURA III 4.3 TIPOS DE CASQUILLOS. FUENTE <http://edison.upc.edu/curs/llum>

Reciclado

Las bombillas incandescentes son introducidas en procesadores especiales para trituración. Los materiales constituyentes son separados mecánica y magnéticamente en cinco clases distintas: metal ferroso, metal no ferroso, vidrio y tungsteno o molibdeno

En el inicio del proceso, las bombillas son partidas en pequeños fragmentos, por medio de un procesador (triturador/molino). Esto permite separar los diferentes elementos constituyentes. Posteriormente las partículas trituradas pasan, gracias a una corriente de aire, por un sistema de extracción, donde las partículas más grandes, como el vidrio partido, terminales de aluminio y piezas de latón, son separadas y expulsadas de la corriente de aire, por diferencia gravitatoria y por procesos electrostáticos.

El aluminio y las piezas de latón son enviados como chatarra para reciclaje. El filamento de tungsteno o molibdeno es recogido en filtros en el interior del ciclón y esa es la mayor complicación en este proceso de reciclaje. De hecho, la concentración de estos filamentos en el vidrio recuperado es lo que puede dificultar su salida a reciclaje. El vidrio recuperado pues, es testado y enviado a reciclaje si el filamento ha sido separado con éxito. [www.blipvert.com]

Aunque el RD 208/2005 las deja fuera de su ámbito de aplicación, ya que no ha considerado prioritario establecer directrices para la gestión de este residuo, es importante que se sometan a algún tipo de tratamiento para evitar su deposición en

vertederos. El reciclaje en este caso supone un gasto, ya que como se nombra anteriormente es difícil que tenga salida el material que se obtienen tras el tratamiento.

4.3.1.2. Bombillas fluorescentes compactas

A menudo las bombillas fluorescentes compactas se identifican con las bombillas de bajo consumo, a pesar de que solo son uno de los tipos existentes.

Las bombillas fluorescentes compactas, que empezaron a comercializarse en la década de los 80, destacan por su larga vida y bajo consumo (necesitan entre el 65% y el 80% menos de energía que las bombillas incandescentes convencionales para producir la misma cantidad de luz).

El funcionamiento de una lámpara fluorescente ahorradora de energía CFL es el mismo que el de un tubo fluorescente común, excepto que es mucho más pequeña y manejable.

Las lámparas fluorescentes CFL constan de las siguientes partes (ver *figura IV 4.3*):

- Tubo fluorescente

Se componen de un tubo de unos 6 mm de diámetro aproximadamente, doblados en forma de "U" invertida, cuya longitud depende de la potencia en watt que tenga la lámpara. En todas las lámparas CFL existen siempre dos filamentos de tungsteno o wolframio (W) alojados en los extremos libres del tubo con el propósito de calentar los gases inertes, como el neón (Ne), el kriptón (Kr) o el argón (Ar), que se encuentran alojados en su interior. Junto con los gases inertes, el tubo también contiene vapor de mercurio (Hg). Las paredes del tubo se encuentran recubiertas por dentro con una fina capa de fósforo.

- Balasto electrónico

Las lámparas CFL son de encendido rápido, por tanto no requieren cebador (encendedor, *starter*) para encender el filamento, sino que emplean un balasto electrónico en miniatura, encerrado en la base que separa la rosca del tubo de la lámpara. Ese balasto suministra la tensión o voltaje necesario para encender el tubo de la lámpara y regular, posteriormente, la intensidad de corriente que circula por dentro del propio tubo después de encendido.

El balasto electrónico se compone, fundamentalmente, de un circuito rectificador diodo de onda completa y un oscilador, encargado de elevar la frecuencia de la corriente de trabajo de la lámpara entre 20 000 y 60 000 hertz aproximadamente, en lugar de los 50 ó 60 hertz con los que operan los balastos electromagnéticos e híbridos que emplean los tubos rectos y circulares de las lámparas fluorescentes comunes antiguas.

- Base

La base de la lámpara ahorradora CFL se compone de un receptáculo de material plástico, en cuyo interior hueco se aloja el balasto electrónico. Unido a la base se encuentra un casquillo con rosca normal E-27 (conocida también como rosca Edison), la misma que utilizan la mayoría de las bombillas o lámparas incandescentes. Se pueden encontrar también lámparas CFL con rosca E-14 de menor diámetro (conocida como

rosca candelabro). No obstante, existen variantes con otros tipos de conectores, de presión o bayoneta, en lugar de casquillos con rosca, que funcionan con un balasto electrónico externo, que no forma parte del cuerpo la lámpara. [\[www.asifunciona.com\]](http://www.asifunciona.com)

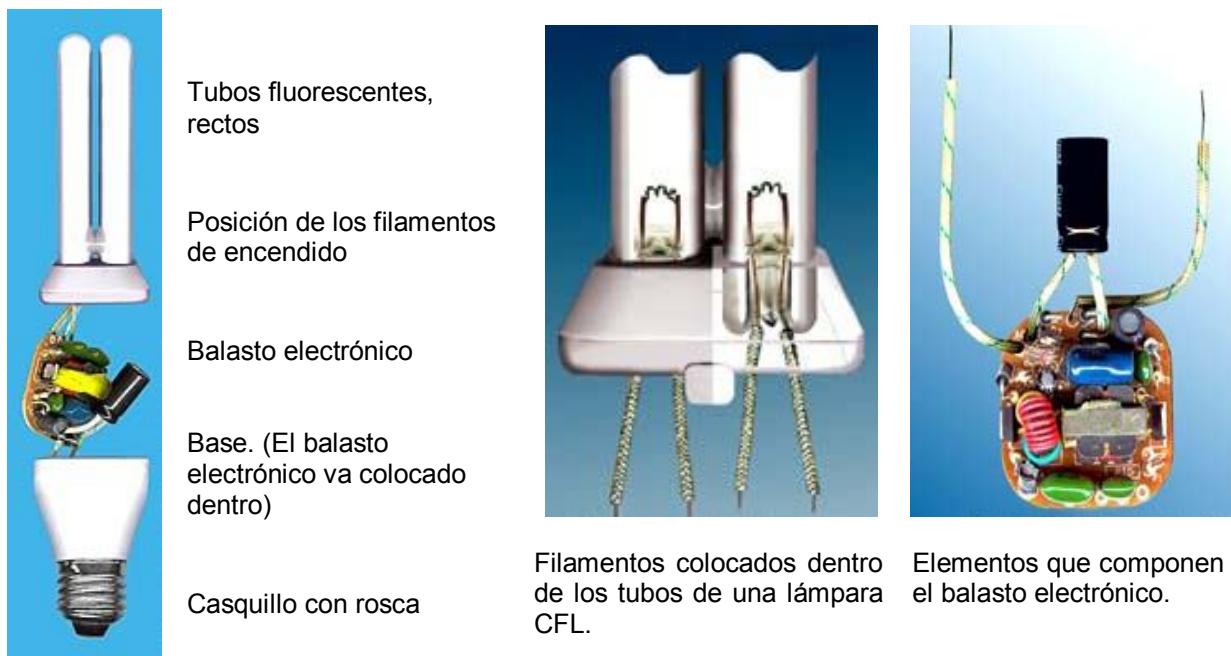


FIGURA IV 4.3 PARTES DE LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES CFL FUENTE:
www.asifunciona.com

Reciclado

Esta operación incluye procesamiento y separación física de bombillas fluorescentes que contienen mercurio. Las bombillas son separadas en distintas corrientes de casquillos, vidrio limpio, polvo de fósforo y finalmente mercurio elemental.

El sistema de reciclaje consiste en un triturador, un separador, un sistema de filtración para vapor y partículas, un sistema de manejo de materiales y un sistema de control. Los materiales resultantes generados por esta actividad (vidrio, polvo de fósforo, casquillos) son transportados para su procesamiento, reciclado o desecho.

Triturado y separación

Bombillas enteras entran en el proceso de reciclaje y se someten a la rotura de vidrio inicial. El material se tritura en los tambores rotativos y se traslada a un sistema de criba. Los componentes de las bombillas son separados por la criba y cada co-producto es depositado en un contenedor. Los casquillos se recolectan, se muestran, se analiza el contenido de mercurio, y se envían a una instalación de reciclaje de metales por su contenido de aluminio.

El vidrio se muestrea y se analiza su contenido en mercurio y se envía a reciclaje. El polvo de fósforo se separa de los finos de vidrio y es recogido en contenedores y

enviado a la unidad de retorta. La fracción ferrosa de las bombillas, los filamentos, son eliminados por un separador magnético y enviados a la unidad de retorta.

El mercurio recuperado de los co-productos de la destilación por retorta posteriormente se somete a una triple destilación y es vendido en el mercado interior como Mercurio Técnicamente Puro.

Una soplante mantiene el vacío a lo largo de todo el proceso. El aire aspirado a través del sistema se limpia de todo polvo residual por una serie de nueve filtros de mangas de cartucho. Estos filtros son automáticamente lavados de manera regular para evitar la acumulación de polvo. El polvo libre de aire luego pasa a través del sistema de filtración de carbono antes de la descarga.

Unidad de recuperación térmica

El polvo separado es la alimentación en la unidad de retorta. Con la aplicación de calor, el mercurio se evapora del polvo. Después el mercurio vaporizado se condensa de nuevo en un líquido. Estos productos de mercurio se recogen para su posterior procesamiento a través del Proceso de Triple Destilación

Triple destilación

El mercurio del proceso de retorta es destilado tres veces para eliminar impurezas. Después el mercurio es muestrado y analizado por un laboratorio metalúrgico independiente para certificar que la pureza del mercurio es al menos de un 99,99%. Una vez certificada la pureza, el Mercurio Técnicamente Puro es empaquetado de acuerdo a las especificaciones específicas de cada cliente y vendido como producto a empresas que lo utilizan en sus procesos.[\[www.bulbs.com \]](http://www.bulbs.com)

4.3.1.3. Lámparas de descarga de gas a alta presión

En las lámparas de descarga, la luz se consigue estableciendo una corriente eléctrica entre dos electrodos situados en un tubo lleno con un gas o vapor ionizado.

En el interior del tubo, se producen descargas eléctricas como consecuencia de la diferencia de potencial entre los electrodos. Estas descargas provocan un flujo de electrones que atraviesa el gas. Cuando uno de ellos choca con los electrones de las capas externas de los átomos les transmite energía.

Las formas de las lámparas de descarga varían según la clase de lámpara. De todas maneras, todas tienen una serie de elementos en común como el tubo de descarga, los electrodos, la ampolla exterior o el casquillo (ver figura V 4.3)

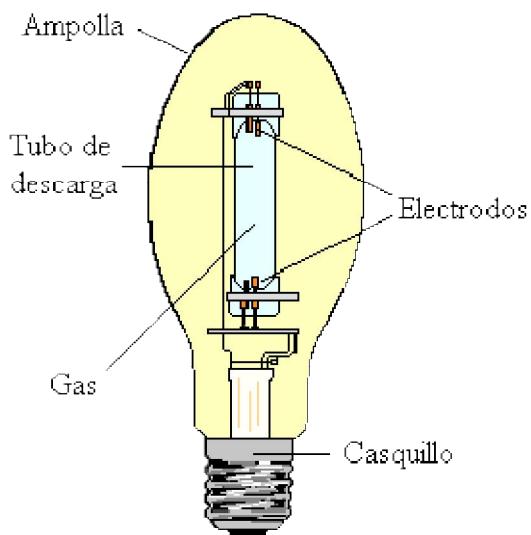


FIGURA V 4.3 PRINCIPALES PARTES DE UNA LÁMPARA DE DESCARGA FUENTE: <http://edison.upc.edu/>

La ampolla

Elemento que sirve para proteger al tubo de descarga de los agentes atmosféricos. En su interior se hace el vacío o se rellena con un gas inerte. Sus formas son muy variadas y puede estar recubierta internamente con sustancias fluorescentes que filtran y convierten las radiaciones ultravioletas en visibles mejorando el rendimiento en color de estas lámparas y su eficiencia.

Tubo de descarga

Normalmente de forma cilíndrica, donde se producen las descargas eléctricas entre los electrodos. Está lleno con un gas (vapor de mercurio o sodio habitualmente) a alta presión que determina las propiedades de la lámpara.

Los electrodos

Son los elementos responsables de la descarga eléctrica en el tubo. Están hechos de wolframio y se conectan a la corriente a través del casquillo. Se recubren con una sustancia emisora para facilitar la emisión de los electrones en el tubo.

El casquillo

Tiene la función de conectar los electrodos a la red a través del portalámparas. Puede ser de rosca o bayoneta. Los materiales con que se elaboran dependerán de los requisitos térmicos y mecánicos de cada tipo de lámpara.

El gas

En el interior del tubo de descarga se encuentra una mezcla entre un vapor de sodio o mercurio y un gas inerte de relleno. El primero determina las propiedades de la luz de la lámpara y es el responsable de la emisión de la luz como consecuencia de la descarga.

IMPLANTACIÓN DE LA GESTIÓN DE PEQUEÑOS RAEE EN UN MUNICIPIO

CAPÍTULO 4

El segundo, el gas inerte, cumple varias funciones. La principal es disminuir la tensión de ruptura necesaria para ionizar el gas que rellena el tubo e iniciar así la descarga más fácilmente. Otras funciones que realiza son limitar la corriente de electrones y servir de aislante térmico para ayudar a mantener la temperatura de trabajo de la lámpara.

Reciclado

Separación de componentes

Bajo una corriente de aire negativa, el globo exterior de vidrio se retira del soporte de la base y del metal de la lámpara que contiene el tubo de arco interior. El tubo de arco interior está hecho de cristal de cuarzo y contiene mercurio.

Los elementos portadores sin mercurio son separados, ordenados por tipo de material, testados para saber la contaminación por mercurio y luego enviados para su posterior reciclaje. El tubo interior que contiene mercurio se rompe y se coloca en una retorta para su procesamiento adicional.

Unidad térmica

Los tubos de arco interiores se introducen en un horno de retorta donde se calienta el vidrio a altas temperaturas que provoca que el mercurio se evapore del vidrio. Despues el mercurio se enfria, se recoge y se guarda para procesarlo posteriormente. Los tubos de arco interior, ya limpios, también se enfrian, se muestrean y envian para su reciclaje.

El vidrio es muestreado y analizado para el mercurio y enviado para su reciclaje o eliminación. El polvo de fósforo se separa de los finos de vidrio y se recoge en los contenedores y se envían a la unidad de retorta. La porción ferrosa de las lámparas, los filamentos, se eliminan mediante un separador magnético y se envían la unidad de retorta.

Triple destilación

El mercurio recuperado del proceso térmico se destila tres veces para eliminar las impurezas, convirtiendo el mercurio en un producto metal de calidad.[\[www.bulbs.com\]](http://www.bulbs.com)

4.3.2. Tratamiento reproductor MP3

La sigla MP3 de estos reproductores proviene del formato musical (*Moving Picture expert group - layer 3*). Un reproductor MP3, es un dispositivo 100% electrónico, no tiene partes mecánicas internas en movimiento, están basados en el uso de memoria flash, por lo que guarda la información en un chip de memoria tipo NAND. Permite reproducir, almacenar y borrar archivos de audio, de manera rápida, sencilla y segura. Estos dispositivos cuentan con una interfaz gráfica que le permite al usuario manipular las funciones sin necesidad del ordenador. [\[www.informaticamoderna.com\]](http://www.informaticamoderna.com)

Un reproductor MP3 es la convergencia de muchas tecnologías. Algunos de los componentes más específicos puede variar, pero hay unas partes básicas que podemos encontrar en un típico reproductor MP3:

- Puerto de datos
- Memoria
- Microprocesador
- DSP (Digital Signal Processor)
- Pantalla
- Controles
- Puerto de audio
- Amplificador
- Alimentador eléctrico

Todos estos elementos se encuentran en una PCI soldadas como se muestra en la figura VI 4.3.



FIGURA VI 4.3 ESTRUCTURA INTERNA DE UN REPRODUCTOR MP3
FUENTE: <http://www.techdesign.be>

Todos los reproductores de música MP3 portables funcionan con baterías. La mayoría también dispone de adaptadores AC por lo que se pueden conectar a un enchufe cualquiera, y otros incluso ofrecen adaptadores DC para usar en el coche por ejemplo. [\[www.electronica-basica.com\]](http://www.electronica-basica.com)

Reciclado

Para el tratamiento de los reproductores tras su vida útil se describen a continuación las mejores técnicas disponibles en la industria para tal fin.

Las placas de circuitos impresos contienen, circuitos integrados, transformadores, conectores y los pequeños AEE, como los reproductores de MP3, después de la eliminación de la batería, se pueden tratar directamente en operaciones integradas de fundición y refinería de cobre y metales preciosos, sin reducción de tamaño del material. Las baterías son enviadas a plantas de tratamiento especializadas para tal fin.

Las PCI y los dispositivos pequeños son mezclados con otros metales preciosos que están presentes en materiales tales como catalizadores, los subproductos de las industrias no ferreas o minerales primarios. Típicamente una operación integrada comienza con un paso de pirometalurgia: las PCI y los dispositivos pequeños se funden

junto con otros materiales en un horno o fundición a altas temperaturas para separar los metales valiosos, mientras que los compuestos orgánicos se convierten en energía. Posteriormente, diferentes operaciones unitarias tales como pirometalurgia, hidrometalurgia y electrometalurgia se utilizan en la combinación más apropiada para producir una recuperación óptima de los materiales. En la *figura VII 4.3* se muestra un ejemplo de esta operación integrada. Es particularmente importante la presencia de un sistema adecuado de limpieza de gases de escape conectado al horno que pueda tratar o prevenir la formación de compuestos orgánicos volátiles, dioxinas y gases ácidos procedentes de las sustancias orgánicas en el material de alimentación, así como el polvo generado. Hay una serie de tecnologías disponibles para la destrucción o captura de dioxinas, furanos y otros gases, tales como refrigeradores, lavadores adiabáticos, filtros y la descomposición catalítica se utilizan en combinación para obtener un rendimiento óptimo. El calor es recuperado de los gases residuales para su uso en procesos posteriores que utilizan el calor generado en la forma más eficiente posible.

El sistema integrado de fundición y refinería (*figura VII 4.3*) tiene dos rutas principales: las operaciones de metales preciosos y las operaciones de metales normales. Para la mayoría de los materiales de desecho electrónico, la fundición es el primer paso. La fundición utiliza Isasmelt (www.isasmelt.com) una tecnología de combustión de lanza sumergida y está equipado con una amplia instalación de control de emisiones. Aproximadamente a 1200 ° C el aire enriquecido y el combustible se inyectan a través de una lanza en un baño de líquido y el coque se añade para la reducción química de los metales. Los componentes orgánicos de las placas de circuito funcionan como un agente reductor adicional y el combustible. Soplando aire y combustible en el baño se aseguran reacciones químicas rápidas y una buena mezcla, la fase de cobre metálico y la fase de escoria de plomo son agitadas vigorosamente. Los metales preciosos se disuelven en el cobre, mientras que la mayoría de los otros metales especiales se concentran en la escoria de plomo junto con compuestos tales como óxido de sílice y alúmina. Después de la fundición del cobre va a la planta de lixiviación-electrolítica y la escoria de plomo va al alto horno.

En la planta de lixiviación-electrolítica, que combina hidro y electrometalurgia, el cobre granulado se disuelve con ácido sulfúrico dando sulfato de cobre (CuSO_4); la solución y los metales preciosos son residuo concentrado. En el residuo de lixiviación el contenido de metales preciosos es 10 veces mayor que en el material de alimentación de cobre. La solución de CuSO_4 se envía a la planta electrolítica para la recuperación del cobre como cátodos de 99,99% de pureza. El ácido restante se devuelve a la etapa de disolución. El residuo de metales preciosos además se refina en la refinería de metales preciosos. Todas las variantes posibles y los ratios de Ag, Au y metales del grupo del platino se recuperan de uno en uno como metales de alta pureza (> 99,9% de pureza).

El óxido de plomo escoria de la fundición, que contiene Pb, Bi, Sn, Ni, In, Se, Sb, As y algunos metales preciosos y Cu, se trata adicionalmente en el alto horno de plomo junto con materias primas que contienen plomo. El horno produce lingotes de plomo (95% Pb) en el que se recogen los metales especiales y la plata. Además se produce cobre mate (se devuelve a la fundición), níquel speiss (enviado a la refinería de níquel y los metales preciosos enviados a la refinería de metales preciosos) y escoria, que se vende como aditivo para el hormigón. El refino de los lingotes de plomo, los rendimientos -además de Pb - da Bi, As, Sn, Sb y dos residuos más. La plata residual se trata adicionalmente en la refinería de metales preciosos. El residuo de indio-teluro se trata adicionalmente en la refinería de metales especial junto con el selenio residual de la refinería de metales preciosos.

El proceso integrado obtiene una alta recuperación de metales preciosos de los desechos eléctricos y electrónicos. Al final todo se separa del metal soporte y se recupera, mientras que las sustancias extremadamente peligrosas se convierten en productos útiles (Pb, Sb, As) o son capturados e inmovilizados en una de manera respetuosa con el medioambiente (Hg, Be, Cd). La escoria producida es un material de construcción certificado.

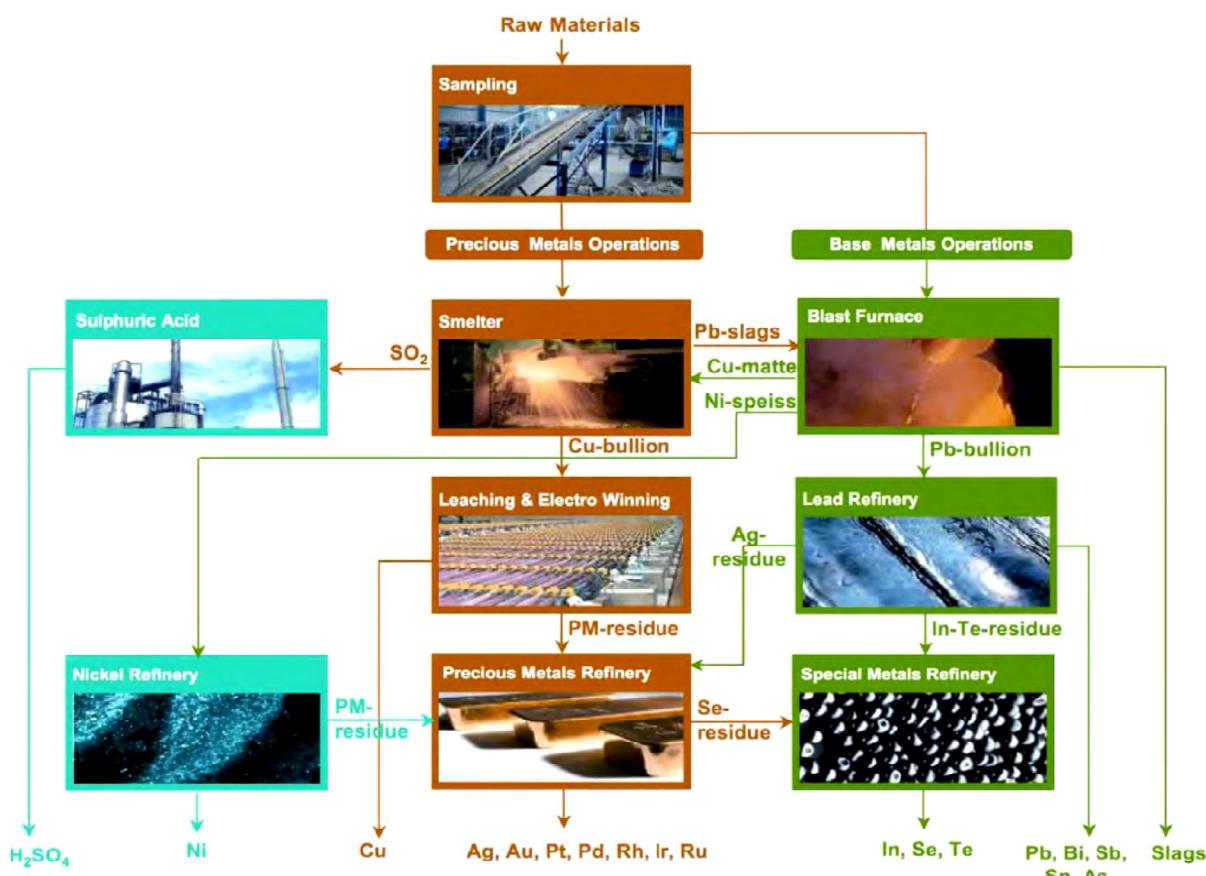


FIGURE VII 4.3 UMICORE INTEGRATED SMELTING/REFINING OPERATIONS*
 FUENTE: Recycling – From E-Waste To Resources, Julio 2009

* Fundición, altos hornos, refinerías de plomo usan operaciones unitarias de pirometalurgia; lixiviación, metales especiales y operaciones de la refinería de níquel usan operaciones unitarias de hidrometalurgia y la refinería de metales preciosos usa operaciones unitarias tanto de hidro como de pirometalurgia.

4.3.3. Tratamiento disco compacto CD

El Compact Disc (CD) o Disco Compacto, es un soporte digital óptico utilizado para almacenar cualquier tipo de información (audio, imágenes, vídeo, documentos y otros datos).

Están formados por un disco de policarbonato de 120 mm de diámetro y 1,2 mm de espesor. Pesa aproximadamente 15 gramos. El componente principal del CD es el

policarbonato, que es inyectado en moldes. Se les añade una capa reflectante de aluminio, utilizada para obtener más longevidad de los datos, que reflejará la luz del láser (en el rango de espectro infrarrojo, y por tanto no apreciable visualmente); posteriormente se le añade una capa protectora de laca, la misma que actúa como protector del aluminio y, opcionalmente, una etiqueta en la parte superior (*ver figura VIII 4.3*). Los métodos comunes de impresión en los CD son la serigrafía y la impresión Offset. En el caso de los CD-R y CD-RW se usa oro, plata, y aleaciones de las mismas, que por su ductilidad permite a los láseres grabar sobre ella, cosa que no se podría hacer sobre el aluminio con láseres de baja potencia.

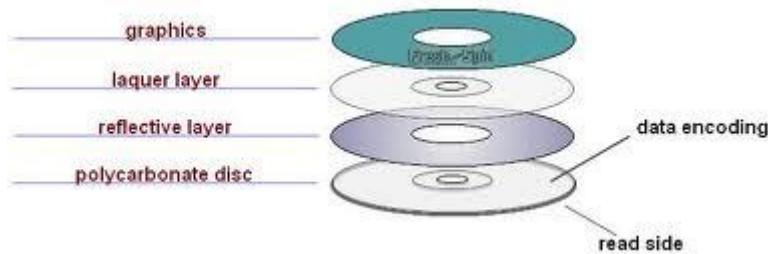


FIGURA VIII 4.3 CAPAS DE UN CD. FUENTE: www.elreciclajedelplastico.com

Reciclado

Como se ha mencionado previamente, los CDs están compuestos principalmente de policarbonato (PC) 98%-99% en peso (según CEDERIKA). El policarbonato es un polímero termoplástico. Entre las propiedades características del policarbonato se encuentran:

- Buena resistencia al impacto
- Buena resistencia a la temperatura, ideal para aplicaciones que requieren esterilización
- Buena estabilidad dimensional
- Buenas propiedades dieléctricas
- Escasa combustibilidad
- Es amorfó, transparente y tenaz, con tendencia al agrietamiento
- Tiene buenas propiedades mecánicas, tenacidad y resistencia química
- Es atacado por los hidrocarburos halogenados, los hidrocarburos aromáticos y las aminas
- Es estable frente al agua y los ácidos
- Buen aislante eléctrico
- No es biodegradable

Hay dos tipos diferentes de reciclaje de plástico es decir, el químico y el mecánico. Además de existir la opción de valorización energética. Los tres procesos se muestran en la *figura IX*.

En el reciclaje químico, los residuos plásticos se utilizan como materias primas para procesos petroquímicos o como agente reductor en un horno de fundición de metal. En el reciclado mecánico, el proceso de trituración e identificación se utiliza para hacer nuevos productos de plástico. En la valorización energética, los plásticos se utilizan

como combustible alternativo.

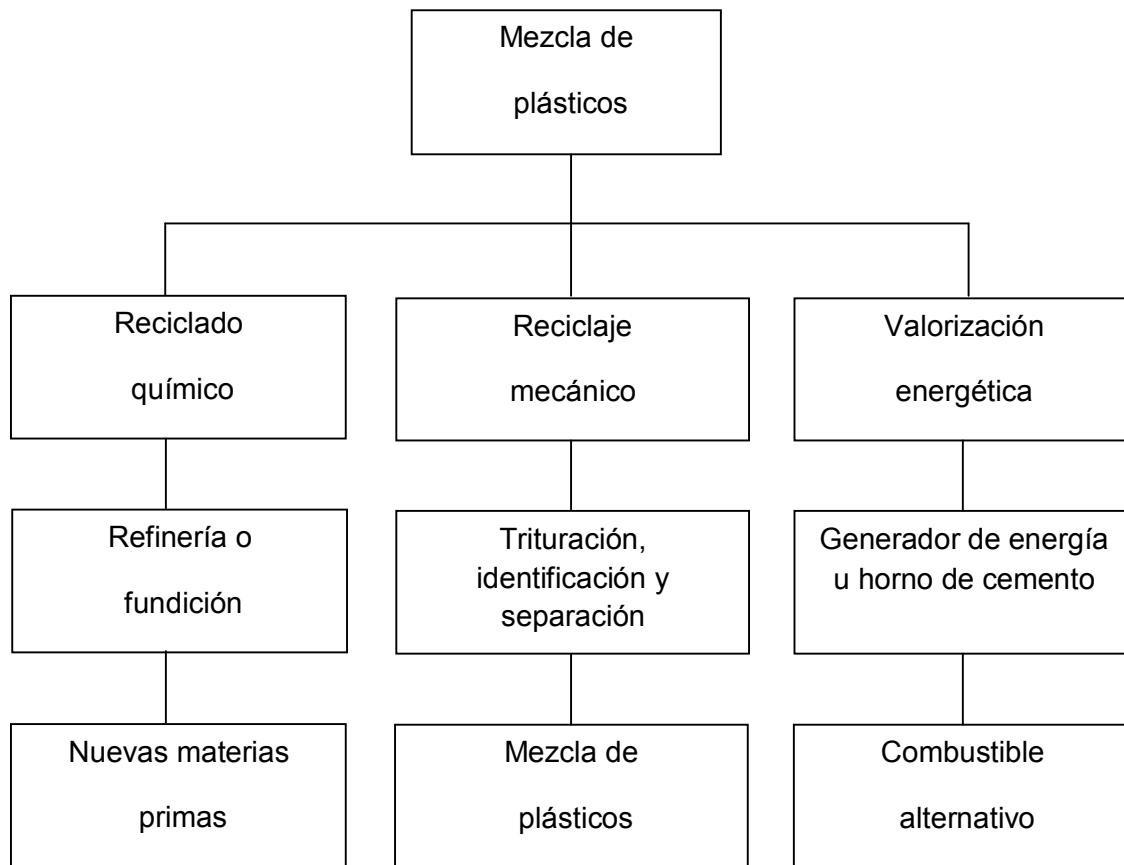


FIGURA IX 4.3 OPCIONES PARA EL TRATAMIENTO FINAL DE PLASTICOS PROVENIENTE DE LOS RAEE. FUENTE: Volume II: E-waste Management Manual

A continuación en la *figura X 4.3* se muestra de manera más detallada el proceso de reciclaje mecánico.

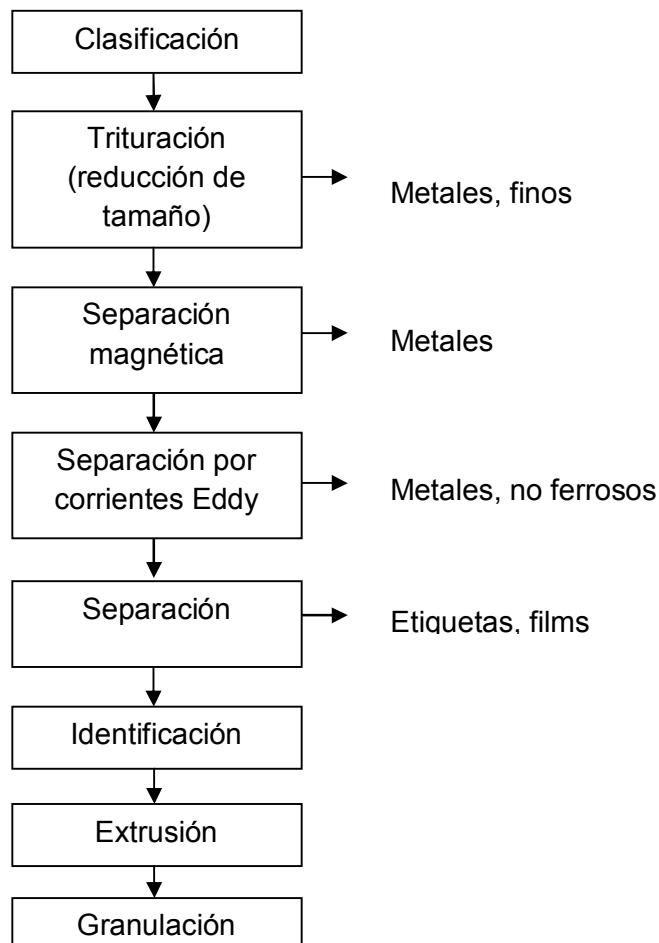
Reciclaje mecánico

FIGURA X 4.3 DIAGRAMA DE FLUJO REPRESENTATIVO DEL RECICLADO MECÁNICO DE PLÁSTICOS DESPUES DE SU CONSUMO.
FUENTE: Volume II: E-waste Management Manual

El primer paso es la selección, proceso de donde los plásticos contaminados, tales como plásticos laminados y / o pintado se eliminan. Los métodos, que pueden ser utilizados para la clasificación, son molienda, método criogénico, abrasión, método de extracción de disolvente y método de alta temperatura para eliminar pinturas de base acuosa. Cualquiera de los métodos se utiliza para la eliminación de pinturas y recubrimientos de plásticos de desecho.

Habitualmente se utilizan trituradoras de cizalla y molinos de martillos para la reducción del tamaño y la liberación de los metales (fracción gruesa), seguidos por la granulación y la molienda para una mayor reducción de tamaño. Los molinos utilizan una pantalla fija o rejilla para controlar el tamaño de las partículas, mientras que los molinos de martillos permiten que las partículas entre los martillos y las paredes salgan de los molinos.

Los separadores magnéticos se utilizan para la separación de metales ferrosos, mientras que los separadores por corrientes de Foucault se utilizan para la separación de metales no ferrosos. El sistema de separación de aire se utiliza para separar las fracciones ligeras, tales como papel, etiquetas y films.

IMPLANTACIÓN DE LA GESTIÓN DE PEQUEÑOS RAEE EN UN MUNICIPIO

CAPÍTULO 4

La identificación puede llevarse a cabo mediante el uso de hidrociclos, separador triboeléctrico, acelerador de alta velocidad y espectroscopia de fluorescencia de rayos X. En la separación por hidrociclos, las fracciones de plástico se separan por densidad, que se hace más efectiva al mejorar la capacidad de humectación de material. La separación triboeléctrica, las resinas plásticas se separan sobre la base de los fenómenos superficiales de transferencia de carga. Diferentes plásticos son mezclados y puestos en contacto entre sí en un tambor giratorio para que se carguen. Las partículas cargadas negativamente son atraídas hacia el electrodo positivo y las cargadas positivamente son atraídas hacia el electrodo negativo. Esto ha resultado ser más eficaz para materiales con un tamaño de partícula entre 2-4 mm. En la separación por alta aceleración, un acelerador de alta velocidad se utiliza para deslaminar residuos triturados de plástico, que además son separados por clasificación por aire, tamiz y electrostática. La fluorescencia de rayos X y la espectroscopia son eficaces en la identificación de metales pesados, así como piroretardantes.

Después de la identificación y clasificación de los diferentes plásticos, estos son extruidos y granulados.

A continuación se va a describir el proceso de reciclaje de los CDs. Se trata de un reciclaje mecánico.

En primer lugar, una trituradora rompe el CD. A continuación un proceso de lavado destina el plástico y extrae los restos de etiquetas, además de la capa metálica, residuo de aluminio o plata que contienen. Una vez limpio el policarbonato se seca volteándolo en un silo y a continuación se envía a la máquina extrusora para su reciclaje mecánico. El proceso consiste en calentar el policarbonato hasta su punto de fusión para que adopte la forma de un hilo continuo que luego se enfriá y se corta a la medida de una lenteja. Este es el proceso de granceado que permite nuevamente la utilización del policarbonato como materia prima. Empleando este método es posible recuperar 13 gramos de policarbonato de un CD original que pesa 15 gramos, un 90 por ciento.
[\[www.blipvert.com\]](http://www.blipvert.com)

La calidad de este policarbonato recuperado no es suficiente como para crear nuevos CDs pero si tiene salida como materia prima e diversas industrias para fabricar gafas, carcasas de material ofimático, teléfonos, mandos a distancia y utilidades diversas para el sector de la automoción como faros, manillas y salpicaderos de coches.

Otro método patentado por investigadores de la universidad taiwanesa de Da-Yeh consiste en reciclar los discos CD con una técnica de lixiviación que puede limpiar todo el revestimiento de los discos en unos pocos minutos sin dañarlos.

La técnica, que es rápida y barata, consiste en bañar y lavar los CD con alcohol y con ácido nítrico. La parte impresa desaparece tras un baño en alcohol, y la metálica se elimina en ácido nítrico.

Al finalizar el proceso, el resultado es un disco casi virgen listo para ser reutilizado. Los DVD se puede limpiar de la misma manera, pero el período de transformación sería algo más largo, ya que el DVD tiene las dos caras que se deben separar.
[\[www.elreciclajedelplastico.com\]](http://www.elreciclajedelplastico.com)

5. CONCLUSIONES

GIMENA BACAICOA ELÍAS

5. CONCLUSIONES

Tras el desarrollo de la memoria y como consecuencia del trabajo realizado se han alcanzado las siguientes conclusiones.

EN RELACIÓN CON LOS AEE Y RAEE:

- Los aparatos eléctricos y electrónicos son muy importantes en la vida cotidiana y desde sus inicios ha ido aumentando el número de estos que son utilizados en los países en vías de desarrollo y aun más en los desarrollados.
- La gran mayoría de ellos combinan en el mismo aparato distintos componentes y materiales. Gracias a esta combinación cumplen con las expectativas esperadas para cada aparato, pero a su vez implica que cuando llegan el fin de su vida útil sus residuos sean más heterogéneos, complicando así su reciclado.
- Muchos de estos componentes contienen sustancias peligrosas por lo que deben ser tratadas adecuadamente para evitar consecuencias indeseadas en el medio ambiente.
- La producción de los AEE conlleva un gasto importante de recursos y grandes emisiones de CO₂ asociadas. Por otra parte el no reciclar los residuos de estos conlleva un desperdicio de materiales. Un reciclaje en condiciones controladas es necesario para evitar el gran impacto ambiental que suponen por un lado la producción y por otro el desecho incontrolado de estos residuos.
- El marco legislativo referente a los AEE y sus residuos se estima una guía necesaria y de obligado cumplimiento para evitar una producción incorrecta y una mala gestión.

REFERENTE A LA GESTIÓN ACTUAL DE ESTOS RESIDUOS:

- La gestión de los RAEE es una cuestión compleja que abarca muchos aspectos. Desde la organización a la ejecución, la recogida selectiva, los sistemas de clasificación y tratamiento. Esto supone un reto complicado desde un punto de vista técnico, legal, económico y educativo.
- Los datos existentes sobre la recolección de los RAEE y la puesta en mercado de AEE son diferentes dependiendo del país donde se tomen. Tras las estadísticas vistas en la memoria un resumen de esta podría ser, Alemania es quien más AEE por persona puso en el mercado en 2008 y Suecia quien más RAEE por persona recolectó ese mismo año.
- Los sistemas de recogida existentes se basan en canales de recolección apoyados por las infraestructuras necesarias para su existencia. Los tres canales principales de recolección son la recuperación por minoristas, los puntos limpios y los centros especializados. En cuanto a las infraestructuras, estas deben de cumplir los requisitos marcados por el RD 208/2005.

CONCLUSIONES

CAPÍTULO 5

- El tratamiento de RAEE se fundamenta en reducir primero la concentración de sustancias químicas peligrosas y los elementos a través de descontaminación / desmontaje, reciclado y valorización de los elementos de valor económico y, finalmente, eliminar las fracciones de RAEE no valorizables ya sea a través de incineración o el vertido o una combinación de ambos.
- Dependiendo en que zona del mundo se estudie el caso de la gestión de RAEE se pueden ver diferencias muy marcadas entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo, viendo en estos últimos, que al tema de la gestión de residuos en general y la de RAEE en particular, si existe, aún le queda mucho camino que recorrer. No obstante, entre los países desarrollados también hay diferencias, aunque los países de la UE están regidos por la directiva europea que marca directrices similares pero adaptables para todos sus miembros.
- En el entorno nacional, uno de los agentes con más relevancia son los SIG, ya que proporcionan la red necesaria para poder ejecutar una correcta gestión de los RAEE.

EN RELACIÓN CON LA GESTIÓN DE RAEE DE PEQUEÑO TAMAÑO EN UN MUNICIPIO

- En la localidad seleccionada existe una gama amplia de contenedores a pie de calle para facilitar que el ciudadano aporte su eficazmente su parte en la recogida selectiva. No obstante estos no contemplan a los RAEE más pequeños. Para poder deshacerse de estos últimos de una manera sostenible es necesario desplazarse hasta el punto limpio más cercano, lo que lo convierte en un problema ya que por comodidad o por falta de medios, los ciudadanos optan por deshacerse de ellos arrojándolos a cualquier otro contenedor, soliendo ser este el de resto, lo que supone un pasaje directo a vertedero.
- En el mercado actualmente existen contenedores aptos para la recogida selectiva de estos RAEE. Aun cumpliendo muchas de las características deseadas para un contenedor que actúe como un mini punto limpio urbano, carece de otras no menos importantes. Para solucionar esta falta se propone un nuevo diseño de contenedor que satisfaga necesidades no cubiertas por el ya existente. Las principales innovaciones de este contenedor son:
 - ASPECTO EXTERIOR
 - Almacenaje de bolsas en ambos laterales y a dos alturas
 - Apertura de contenedor trasera
 - Doble entrada de RAEE a dos alturas diferentes
 - COMPARTIMENTOS INTERNOS
 - Bocas de compartimentos acotadas por diafragmas
 - Asas en la parte trasera
 - Puertas laterales

CONCLUSIONES

CAPÍTULO 5

- Rejilla separadora de compartimentos
- Fondo permeable
- Espacio reservado para el sistema de almacenaje de lixiviados
- La implantación de nuevos contenedores vaticina una mayor tasa de recolección de RAEE ya que aporta facilidades para personas con diferentes situaciones físicas. Además de tratarse de un contenedor multiproducto para la recolección selectiva de RAEE comprende la recolección de bolsas de plástico y de lixiviados.
- Las ventajas de este nuevo contenedor no se refieren solo a su uso y su versatilidad sino también a la ergonomía que ofrece para su colocación, vaciado y el transporte de sus compartimentos internos.
- La heterogeneidad de este grupo de residuos obliga a tener desarrolladas técnicas de tratamiento final muy diferentes entre sí. Como se ha visto en la memoria el tratamiento de lámparas difiere dependiendo del tipo de lámpara que se trate, las que contienen mercurio (halógenas compactas y de descarga de gas) deben de someterse entre otros procesos a un proceso de destilación para recuperar dicho mercurio evitando su escape a la atmósfera. El reproductor de MP3 aun teniendo muchos componentes diferentes debido a su tamaño se funde entero aprovechando una tecnología existente utilizada para la recuperación de metales de otras fuentes. En cambio el CD se somete a un reciclado mecánico, proceso más sencillo que los anteriores.
- Aunque haya técnicas disponibles específicas para alguno de estos residuos y otras no específicas pero si adaptadas/aprovechadas para este fin, veo necesaria la investigación en este campo.
- El tipo de empresas que se dedican al tratamiento de RAEE deberían de gestionar mejor el conocimiento e información, para que cualquier ciudadano interesado en la gestión de estos residuos pueda consultar dicha información de manera transparente y fácil. Ya que si dicho interés se apaga por la dificultad de hallar a la información deseada, uno de los factores más importantes en la gestión, como es la colaboración ciudadana, se ve perjudicado.

6. REFERENCIAS

GIMENA BACAICOA ELÍAS

6. REFERENCIAS

PÁGINAS WEB:

- <http://classroom.materials.ac.uk/>: Herramientas de aprendizaje para las escuelas, colegios y cualquier persona interesada en saber más sobre la ciencia de materiales.
- <http://core.materials.ac.uk/>: Entorno de colaboración de recursos abierto sobre materiales.
- <http://eco.microsiervos.com>: Ecología Microsiervos es un blog sobre ecología, naturaleza, medio ambiente y energías. El objetivo es informar y ayudar a las personas interesadas en desarrollar una relación saludable con el entorno en el que vive.
- <http://edison.upc.edu/curs/llum>: Manual de luminotecnia, iluminación de interiores y exteriores, Universidad Politécnica de Cataluña.
- <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>: Base de datos europea.
- http://europa.eu/legislation_summaries/environment/: Unión Europea- Síntesis de la legislación- Medio Ambiente.
- <http://ewasteguide.info/> : Base de conocimientos para el reciclaje sostenible de los desechos electrónicos. Esta guía se ha desarrollado como parte de las "alianzas globales de conocimiento en reciclaje de residuos electrónicos", iniciado por la Secretaría de Estado Suiza para Asuntos Económicos (SECO) y ejecutado por los Laboratorios Federales suizos de Materiales Ciencia y Tecnología (EMPA).
- <http://identiswEEE.net/es/>: Proyecto Identis WEEE, sistema integrado de trazabilidad de residuos eléctricos y electrónicos el proyecto está respaldado por el instrumento de financiación de proyectos medioambientales de la UE, Life.
- <http://www.isasmelt.com>: ISASMELT™ de la empresa Xstrata Technology ofrece un innovador proceso que opera a bajo costo, alta intensidad, fácil de operar y versátil, pudiendo ser empleado en una gran variedad de aplicaciones incluyendo la fundición de cobre y plomo.
- <http://upcommons.upc.edu/>: Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC, está formado por el conjunto de depósitos institucionales abiertos de la UPC y su misión es garantizar la preservación de la producción docente y de investigación científico-técnica de la Universidad, maximizando su visibilidad y, consecuentemente, incrementando su impacto en la docencia y la investigación de todo el mundo.

REFERENCIAS

CAPÍTULO 6

- <http://www.electronica-basica.com>: Artículos y tutoriales sobre la electrónica y las nuevas tecnologías.
- <http://www.elreciclajedelplastico.com>: Trabajo de investigación sobre el reciclaje de plástico de Guillermo Barguño Jané.
- <http://www.100ideasparaemprender.com/>: Portal web de ideas para emprender.
- <http://www.ambilamp.es/>: AMBILAMP es una entidad sin ánimo de lucro creada específicamente para la recogida y tratamiento final de los residuos de lámparas contemplados en el Real Decreto 208/2005.
- <http://www.asegre.com/>: Asegre, Asociación de Empresas Gestoras de Residuos y Recursos Especiales.
- <http://www.asifunciona.com/>: Web con explicaciones de cómo funcionan los aparatos, los mecanismos y las cosas. Temas relacionados con aviación, electricidad, electrónica, física, hardware, informática, mecánica, química, etc.
- <http://www.basel.int>: Convenio de Basilea.
- <http://www.blipvert.es>: Blipvert, empresa gestora y transportista de residuos.
- <http://www.bulbs.com/>: Proveedor online de luminarias y repuestos.
- <http://www.cederika.com/>: Cederika, iniciativa creada para dar salida de forma sostenible a diferentes residuos (CD, DVD...) que por sus características no se suelen depositar en contenedores ni se les da una salida de reciclaje correcta.
- <http://www.cempre.org.uy>: CEMPRE (Compromiso EMPresarial Para el REciclaje) es una asociación civil, sin fines de lucro a iniciativa de un sector de empresas uruguayas.
- <http://www.construmatica.com>: Portal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción.
- <http://www.crana.org/es/>: Centro de Recursos Ambientales de Navarra (CRANA), es una fundación sin ánimo de lucro promovida por el Gobierno de Navarra y la empresa pública Gestión Ambiental de Navarra, S.A.
- <http://www.ecolec.es/>: Sistema Integrado de Gestión de aparatos eléctricos y electrónicos.
- <http://www.ecosig.com/>: ECOSIG XXI, S.L., información sobre las soluciones que se ofrecen para la retirada y gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) a los distribuidores de electrodomésticos, herramientas eléctricas, ofimática, telecomunicaciones, pilas y baterías portátiles usadas. En colaboración con los Sistemas Integrados de Gestión (S.I.G).

- <http://www.eep.org/>: European Environmental Press (EEP) asociación europea de diecisiete revistas de medio ambiente.
- <http://www.eii.uva.es>: Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid.
- <http://www.gerelux.com/>: Gerelux S.L, servicio de recogida y transporte de residuos luminosos y ofimáticos.
- <http://www.gremirecuperacio.org>: Gremi, empresas asociadas entre mayoristas y minoristas que gestionan más del 90% del material que se recupera en Cataluña.
- <http://www.harlingen.tstc.edu>: Texas State Technical College.
- <http://www.hp.com>: Hewlett Packard, HP
- <http://www.ifixit.com>: Manual de reparación gratuito on-line.
- <http://www.ihobe.net>: IHOBE, Sociedad Pública consolidada en el ámbito de la gestión y protección del Medio Ambiente; parte fundamental del proyecto del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco.
- <http://www.ine.es>: Instituto Nacional de Estadística (INE).
- <http://www.infoambiental.es>: Portal dirigido al sector del medio ambiente en España, ofrece noticias y reportajes del sector, información de interés y una plataforma de colaboración para profesionales a través de foros, blogs y wikis.
- <http://www.informaticamoderna.com>: Libro virtual publicado en español, nacido de un proyecto de emprendedores del sistema educativo CONALEP (Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica – México) sin ánimos de lucro. Sus más de 225 páginas han sido redactadas con un enfoque académico.
- <http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-home/es/>: Gobierno Vasco; Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca.
- <http://www.magrama.gob.es>: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- <http://www.mfe.govt.nz/index.html>: Ministerio de Medio Ambiente de Manatū Mō Te Taiao (Nueva Zelanda).
- <http://www.minetur.gob.es>: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- <http://www.mrtsystem.com>: MRT Systems, empresa de reciclaje de luminarias.

REFERENCIAS

CAPÍTULO 6

- <http://www.namainsa.es/>: Sociedad pública adscrita al Gobierno de Navarra, promociona actividades e iniciativas que mejoren el comportamiento medioambiental de la sociedad y empresas de Navarra.
- <http://www.naturaledgeproject.net/>: Proyecto de Borde Natural (TNEB) es una asociación de colaboración para la investigación, la educación y el desarrollo de políticas de innovación para el desarrollo sostenible.
- <http://www.recytel.com/>: Empresa Reciclaje de Equipos Eléctricos y Electrónicos.
- <http://www.techdesign.be>: Ingeniería electrónica y de telecomunicaciones.
- <http://www.ventanilla-ambiental.com/>: Ventanilla única ambiental y del cambio climático(Camaras Castilla y León).
- <http://www.vidasostenible.org/>: Fundación Vida Sostenible.
- <http://www.weee-forum.org/>: Asociación europea de 41 sistemas de recuperación de recogida de residuos eléctricos y electrónicos.
- <http://www.xtec.cat/>: Red Telemática Educativa de Cataluña.
- <http://www2.uca.es/grup-invest/cit/Reciclado.htm>: VIII Jornadas Técnicas sobre reciclado de Aparatos Eléctricos Y Electrónicos RELEC Sanlúcar de Barrameda 2008.

OTROS DOCUMENTOS:

- Bruhl, Ch. CRUTZEN P.J. Ozone and Climate Changes in the light of the Montreal Protocol: A Model Study. AMBIO vol. XIX, pp 6-7,1990.
- Directiva 2002/96/CE del parlamento europeo y del consejo de 27 de enero de 2003 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).
- Gestión de RAEE de origen doméstico en Navarra, Diagnóstico y buenas prácticas en gestión de RAEE, 2010.
- La Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje (ACRR), la gestión de RAEE Guía dirigida a Autoridades Locales y Regionales, 2003.
- Plan Nacional Integra de Residuos (PNIR), BOE 26 de febrero de 2009.
- Real Decreto 208/2005 Sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos, BOE 26 de febrero de 2005.
- Theoretical and Empirical Researches in Urban Management Number 6(15) / May, 2010.

REFERENCIAS

CAPÍTULO 6

- United Nations Environment Programme (UNEP) E-waste Volume II: E-waste Management Manual, 2007.
- United Nations Environment Programme (UNEP) Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies Recycling from E-waste to Resources, 2009.
- United Nations University, Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), 2008.

7. ANEXOS

GIMENA BACAICOA ELÍAS

ANEXOS
CAPÍTULO 7

ANEXO I: LISTA INDICATIVA DE PRODUCTOS COMPRENDIDOS EN LAS CATEGORÍAS QUE SE RECOGEN EN EL ANEXO IA DE LA NORMATIVA 2002/96/CE	I
ANEXO II: SISTEMAS DE GESTIÓN EN OTROS PAÍSES	VI
ANEXO III: DISEÑO DE CONTENEDOR.....	XVIII

ANEXO I: LISTA INDICATIVA DE PRODUCTOS COMPRENDIDOS EN LAS CATEGORÍAS QUE SE RECOGEN EN EL ANEXO IA DE LA NORMATIVA 2002/96/CE

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
- Otros grandes aparatos utilizados para cocinar y en otros procesos de transformación de alimentos
- Aparatos de calefacción eléctricos
- Radiadores eléctricos
- Otros grandes aparatos utilizados para calentar habitaciones, camas, muebles para sentarse
- Ventiladores eléctricos
- Aparatos de aire acondicionado
- Otros grandes aparatos de aireación, ventilación y aire acondicionado

2. Pequeños electrodomésticos

- Aspiradoras
- Limpiahabitaciones
- Otros aparatos de limpieza
- Aparatos utilizados para coser, hacer punto, tejer y para otros procesos de tratamiento de textiles
- Planchas y otros aparatos utilizados para planchar y para dar otro tipo de cuidados a la ropa

ANEXOS
CAPÍTULO 7

- 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 afeitar, 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 TI y telecomunicaciones

- Proceso de datos centralizado:
- Grandes ordenadores
- Miniordenadores
- Unidades de impresión
- Sistemas informáticos personales:
- Ordenadores personales (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado)
- Ordenadores portátiles (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado)
- Ordenadores portátiles tipo «notebook»
- Ordenadores portátiles tipo «notepad»
- Impresoras
- Copiadoras
- Máquinas de escribir eléctricas y electrónicas
- Calculadoras de mesa y de bolsillo
- Y 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
- Terminales de télex
- Teléfonos
- Teléfonos de pago
- Teléfonos inalámbricos
- Teléfonos celulares

ANEXOS
CAPÍTULO 7

- Contestadores automáticos
- Y otros productos o 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
- Y 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 de alumbrado

- Luminarias para lámparas fluorescentes con exclusión de 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 con exclusión de las bombillas de filamentos

6. Herramientas eléctricas y electrónicas

- Taladradoras
- Sierras
- Máquinas de coser
- Herramientas para tornear, molturar, enarenar, pulir, aserrar, cortar, cizallar, taladrar, perforar, punzar, plegar, encorvar o trabajar la madera, el metal u otros materiales de manera similar

ANEXOS
CAPÍTULO 7

- Herramientas para remachar, clavar o atornillar o para sacar remaches, clavos, tornillos o para aplicaciones similares
- Herramientas para soldar (con o sin aleación) 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

7. Juguetes

- Trenes eléctricos o coches de carreras en pista eléctrica
- Consolas portátiles
- Videojuegos
- Ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, hacer remo, etc.
- Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos
- Máquinas tragaperras

8. Aparatos médicos (con excepción de 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, prevenir, supervisar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades

9. Instrumentos de vigilancia y control

- Detector de humos
- Reguladores de calefacción
- Termostatos
- Aparatos de medición, pesaje o reglaje para el hogar o como material de laboratorio

ANEXOS
CAPÍTULO 7

- 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

ANEXOS
CAPÍTULO 7

ANEXO II: SISTEMAS DE GESTIÓN EN OTROS PAÍSES

TABLA I : UNION EUROPEA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
AUSTRIA	El gobierno local organiza recogida sin cargo para los consumidores. Los productores compensan a los municipios con infraestructuras. Recuperación 1:1 en los minoristas. Sistema de productores para establecer al menos un punto de recogida por distrito político para recogida gratis de minoristas y los consumidores.	Doble uso definido en el alcance de las directrices disponibles. Productores pagan por los RAEE históricos no domésticos si hay suministros de remplazo; si no el usuario final será el responsable	Agencia Medioambiental	UFH Altlampen UFH Elektrogeraet ERA EVA ERP
BÉLGICA	Gobierno local organiza recogida en parque de contenedores. Recuperación 1:1 por los minoristas. Recupel compensa a los minoristas y a los gobiernos por la recogida.	Los productores pagan por los RAEE históricos no domésticos si hay suministro de remplazo, de lo contrario el usuario final es el responsable.	Productores que cumplen colectivamente se registran en Recupel solo las que cumplen individualmente se registran en 3 agencias medioambientales regionales.	Recupel (6 divisiones) Actualmente no hay sistemas de recolección para las categorías 7, 8,9 y 10. Los cumplidores individuales necesitan la aprobación de las 3 agencias medioambientales regionales
CHIPRE	El gobierno local no obliga a recoger los RAEE. Los productores financian toda la gestión.	Según directiva	Los productores deben registrarse en el Servicio Medioambiental del Ministerio de Agricultura, recursos Naturales y Medioambiente.	EDHHA, fundada por la Cámara de Comercio en agosto de 2005, es financiada y propiedad de unos 16 importadores.

ANEXOS

CAPÍTULO 7

TABLA I : UNION EUROPEA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS (continuación)

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
REPÚBLICA CHECA	Los productores financieran la recogida selectiva. Los municipios pueden recoger, en estos casos los productores deberán de proporcionarles contenedores. La recuperación 1:1 por minoristas está libre de costes para los consumidores.	Los productores pueden registrarse pero no garantizar. RAEE nuevos: productor responsable, a menos que no acuerde con el comprador. RAEE históricos: basado en 1:1	Ministerio de Medioambiente responsable. Los productores deben inscribirse antes del 12 de septiembre de 2005	Elektrowin Ekolamp Retela REMA Asekol El gobierno partir de diciembre de 2005 decide qué sistema viene bien para cada categoría
DINAMARCA	El gobierno local asegura los suficientes puntos de recogida gratis, pueden organizar recogidas por Pickup ellos mismos o en colaboración con los productores. Los minoristas aceptan el 1:1	Los productores son responsables de los nuevos RAEE a menos que haya acuerdos alternativos. Los productores son responsables de los RAEE históricos en base al 1:1, si no los usuarios finales son los que pagan.	Sistema de RAEE	EPA Elretur Denmark
ESTONIA	Los productores financieran la gestión de los RAEE por completo. Recuperación 1:1 por los minoristas, deben de recuperar las categorías que venden si no hay un punto de recogida en 10 km	Productores responsables de los RAEE en base a la recuperación 1:1	Centro de Información Medioambiental, está bajo el control del gobierno.	EES-Ringlus Más sistemas en preparación.

ANEXOS

CAPÍTULO 7

TABLA I : UNION EUROPEA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS (continuación)

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
FINLANDIA	Recuperación 1:1 por minoristas (o los minoristas deben informar a los consumidores sobre una recogida alternativa) Productores responsables de organizar y financiar la recogida, pueden contratar a las organizaciones locales o a gestoras de RAEE. Todo RAEE debe recogerse, no solo 4kg	Productores responsables de B2B RAEE puestos en mercado después de 13/08/2005, a menos que se hayan hecho acuerdos. Los productores deben correr con el coste antes del 13 de agosto de 2005 si adquieren un nuevo producto, de lo contrario el usuario final paga	Solo los cumplidores individuales deben de registrarse en el Centro Medioambiental Regional Pirkanmaa	SERTY Oy (electrodomésticos) FLIP Py (luminarias) ICT SELT Ry (luminarias, calentadores, equipos de control y vigilancia)
FRANCIA	Los productores deben establecer cada uno un sistema de recogida selectiva o pagar una cámara de compensación la cual reembolsa a los municipios por un coste extra por la recogida selectiva (este coste extra no está definido) La recuperación 1:1 es por minoristas, esto puede delegarse a un sistema confirmado.	Nuevos RAEE: productores responsables a menos que se acuerde otra cosa AEE históricos B2B: usuario final responsable incluso al adquirir uno nuevo, a menos que se pacte otra cosa. Tasa visible obligatoria fijada para grandes aparatos.	Preparada y operativa por ADEME (agencia medioambiental)	4-8 sistemas colectivos de productores previstos para varias categorías. Ag. ECO-Systèmes Eco-Logic ERP

ANEXOS

CAPÍTULO 7

TABLA I : UNION EUROPEA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS (continuación)

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
ALEMANIA	Gobierno local financia la recogida y puede gestionar los RAEE. El gobierno local manda una solicitud de recuperación a la Cámara de compensación, que notifica el productor con la mayor obligación incumplida de recoger contenedores Minoristas o productores pueden recuperar de los consumidores	El coste del tratamiento de los B2B AEE es pagado por el usuario final, pero usuarios y productores pueden negociar sus propios acuerdos. Los productores son responsables de los B2B RAEE puestos en el mercado después de 13/08/2005, a menos que se hayan hecho acuerdos alternativos	EAR Fundación	Los productores no pueden transferir la responsabilidad (compras) consorcio restringido por la autoridad competente e.g ERP, ProReturn, ENE, LARS, Olav, BSH- Miele-Philips, Quelle Waste mgmt sistemas/servicios: ALBA, DSD, DHL, e-back, EGR, Entec, AVR, Fliege Cleanaway, Hellmann, Interseroh, Landbell, Pape, Remondis, TechProtect/ RENE, Take-EWay, Vfw, Zentek
GRECIA	Gobierno local organiza recogida gratis. 1:1 recuperación por los minoristas. La recogida ha de ser coordinada por un esquema confirmado, en colaboración con el gobierno local	Productores responsables de nuevos RAEE, a menos que se hagan acuerdos alternativos. Los productores son responsables de los B2B RAEE históricos si se adquiere un nuevo, de lo contrario son los usuarios quienes pagan.	Ministerio de Medioambiente es responsable del registro y la recolección de datos.	Se espera de todos los productores que se unan al esquema colectivo confirmado (Recycling of Appliance SA) pero la ley permite hacerlo de forma individual.

ANEXOS

CAPÍTULO 7

TABLA I : UNION EUROPEA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS (continuación)

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
HUNGRÍA	Los productores de asumir los costes de recogida, deberá reembolsar Gobierno local. para la recolección y clasificación Los productores podrán establecer y operar centros de recogida de 01:01 recuperación por los minoristas sobre el área mínimo de venta; móvil recuperar el minorista Canon de los Productos (impuestos) a pagar sobre la diferencia entre los objetivos de valorización y la recuperación lograda (los miembros del sistema colectivo exento)	Los nuevos RAEE: responsabilidad de los productores, no hay previsiones de otros acuerdos RAEE históricos: El productor solo es responsable en base a la recuperación 1:1, de lo contrario el usuario final es el responsable.	Dirección general de Medioambiente y Gestión de Agua.	4 sistemas competentes, abiertos a los productores en los mismo términos: Elektro-Coord (todas las categorías B2C, B2B) Ökomat Kht (todas las categorías B2C, B2B, excepto móviles y frigoríficos) Elektro-Waste Kht (IT) Re-Elektro Kht
IRLANDA	Gobierno local financia la recogida hasta la entrega de puntos limpios Distribuidores recuperar los RAEE sobre una base 1:1 o informan a los minoristas sobre los sistemas de recogida disponibles Los productores financian la recuperación de Gobierno local. y otros puntos de recogida	Los productores son responsables de B2B RAEE puesto en mercado después del 13 de agosto de 2005, a menos que haya acuerdos alternativos. Los productores son responsables del los RAEE históricos en base 1:1, de lo contrario eta responsabilidad pasa a ser del usuario final.	Corporación Nacional de Registro de RAEE	ERP WEEE Ireland Ltd.

ANEXOS

CAPÍTULO 7

TABLA I : UNION EUROPEA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS (continuación)

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
ITALIA	Gobierno municipal organiza la recogida selectiva en el territorio excepto para las categoría 5. Los productores financian la recuperación de puntos limpios municipales, puede establecerse recuperación 1:1 por minoristas.	Productores son responsables de los B2B RAEE, a menos que se hagan acuerdos alternativos. Deben de proporcionar garantía de financiación. Los productores son responsables de los RAEE históricos en base 1:1 si los viejos EEE son menores que el doble del peso del nuevo.	Código de la actividad como productores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la Cámara de Comercio, que se incorporará al registro Para ser establecido por 'Vigilancia y Control de Gestión de RAEE Comité compuesto por Gobierno, los representantes-sub-decreto	8-10 sistemas de competencia en una o varias categorías de esperar, e.g Ecolamp, Ecolight, Ecodom, Remedia, EcoR'It, ERP
LETONIA	Productores responsables de la recogida selectiva	Productores responsables de los nuevos B2B RAEE, a menos que se acuerden pactos alternativos.	Ministerio de Medioambiente puede delegar la responsabilidad de organización en productores que han estado en activo al menos 5 años	LZE (por LETERA, LDTA cubre IT, quizá otras categorías) CECED Letonia puede instalar una organización que cubra los electrodomésticos
LITUANIA	La legislación deja varias opciones, formar sistemas colectivos para ejecutar la gestión de los RAEE, programa 1:1 para recuperar de los minoristas de todos los tamaños. Productores son responsables de reunir los objetivos de recogida a través sus propios sistemas y de los municipales.	Productores responsables de los nuevos AEE y de los históricos en base al 1:1 de lo contrario el poseedor final será el responsable.	Ministerio de Medioambiente y Agencia que opera el registro, departamento regionales de medioambiente registran productores e importadores	System by INFOBALT (categorías 3, 4, Excepto TVs), sistemas por CECED, Zaliasis Taskas (organización de cumplimiento de embalaje) Teniendo en cuenta la gestión de los RAEE

ANEXOS

CAPÍTULO 7

TABLA I : UNION EUROPEA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS (continuación)

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
LUXEMBURGO	Existe una infraestructura para ser usada, los productores financieran la recogida de ahí en adelante, ellos pueden establecer una recogida selectiva en base 1:1 por los minoristas, quienes deben de informar de alternativas si no tienen suficiente espacio	Productores responsables de los nuevos B2B RAEE a través de sistemas individuales o colectivos. También lo son de los RAEE históricos en base al remplazo 1:1	Administración de Medioambiente; Ecotrel	ECOTREL establecida en 2004 por federaciones de industria y minoristas: aprobada en octubre de 2005 - tasas a pagar a partir de septiembre de 2005 para todas las categorías
MALTA	Eco-impuesto en los AEE: Ministerio de Medioambiente refuerza la ayuda económica completa o parcial a excepción	Productores responsables de los B2B RAEE a menos que se acuerde de otra manera. También son responsables de los B2B RAEE históricos en base al 1:1	Autoridad de Medioambiente y Planificación	Ninguno (actualmente algunos RAEE son recogidos por el WasteServ, una compañía del gobierno)
HOLANDA	Recuperación 1:1 por minoristas. El gobierno local recupera electrodomésticos de los puntos limpios de hogares y distribuidores. Productores pueden acordar su propia recogida de los hogares	Productores responsables de los nuevos B2B RAEE a menos que se acuerde de otra manera. El usuario final es responsables de los B2B RAEE históricos	Ministerio de Vivienda y Ordenación del Territorio y el Medioambiente	ICT-Milieu (IT, Equipos de oficina y telecomunicaciones) y 6 sistemas No competentes bajo el paraguas de NVMP : VLEHAN – línea blanca FIAR – línea marrón VLA – equipos de ventilación SVEG – herramientas eléctricas SMR – metales y productos eléctricos Stichting Lightrec

ANEXOS

CAPÍTULO 7

TABLA I : UNION EUROPEA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS (continuación)

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
POLONIA	Los productores financieran los RAEE procedentes de los puntos de recogida (los municipios, los minoristas) Fecha de inicio de la devolución de la colección municipal no definida Recuperación en base 1:1 por minoristas desde el 1 de julio 2006. No hay objetivos de recogida establecidos todavía	Productores responsables de los RAEE históricos en recuperación 1:1. Responsables siempre de los nuevos B2B RAEE	Inspector Jefe de Protección Medioambiental, puede delegar a la organizaciones de productores con más del 75% de participación en el mercado	Elektro-Eko, CECED, KigEIT ERP
PORTUGAL	Los productores establecen sistemas de recogida que combina centros de recogida de las autoridades locales y RAEE recogidos por los minoristas Recuperación 1:1 por los minoristas también en la entrega de nuevos productos en hogares	Productores responsables de los RAEE históricos en base 1:1. Son responsables también de los nuevos RAEE a menos que se acuerde lo contrario	Registro dirigido por las asociaciones de productores y el sistema de cumplimiento (ANREE), bajo licencia del Instituto Nacional de Residuos	Amb3E ERP

ANEXOS

CAPÍTULO 7

TABLA I : UNION EUROPEA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS (continuación)

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
ESLOVAQUIA	Los productores financieras los contenedores (7 tipos) y recogen desde los municipios Recuperación 1:1 por los minoristas sólo es obligatoria si minorista es el mayor productor Productor tiene que llegar a los crecientes objetivos anuales de recogida en% de la AEE en el mercado Cuota de producto (impuestos) a cargo de las cantidades obtuvieron malos resultados	Hay un impuesto sobre los AEE, vinculado a la tasa de recuperación alcanzado	Ministerio de Medioambiente	No requiere aprobación de los sistemas colectivos Ekolamp (Categoría. 5) Envidom (Categoría. 1, 2) SEWA (Categoría 3, 4) Etalux (Categoría 5) Cumplimiento individual a través de empresas de gestión de residuos (Envi-Geos Nitra, Logos, Enzo, Brantner).
ESLOVENIA	Propuesto un sistema que se inicie en el año 2009 si la recuperación no cumplen los objetivos Las autoridades locales que actualmente operan los centros de recogida de RAEE los productores a proporcionar los contenedores Hay un impuesto sobre los AEE, vinculado a la tasa de recuperación alcanzado	Habrá una impuesto sobre los EEE, vinculado a los ratios de recuperación alcanzados	Ministerio de Medioambiente y Ordenación del Territorio	Ekolamp, ZEOS (el resto de categorías); Cumplimiento individual: Slopak, Interseroh

ANEXOS

CAPÍTULO 7

TABLA I : UNION EUROPEA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS (continuación)

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
ESPAÑA	Recuperación 1:1 por minoristas libre de cargo para los consumidores. Gobierno local recogida de puntos limpios de RAEE domésticos y de distribuidores Los productores pueden acordar sus propia recogida en los hogares	Productor responsable de los RAEE B2B históricos en base 1:1. Los productores responsables de los nuevos RAEE B2B salvo acuerdo; Gobierno local puede recuperar B2B si hay un acuerdo voluntario	El Registro Nacional de Establecimientos Industriales, pero el productor también deben registrarse ante el organismo competente de la Comunidad Autónoma donde se encuentra su sede central	ECOLEC (categorías 1, 2) TRAGAMOVIL (móviles) ECOFIMATICA (office IT de oficina y aparatos de reprografía) ECOASIMELEC ECOTIC (categoría. 4, aire acondicionado equipos médicos y juguetes) Ambilamp (categoría 5)
SUECIA	Gobierno Local. responsable de recoger los RAEE que no han sido devueltos al sistema de recolección de productores Los productores organizan la recogida de los sitios municipales no hay nuevas obligaciones para los minoristas - sin cambios anteriores (2000) la legislación - i.e devolución opcional	Los productores financieran la recogida de los productos puestos en el mercado después del 12 de agosto de 2005, y de los residuos históricos, si el reemplazo es comprado, de lo contrario, los usuarios finales financian los residuos históricos	La Agencia de Protección del Medio Ambiente va a ejecutar el Registro Nacional Comienzo de Inscripción a principios de 2006	El-Kretsen administra el sistema de de El-RETUR conjuntamente con el Gobierno local., Y también opera un sistema de recuperación de los productos de las TIC El-Kretsen está revisando sus estatutos para adecuarlos a los requisitos de la Orden Estatutario nueva
NORUEGA	Los minoristas y los municipios recuperan de forma gratuita. Los productores recogen y retiran de los municipios y los centros de venta al por menor Sistema de recogida de cobro para recuperar cuota de los productores e importadores.	Las empresas pueden entregar al distribuidor en base 1:1. Los productores son responsables de ambos históricos y nuevos.	Autoridad Noruega de Control de Contaminación	El-Retur AS RENAS AS Ragn-sells AS Veolia AS Eurovironment

ANEXOS

CAPÍTULO 7

TABLA I : UNION EUROPEA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS (continuación)

PAÍSES	B2B RECOGIDA DE RAEE	B2B RESPONSABILIDAD RAEE	REGISTRO NACIONAL	SISTEMAS DE RECOGIDA
SUIZA	Los distribuidores, los minoristas y los fabricantes deben recuperar de forma gratuita (incluso si no se adquiere un equipo). Los consumidores financieran la recogida y el reciclaje a través de ARF	Los distribuidores, los minoristas y los fabricantes deben recuperar de forma gratuita (incluso si no se adquiere un equipo). Los consumidores financiar la recogida y el reciclaje a través de ARF	La responsabilidad del Ministerio de Medio Ambiente, pero no la aplicación de registro. Se lleva a cabo por los cantones suizos.	SWICO – ICT SENS – línea blanca SENS con SLG (Luminarias y alumbrado)
REINO UNIDO	Recuperación directa 1:1 por los distribuidores de los consumidores de forma gratuita Si es miembro de DTS, los consumidores directamente pueden depositar de sus RAEE en DCF más cercana Productores lo financian en ambos casos	No es una obligación colectiva. Responsabilidad Individual del productor. Para las luminarias no peligrosas, los productores recuperar del sistema colectivo se cobrará una tarifa plana mensual por cada elemento del equipo.	Las agencias ambientales del Reino Unido emiten el porcentaje de participación en el mercado preliminar en 2007 sobre la base de datos de 2006 presentados con el registro de ventas del productor. Agencia Ambiental para aprobar y dar el número de registro	REPIC – línea blanca Valpak – IT equipos de oficina Lumicon – luminarias no-domésticas

FUENTE: Volume II: E-waste Management Manual, 2007

ANEXOS
CAPÍTULO 7

TABLA II :PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO

NIVEL PRÁCTICA \ MARCO LEGAL	1 (BAJO)	2	3	4	5 (ALTO)
MARCO LEGAL	No	Marco legal planeado	Preparado, será puesto en marcha en un futuro cercano	Puesto en marcha pero no bien realizado	En marcha y modelo para otros países
	Camboya Filipinas	Sudáfrica Argentina Indonesia	Sri Lanka	China Malasia Tailandia	
INVENTARIO	No	Hay para residuos sólidos urbanos pero no un específico de RAEE	Está en proceso de preparación	Existe pero con falta de datos	Disponible en la página web
		Malasia Sri Lanka Sudáfrica	China Tailandia Indonesia Argentina Filipinas	Camboya	India (nivel nacional)
RECOGIDA SELECTIVA	No	RAEE recogidos localmente por recicladores locales, gente que busca en la basura... sin ningún marco legal. Solo los RAEE reciclables se recolectan.	RAEE recogidos por mecanismos piloto locales. Han sido implantados sistemas de recogida y separación	Sistema de recogida de RAEE operativo e incluye eliminación inocua para el medio ambiente	Sistema de recogida operativo y modelo para otros países
	Indonesia Filipinas Argentina	Camboya China Malasia Sri Lanka Tailandia India	Malasia Sudáfrica		
TECNOLOGÍA DE RECICLAJ O REUTILIZACION	No	Solo los RAEE reciclables o reutilizables son gestionados por las entidades interesadas	Plan de implementación de servicio de RAEE	Hay servicios de reciclaje pero no alcanzan para operar con todos los RAEE del país	Servicios completos y sirve de modelos para otros países
	Camboya	Sri Lanka	Malasia Sudáfrica	China Tailandia India	

FUENTE: Volume II: E-waste Management Manual, 2007

