

**NOTA TÉCNICA SOBRE EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE APARATOS
ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS QUE CONTENGAN CLOROFLUOROCARBONOS
(CFC), HIDROCLOROFLUOROCARBONOS (HCFC), HIDROFLUOROCARBONOS
(HFC) O HIDROCARBUROS (HC)**

NT-T1-V1



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE CAMBIO CLIMÁTICO

DIRECCION GENERAL DE
CALIDAD Y EVALUACION
AMBIENTAL

Actualización de revisiones

Versión	Fecha	Comentarios
NT-T1-V1	28-09-2011	-

Nota técnica elaborada en el Grupo de Trabajo Técnico del MARM y las CCAA en materia de RAEEs

Índice

1.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.	OBJETO.....	3
3.	NORMATIVA APLICABLE.....	4
4.	LOS GASES FLUORADOS EN LOS EQUIPOS DE INTERCAMBIO DE TEMPERATURA.....	5
5.	CÓDIGOS LER.....	6
6.	NORMATIVA DE APLICACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES RELACIONADA CON COMPUESTOS ORGANICOS VOLÁTILES.....	7
7.	REQUISITOS ESPECIALES DEL TRATAMIENTO DE RAEE ESTABLECIDOS EN LA DIRECTIVA 2002/96/CE Y REAL DECRETO 208/2005.....	8
8.	REQUISITOS ESPECIALES DEL TRATAMIENTO DE RAEE DERIVADOS DE NORMATIVAS DE PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA.....	9
9.	REQUISITOS TÉCNICOS DEL TRATAMIENTO DE APARATOS DE REFRIGERACIÓN QUE CONTENGAN CFC, HCFC, HFC o HC.....	15
9.1.	Planteamientos generales.....	15
9.2.	Objetivos.....	16
9.3.	Etapas del tratamiento de RAEE que contienen gases fluorados o HC.....	17
9.3.1.	Registros de entrada y salida.....	17
9.3.2.	Fase 0: Desmontaje previo, desensamblaje de las piezas sueltas y retirada de materiales y componentes.....	18
9.3.3.	Fase 1: Extracción de gases refrigerantes y aceites de circuitos.....	18
9.3.4.	Fase 2: Extracción de gases fluorados e hidrocarburos de las espumas aislantes.....	19
9.3.5.	Fase 3: Trituración y separación del resto de fracciones.....	20
9.4.	Otros aspectos relativos a las plantas de tratamiento.....	20
9.4.1.	Aspectos generales sobre el funcionamiento de la instalación.....	20
9.4.2.	Documentación.....	20
9.4.3.	Autorizaciones.....	21
9.4.4.	Suministro de datos.....	21
	ANEXO I: Nomenclatura y composición de los agentes refrigerantes.....	22
	ANEXO II: Códigos LER asociados a componentes, materiales y sustancias derivadas del tratamiento de equipos de intercambio de temperatura.....	24
	ANEXO III: Ejemplo de planta de tratamiento de RAEE con Gases fluorados (CFCs, HCFCs, HCFs) e Hidrocarburos.....	28
	ANEXO IV: Cumplimiento de requisitos básicos. (Check list).....	29



1. INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 208/2005 de 25 de febrero sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos, modificado por el Real Decreto 367/2010 de 26 de marzo, transponen al ordenamiento jurídico español la Directiva 2002/96/CE del 27 de enero de 2003, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Directiva RAEE con siglas en español y Directiva WEEE con siglas en inglés), modificada por 2003/108/CE de 8 de diciembre.

En el real decreto se recogen aspectos relacionados con la fabricación y el diseño de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEEs), las fórmulas de recogida de los mismos, el papel y la responsabilidad de los fabricantes, los distribuidores y de todos los gestores autorizados intermedios, las características de las plantas de tratamiento y el papel de los entes locales y los consumidores. Todo ello en toda la cadena del residuo, desde su generación a su tratamiento final.

Se pretende mejorar, de manera especial, el comportamiento ambiental de los agentes directamente implicados en la gestión de los residuos derivados de estos aparatos, así como maximizar la eficacia en la protección medioambiental de los procesos de gestión, operación y tratamiento de estos residuos y de sus componentes a través de la aplicación de las Mejores Tecnologías Disponibles (MTDs), basadas en los principios recogidos en la Directiva 96/61/EC y la Ley 16/2002 sobre control integrado de la contaminación y la adaptación a la innovación técnica que actualmente rige en la Unión Europea¹. La necesidad de aplicación de las MTDs se debe a la peligrosidad para el medio ambiente y la salud de las personas de algunos de estas las sustancias, materiales y componentes presentes en este tipo de residuos. Asimismo, este Real Decreto incorpora la transposición de la Directiva 2002/95/CE de 27 de enero de 2003, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos (Directiva ROHs), de manera que el objetivo de valorización y eliminación correctas de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, desde el punto de vista medioambiental y de la protección de la salud humana en los procesos de tratamiento de residuos se convierten en objetivos sustanciales de la norma.

En este sentido, tanto la directiva, en su artículo 6 y Anexo II, como el real decreto 208/2005, en el Artículo 5 y Anexo III, recogen aspectos técnicos que inciden en la necesidad de que en el tratamiento de los residuos se incluya un proceso de retirada previa de todos los fluidos, componentes, materiales y sustancias que se recogen en los Anexos citados. La finalidad es la de evitar que todos ellos, considerados peligrosos, queden incorporados los posibles materiales a recuperar, se emitan al medio ambiente o supongan un riesgo para la salud humana. Asimismo el cumplimiento de estos requisitos se considera básico para que en el proceso de reciclado se puedan conseguir materiales de máxima calidad y que el proceso de tratamiento adquiera, teniendo en cuenta todos estos factores, la calificación de mejor técnica disponible.

La política europea de residuos de aparatos eléctricos es insistente en la protección del medio ambiente y la salud humana frente a los gases que agotan la capa de ozono y a determinados gases fluorados de efecto invernadero y refuerza especialmente la necesidad de la utilización de las mejores tecnologías disponibles, a la luz del desarrollo tecnológico, con objeto de evitar por todos medios que haya ningún riesgo de emisión o presencia en el medio ambiente de estas sustancias, tal y como recogen las propuestas de modificación de la Directiva RAEE de la Comisión (COM 2008-0810) y las sucesivas propuestas del Consejo (7906/11)) y del Parlamento (PR\874216 de 2 de agosto).

Las propuestas del Consejo y del Parlamento agrupan las 10 categorías de AEEs de la Directiva 2002/96/CE en cinco o como mucho seis, se ajustan a los tratamientos llevados a cabo en las plantas.

En particular, unifica bajo la primera categoría todos los equipos de intercambio de temperatura, tales como frigoríficos, congeladores, aparatos que suministran automáticamente productos fríos, aparatos de aire

¹ "la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea posible, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y de la salud de las personas. Para su determinación se deberán tomar en consideración los aspectos que se enumeran en el anejo 4 de esta Ley" (art. 3.ñ).



acondicionado, equipos de deshumidificación, bombas de calor, radiadores de aceite y otros equipos de intercambio de temperatura que utilicen otros fluidos que no sean el agua.

La gestión de estos residuos entraña especiales riesgos medioambientales, ya que pueden contener sustancias que agotan la capa de ozono o que tienen un alto índice de calentamiento global: Clorofluorocarbonos (CFC), Hidroclorofluorocarbonos (HCFC), hidrofluorocarbonos (HFC) y compuestos orgánicos volátiles, del tipo hidrocarburo (HC). Esto implica que en su etapa de recogida y transporte hayan de contemplarse requisitos que garanticen la ausencia de impactos ambientales y al menos en su etapa de tratamiento, adquieran la consideración de residuos peligrosos, por lo que las instalaciones de tratamiento han de cumplir unas condiciones especiales.

Documento 7906/11: Posición del Consejo en primera lectura con vistas a la adopción de la DIRECTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) (Texto refundido)

Considerando 8: El ámbito de aplicación de la presente Directiva debe comprender todos los AEE, tanto los de consumo como los de uso profesional. La presente Directiva se debe aplicar sin perjuicio de las normas de la Unión que establecen requisitos sobre seguridad y salud para proteger a todos los agentes en contacto con RAEE, así como de las normas de la Unión específicas sobre gestión de residuos, en particular la Directiva 2006/66/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006, relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores², y de las normas de la Unión sobre diseño de productos, en particular la Directiva 2009/125/CE. La preparación para la reutilización, valorización y reciclado de los residuos, de aparatos y sustancias de refrigeración y de mezclas o componentes de los mismos se realizará de acuerdo con la normativa pertinente de la Unión, en particular con el Reglamento (CE) nº 1005/2009 del Parlamento Europeo y el Consejo, de 16 de septiembre de 2009, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono³, y con el Reglamento (CE) nº 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero....

Considerando 15: Es indispensable el tratamiento específico de los RAEE a fin de evitar la dispersión de contaminantes en el material reciclado o en el flujo de residuos. Dicho tratamiento es el medio más eficaz para lograr que se alcance el nivel deseado de protección del medio ambiente de la Unión. Todo establecimiento o empresa que lleve a cabo operaciones de recogida, reciclado y tratamiento debe cumplir los requisitos mínimos para evitar impactos medioambientales negativos asociados con el tratamiento de RAEE. Deben utilizarse las mejores técnicas de tratamiento, valorización y reciclado disponibles siempre y cuando garanticen la salud humana y una elevada protección medioambiental. Las mejores técnicas de tratamiento, valorización y reciclado disponibles podrán definirse con mayor precisión de conformidad con los procedimientos establecidos en la Directiva 2008/1/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2008, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación

2. OBJETO

El objeto de esta nota es recoger las condiciones específicas que han de cumplirse en el tratamiento de RAEE que contienen gases fluorados o hidrocarburos, y que normalmente están asociados a un proceso de intercambio de temperatura (frigoríficos, congeladores, aparatos que suministran automáticamente productos fríos y aparatos de aire acondicionado..), de manera que se garantice el cumplimiento de lo dispuesto en el RD 208/2005 y de la legislación medioambiental nacional aplicable en materia de residuos, emisiones atmosféricas, responsabilidad medioambiental y en materia de protección de la salud de los trabajadores y prevención de riesgos laborales. Todo ello a la luz del conocimiento sobre las mejores tecnologías disponibles basadas en los principios recogidos en la Directiva 96/61/EC y la Ley 16/2002 y la adaptación a la innovación técnica que actualmente rige en la Unión Europea.

En el caso de los equipos de aire acondicionado no compactos, como por ejemplo los del tipo "split" que habitualmente se encuentran en viviendas domésticas que constan de dos o más unidades y que requieren una conexión mediante tuberías que permiten la circulación del refrigerante, los refrigerantes deben ser retirados in situ por profesionales certificados antes de la desinstalación del aparato. Una vez desinstalado el equipo podrá contener aceites y otros elementos, pero no deberían contener elementos refrigerantes. En el caso de que el desinstalador concentre el gas refrigerante en el compresor y lo selle, el

² DO L 266 de 26.9.2006, p. 1.

³ DO L 286 de 31.10.2009, p. 1



equipo deberá sufrir un proceso de extracción/descontaminación en la planta de tratamiento, de manera similar a como se hace con neveras. No obstante, es preferible la recuperación in situ por ser más efectiva.

Se hace especial hincapié en considerar las mejores tecnologías de tratamiento para las espumas aislantes, a partir de plásticos como el poliuretano (PU) o el poliestireno, expandidos mediante compuestos CFC o HCFC en el pasado y por HFC y principalmente HC en la actualidad.

Tal y como establecen la directiva europea y el real decreto, los productores de aparatos eléctricos y electrónicos, o terceros en su nombre, los sistemas integrados de gestión (SIGs) han de financiar la gestión y el tratamiento de los residuos que generen sus productos utilizando las mejores tecnologías disponibles en instalaciones autorizadas para dichos tratamientos por las autoridades competentes. Los SIG deberán de ser autorizados por las CCAA en las que se implanten territorialmente, tal y como recoge el artículo 8 del real decreto, y deberán de indicar en la solicitud de autorización, la identificación de los puntos de recogida y de los gestores que realizarán la gestión de sus residuos. Entre estos gestores se encuentran las plantas de tratamiento. A su vez, de acuerdo al artículo 3, los productores facilitarán a las plantas la oportuna información 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 y preparados peligrosos.

3. **NORMATIVA APLICABLE**

- Reglamento (CE) nº 1005/2009, de 16 de septiembre de 2009, del Parlamento y del Consejo, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono.

- Reglamento (CE) nº 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero

- Reglamento (CE) nº 303/2008 de la Comisión de 2 de abril de 2008, por el que se establecen, de conformidad con el Reglamento (CE) no 842/2006 del Parlamento los requisitos mínimos y las condiciones de reconocimiento mutuo de la certificación de empresas y personal en lo que se refiere a los equipos fijos de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor que contengan determinados gases fluorados de efecto invernadero

- Directiva 2008/98/CE, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.

- Directiva 2002/96/CE, de 27 de enero de 2003, del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

- Directiva 2002/95/CE, de 27 de enero de 2003, del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos

- Decisión 2000/532/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, que sustituye a la Decisión 94/3/CE por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos y a la Decisión 94/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos.

- Decisión 94/3/CE de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993, por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos

- Ley 22/2011, de 29 de julio de 2011 de residuos y suelos contaminados

- Ley 26/2007, de de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.

- Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 100/2011 de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación-



- Real Decreto 367/2010 de 16 de marzo de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio.

-Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, de aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

- Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre la limitación de de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.

- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

- Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas

- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.

- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos químicos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

- Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

- Real Decreto 795/2010, de 16 de junio, por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan.

- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

4. LOS GASES FLUORADOS EN LOS EQUIPOS DE INTERCAMBIO DE TEMPERATURA

En los equipos de intercambio de temperatura como aires acondicionados, equipos frigoríficos y bombas de calor, el ciclo frigorífico, entendido como el proceso de extracción de calor de una fuente a otra, implica la existencia de un fluido refrigerante, que en distintas partes de la máquina sufre transformaciones de fase (líquida o gaseosa) variando su presión y temperatura.⁴ Los refrigerantes más habituales son de origen orgánico, bien de origen "natural" tipo hidrocarburos (HC) y bien "de síntesis", como los CFC (clorofluorocarbonos: R11 R12), o los HCFC (hidroclorofluorocarbonos, R22) y HFC (hidrofluorocarbonos, R134a). Estas sustancias también se han venido empleando para expandir plásticos creando espumas de poliuretano y de poliestireno, en la producción de aerosoles y en la producción de disolventes para limpieza de componentes electrónicos. En el caso de neveras y similares, se usaron de manera masiva el CFC R12 en el circuito de frío y el CFC R11 y HCFC R141b en las espumas.

⁴ El proceso de refrigeración por compresión se logra evaporando un gas refrigerante en estado líquido en un evaporador en contacto con el medio a enfriar del cual absorbe el calor necesario para cambiar de fase. Posteriormente con un compresor se aumenta la presión del gas refrigerante y se envía a un condensador en el cual pasa a líquido, cediendo el calor al otro medio

Los CFC y los HCFC son sustancias que agotan la capa de ozono y su producción y uso se encuentran en un avanzado proceso de eliminación en base al Protocolo de Montreal y el Reglamento europeo 1005/2009, de 16 de septiembre de 2009, sobre sustancias que agotan la capa de ozono. Esta norma prohíbe la venta e instalación de equipos que contengan estas sustancias (incluidos los de segunda mano) y únicamente permite seguir usando los equipos hasta el fin de su ciclo de vida, momento en el cual hay que recuperar los CFC que contengan para destruirlos. En relación a los HCFC, los equipos se podrían mantener hasta 2015, recargando el circuito frigorífico con HCFC reutilizado o reciclado, pero nunca con gas virgen.

Como consecuencia de esta prohibición, se optó por la sustitución progresiva de estas sustancias por HFC (principalmente R134a). Los HFC no afectan a la capa de ozono pero poseen, al igual que los CFC y HCFC, elevados potenciales de calentamiento atmosférico. Los HFC están regulados por el Protocolo de Kioto y su emisión a la atmósfera se contabiliza en el inventario de gases de efecto invernadero (GEI) y afecta al cumplimiento de los compromisos nacionales de reducción de dichas emisiones. Asimismo están regulados por el Reglamento europeo 842/2006 sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero, que obliga a su recuperación y reutilización, reciclaje y en último caso, destrucción.

Dada la problemática de todos estos gases fluorados, se ha reemplazado su empleo en neveras y similares por hidrocarburos simples (HC) considerados Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs). Se caracterizan por tener un potencial nulo de destrucción de la capa de ozono y un poder de calentamiento global inferior a 11. Tienen baja viscosidad y alta conductividad térmica; son miscibles con aceites y compatibles con los materiales usados como refrigerantes tradicionales (componentes de metal y aceites); tienen una alta estabilidad química, pero son inflamables y algunos de ellos explosivos.

Los HC más utilizados son el isobutano (R600a) y el propano (R 290) utilizados en los circuitos de refrigeración y el ciclopentano principalmente en las espumas. De sus respectivas Fichas Internacionales de Seguridad Química⁵ se infiere, respecto al isobutano, que se trata de una sustancia tóxica extremadamente inflamable y explosiva en ciertas mezclas en forma de vapor/aire. Respecto al ciclopentano, se trata de un líquido tóxico altamente inflamable, las mezclas vapor/aire son explosivas. Todo ello, les confiere las características de sustancias peligrosas. En el Anexo I se recoge la nomenclatura y composición de los agentes refrigerantes⁶

5. CÓDIGOS LER.

La Lista Europea de Residuos (LER), publicada en la Decisión 2000/532/CE, de la Comisión, de 3 de mayo (posteriormente modificada por las Decisiones de la Comisión, 2001/118/CE, de 16 de enero y 2001/119, de 22 de enero y por la Decisión del Consejo, 2001/573, de 23 de julio) se encuentra incorporada al ordenamiento jurídico español por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero. En la lista existe un subcapítulo (16 02) dedicado a los residuos de equipos eléctricos y electrónico y a sus componentes. Asimismo, se citan dichos equipos y sus componentes, en el subcapítulo 20 01 que recoge los residuos municipales y sus fracciones recogidas de manera selectiva.

En su etapa de tratamiento como residuos los equipos objeto de esta nota han de clasificarse como peligrosos. En el caso de contener PCBs o sustancias fluoradas en sus sistemas de refrigeración y/o en sus espumas, se deben de clasificar como:

160210*	Aparatos desechados que contienen PCBs, o están contaminados, distintos de los indicados en el código 160209*
160211*	Aparatos desechados que contienen CFC, HCFC,HFC
200123*	Aparatos desechados que contienen CFC, HCFC,HFC

En el caso de los radiadores de aceite y de los equipos de refrigeración marcados con contenido en hidrocarburos (HC) en sus sistemas de refrigeración y/o espumas, o con contenido en amoníaco (NH₃) se clasifican como

⁵ ICSC 0901 y 0353, para el isobutano y el ciclopentano, respectivamente

⁶ IPCC/TEAP SPECIAL REPORT: Safeguarding the Ozone layer and the Global Climate System. 2005

160213*	Aparatos desechados que contienen componentes peligrosos, distintos a los especificados en los códigos 160209* a 160212*
200135*	Aparatos eléctricos y electrónicos desechados distintos de los especificados en los códigos 20021* y 200123* que contienen componentes peligrosos

En las autorizaciones de las instalaciones de tratamiento habrán de indicarse estos códigos.

De acuerdo con lo anterior y en su etapa de tratamiento los residuos de equipos de refrigeración que contengan CFC, HCFC y HFC tienen la consideración de residuos peligrosos. Por lo que se refiere a la presencia de HC, las características explosivas e inflamables de los mismos y su presencia en sus componentes, confieren su carácter de peligrosidad a los residuos de equipos de refrigeración que los contengan.

A modo de ejemplo, los componentes, materiales y sustancias que habitualmente se generan a lo largo de los procesos de descontaminación, extracción, o reciclado de estos residuos y que han de registrarse y controlarse adecuadamente en las instalaciones son:

Amianto	Compresores	Espumas aislantes con HCs	Lana mineral	Residuos metálicos de Fe y acero
Aceites lubricantes y de transferencia	Condensadores electrolíticos	Espumas aislantes sin CFCs ni HC	Pantallas de cristal líquido (>100 cm.2)	Residuos de Al/Cu
Baterías y acumuladores	Cromo VI en disolución amoniacal	Hidrocarburos (pentano, ciclopentano, isobutano, etc)	Partes plásticas con Br	
Cables eléctricos externos	Condensadores con PCB	Lámparas de descarga de gas (fluorescentes)	Partes plásticas sin Br	
CFC, HCFC, HFC	Espumas aislantes con CFCs		Placas de circuito impreso	
Componentes conteniendo Hg				

En el anexo II se recogen en una tabla los códigos LER asociados a estos componentes, materiales y sustancias. Como se observa, muchos de ellos tienen la clasificación de peligrosos. En la tabla se han introducido algunas observaciones sobre el proceso posterior al tratamiento⁷.

6. NORMATIVA DE APLICACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES RELACIONADA CON COMPUESTOS ORGANICOS VOLÁTILES

En materia de protección de la salud y seguridad de los trabajadores, la Disposición Adicional Tercera del RD 208/2005 remite a lo dispuesto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales y su normativa de desarrollo y, en concreto, al RD 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo y al Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos químicos relacionados con la exposición de agentes cancerígenos durante el trabajo.

El RD 374/2001 establece las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los riesgos derivados o que puedan derivarse de la presencia de agentes químicos en el lugar de trabajo o de cualquier actividad con agentes químicos. A este respecto, se entiende por agente químico "todo elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no".

En cuanto al ámbito de aplicación, el RD 374/2001 es aplicable a los agentes químicos peligrosos, definidos como aquellos "agentes químicos que puede representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores debido a sus propiedades fisicoquímicas, químicas o toxicológicas y a la forma en que se

⁷ LAGA, *Anforderungen zur Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten*. Stand: September 2009.



utilizan o se hallan presentes en el lugar de trabajo”, incluyéndose en este concepto aquellos agentes químicos que cumplan los criterios para su clasificación como sustancias peligrosas.

A este respecto, tanto el isobutano como el ciclopentano y el pentano son, de acuerdo con su ficha de datos de seguridad, sustancias peligrosas, por lo que parecen responder al concepto de agente químico de esta norma.

Cabe destacar asimismo que, dentro del artículo 4 del RD 374/2001, relativo a los principios generales para la prevención de los riesgos por agentes químicos, se exige la eliminación o minimización de los riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores cuya actividad se realice con agentes químicos peligrosos. Para lograr este objetivo se recoge, entre otras medidas, “la reducción de las cantidades de agentes químicos peligrosos presentes en el lugar de trabajo al mínimo necesario para el tipo de trabajo de que se trate”.

Junto con lo anterior, como obligación del empresario y en cuanto a la evaluación de los riesgos, el RD 374/2001 establece que dicha evaluación deberá incluir la medición de las concentraciones del agente en el aire, en la zona de respiración del trabajador y su posterior comparación con el valor límite ambiental que corresponda

Finalmente, el RD 374/2001 impone al empresario una obligación de información y formación de los trabajadores. En concreto, el empresario deberá facilitar a los trabajadores o a sus representantes información sobre los agentes químicos peligrosos presentes en el lugar de trabajo (denominación, riesgos para la seguridad y la salud, valores límite de exposición profesional, etc.).

7. REQUISITOS ESPECIALES DEL TRATAMIENTO DE RAEE ESTABLECIDOS EN LA DIRECTIVA 2002/96/CE Y REAL DECRETO 208/2005

El tratamiento de RAEE, de acuerdo al artículo 5 de la directiva independientemente de su ámbito de procedencia, requiere una etapa de retirada (removal) previa de todos los fluidos, así como de las sustancias, materiales y componentes que se indican en el Anexo III. Este Anexo también incide en el tratamiento específico para ciertos componentes asociados con graves riesgos medioambientales, tales como el mercurio, los revestimientos fluorescentes o los gases que agotan la capa de ozono.

La definición de “removal” se ha incorporado a las propuestas del Parlamento y del Consejo en la nueva refundición de la Directiva WEEE. La propuesta del Consejo (7906/11) sobre este término es:

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

El Real Decreto 208/2005 establece en el artículo 5 y sus apartados 1 a 3 los requerimientos específicos para el tratamiento de RAEE. La descontaminación de los aparatos, incluirá, como mínimo la retirada selectiva de fluidos, componentes, sustancias, y preparados recogidos en el Anexo III. Se trata de un requisito previo para las siguientes fases de tratamiento⁸ y tiene como finalidad evitar que estos fluidos, considerados peligrosos, queden incorporados a los posibles materiales a recuperar y se emitan al medio ambiente o supongan un riesgo para la salud humana.

En el tema concreto que abordamos en esta nota, se ha de hacer referencia a:

Apartado 1. *“como mínimo, deberán extraerse los siguientes componentes, sustancias y mezclas de todos los aparatos eléctricos y electrónicos recogidos por medios selectivos (...) clorofluorocarburos (CFC), hidroclorofluorocarburos (HCFC), hidrofluorocarburos (HFC) o hidrocarburos (HC) (...)”.*

No ofrece, pues, duda alguna la extracción de los CFC, HCFC, HCF y HC de los residuos de frigoríficos, allá donde se encuentren. Esta descontaminación incluirá, como mínimo, la retirada selectiva de estos componentes y su tratamiento adecuado sin que en ningún caso se pueda entender este concepto como

⁸ e) Tratamiento: cualquier actividad posterior a la entrega de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a una instalación para su descontaminación, desmontaje, trituración, valorización o preparación para su eliminación y cualquier otra operación que se realice con fines de valorización y/o eliminación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos” (artículo 2, definiciones).



emisión directa a la atmósfera. En el caso de HC, en cuanto a VOCs, tienen la consideración de contaminantes atmosféricos, de acuerdo al anexo I de la Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera.

En el apartado 2 se concreta la forma en que se deberá llevar a cabo el tratamiento de los fluidos, componentes, materiales, sustancias y preparados retirados por medios selectivos, pero no lo hace respecto a todos aquellos citados en el apartado 1, sino únicamente para determinadas categorías, consideradas especialmente peligrosas para el medio ambiente, como es el caso de los CFC, HCFC, en cuanto agotan la capa de ozono, que se deberán tratar de conformidad con el Reglamento 2037/2000, hoy sustituido por el Reglamento 1005/2009. Entrarían asimismo, los HFC por su potencial de calentamiento global superior a 15.

Respecto a los restantes componentes, fluidos, materiales, sustancias y preparados peligrosos citados en el apartado 1 del Anexo III sobre los que no se establece un sistema especial de tratamiento en este apartado 2, son de aplicación la normativa que regule la gestión de este tipo de residuo en cuanto a su carácter de peligroso. Así lo confirma el propio RD 208/2005, cuando señala que:

"Las operaciones de tratamiento tendrán como prioridad, por este orden, la reutilización, el reciclado, la valorización energética y la eliminación. A las operaciones de valorización les será de aplicación el régimen jurídico establecido en la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, atendiendo a las características de las operaciones y a la peligrosidad de los componentes que constituyan el objeto de la gestión. Estas operaciones deben de aplicarse de manera que lo dificulte la preparación para la reutilización y el reciclado de componentes o aparatos enteros, desde el punto de vista medioambiental. Todas las operaciones de tratamiento se realizarán aplicando las mejores técnicas disponibles.

y en su modificación por el RD367/2010, en su Artículo 1, apartado 1:

"Este real decreto se aplicará a todos los aparatos eléctricos y electrónicos que figuran en las categorías indicadas en el anexo I, sin perjuicio de la normativa específica sobre gestión de residuos (...)"

El apartado 3 del anexo III del RD 208/2005 confirma la anterior jerarquía al señalar que:

"...desde el punto de vista ambiental y teniendo en cuenta la conveniencia de reutilizar o reciclar componentes o el aparato completo, los apartados 1 y 2 se aplicarán de tal modo que no se dificulte su reutilización y reciclado correctos".

A las anteriores indicaciones sobre el correcto tratamiento de los residuos de frigoríficos, añade el apartado tercero del artículo 2, que todas las operaciones de tratamiento se realizarán aplicando las mejores técnicas disponibles.

8. REQUISITOS ESPECIALES DEL TRATAMIENTO DE RAEE DERIVADOS DE NORMATIVAS DE PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA

Tal y como se ha mencionado en anteriores apartados, las sustancias empleadas como refrigerantes o agentes espumantes en los RAEE objeto de esta nota tienen la consideración de contaminantes atmosféricos y por lo tanto están regulados por una serie de normativas relacionadas con la protección de la atmósfera. Dadas las importantes implicaciones que éstas conllevan, se detallan a continuación:

- Reglamento (CE) nº 1005/2009, de 16 de septiembre de 2009, del Parlamento y del Consejo, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono.

Este reglamento actualiza el 2037/2000 que ya obligaba a la recuperación de las sustancias que agotan la capa de ozono de neveras y similares, antes incluso que la entrada en vigor de la Directiva de RAEE. En particular recoge las obligaciones de manera clara en su capítulo V, dedicado al control de emisiones de estas sustancias. Obliga a recuperar las sustancias y a destruirlas en los casos de los CFC y HCFC, pudiéndose estos últimos también reciclar y regenerar.

Recuperación y destrucción de sustancias reguladas usadas

1. Las sustancias reguladas contenidas en aparatos de refrigeración y aire acondicionado y bombas de calor, aparatos que contengan disolventes o sistemas de protección contra incendios y extintores, se recuperarán, durante las operaciones de mantenimiento y revisión de los



aparatos o antes de su desmontaje o eliminación, para su destrucción, reciclado o regeneración.

Las sustancias, una vez extraídas, se deben destruir en instalaciones específicas. En el caso de que no se extraiga el gas, las espumas que contengan CFC o HCFC deben destruirse directamente. Para ello se deberían aplicar las tecnologías de destrucción de productos listadas en el anexo VII: Incineración de residuos sólidos urbanos, incineradores de horno rotatorio o bien tecnologías con rendimientos de destrucción superiores al 95%.

2. Las sustancias reguladas y los productos que contengan tales sustancias se destruirán únicamente mediante las tecnologías aprobadas enumeradas en el anexo VII, o, en el caso de sustancias reguladas no contempladas en dicho anexo, mediante la tecnología de destrucción más aceptable desde el punto de vista ambiental, que no entrañe costes excesivos, siempre que el uso de dichas tecnologías cumpla la legislación comunitaria y nacional sobre residuos y que se observen los requisitos adicionales con arreglo a dicha legislación.

La norma obliga a recuperar y destruir las sustancias de manera genérica si es técnica y económicamente factible. En este sentido, la Comisión está evaluando la posibilidad de enmendar el reglamento añadiendo una lista específica de productos de los cuales su eliminación pasaría a ser obligatoria, como por ejemplo, las espumas aislantes de contenedores o trailers de transporte frigorífico, de cámaras de conservación de alimentos, etc.

...4. Las sustancias reguladas contenidas en productos y aparatos distintos de los mencionados en el apartado 2 se recuperarán para su destrucción, reciclado o regeneración, si es técnica y económicamente factible, o se destruirán sin recuperación previa, aplicando las tecnologías mencionadas en el apartado 1.

La Comisión preparará un anexo del presente Reglamento con una lista de los productos y aparatos para los cuales se considerará técnica y económicamente factible la recuperación de sustancias reguladas o la destrucción de productos y aparatos sin recuperación previa de sustancias reguladas, especificando, en su caso, las tecnologías que deben aplicarse. Toda propuesta de preparación de dicho anexo irá acompañada y respaldada por una evaluación económica completa de costes y beneficios que tenga en cuenta las circunstancias de cada Estado miembro.

Además obliga a los Estados miembros a adoptar las medidas necesarias para promover la recuperación y evitar la emisión a la atmósfera de estas sustancias.

5. Los Estados miembros tomarán medidas para promover la recuperación, el reciclado, la regeneración y la destrucción de las sustancias reguladas y establecerán los requisitos mínimos de cualificación del personal implicado.

- Reglamento (CE) nº 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero

Este reglamento afecta a los HFC y obliga a recuperar los gases con el fin de reutilizarlos, reciclarlos o destruirlos:

1. Los operadores de los siguientes tipos de aparatos fijos serán responsables de tomar las medidas necesarias para la recuperación adecuada, por parte de personal acreditado que cumpla los requisitos establecidos en el artículo 5, de gases fluorados de efecto invernadero con el fin de garantizar su reciclado, regeneración o destrucción:

a) circuitos de refrigeración de los aparatos de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor;

3. Los gases fluorados de efecto invernadero contenidos en otros productos y aparatos, con inclusión de los aparatos móviles, a menos que sirvan para operaciones militares, serán recuperados por personal debidamente cualificado, siempre que ello sea viable técnicamente y no genere costes desproporcionados, con el fin de garantizar su reciclado, regeneración o destrucción.

Esta obligación del operador de recuperar los gases se concreta en la normativa nacional por medio del RD 795/2010 de 16 de junio, por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan.

Real Decreto 795/2010, de 16 de junio, por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan.

Este Real Decreto implementa en nuestro país el sistema de certificación de personal que manipula las sustancias reguladas por los Reglamentos europeo 1005/2010 y 842/2006.

Obliga de manera general a que todo el personal que manipule el gas fluorado cuente con una certificación específica, de manera que la obligación de retirar el gas establecida por el Reglamento europeo 842/2006 hace que los equipos que necesitan de instalación, como los aires acondicionados tipo splits, sean desinstalados por el personal certificado previsto en este real decreto:

Artículo 3. Actividades restringidas a personal en posesión de la certificación exigida.

1. En relación con los equipos de refrigeración o climatización con sistemas frigoríficos de carga superior o igual a 3 kg de refrigerantes fluorados, **solamente el personal en posesión de la certificación prevista en el anexo I.1**, podrá realizar las actividades siguientes: ...

b) Mantenimiento o revisión, incluido el control de fugas, carga y **recuperación⁹ de refrigerantes fluorados.**

2. En relación con los equipos de refrigeración o climatización con sistemas frigoríficos de **carga inferior a 3 kg de gases fluorados**, solamente el personal mencionado en el apartado anterior y el personal en posesión de la certificación prevista en el anexo I.2, podrá realizar las actividades siguientes: ...

b) Mantenimiento o revisión, incluido el control de fugas, carga y **recuperación de refrigerantes fluorados.** ...

En relación a las instalaciones autorizadas de tratamiento de RAEE, permite que el personal encargado de recuperar gases fluorados de los RAEE con una carga inferior a 3 kg, no esté certificado, siendo suficiente que demuestren haber adquirido una formación¹⁰ sobre las operaciones que realizan en la instalación donde trabajan, de manera que la planta de tratamiento haga las labores de centro de formación. El titular de la autorización de la instalación de tratamiento de residuos acreditará, mediante una declaración de competencia, dicha formación.

Disposición adicional quinta. Certificación del personal en instalaciones de tratamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Los requisitos de certificación del personal especificados en el artículo 3.2 no serán exigibles al personal encargado de recuperar gases fluorados de equipos amparados por el Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos, con una carga de gases fluorados inferior a 3 kg, siempre que realicen dicha actividad en las instalaciones de tratamiento previstas en dicha norma y se den las condiciones previstas en el artículo 4.3.c del Reglamento (CE) n.º 303/2008 de la Comisión, de 2 de abril de 2008.

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.

La ley 34/2007 tiene por objeto establecer las bases en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica con el fin de evitar y cuando esto no sea posible, aminorar los daños que de ésta puedan derivarse para las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza. Por ello, están sujetas a la misma aquellas actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera

⁹ Se ha de aclarar que el término "recuperación" en este RD conlleva el significado de "retirada" de fluidos de los circuitos de refrigeración.

¹⁰ Según lo previsto en el anexo del Reglamento (CE) n.º 303/2008, la formación en la categoría III ha de contemplar aspectos teóricos sobre el impacto ambiental de los refrigerantes y normativa medioambiental correspondiente, conocimientos elementales en materia de cambio climático y sobre el Protocolo de Kyoto y aspectos prácticos sobre la gestión ecológica del sistema y del refrigerante durante la instalación, el mantenimiento, la revisión o la retirada del mismo.

enumeradas en su Anexo IV que emitan los contaminantes establecidos en su Anexo I, entre los que se encuentran:

ANEXO I

Relación de contaminantes atmosféricos ...

5. Compuestos orgánicos volátiles...

10. Halógenos y sus compuestos...

14. Sustancias que agotan la capa de ozono.

La definición de COV está contenida en el Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre la limitación de de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades que establece en su artículo 2: "*todo compuesto orgánico que tenga a 293,15 °K una presión de vapor de 0,01 kPa o más, o que tenga una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso. Se incluye en esta definición la fracción de creosota que sobrepase este valor de presión de vapor a la temperatura indicada de 293,15° K*". A este respecto, el isobutano, el ciclopentano y el pentano responden a la anterior definición. La consideración como contaminante atmosférico abarca no sólo a los CFC, HCFC y HCF, sino a los HC. Por ello es necesario evitar y, en su caso, controlar sus emisiones a la atmósfera.

La Ley 34/2007, clasifica las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera en tres grupos A, B o C. La categorización de la actividad en un grupo concreto tiene implicaciones en relación a la exigencia e intensidad de las obligaciones que dicha instalación debe cumplir.

Entre las obligaciones a los titulares de este tipo de instalaciones, destacan entre otras, la de respetar los valores límite de emisión que estuviesen establecidos reglamentariamente o cumplir con los requisitos técnicos que le sean de aplicación y, en todo caso, salvaguardando la salud humana y el medio ambiente.

La regulación de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera, listadas en su anexo IV (actualizado por el RD 100/2011), somete a autorización o notificación a aquellas en las que se desarrollen actividades pertenecientes a los grupos A o B. De esta manera las plantas de tratamiento de RAEE deben contar con la autorización prevista en el artículo 13, salvo en el caso de que dichas instalaciones estén sujetas al permiso establecido en la Ley 16/2002 de control integrado de la contaminación o a autorizaciones ambientales integradas de similar naturaleza, derivadas de la normativa autonómica.

Artículo 13. Actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera...

2. Sin perjuicio de las demás autorizaciones y licencias exigibles por otras disposiciones, quedan sometidas a procedimiento de autorización administrativa de las comunidades autónomas y en los términos que estas determinen, la construcción, montaje, explotación, traslado o modificación sustancial, de aquellas instalaciones en las que se desarrollen alguna de las actividades incluidas en el catálogo recogido en el anexo IV de esta ley y que figuran en dicho anexo como pertenecientes a los grupos A y B.

Las actividades incluidas en el grupo A estarán sujetas a unos requisitos de control de emisiones más exigentes que aquellas incluidas en el grupo B. Estas autorizaciones, se concederán por un tiempo determinado que en ningún caso será superior a ocho años, pasado el cual podrán ser renovadas por periodos sucesivos.

4. La autorización a la que hace referencia el apartado 2 tendrá el contenido mínimo siguiente:

a) Los valores límite de emisión de los contaminantes, en particular los enumerados en el anexo I, que puedan ser emitidos por la instalación y en su caso los parámetros o las medidas técnicas que los complementen o sustituyan.

b) Las prescripciones para reducir la contaminación a larga distancia o transfronteriza en su caso.

c) Los sistemas y procedimientos para el tratamiento y control, con especificación de la metodología de medición, su frecuencia y los procedimientos para evaluar las mediciones.

d) Las medidas relativas a las condiciones de explotación en situaciones distintas de las normales que puedan afectar al medio ambiente, como la puesta en marcha, fugas, fallos de funcionamiento, paradas temporales o cierre definitivo.

e) El plazo por el que se otorga la autorización.



...

Art 14.2. A fin de calificar la modificación de una instalación como sustancial las comunidades autónomas considerarán la incidencia de la modificación proyectada sobre la contaminación atmosférica, de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) El tamaño y producción de la instalación.*
- b) Su consumo de energía.*
- c) La cuantía y tipología de contaminación producida.*
- d) El nivel de contaminación existente en la zona respecto de los objetivos de calidad del aire establecidos.*

- Real Decreto 100/2011 de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación-

Este real decreto actualiza el anexo IV de la Ley 34/2007. Las plantas de tratamiento de RAEE, se identificarían en el epígrafe 09:

TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	09
OTROS TRATAMIENTOS DE RESIDUOS	09 10
Valorización no energética de residuos peligrosos con capacidad > 10 t/día	A 09 10 09 01
Valorización no energética de residuos peligrosos con capacidad <= 10 t/día o de residuos no peligrosos con capacidad > 50 t /día	B 09 10 09 02
Valorización no energética de residuos no peligrosos con capacidad <= 50 t/día	C 09 10 09 03
Almacenamiento u operaciones de manipulación tales como mezclado, separación, clasificación, transporte o reducción de tamaño de residuos no metálicos o de residuos metálicos pulverulentos, con capacidad de manipulación de estos materiales >= 500 t/día, o >= 10 t/día en el caso de residuos peligrosos	B 09 10 09 50
actividades especificadas en el epígrafe anterior con capacidad de manipulación de estos materiales >= 100 t/ día y < 500 t/día; o >= 1 t/ día y < 10 t/día de residuos peligrosos en el caso de residuos peligrosos	C(2) 09 10 09 51
actividades especificadas en el epígrafe anterior con capacidad de manipulación de estos materiales < 100 t/día	-(2) 09 10 09 52
Fragmentadoras o trituradoras de chatarra o demás residuos metálicos	B 09 10 09 06
Otros tratamientos de residuos no especificados en anteriores epígrafes	B 09 10 09 07

De acuerdo a la Ley 34/2007 y al RD 100/2011, se deben analizar las diferentes actividades potencialmente contaminadoras que se desarrollan en la instalación, identificando el grupo al que pertenecen. Su régimen de intervención administrativa lo establece el grupo más estricto (en estas plantas normalmente grupo B, y por ello sujetas a autorización).

En aquellas CCAA que cuenten con normativa por las cuales estas plantas estén sujetas a autorizaciones ambientales integradas, será en el contenido de la autorización donde se establezcan los condicionados necesarios. En el caso de que no contar con normativa de este tipo, estarán sujetas a la autorización establecida en el artículo 13.2 de la Ley 34/2007 que fijará los requisitos técnicos, valores límite de emisión y obligaciones de control, y seguimiento de las emisiones que procedan.

En particular los valores límite o requisitos técnicos se fijarán de la manera prevista en el artículo 5.2 del RD 100/2011:

2. Para la determinación en la autorización de los valores límite de emisión, o medidas técnicas que los complementen o sustituyan, según lo previsto en el artículo 13.4.a) de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, el órgano competente deberá tener en cuenta:

a) La adopción de las técnicas y medidas adecuadas para prevenir la contaminación y en la medida de lo posible las mejores técnicas disponibles, considerando en particular, la información suministrada por la Administración General del Estado, de acuerdo con lo establecido en el artículo 8.1 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación para aquellas actividades para las que esté disponible.

b) Las características técnicas de la instalación, su implantación geográfica y las condiciones locales del medio ambiente.



c) La naturaleza de las emisiones y su potencial traslado de un medio a otro, así como su incidencia en las personas y el medio ambiente potencialmente afectados.

d) Los planes y programas aprobados de acuerdo a lo establecido en los apartados 1 y 2 del artículo 16 de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.

e) Los valores límite de emisión fijados, en su caso, por la normativa en vigor en la fecha de la autorización, o en los tratados internacionales suscritos por el Estado español o por la Unión Europea.

Normalmente se establecerán unas periodicidades para la realización de controles externos por OCA o internos que verifiquen el cumplimiento del condicionado de la autorización y de los valores límite:

"Control externo de las emisiones": es la comprobación y verificación por los organismos de control establecidos por la comunidad autónoma, del correcto funcionamiento de los sistemas de prevención, corrección y seguimiento de la contaminación atmosférica, de los valores límite de emisión, y de las condiciones establecidas en la autorización y en la normativa aplicable en materia de contaminación atmosférica.

"Control interno o autocontrol de las emisiones": es la comprobación por parte del responsable de la instalación, de acuerdo a los criterios y por los medios que se determinen por parte de la administración competente, del correcto funcionamiento de los sistemas de prevención y control de la contaminación atmosférica, de los valores límite de emisión, y de las condiciones establecidas en la autorización y en la normativa aplicable en materia de contaminación atmosférica.

Las restantes implicaciones para las plantas de tratamiento derivadas del RD 100/2011 se enumeran en su articulado, si bien de manera general, deberán ser precisadas en los desarrollos normativos autonómicos:

Artículo 6. Obligaciones de los titulares en relación a las emisiones y su control.

1. Los titulares de las instalaciones en las que se desarrollen actividades incluidas en el catálogo minimizarán tanto las emisiones canalizadas como las difusas de contaminantes a la atmósfera aplicando, en la medida de lo posible, las mejores técnicas disponibles. Asimismo se adoptarán, en los casos de focos canalizados, los procedimientos de dispersión más adecuados que minimicen el impacto en la calidad del aire en su zona de influencia.

2. Los elementos necesarios para el cumplimiento de las disposiciones relativas al control y dispersión de las emisiones deberán estar operativos en el momento de la puesta en marcha total o parcial de la instalación y mientras ésta se encuentre en funcionamiento, salvo que expresamente se consideren otras medidas en la autorización, de acuerdo al artículo 13.4.d) de la Ley 34/2007.

3. Los titulares de las instalaciones reguladas en el artículo 5.1 realizarán los controles externos e internos específicos de las emisiones de las diferentes actividades que se desarrollen en dichas instalaciones de acuerdo a lo establecido en la autorización y normativa aplicable.

4. Los titulares de las instalaciones reguladas en el artículo 5.1 medirán en continuo las emisiones de los focos canalizados en los casos en que así se establezca en la normativa aplicable, en el contenido de la autorización o, posteriormente, mediante resolución del órgano competente con base en los criterios establecidos. De la misma manera, contribuirán a la medida de los niveles de calidad del aire, en las áreas que designe la autoridad competente y conforme a los requerimientos y medios que esta establezca.

5. Los titulares de las instalaciones reguladas en el artículo 5.3 cumplirán las disposiciones relativas al control y dispersión de las emisiones y realizarán los controles externos e internos de las emisiones de las actividades que se desarrollen en dichas instalaciones, de acuerdo a lo establecido en la normativa aplicable, planes de calidad del aire aprobados por las administraciones competentes, o en virtud del artículo 5.4 en los casos en que sea aplicable.

6. El órgano competente podrá exigir controles adicionales a los titulares de aquellas instalaciones sobre las que haya indicios de incumplimiento de las condiciones de la autorización o de la normativa aplicable.

7. El órgano competente podrá eximir a las instalaciones de la realización total o parcial de controles en los casos en que no sea técnicamente posible o en focos de emisiones no sistemáticas.

Artículo 7. Requisitos relativos a los procedimientos de control.

1. Las mediciones de las emisiones y los informes resultantes que se lleven a cabo en el marco de los controles referidos en el artículo anterior se realizarán de acuerdo a la norma UNE-EN 15259:2008 o



actualización de la misma, para lo cual, las instalaciones deberán disponer de sitios y secciones de medición conforme a la citada norma. Asimismo, el muestreo y análisis de los contaminantes y parámetros complementarios así como los métodos de medición de referencia para calibrar los sistemas automáticos de medición, se realizarán con arreglo a las normas CEN existentes.

El anterior apartado no será exigible en los casos en que el órgano competente establezca otras especificaciones técnicas equivalentes.

Asimismo el órgano competente podrá establecer las especificaciones técnicas y requisitos relativos a los procedimientos de control de las emisiones difusas.

2. Los organismos de control autorizado que hayan establecido las comunidades autónomas remitirán los informes resultantes de los controles externos al órgano competente de la comunidad autónoma de acuerdo a los contenidos, procedimiento y formatos que éste establezca.

Artículo 8. Requisitos relativos a los procedimientos de registro e información de las emisiones.

1. Los titulares de las instalaciones reguladas en el artículo 5 deberán mantener debidamente actualizado, de acuerdo al procedimiento, contenidos y formatos que el órgano competente establezca, un registro que incluya al menos, datos relativos a la identificación de cada actividad, de cada foco emisor, y de su funcionamiento, emisiones, incidencias, controles e inspecciones. Deberán asimismo conservar la información relativa a un periodo no inferior a 10 años.

2. Los titulares de las instalaciones mencionadas en el apartado anterior comunicarán al órgano competente de la comunidad autónoma la información registrada de acuerdo a los contenidos, procedimientos y formatos que este establezca.

3. Las comunidades autónomas facilitarán al Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, la información disponible relevante relativa a las instalaciones en las que se desarrollen actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera para el cumplimiento de las obligaciones derivadas de la normativa europea e internacional y para su integración en el Sistema español de información, vigilancia y prevención de la contaminación atmosférica.

Tal y como se indica en el siguiente apartado, las MTDs utilizadas por las plantas de tratamiento de RAEE que contengan gases fluorados o HCs requieren la extracción bajo atmósfera inerte de los contaminantes gaseosos, así como su contención para tratamiento posterior. Su diseño evita la emisión al medio ambiente de este tipo de contaminantes ya que es usual que las plantas dispongan de un sistema de monitorización y paradas automáticas. Estas consideraciones garantizarían en gran medida el cumplimiento de los criterios recogidos en el RD 100/2011 en materia de autorización de la instalación.

En el caso de fragmentadoras que traten RAEE y donde se trabaje sin control automático de emisiones las autoridades ambientales deberán, en cumplimiento del citado RD 100/2011, establecer las especificaciones y condiciones técnicas pertinentes.

9. REQUISITOS TÉCNICOS DEL TRATAMIENTO DE APARATOS DE REFRIGERACIÓN QUE CONTENGAN CFC, HCFC, HFC o HC

9.1. Planteamientos generales

Según se ha recogido en anteriores apartados los CFC, HCFC, HFC (gases fluorados: GF) o HC han de ser retirados de los aparatos en un proceso previo de descontaminación, allá donde se encuentren. En el caso de los aparatos de refrigeración se encuentran en los circuitos de refrigeración y en los elementos aislantes. Dichos aislantes consisten en una espuma rígida de poliuretano (PU), lana de vidrio o espuma de poliestireno (EPS). En los circuitos se encuentra alrededor del 30% de estos gases, siendo en las espumas que recubren las paredes del frigorífico donde se encuentran el restante 70%. Una vez retirados, y tal y como indica el punto 3 del Anexo II de la Directiva y los apartados 2 y 3 del Anexo III del Real Decreto, serán valorizados o eliminados de la manera adecuada.

Los refrigeradores más antiguos presentan aislamientos de PU con CFC, y más raras veces HCFC. En Europa se han empezado a sustituir los CFC por VOCs, tanto en los circuitos refrigerantes como agente expansor en las espumas. Los gases rellenan tanto los poros como la matriz de la espuma, esto hace que su extracción una vez finalizada la vida útil del frigorífico sea complicada ya que se encuentran especialmente



inmersos en las celdas de la masa del poliuretano. Por ello, la adecuada recuperación de los gases contenidos en las espumas se convierte en uno de los puntos más relevantes en cuanto a la protección del medio ambiente y constituye la principal característica de las instalaciones dotadas de las técnicas más innovadoras y tecnológicamente más avanzadas.

Según datos del sector¹¹, en España el 77% de las unidades de la categoría 1 que se están recibiendo actualmente en los puntos limpios se trata de residuos históricos, (83% en peso de RAEE). En Europa el 80% de los refrigeradores que se recogen contienen CFC y aún existen 200 millones de frigoríficos conteniéndolos. Según datos disponibles a nivel europeo¹² se han detectado fallos en la clasificación y etiquetado de los refrigeradores que contienen GF en las espumas de los que no los tienen¹³. El considerando 5 de la refundición de la Directiva WEEE (7906/11) incide en la persistencia durante muchos años de estos contaminantes: "*.....Aunque la Directiva 2002/95 CE ha contribuido eficazmente a la reducción de presencia de sustancias peligrosas en los AEE nuevos, en los RAEE seguirán estando presentes durante muchos años sustancias peligrosas como el mercurio, el cadmio, el plomo, el cromo hexavalente y los PCBs, así como las sustancias que agotan la capa de ozono. Los componentes peligrosos contenidos en los AEE constituyen un problema importante durante la gestión de los residuos y el grado de reciclaje es insuficiente....*". Dado que en ocasiones no se encuentra suficientemente desarrollada las actuaciones de información de los productores a las plantas, se considera necesario asumir, como principio de precaución que todos los aparatos de frío han de tratarse de igual manera y como si contuvieran GFs. Esta misma consideración está recomendada por numerosas autoridades ambientales europeas.

En la práctica, las plantas especiales que tratan RAEE con GF o HCs presentan sistemas homologados estandarizados y utilizados internacionalmente que disponen de sistemas de estanqueidad y vacío, llevando a cabo el proceso de extracción de estos gases de manera controlada y en atmósfera inerte, así como su contención en cada etapa y se posibilita la recuperación o eliminación de estas sustancias evitando su escape a la atmósfera. Asimismo, se asegura el control de atmósferas explosivas y la protección de los trabajadores.

Estas tecnologías son consideradas actualmente disponibles y asequibles y responden al mayor grado de desarrollo tecnológico por lo que se pueden considerar como mejor técnica disponible. En cualquier caso, la libre emisión de contaminantes a la atmósfera no puede considerarse, en modo alguno, como técnica medioambientalmente aceptable (véase apartado anterior).

Actualmente en España existen suficientes plantas de tratamiento especiales dotadas de las mejores tecnologías para el tratamiento de aparatos que contienen gases fluorados como CFC, HCFC, HFC e HC.

9.2. Objetivos

El Artículo 9 del RD 208/2005 recoge los objetivos de valorización de la Directiva 2002/96/CE. La Directiva en su artículo 7. *Valorización* en su apartado 2 indica:

Respecto a los RAEE enviados a tratamiento con arreglo al artículo 6, los Estados miembros velarán por que, como muy tarde el 31 de diciembre de 2006, los productores cumplan los siguientes objetivos:

- a) con respecto a todos los RAEE pertenecientes a las categorías 1 y 10 del anexo I A,*
 - el porcentaje de valorización deberá aumentar, como mínimo, hasta el 80 % del peso medio por aparato, y*
 - el porcentaje de reutilización y reciclado de componentes, materiales y sustancias deberá aumentar, como mínimo, hasta el 75 % del peso medio por aparato;*

¹¹ Datos dados por ANFEL en 2011: "*Caracterización de RAEE mixto procedente de Puntos Limpios. ECOLEC. Noviembre 2010*" y otros informes.

¹² FHA GmbH (2007); "*Life cycle assessment of the treatment and recycling of refrigeration equipment containing CFC and hydrocarbons. Final report*", Oko Institute (March 2007); "*Better Together*", RUAG Environment (2008).

¹³ LAGA, *Anforderungen zur Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten*. Stand: September 2009.



Se trata de un objetivo de entrada (input) a las plantas de valorización. Se expresa como el porcentaje en peso de cada aparato enviado a las plantas de valorización respecto al peso del aparato que se manda a tratar. El objetivo a cumplir supone que el 80% del peso medio del equipo que se manda a tratar ha de ser valorizado. En el caso de los componentes, materiales y sustancias presentes en cada aparato, el porcentaje de reutilización y reciclado ha de ser, como mínimo del 75% del peso medio por aparato enviado a tratar.¹⁴

Las etapas de tratamiento han de cumplir los requisitos del Anexo III del Real Decreto (Anexo II de la Directiva), lo que supone:

- retirar y extraer los GF y HC y otros agentes de refrigeración y de expansión de manera que puedan valorizarse o eliminarse
- retirar y extraer de forma apropiada todas las sustancias, materiales y componentes que contienen sustancias contaminantes y permitir su valorización o eliminación
- retirar los componentes y materiales que puedan ser reutilizados
- retirar y separar los materiales reciclables para su envío a las plantas de valorización

Los requisitos técnicos de las etapas de tratamiento se recogen en los siguientes apartados.

9.3. Etapas del tratamiento de RAEE que contienen gases fluorados o HC

9.3.1. Registros de entrada y salida

1.- Las instalaciones de tratamiento han de contar los correspondientes libros de registro (archivo cronológico según Ley 22/2011) sobre las entradas diarias de los equipos de refrigeración. Se considera de especial interés el mantener registros sobre el tipo de aparatos de refrigeración¹⁵, peso inicial, identificación del gas del circuito de refrigeración según marcado del compresor, posible marcado del contenido de agente expansor de las espumas en la parte trasera del aparato, así como los posibles daños detectados en los compresores, circuitos de refrigeración o aislamientos.

2.- Igualmente, se mantendrán registros de las cantidades de gases fluorados (GF: CFCs, HCFCs o HFC) e HC extraídos, así como de las sustancias, materiales y componentes que se generen en el tratamiento (Ver Anexo II).

3.- El registro de las cantidades de gases fluorados e hidrocarburos extraídos en cada una de las etapas y el número de equipos tratados servirán de base para conocer las cantidades medias de dichas sustancias en los equipos de refrigeración que llegan a cada planta. Estos datos deberán calcularse, al menos, anualmente¹⁶.

¹⁴ Este objetivo de entrada está siendo revisado en la refundición de la Directiva. La posible modificación podría suponer que el objetivo tuviera en cuenta los porcentajes de salida de las plantas de valorización y no de entrada a las mismas.

¹⁵ En la metodología alemana (RAL-GZ 728) se clasifican los aparatos en tres tipos según su tamaño: tipo 1, refrigeradores domésticos hasta 180 litros; tipo 2, refrigeradores con congeladores, desde 180 a 350 litros y tipo 3, grandes refrigeradores/ congeladores de hasta 500 litros. La metodología alemana asume la entrada en planta de 1.000 unidades con una proporción de tipos de equipos 60% (t1)/25% (t2)/15% (t3) y estima un contenido medio teórico de CFCs en los circuitos (115 g) y espumas (283 g). Dado que esta metodología se basa en unas estimaciones teóricas de los tipos de equipos recibidos y no establece los cálculos en base al contenido real en GF y HC de los equipos que llegan a las plantas, las tasas de recuperación esperadas según RAL son un valor teórico que puede estar muy alejado de la realidad en las plantas españolas y que en nada supone el incumplimiento de las condiciones de extracción y retirada de los gases en las fases de tratamiento que deberá ser garantizado a través de calibraciones, garantías en mantenimiento y funcionamiento de los equipamientos técnicos de las plantas. En cualquier caso, algunos datos utilizados por la metodología RAL han sido incorporados a esta nota como elementos de referencia.

¹⁶ Estos datos servirán de base para conocer los datos medios del contenido de GF e HC en los equipos de refrigeración a nivel nacional. Deberán de incorporarse a la información a suministrar a las autoridades ambientales competentes.



9.3.2. Fase 0: Desmontaje previo, desensamblaje de las piezas sueltas y retirada de materiales y componentes.

- 1.- Todos los RAEE, y los frigoríficos que contienen tanto GF como HC se someten a una fase previa de preparación para el tratamiento o descontaminación, según se recoge en el Artículo 5 y Anexo III del RD 208/2005. Se separan componentes, materiales y preparados para su valorización o eliminación en base a la Ley 22/2011.
- 2.- Se retiran manualmente las piezas sueltas del interior del frigorífico, como las bandejas de vidrio, cables y cajones, así como la goma que sella la puerta. Esto permite que estos materiales no metálicos, en su mayoría plásticos, puedan ser reciclados.
- 3.- Todos estos materiales se registran como separados en la Fase 0. Se ha de cumplir los requerimientos de gestión adecuados en cada caso. (Ver Apartado 5 y Anexo II)

9.3.3. Fase 1: Extracción de gases refrigerantes y aceites de circuitos

- 1.- Se registrarán los equipos (peso) que entran en la Fase 1, así como las fracciones y pesos que se generen en ella. El objetivo de esta fase es extraer los gases refrigerantes del circuito de refrigeración y el aceite del compresor y separarlos posteriormente. Los gases del circuito de refrigeración suponen alrededor del 30% del contenido de gases refrigerantes del equipo. Los gases se condensan y almacenan en recipientes adecuados. Posteriormente, el aceite y los gases refrigerantes (GF y HC) se valorizan o tratan respectivamente en plantas externas y por gestores autorizados.
- 2.- Se suele utilizar un equipo compacto de aspiración o sistemas de vacío y trampa de frío. Normalmente se inclina el frigorífico mediante un equipo volteador para permitir alcanzar el compresor y extraer el fluido por la parte inferior con una bomba de vacío que conduce los gases refrigerantes (normalmente CFCs) extraídos a un tanque donde se recogen junto con los aceites contenidos en los circuitos, extraídos también por aspiración. Los fluidos de refrigeración y el aceite se extraen simultáneamente. El sistema empleado evita fugas al exterior por su estanqueidad. En el caso de perder estanqueidad, desaparece el vacío y se detiene el proceso de extracción. En los refrigeradores que contienen HC en el circuito de refrigeración la aspiración del medio refrigerante debe ser efectuada con equipos que cumplan con la normativa de atmósferas explosivas (ATEX).
- 3.- En el proceso de separación de aceite y del gas refrigerante, se utiliza un equipo separador de aceite. El tanque de recogida se encuentra dotado de una resistencia eléctrica que se calienta para facilitar su separación. El aceite se separa por gravedad y es conducido hasta otro depósito mientras que el gas refrigerante se recupera de forma gaseosa mediante unos compresores e intercambiadores de calor y se almacena en una bombona que cuenta con autocontrol de llenado con una báscula incorporada. La cantidad de gas residual en el aceite del compresor debería de ser inferior al 0,2% en peso de aceite¹⁷.
- 4.- Este sistema garantiza un porcentaje de extracción del aceite superior al 99,5% y un rendimiento de captación de gases refrigerantes del 99,5%. Los gases refrigerantes se envían en contenedores a plantas capaces de llevar a cabo una eliminación en condiciones adecuadas y especiales (de acuerdo al Reglamento 1005/2009). Los HC se llevarán en condiciones adecuadas a plantas capaces de llevar a cabo un proceso de valorización. Los aceites se valorizan, bien por regeneración bien mediante valorización energética.
- 5.- En los refrigeradores de absorción la solución de amoníaco que contiene cromo VI debe ser aislada en una instalación hermética. Si en el circuito de refrigeración no se hubiera eliminado completamente el cromato, las piezas de hierro deben ser enviadas sin tratamiento a una instalación de valorización (fundición). En cualquier otra fracción resultante del tratamiento de refrigeradores de absorción (agua, NH₃) debe de analizarse el contenido del cromato.

¹⁷ RAL refiere método de análisis de fluoruros según DIN 51727 y EN ISO 10204-1. Se pueden utilizar métodos equivalentes.



6.- Se debe de mantener todo los equipos debidamente calibrados, así como establecer protocolos de control y garantizar su ejecución.

7.- Tras la extracción de la mezcla de aceite y gas refrigerante, se procederá al desmontaje del motor compresor descontaminado previamente. Esta fracción se destinará a valorización mediante gestor autorizado.

9.3.4. Fase 2: Extracción de gases fluorados e hidrocarburos de las espumas aislantes

1.- Los equipos procedentes de la Fase 1 que ya han sido desprovistos de los refrigerantes y los aceites, pasan ahora a un proceso de separación de la espuma de poliuretano de las otras fracciones, como el plástico o los metales. También deben someterse a esta fase las puertas de los frigoríficos, en el caso de que éstas hayan sido desmontadas previamente o se hayan desprendido accidentalmente en las manipulaciones anteriores. Al igual que en las fases anteriores, se deberán de registrar los equipos que llegan a esta fase y los materiales, componentes y sustancias que se generen en ella (tipos y pesos).

2.- La extracción del GF y HC requiere la trituración de todo el mueble en una cámara cerrada bajo atmósfera inerte, utilizando nitrógeno para mantener la proporción de nitrógeno que evite situaciones de explosión y que impida el escape de los gases. El proceso de extracción consta de una trituración de la matriz que libera los gases expansores que se encuentran contenidos en los poros de la espuma y que suponen entre el 70 y el 80% del contenido de GF/HC de la misma. Para liberar los restantes 20-30% de los gases expansores, contenidos en la matriz de la espuma es necesario aplicar una desgasificación de la matriz mediante la aplicación de vacío o aumento de la temperatura de la espuma. Como alternativa a los sistemas anteriores, en algunas instalaciones de tratamiento también se utiliza, para retirar el 20-30% restante, la compresión de la espuma (paletizado o briquetado). Los gases liberados han de retenerse, (por ejemplo en filtros de carbón activo) de manera que se controle su emisión al medio ambiente y puedan ser valorizados o eliminados adecuadamente.

En algunas instalaciones la mezcla de gas desprendido en la trituración y compresión de la espuma junto con el nitrógeno que se utiliza para inertizar se envía en mediante aspiración y a través de canalizaciones, a una instalación criogénica de tratamiento de gas para posibilitar la recuperación del nitrógeno. En este caso se separa, mediante procesos térmicos y filtración en tamices moleculares, el nitrógeno empleado en la inertización de los GF y los HC se envía a los correspondientes contenedores adecuados para su almacenamiento y posterior eliminación o valoración (según tipo). El almacenamiento de estos gases licuados a presión se ha de hacer en lugares especialmente preparados, con control de acceso y con sistemas de seguridad adecuados.

El nitrógeno captado se recircula de nuevo a las canalizaciones de inertización (para su aprovechamiento en el proceso y para optimizar gastos).

3.- Con objeto de recuperar la espuma de poliuretano una vez descontaminada, ésta se trocea y se somete a un proceso de briquetado, paletizado, etc, que además de extraer el gas restante, optimiza el tamaño y densidad para su almacenamiento y transporte.

4.- Normalmente, todo este proceso de descontaminación y briquetado consigue reducir la concentración residual de gas en las briquetas de PU en menos de un 0,2% en peso. Estas condiciones han de asegurarse mediante análisis del contenido de halógenos en las espumas antes y después del tratamiento¹⁶. Las condiciones de atmósfera inerte son necesarias en la cámara de trituración, pero podría obviarse en las fases de separación del resto de materiales.

5.- Se deben tomar las medidas necesarias para minimizar las adherencias residuales de PU en las fracciones reciclables de metal y plástico. El valor máximo aconsejable de adherencias residuales en los elementos ferrosos, no ferrosos y plásticos es del 0,5 % de poliuretano, en peso (Ver Anexo II).



6.- En el caso de que esta fase no se realice en las mismas instalaciones donde se realice la fase 1, se han de garantizar las mismas condiciones de captación de los gases en circuitos cerrados que posibilite su recuperación y el mantenimiento de los controles de la atmósfera explosiva y las medidas de seguridad e higiene en el trabajo. En ningún caso se ha de permitir la liberación de contaminantes a la atmósfera.

7.- En el caso de que se garantice, mediante análisis específico en cada espuma, la ausencia de gases fluorados y sólo se determine la presencia de HC, las espumas deben de tratarse de manera que se extraigan, almacenen y dispongan los HC para su posible reciclado y valorización. Las especiales características explosivas de estas sustancias requieren que la extracción de la matriz se realice con tecnologías de control de atmósfera explosiva (atmósfera inertizada) y garantizando el cumplimiento de la normativa de calidad del aire y protección de riesgos laborales. La extracción controlada, el confinamiento, la recuperación o eliminación de los HC, la tecnología de control de mezclas explosivas, la protección en materia de riesgos laborales y la obtención de materiales libres de contaminantes, que puedan ser reciclados (p.e., como pellets) son los requisitos que dibujan, actualmente, la mejor técnica disponible en el tratamiento de este tipo de materiales y componentes.

9.3.5. Fase 3: Trituración y separación del resto de fracciones

1.- Las partículas trituradas de materiales ferrosos (30 mm de grosor) se separan mediante un separador magnético, se almacenan y se destinan a una planta de reciclaje.

2.- El resto de materiales (plásticos, aluminio, cobre, espumas de poliuretano) pasan también por molinos granuladores y pulverizadores, donde se suelen reducir a partículas de granulometría de alrededor de 3 mm. No obstante esta trituración adicional de los materiales a la que se hace referencia no está implantada en todos los centros de tratamiento y en algunas instalaciones los materiales obtenidos tienen un diámetro de alrededor de 30 mm, tal como salen de la trituradora de frigoríficos.

3.- La fracción restante del material es separada mediante separadores de corrientes de Foucault donde se separa el plástico del material metálico no magnético. En algunas instalaciones se separa el aluminio del cobre.

4.- En la tabla recogida en el Anexo II se detallan, como observaciones, algunos destinos del resto de materiales y componentes y en el Anexo III se recoge un ejemplo de esquema de una planta de tratamiento de RAEE que contienen GF o HC.

5.- Como en etapas anteriores se deben de establecer registros de las salidas de materiales (tipo y peso) de esta etapa, en las que se definan los destinos finales que permitan conocer el cumplimiento de los objetivos del RD 208/2005.

9.4. Otros aspectos relativos a las plantas de tratamiento.

9.4.1. Aspectos generales sobre el funcionamiento de la instalación

1.- El artículo 6 y el anexo IV del RD 208/2005 recogen los requisitos técnicos básicos de las instalaciones de tratamiento de RAEE, incluyendo las características de las zonas de almacenamiento y las condiciones y requisitos técnicos de los establecimientos para el tratamiento de RAEE.

9.4.2. Documentación

1.- Las plantas dispondrán de un manual de operaciones (Manual de procedimientos normalizados de trabajo) que contenga todas las instrucciones necesarias para el buen funcionamiento de la instalación en operaciones normales, en las etapas de mantenimiento y las actuaciones a realizar ante posibles fallos de los sistemas. El manual deberá incluir las tareas y áreas de responsabilidad del personal.

2.- Las plantas deberán de contar con un Libro de Registro (Archivo cronológico establecido en Ley 22/2011) donde se recoja la información obligatoria incluida en el anexo XII de la mencionada ley y toda aquella necesaria para valorar el cumplimiento de los objetivos del Real Decreto 208/2005.

3.- Las plantas dispondrán de la documentación que acredite la formación de su personal.



4.- Se deberá mantener a disposición de las autoridades ambientales las licencias, manuales o cualquier tipo de documentos que éstas requieran para otorgar la autorización a la instalación y para llevar a cabo las inspecciones o controles oportunos.

9.4.3. Autorizaciones

Las plantas deberán de contar con la autorización del órgano competente de las comunidades autónomas donde se encuentren emplazadas y según se establece en la legislación vigente, Ley 22/2011 de 29 de julio de 2011, de Residuos y Suelos contaminados RD208/2005 modificado por 367/2010 y las plantas que tratan RAEE que contienen GF o HC deberán de autorizarse como plantas de tratamiento de residuos peligrosos en base a los códigos LER asociados. Sólo en el caso de que tras la etapa previa de descontaminación, obligada en todos los RAEE, se consigan componentes o materiales carentes de una peligrosidad asociada, dichos materiales o componentes podrán tratarse en instalaciones o plantas de residuos no peligrosos.

La autorización garantiza el cumplimiento de los requisitos recogidos en el Real Decreto 208/2005, la normativa específica de gestión de residuos y de la normativa ambiental que se considere de aplicación.

Las instalaciones han de contar con certificaciones ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 o con los certificados equivalentes que las autoridades ambientales consideren oportunos para garantizar el cumplimiento de la normativa aplicable.

Tal y como se indica en la normativa de aplicación, las plantas estarán sujetas a inspecciones y control por parte de las autoridades ambientales competentes, o bien a través de los organismos acreditados por la administración. Estas inspecciones comprenderán la verificación de la veracidad de las anotaciones del Libro de Registro (Registro Cronológico)

Las condiciones indicadas en esta nota o sus equivalentes, en base al desarrollo y avance de las técnicas, garantizarían que la instalación lleva a cabo sus actividades utilizando la Mejor Técnica Disponible en el tratamiento de RAEE que contienen GF o HC. Esta condición debe indicarla la autoridad ambiental competente.

9.4.4. Suministro de datos

La Ley 22/11 de 29 de julio de 2011, de residuos y suelos contaminados en su Título VI, *información sobre residuos* establece las obligaciones de información en materia de residuos. Específicamente, el artículo 11 del RD 208/2005 establece las obligaciones de información a las autoridades ambientales competentes y el artículo 12 al Ministerio de Medio Ambiente en materia de RAEE.

Según el RD 208/2005, los productores de RAEE, o terceros en su nombre, han de organizar y financiar el tratamiento de los residuos de sus productos en plantas autorizadas por las autoridades ambientales donde se utilicen MTDs. Los datos que las plantas hayan de suministrar a los productores serán básicos, respetando la confidencialidad de los mismos por parte de las plantas de tratamiento en base a la Ley 15/2007 de Defensa de la Competencia.

En el Anexo IV se recoge un ejemplo de esquema de comprobación del cumplimiento de requisitos básicos (check list) de las plantas que tratan RAEE que contienen GF o HC



ANEXO I: Nomenclatura y composición de los agentes refrigerantes

Refrigerant Number	CFC	HCFC	HFC	PFC	HC	Other	Chemical name
10						x	Carbon tetrachloride
11	x						Trichlorofluoromethane
12	x						Dichlorodifluoromethane
12B1						x	Bromochlorodifluoromethane (Halon-1211)
13	x						Chlorotrifluoromethane
13B1						x	Bromotrifluoromethane (Halon-1301)
14				x			Carbon tetrafluoride
20						x	Chloroform
21		x					Dichlorofluoromethane
22		x					Chlorodifluoromethane
23			x				Trifluoromethane
30						x	Dichloromethane (Methylene chloride, Freon 30)
31		x					Chlorofluoromethane
32			x				Difluoromethane (Methylene fluoride)
40						x	Chloromethane (Methyl chloride, Freon 40)
41			x				Fluoromethane (Methyl fluoride)
50					x		Methane
113	x						1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane
114	x						1,2-Dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroethane
115	x						Chloropentafluoroethane
116				x			Hexafluoroethane
123		x					2,2-Dichloro-1,1,1-trifluoroethane
124		x					2-Chloro-1,1,1,2-tetrafluoroethane
125			x				Pentafluoroethane
134a			x				1,1,1,2-Tetrafluoroethane
141b		x					1,1-Dichloro-1-fluoroethane
142b		x					1-chloro-1,1-Difluoroethane
143a			x				1,1,1-Trifluoroethane
152a			x				1,1-Difluoroethane
170					x		Ethane
E170					x		Methyl ether (Dimethyl ether)
218				x			Octafluoropropane
227ea			x				1,1,1,2,3,3,3-Heptafluoropropane
236fa			x				1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropane
245fa			x				1,1,1,3,3-Pentafluoropropane
C270					x		Cyclopropane
290					x		Propane
C318					x		Octafluorocyclobutane
600					x		Butane
600a					x		2-Methyl propane (Isobutane)
610					x		Ethyl ether
611					x		Methyl formate
630					x		Methyl amine
631					x		Ethyl amine



Nomenclatura y composición de los agentes refrigerantes. (Continuación)

Refrigerant Number	CFC	HCFC	HFC	PFC	HC	Other	Chemical name
702						x	Hydrogen
704						x	Helium
717						x	Ammonia
718						x	Water
720						x	Neon
728						x	Nitrogen
729						x	Air
732						x	Oxygen
740						x	Argon
744						x	Carbon dioxide
744A						x	Nitrous oxide
764						x	Sulphur dioxide
1132a			x				1,1-Difluoroethene (Vinylidene fluoride)
1150					x		Ethene (Ethylene)
1270					x		Propene (Propylene)

ANEXO II: Códigos LER asociados a componentes, materiales y sustancias derivadas del tratamiento de equipos de intercambio de temperatura^(*)

Componente, sustancia o preparado	Código LER LISTA DE RESIDUOS MAM304/2002		Observaciones/Ruta de recuperación o valorización. (*) Comentarios en LAGA
Amianto	170601*	Materiales de aislamiento que contienen amianto	
Aceite lubricante de máquinas y de transmisión y aceites de transferencia	130204*	Aceites minerales clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	Si más de 50mg/kg de PCBs, clasificarlo como PCBs
	130205*	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	En el caso de contener > 0,2% en peso de CFCs(halógenos): 140601*
	130206*	Aceites sintéticos de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.	
	130207*	Aceites fácilmente biodegradables de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	
	130208*	Otros aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	
	130301*	Aceites de aislamiento y transmisión de calor que contienen PCB	Envío a gestor autorizado para tratamiento específico
	130307*	Aceites minerales no clorados de aislamiento y transmisión de calor	En el caso de contener > 0,2% en peso de CFCs(halógenos): 140601*
	130308*	Aceites sintéticos de aislamiento y transmisión de calor	
130309*	Aceites fácilmente biodegradables de aislamiento y transmisión de calor		
Baterías y acumuladores	160601*	Baterías de Plomo	(*) En el caso de aparatos fabricados después de 2005
	160602*	Acumuladores de Ni-Cd	
	160605	Otras pilas y acumuladores	
	200133*	Baterías y acumuladores especificados en los códigos 160601, 160602 o 160603 y baterías y acumuladores sin clasificar que contienen esas baterías	
	200134	Baterías y acumuladores distintos de los especificados en el código 200133	

^(*) LAGA, *Anforderungen zur Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten*. Stand: September 2009.

Componente, sustancia o preparado	Código LER LISTA DE RESIDUOS MAM304/2002		Observaciones/Ruta de recuperación o valorización. (*) Comentarios en LAGA
Cables eléctricos externos	170410*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	Presencia de Br
	170411	Cables distintos a los especificados en 170410*	Tratamiento mecánico, separación metal y plástico, valorización material o energética.
	160215*	Componentes peligrosos retirados de aparatos desechados	Presencia de Br
	160216	Componentes retirados de aparatos desechados distintos de los especificados en el código 160215*	Tratamiento mecánico, separación metal y plástico, valorización material o energética
CFC, H-CFC, HFC	140601*	Clorofluorocarbonados CFC, HCFC, HFC	Procedentes de Fase I y Fase II. Confinamiento y envío a gestores autorizados para tratamiento específico
Componentes conteniendo Hg	160215*	Componentes peligrosos	(*) Posible presencia en refrigeradores de más de 25 años. Posible presencia en unidades de aire acondicionado, ventilación y extractores
Compresores	160215*	Componentes peligrosos retirados de aparatos desechados (que contenían CFCs)	
	160216	Componentes retirados de equipos desechados, distintos de los especificados en el código 16 02 15	
Condensadores electrolíticos	160215*	Componentes peligrosos retirados de aparatos desechados	
	160606*	Electrolitos de pilas y acumuladores recogidos selectivamente	

(*) LAGA, *Anforderungen zur Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten*. Stand: September 2009.

Componente, sustancia o preparado	Código LER LISTA DE RESIDUOS MAM 304/2002		Observaciones/Ruta de recuperación o valorización. (*) Comentarios en LAGA
Condensadores con PCB	160209*	Transformadores y condensadores que contienen PCBs	Envío a gestor autorizado para tratamiento específico
	160210*	Aparatos desechados que contienen PCBs, o están contaminados, distintos de los indicados en el código 160209*	
Cromo VI conteniendo una solución de amoníaco	140603*	Otros disolventes y mezclas de disolventes	
Espumas aislantes con CFC	191211*	Otros residuos (incluidas mezclas de materiales) procedentes del tratamiento mecánico de residuos que contienen sustancias peligrosas	Tratamiento específico Fase II. (*) No peligrosa si < 0,1% en peso de CFCs
Espumas aislantes sin CFC ni HC	191204	Plástico y caucho	(*) Si menor de 0,1% en peso en CFCs, valorización material o energética.
Espumas aislantes con HC	191211*	Otros residuos (incluidas mezclas de materiales) procedentes del tratamiento mecánico de residuos que contienen sustancias peligrosas	Tratamiento específico Fase II, previa a valorización energética.
HC (pentano, ciclopentano, isobutano, etc)	140603*	Otros disolventes y mezclas de disolventes	Extracción controlada, en circuitos y espumas almacenamiento y envío a valorización
	160215*	Componentes peligrosos retirados de aparatos desechados	
Lámparas de descarga de gas (fluorescentes)	200121*	Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio	(*) Presentes en unidades de aire acondicionado y otros equipos de ventilación y extractores
Lana mineral	170603*	Materiales de aislamiento que consisten en sustancias peligrosas o las contienen	En el caso de lana de vidrio, de roca y de escoria fabricadas antes del año 2000 tienen carácter cancerígeno (R-40). La lana mineral no tiene consideración de peligrosa
	170604	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 170601 y 170603	

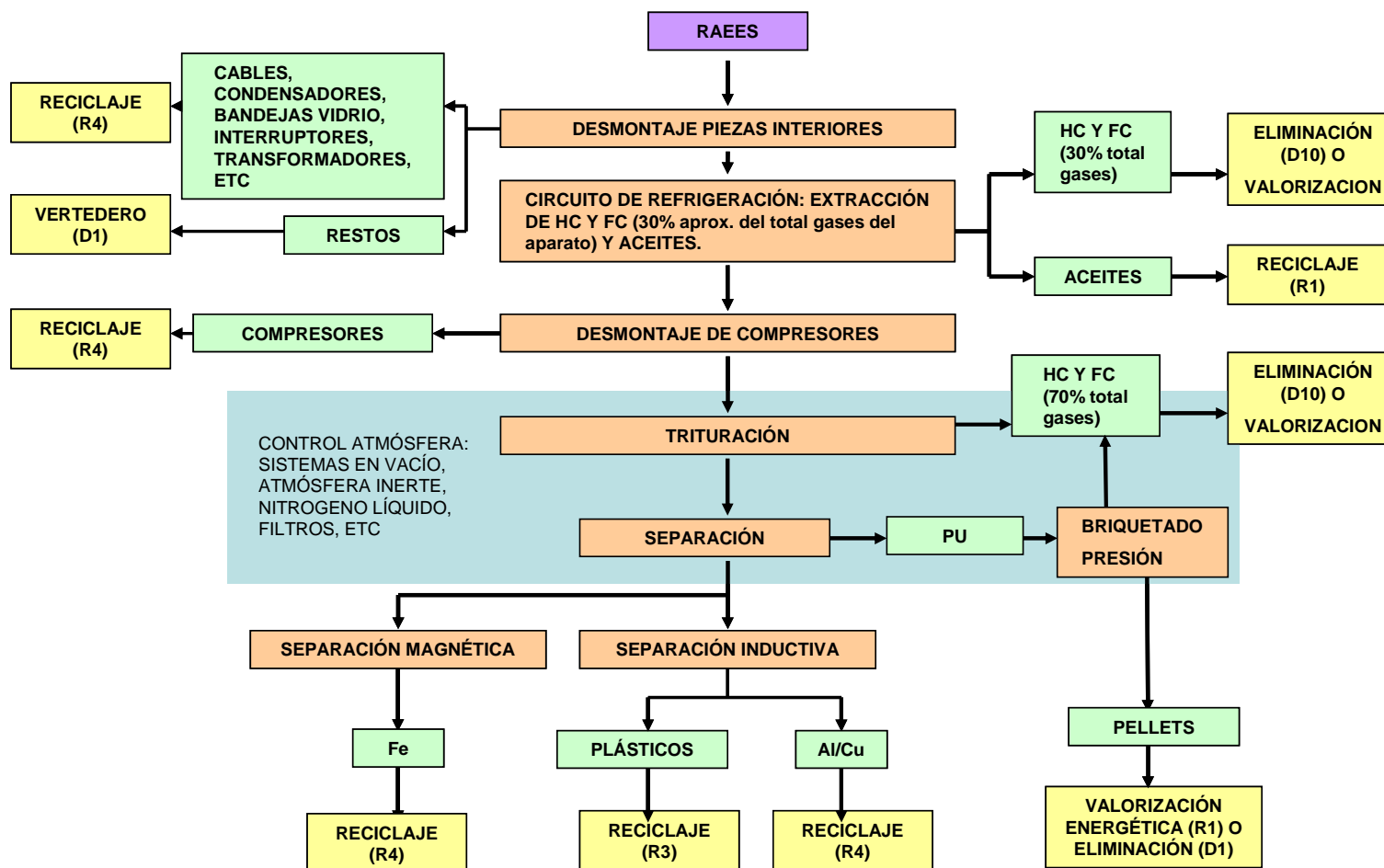
(*) LAGA, *Anforderungen zur Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten*. Stand: September 2009.

Componente, sustancia o preparado	Código LER LISTA DE RESIDUOS MAM 304/2002		Observaciones/Ruta de recuperación o valorización. (*) Comentarios en LAGA ^(*)
Pantallas de cristal líquido >100 cm.2, (en su caso con carcasa) y todas las previstas de lámparas de descarga de gas como iluminación de fondo	160213*	Equipos desechados que contienen componentes peligrosos distintos de los especificados en los códigos 160209a 160212	
	160216	Componentes retirados de equipos desechados, distintos de los especificados en el código 16 02 15	
Partes plásticas desmontadas sin Br	191204	Plástico y caucho	Valorización material
Partes plásticas con retardante de llama bromado	160215*	Componentes peligrosos retirados de aparatos desechados	Valorización energética
Plásticos mixtos	160215*	Componentes peligrosos retirados de aparatos desechados	Valorización energética (>0,5% en peso espuma pegada).
	191204	Plástico y caucho	(<0,5% en peso espuma pegada)
Placas de circuito impreso	160216	Componentes retirados de aparatos desechados distintos de los especificados en el código 160215*	Valorización material
Residuos de aluminio/cobre	191002	Residuos no férreos	Destino: Fundiciones
	191203	Metales no férreos	Destino: Fundiciones
Residuos metálicos de hierro y acero	190101	Residuos de hierro y acero	Procedente de proceso de trituración. Destino: Fundiciones
	191202	Residuos no férreos.	Procedente del proceso de tratamiento mecánico, pueden estar mezclados con plásticos y sin sustancias peligrosas. Destino: fundiciones(*)La adhesión de espumas aislantes no puede superar más del 0,5% en peso.

Nota: Todos los códigos LER que hacen referencia a los aparatos se corresponden con los códigos 07.7 y 08.2 de la lista de códigos CER-STAT

(*) LAGA, *Anforderungen zur Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten*. Stand: September 2009.

ANEXO III: Ejemplo de planta de tratamiento de RAEE con Gases fluorados (CFCs, HCFCs, HCFs) o Hidrocarburos



ANEXO IV: Ejemplo de cumplimiento de requisitos básicos. (Check list)

1.- Generales:

- Comprobación de documentación técnica, procedimientos de control y Libro de registro (Archivo cronológico) y autorizaciones.

- Comprobación de cumplimiento de requisitos técnicos según Anexo IV del RD 208/2005

- Verificación de los registros de entrada y salida de materiales, componentes y sustancias.

Códigos LER empleados.

- Comprobación calibraciones materiales y equipamiento utilizado en las diferentes etapas de tratamiento

- Cumplimiento de legislación en materia de prevención de riesgos laborales y atmósferas explosivas. Cumplimiento legislación en las emisiones de gases a la atmósfera y control de vertidos (en el caso en que haya emisiones o vertidos)

- Documentación de envío a plantas de valorización o eliminación de sustancias, materiales, componentes y/o fracciones separadas en fase 1, fase 2, fase 3 y en total

- Comprobación del cumplimiento de objetivos del RD 208/2005

- Formación de personal

2.- Fase 0:

- Registro de equipos e información adicional (defectuosos) de entrada a fase 0

- Desmontaje manual

- Retirada de materiales y componentes recogidos en Anexo III del RD 208/2005

- Registro de materiales y componentes generados en fase 0. Destino de los mismos

3.- Fase 1:

- Registro de materiales de entrada a fase 1

- Separación de motor compresor/ radiador/ventilador

- Extracción de gases refrigerantes y aceites de compresor.

- Separación de refrigerantes y aceites

- Almacenamiento adecuado de refrigerantes y aceites

- Envío a plantas autorizadas de eliminación o valoración de GF e HC (a través de gestores autorizados)

- Verificación del buen funcionamiento de equipos y de los protocolos de mantenimiento.

- Registro de tipos y cantidades de sustancias extraídas

- Rendimientos de extracción y captación de gases refrigerantes y aceites (aproximación al 30% gases del aparato)

- GF residuales en aceite del compresor (% en peso)

- Comprobación adecuada gestión líquidos y materiales con Cr VI
- Emisión de gases a la atmósfera y o vertidos (en el caso de que haya emisiones o vertidos)

4.- Fase 2:

- Registro de materiales de entrada a fase 2
- Comprobación del funcionamiento de procesos de extracción, trituración y briquetado
- Procesos realizados en atmósfera inerte
- Emisión de gases a la atmósfera y o vertidos (en el caso de que haya emisiones o vertidos)
- Condensación de gases en instalación criogénica
- Recogida y almacenamiento de gases condensados en recipientes adecuados para su posterior valorización o eliminación a través de gestores autorizados
- Separación aproximada del 70% de gases del aparato
- Contenido de GF residuales en espumas (% en peso)
- Registro de tipos y cantidades de sustancias extraídas, residuos generados y materiales o fracciones separados en fase 2

Fase 3:

- Registro de tipos y cantidades de fracciones separadas para su valorización. Destino de las fracciones.
- Cantidad de espuma residual en fracciones/materiales (% en peso)
- Ausencia de liberación de emisiones a la atmósfera.