

**WEEELABEX**

# Especificación de control de la descontaminación



Título	A10 WEEELABEX Especificación de control de la descontaminación
Estado	Definitivo
Revisión / Fecha	REV 02 versión 1 - 5 <sup>de</sup> noviembre de 2020

## Contenido

1	Introducción .....	4
1.1	Normas de referencia .....	4
1.2	Uso de este documento.....	4
1.3	Derechos de autor .....	5
2	Resumen de las metodologías de descontaminación, valores límite y valores objetivo .....	5
2.1	Metodologías de descontaminación aplicables .....	5
3	Resúmenes, suplementos, especificaciones y aclaraciones sobre la descontaminación de WEEELABEX.....	7
3.1	GRANDES ELECTRODOMÉSTICOS.....	7
3.1.1	Resumen de los valores objetivo y los valores límite de descontaminación.....	7
3.1.2	Suplementos de descontaminación, especificaciones y aclaraciones .....	9
3.2	EQUIPO MIXTO .....	10
3.2.1	Resumen de los valores objetivo y los valores límite de descontaminación.....	10
3.2.2	Suplementos de descontaminación, especificaciones y aclaraciones .....	11
3.3	EQUIPO DE INTERCAMBIO DE TEMPERATURA .....	13
3.3.1	Resumen de los valores objetivo de descontaminación y de los valores límite para las pruebas de rendimiento y para la actividad diaria.....	13
3.3.2	Suplementos de descontaminación, especificaciones y aclaraciones .....	16
3.4	APARATOS DE VISUALIZACIÓN CRT .....	18
3.4.1	Resumen de los valores objetivo y los valores límite de descontaminación.....	18
3.4.2	Suplementos de descontaminación, especificaciones y aclaraciones .....	21
3.5	EQUIPO DE PANTALLA PLANA .....	24
3.5.1	Resumen de los valores objetivo y los valores límite de descontaminación.....	24
3.5.2	Suplementos de descontaminación, especificaciones y aclaraciones .....	25
3.6	LÁMPARAS DE DESCARGA DE GAS .....	28
3.6.1	Resumen de los valores objetivo y los valores límite de descontaminación.....	28
3.6.2	Suplementos de descontaminación, especificaciones y aclaraciones .....	29
3.7	PANELES FOTOVOLTAICOS.....	31
3.7.1	Resumen de los valores objetivo y los valores límite de descontaminación.....	31
3.7.2	Suplementos de descontaminación, especificaciones y aclaraciones .....	32

Anexo 1: Acoplamiento de valores mínimos "diámetro-altura" para condensadores electrolíticos en el ámbito de aplicación .....	33
Anexo 2a: Ejemplo de PROTOCOLO DE MUESTREO .....	34
Anexo 2b: Ejemplo de etiquetado.....	35
Anexo 3: Ejemplos de equipos y herramientas de muestreo .....	36
Anexo 4: Métodos analíticos que deben utilizar los laboratorios acreditados para el análisis de las muestras	

## 1 Introducción

La norma CLC/TS 50625-3-1 - "Requisitos de recogida, logística y tratamiento de los RAEE - Parte 3-1: Especificación para la descontaminación - Generalidades" proporciona los límites y valores objetivo generales de descontaminación y describe los procedimientos y métodos correspondientes que deben seguirse para medir la eficacia de descontaminación de los procesos de tratamiento de los RAEE. En el caso de flujos específicos auditados, son aplicables las especificaciones técnicas específicas de la serie de normas EN 50625, que proporcionan valores límite específicos adicionales, valores objetivo, procedimientos y métodos para medir la eficacia de la descontaminación.

Además, el auditor deberá remitirse a este documento de WEEELABEX "A10 WEEELABEX De-pollution monitoring specification" que puede complementar, especificar o aclarar la información dada en el TS.

Este documento A10 es aplicable para el esquema de certificación WEEELABEX acreditado - N° de operadores: **EURO B2101**.

### 1.1 Normas de referencia

En el contexto del esquema de certificación WEEELABEX, los requisitos de WEEELABEX consisten en varias normas, incluido el documento normativo WEEELABEX sobre Tratamiento V10.0, este documento WEEELABEX "A10 WEEELABEX De-pollution monitoring specification" y las normas CENELEC publicadas pertinentes - la lista actualmente válida de las normas aplicables está disponible en el Documento de Orientación WEEELABEX B04.

En general, las siguientes especificaciones técnicas (TS) de la serie de normas EN 50625, que proporcionan valores límite generales y específicos, valores objetivo, procedimientos y métodos para medir la eficiencia de descontaminación, son aplicables para cada auditoría WEEELABEX:

No.	Flujo del proceso de tratamiento de RAEE:	Especificaciones técnicas aplicables de la serie de normas EN 50625
A	Electrodomésticos grandes *	CLC/TS 50625-3-1
B	Equipo mixto *	CLC/TS 50625-3-1
C	Equipo de intercambio de temperatura *	CLC/TS 50625-3-1 y CLC/TS 50625-3-4
D	Aparatos de visualización CRT *	CLC/TS 50625-3-1 y CLC/TS 50625-3-3
E	Equipos de pantalla plana *	CLC/TS 50625-3-1 y CLC/TS 50625-3-3
F	Lámparas de descarga de gas *	CLC/TS 50625-3-1 y CLC/TS 50625-3-2
G	Paneles fotovoltaicos *	CLC/TS 50625-3-1 y CLC/TS 50625-3-5
H	Otros *	CLC/TS 50625-3-1

\* Las definiciones y descripciones de los flujos de tratamiento de RAEE se definen en el documento "B 02 Elegibilidad de los operadores de tratamiento"

Cuadro 1 : Lista de especificaciones técnicas (ET) aplicables de la serie de normas EN 50625 que deben seguirse

### 1.2 Uso de este documento

Cada auditor de WEEELABEX deberá conocer y tener acceso a las Especificaciones Técnicas (ET) aplicables de la serie de normas EN 50625, tal y como se describe en la Tabla 1. El presente documento A10 no sustituye a dichas ET, sino que se limita a resumir, complementar, especificar o aclarar la información facilitada en las ET si es necesario o si procede.

### 1.3 Copyright

Todos los extractos de las normas CENELEC (serie de normas EN 50625 y especificaciones técnicas relacionadas) incluidos en este documento son © CENELEC copyright.

## 2 Resumen de las metodologías de descontaminación, valores límite y valores objetivo

### 2.1 Metodologías de descontaminación aplicables

El seguimiento de los resultados de descontaminación se determinará mediante una o varias de las tres metodologías siguientes:

- **Metodología del valor objetivo** = cuantificación del flujo de salida y comparación con un valor objetivo (referencia)
- Metodología de **balance de masas** = establecimiento de un balance de masas entre las corrientes entrantes y salientes
- **Metodología de análisis** = análisis de muestras representativas de las fracciones de salida pertinentes, o análisis de las emisiones al aire ambiente, al aire y al agua

La siguiente tabla enumera los flujos de tratamiento de los RAEE y las metodologías de descontaminación aplicables (nótese que los objetivos y valores límite de descontaminación detallados se resumen en el capítulo 3):

Flujo de tratamiento de RAEE	Metodología del valor objetivo	Metodología de balance de masas	Metodología de análisis
<b>GRANDES ELECTRODOMÉSTICOS</b>	<b>Aplicable a:</b> <b>- CAPACIDADES</b>	No se aplica	<b>Aplicable a:</b> <b>- PCB y CADMIUM</b> en la fracción de tratamiento mecánico físicamente más pequeña (aplicable sólo para el tratamiento mecánico)
<b>EQUIPO MIXTO</b>	<b>Aplicable a:</b> <b>- CAPACIDADES</b> <b>- PILAS</b>	No se aplica	<b>Aplicable a:</b> <b>- PCB y CADMIUM</b> en la fracción de tratamiento mecánico físicamente más pequeña (aplicable sólo para el tratamiento mecánico) <b>- BROMINA</b> en fracciones de plástico
<b>EQUIPO DE INTERCAMBIO DE TEMPERATURA</b>	<b>Aplicable para (Valor objetivo / Metodología de balance de masas):</b> <b>- CAPACIDADES</b> <b>- VFC y VHC</b> recuperados en el tratamiento STEP 1 <b>- ACEITE</b> recuperado en el tratamiento STEP 1 <b>- VFC y VHC</b> se recuperaron en el tratamiento STEP 2		<b>Aplicable a:</b> <b>- VFC/VHC</b> en aceite <b>- VFC/VHC</b> en fracción de PU <b>- VFC</b> en algunas otras fracciones (aplicable sólo para el tratamiento específico de aparatos VHC)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>VFC</b> eliminado y capturado en el tratamiento STEP 2 y transferido al tratamiento STEP 3</li> <li>- <b>TASA DE CONVERSIÓN</b> para el tratamiento del PASO 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ACEITE</b> en los compresores</li> <li>- <b>PU</b> en fracciones de Fe, no Fe y plástico</li> <li>-</li> <li>- <b>VFC/VHC/SUSTANCIAS PELIGROSAS</b> en las emisiones a la atmósfera</li> </ul>	
<b>APARATOS DE VISUALIZACIÓN CRT</b>	<p><b>Aplicable a:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CAPACIDADES</b></li> </ul>	<b>No se aplica</b>	<p><b>Aplicable a:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SULPHUR</b> en el panel limpiado/vidrio mezclado, o</li> <li>- <b>RECUBRIMIENTOS FLUORESCENTES</b> en el cristal del TRC</li> <li>- <b>OXIDO DE PLOMO</b> en el vidrio del panel separado</li> <li>- <b>CRT GLASS</b> en marcos metálicos antiimplosivos y máscaras de sombra, en fracción mixta triturada o desmenuzada, en bobinas de deflexión, en cañones de electrones</li> <li>- <b>BROMINA</b> en fracciones de plástico</li> </ul>
<b>EQUIPOS DE PANTALLA PLANA</b>	<b>No se aplica</b>	<p><b>Aplicable a:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>LÁMPARAS DE RETROILUMINACIÓN INTACTA</b> que no se rompen durante el proceso de tratamiento manual (aplicable sólo para el tratamiento manual)</li> <li>- <b>EFICACIA DE LA FILTRACIÓN DEL AIRE</b> (aplicable sólo al tratamiento mecánico)</li> </ul>	<p><b>Aplicable a:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MERCURIO</b> en la fracción mixta triturada</li> <li>- <b>MERCURIO</b> en las emisiones atmosféricas</li> <li>- <b>BROMINA</b> en fracciones de plástico</li> </ul>
<b>LÁMPARAS DE DESCARGA DE GAS</b>	<b>No se aplica</b>	<b>No se aplica</b>	<p><b>Aplicable a:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MERCURIO</b> en las fracciones de vidrio</li> <li>- <b>MERCURIO</b> en las fracciones de metales y plásticos mixtos</li> </ul>

			- Concentración de <b>MERCURIO</b> en el aire ambiente, el aire y el agua
<b>PANELES FOTOVOLTAICOS</b>	No se aplica	No se aplica	<b>Aplicable a:</b> - <b>CADMIUM</b> en fracciones de vidrio - <b>SELENIO</b> en fracciones de vidrio - <b>Plomo</b> en fracciones de vidrio

Tabla 2: Lista de flujos de tratamiento de RAEE y metodologías de descontaminación aplicables

### 3 Resúmenes, suplementos, especificaciones y aclaraciones sobre la descontaminación de WEEELABEX

En esta sección se ofrecen resúmenes de los valores objetivo y los valores límite de descontaminación y, además, suplementos, especificaciones y aclaraciones, en su caso, por cada flujo de tratamiento de RAEE.

#### 3.1 GRANDES ELECTRODOMÉSTICOS

##### 3.1.1 Resumen de los valores objetivo y los valores límite de descontaminación

GRANDES ELECTRODOMÉSTICOS				
	PARÁMETRO A EVALUAR	VALOR OBJETIVO / VALOR LÍMITE	FRECUENCIA	NOTA
Metodología del valor objetivo	CAPACIDADES retiradas	<p>valor objetivo = <b>calculado</b> (cálculo según la CLC/TS 50625-3-1, cláusula 6.2), o:</p> <p>= <b>1,3 kg/t</b> (generalmente aplicable para los países europeos), o</p> <p>= <b>1,4 kg/t</b> (aplicable específicamente a Francia), o</p> <p>= <b>1,0 kg/t</b> (aplicable específicamente a Italia), o</p> <p>= <b>1,0 kg/t</b> (aplicable específicamente a Suiza).</p>	<i>Al menos una vez al año (se recomendará un sistema regular de recogida de datos y seguimiento de la evaluación, por ejemplo, mensualmente)</i>	Consulte la Declaración Oficial de WEEELABEX 2016_006 para más detalles.

<b>Metodología de balance de masas</b>	No se aplica	-	-	-
<b>Metodología de análisis</b>	<b>PCB</b> en la fracción de tratamiento mecánico no metálico más pequeña físicamente	valor límite = <b>50 mg/kg</b>	<b><i>Al menos una vez al año</i></b>	Aplicable sólo para el tratamiento mecánico.
	<b>CADMIUM</b> en la fracción de tratamiento mecánico no metálico más pequeña físicamente	valor límite = <b>100 mg/kg</b>	<b><i>Al menos una vez al año</i></b>	Aplicable sólo para el tratamiento mecánico.  Aplicable sólo si se trata una mezcla de aparatos grandes y pequeños en el mismo proceso.

### 3.1.2 Suplementos de descontaminación, especificaciones y aclaraciones

#### 3.1.2.1 Metodología del valor objetivo

##### Condensadores:

- El valor objetivo se calculará de acuerdo con la CLC/TS 50625-3-1, cláusula 6.2, tal como se especifica en la Declaración Oficial 2016\_006 de WEEELABEX.
- Los condensadores electrolíticos que contengan sustancias preocupantes se retirarán si tienen una altura > 25 mm y un diámetro > 25 mm o un volumen proporcionalmente similar = 12,27 cm<sup>3</sup> (el anexo 1 muestra parejas de valores mínimos "diámetro-altura" para los condensadores electrolíticos en el ámbito de aplicación).
- Según la Declaración Oficial 2016\_007 de WEEELABEX no es necesario retirar los condensadores con "carcasa de plástico" durante el proceso de tratamiento/descontaminación.

#### 3.1.2.2 Metodología de balance de masas

- No se aplica.

#### 3.1.2.3 Metodología de análisis

##### En general:

- Los procedimientos de muestreo y análisis deberán seguir la **norma CLC/TS 50625-3-1**.
- La **Declaración Oficial 2018\_001 de WEEELABEX** especifica los requisitos relacionados con el muestreo de las fracciones que se van a analizar (ya sea por un laboratorio o a través de un análisis manual in situ), incluyendo la documentación y los registros de muestreo solicitados.
- Es necesario completar un **PROTOCOLO DE MUESTREO** para cada muestra tomada (el Anexo **2a muestra un ejemplo de PROTOCOLO DE MUESTREO**). El Anexo **2b muestra un ejemplo de ETIQUETA DE MUESTRA**.
- Las muestras destinadas a los análisis de laboratorio deberán ser analizadas por **laboratorios aprobados por la Organización WEEELABEX** (la Organización WEEELABEX proporciona una lista de laboratorios aprobados).
- En el **Anexo 3** se ofrecen ejemplos de **equipos y herramientas de muestreo**.
- En el **Anexo 4** se resumen detalladamente **los métodos analíticos** que deben seguir los laboratorios (extraídos de las Especificaciones Técnicas correspondientes).

##### Específicamente:

- **PCB** en la fracción de tratamiento mecánico no metálico más pequeña físicamente
  - No hay suplementos, especificaciones o aclaraciones.
- **CADMIUM** en la fracción de tratamiento mecánico no metálico más pequeña físicamente
  - No hay suplementos, especificaciones o aclaraciones.

### 3.2 EQUIPO MIXTO

#### 3.2.1 Resumen de los valores objetivo y los valores límite de descontaminación

EQUIPO MIXTO				
	PARÁMETRO A EVALUAR	VALOR OBJETIVO / VALOR LÍMITE	FRECUENCIA	NOTA
Metodología del valor objetivo	CAPACIDADES retiradas	valor objetivo = <b>calculado</b> (cálculo según la CLC/TS 50625-3-1, cláusula 10.2), o bien: = <b>0,9 kg/t</b> (generalmente aplicable para los países europeos), o bien = <b>1,0 kg/t</b> (específicamente aplicable para Suiza).	<i>Al menos una vez al año (se recomendará un sistema regular de recogida de datos y seguimiento de la evaluación, por ejemplo, mensualmente)</i>	Consulte la Declaración Oficial de WEEELABEX 2016_006 para más detalles.
	PILAS retiradas	valor objetivo = <b>calculado</b> (cálculo según la CLC/TS 50625-3-1, cláusula 10.2), o: = <b>1,8 kg/t (aplicable)</b> en general para los países europeos), o = <b>4,9 kg/t</b> (aplicable específicamente para Francia), o = <b>2,3 kg/t</b> (aplicable específicamente para Suiza).	<i>Al menos una vez al año (se recomendará un sistema regular de recogida de datos y seguimiento de la evaluación, por ejemplo, mensualmente)</i>	Consulte la Declaración Oficial de WEEELABEX 2016_006 para más detalles.
Metodología de balance de masas	No se aplica	-	-	-
Metodología de análisis	PCB en la fracción de tratamiento mecánico no metálico más pequeña físicamente	valor límite = <b>50 mg/kg</b>	<i>Al menos una vez al año</i>	Aplicable sólo para el tratamiento mecánico.
	CADMIUM en la fracción de tratamiento mecánico no metálico más pequeña físicamente	valor límite = <b>100 mg/kg</b>	<i>Al menos una vez al año</i>	Aplicable sólo para el tratamiento mecánico.

	<b>BROMINA</b> en fracciones de plástico	valor límite = <b>2000 ppm</b>	<b>Al menos una vez al año</b>	Consulte la Declaración Oficial de WEEELABEX 2020_003 para más detalles.
--	--	--------------------------------	--------------------------------	--

### 3.2.2 Suplementos de descontaminación, especificaciones y aclaraciones

#### 3.2.2.1 Metodología del valor objetivo

##### Condensadores:

- El valor objetivo se calculará de acuerdo con la CLC/TS 50625-3-1, cláusula 10.2, tal como se especifica en la Declaración Oficial 2016\_006 de WEEELABEX.
- Los condensadores electrolíticos que contengan sustancias preocupantes se retirarán si tienen una altura > 25 mm y un diámetro > 25 mm o un volumen proporcionalmente similar = 12,27 cm<sup>3</sup> (el anexo 1 muestra parejas de valores mínimos "diámetro-altura" para los condensadores electrolíticos en el ámbito de aplicación).
- Según la Declaración Oficial 2016\_007 de WEEELABEX no es necesario retirar los condensadores con "carcasa de plástico" durante el proceso de tratamiento/descontaminación.

##### Baterías:

- El valor objetivo se calculará de acuerdo con la CLC/TS 50625-3-1, cláusula 10.2, tal como se especifica en la Declaración Oficial 2016\_006 de WEEELABEX.

#### 3.2.2.2 Metodología de balance de masas

- No se aplica.

#### 3.2.2.3 Metodología de análisis

##### En general:

- Los procedimientos de muestreo y análisis deberán seguir la **norma CLC/TS 50625-3-1**.
- La **Declaración Oficial 2018\_001 de WEEELABEX** especifica los requisitos relacionados con el muestreo de las fracciones que se van a analizar (ya sea por un laboratorio o a través de un análisis manual in situ), incluyendo la documentación y los registros de muestreo solicitados.
- Es necesario completar un **PROTOCOLO DE MUESTREO** para cada muestra tomada (el Anexo **2a muestra un ejemplo de PROTOCOLO DE MUESTREO**). El Anexo **2b muestra un ejemplo de ETIQUETA DE MUESTRA**.
- Las muestras destinadas a los análisis de laboratorio deberán ser analizadas por **laboratorios aprobados por la Organización WEEELABEX** (la Organización WEEELABEX proporciona una lista de laboratorios aprobados).
- En el **Anexo 3** se ofrecen ejemplos de **equipos y herramientas de muestreo**.
- En el **Anexo 4** se resumen detalladamente **los métodos analíticos** que deben seguir los laboratorios (extraídos de las Especificaciones Técnicas correspondientes).

##### Específicamente:

- **PCB** en la fracción de tratamiento mecánico no metálico más pequeña físicamente
  - No hay suplementos, especificaciones o aclaraciones.
- **CADMIUM** en la fracción de tratamiento mecánico no metálico más pequeña físicamente
  - No hay suplementos, especificaciones o aclaraciones.
- **BROMINA** en fracciones de plástico

- *No aplicable debe utilizarse sólo si el material se envía a incineración, para su conversión química, o para su eliminación.*
- *Se aplicará uno de los siguientes escenarios posibles para demostrar el cumplimiento de los requisitos de descontaminación relacionados con los retardantes de llama bromados en las fracciones de plástico (véase la Declaración Oficial WEEELABEX 2020\_003 para más detalles):*
  - *ESCENARIO 1) dos análisis de laboratorio de una muestra de plástico (SOLUCIÓN PREFERIBLE):*
    - *un análisis para la concentración de BROMINA TOTAL (valor límite = 2000 ppm según la CLC/TS 50625-3-1);*
    - *el segundo análisis para los PBDEs RESTRINGIDOS (valor límite = 1000 mg/kg según el REGLAMENTO (UE) 2019/1021).*
  - *ESCENARIO 2) un análisis de laboratorio sólo para los PBDEs RESTRINGIDOS:*
    - *si el resultado para los PBDEs RESTRINGIDOS es inferior a 1000 mg/kg (conforme al REGLAMENTO (UE) 2019/1021) entonces se puede suponer que dicho resultado también es conforme a la CLC/TS 50625-3-1 (ya que la CLC/TS 50625-3-1 tiene como objetivo eliminar los PBDEs restringidos cuando el Bromo total es un indicador).*
  - *ESCENARIO 3) un análisis de laboratorio sólo para la BROMINA TOTAL:*
    - *La organización WEEELABEX no ha definido ningún nuevo valor límite, sin embargo, como sólo hay pruebas limitadas de que el valor límite de 2000 ppm de bromo total sigue siendo adecuado para confirmar el cumplimiento del REGLAMENTO (UE) 2019/1021 actualizado, se aplicará el siguiente escenario:*
      - *si el resultado del Bromo total es inferior a 1000 ppm, se puede suponer que dicho resultado cumple con el REGLAMENTO (UE) 2019/1021, ya que se puede suponer que la concentración de PBDEs restringidos también es inferior a 1000 mg/kg; sin embargo, se recogerán continuamente datos que confirmen esta afirmación;*
      - *si el resultado del Bromo total es superior a 1000 ppm, se realizará un análisis adicional de los PBDEs restringidos para confirmar (o no) el cumplimiento del REGLAMENTO (UE) 2019/1021.*
    - *NOTA: si en un país o región existe una evidencia demostrada (basada en resultados de análisis suficientes) de que se puede utilizar un valor diferente para el Bromo total como indicador más adecuado que confirme el cumplimiento del REGLAMENTO (UE) 2019/1021, entonces se podrá utilizar dicho valor en lugar de los 1000 ppm mencionados.*

### 3.3 EQUIPO DE INTERCAMBIO DE TEMPERATURA

#### 3.3.1 Resumen de los valores objetivo de descontaminación y de los valores límite para las pruebas de rendimiento y para la actividad diaria

EQUIPO DE INTERCAMBIO DE TEMPERATURA				
	PARÁMETRO A EVALUAR	VALOR OBJETIVO / VALOR LÍMITE	FRECUENCIA	NOTA
Metodología del valor objetivo	CAPACIDADES retiradas	valor objetivo = <b>calculado</b> (cálculo según la CLC/TS 50625-3-1, cláusula 7.2), o:  <b>= 0,08 kg/t</b> (generalmente aplicable para los países europeos).	<i>Al menos una vez al año (se recomendará un sistema regular de recogida de datos y seguimiento de la evaluación, por ejemplo, mensualmente)</i>	véase la declaración oficial de WEEELABEX 2016_006 para más detalles
Valor objetivo / Metodología de balance de masas	El VFC se recuperó en el tratamiento <b>STEP 1</b> en las pruebas de rendimiento	valor objetivo = <b>90% del valor esperado para VFC [en kg]</b>	<i>Una vez al año (durante una prueba de rendimiento STEP 1 validada)</i>	-
	VFC y VHC se recuperan en el tratamiento <b>STEP 1</b> en el día a día	valor objetivo = <b>90% del valor esperado para VFC y VHC [en kg]</b>	<i>Control diario (recogida de datos); evaluación semanal de los resultados</i>	-
	ACEITE recuperado en el tratamiento <b>STEP 1</b> en el día a día	valor objetivo = <b>90% del valor esperado para el ACEITE [en kg]</b>	<i>Control diario (recogida de datos); evaluación semanal de los resultados</i>	-
	VFC y VHC recuperados en el tratamiento <b>STEP 2</b> en las pruebas de rendimiento	valor objetivo = <b>90% del valor esperado para VFC/VHC [en kg]</b>	<i>Una vez al año (durante un examen STEP 2 validado)</i>	El contenido de agua en los agentes espumantes recuperados se determinará regularmente y se deducirá de la masa de agentes espumantes.
	VFC y VHC se recuperan en el tratamiento <b>STEP 2</b> en el día a día	valor objetivo = <b>90% del valor esperado para VFC/VHC [en kg]</b>	<i>Control diario (recogida de datos); evaluación</i>	El contenido de agua en los agentes espumantes recuperados se determinará

			<i>semanal de los resultados</i>	regularmente y se deducirá de la masa de agentes espumantes.
	<b>VFC eliminado y capturado en el tratamiento STEP 2 y transferido al tratamiento STEP 3 en las pruebas de rendimiento</b>	valor objetivo = <b>90% del valor esperado [en kg]</b>	<i>Una vez al año (durante una prueba STEP 3 validada)</i>	-
	<b>VFC eliminado y capturado en el tratamiento STEP 2 y transferido al tratamiento STEP 3 en el día a día</b>	valor objetivo = <b>90% del valor esperado [en kg]</b>	<i>Control diario (recogida de datos); evaluación semanal de los resultados</i>	-
	<b>TASA DE CONVERSIÓN</b> para el tratamiento del PASO 3	valor objetivo = <b>99,99%</b>	<i>La eficacia de la conversión de la planta de tratamiento de la fase 3 se probará anualmente</i>	<b>Los datos de entrada del flujo másico de gas bruto se medirán continuamente y se registrarán en consecuencia.</b>
<b>Metodología de análisis</b>	<b>VFC y VHC en aceite</b>	valor límite = <b>0,2%</b> .	<i>Análisis de laboratorio trimestrales</i>	Suma residual de refrigerantes (VFC/VHC) en el aceite.
	<b>VFC en aceite</b>	valor límite = <b>0,01%</b>	<i>Un análisis por cada recipiente que contenga aceite eliminado</i>	Aplicable en caso de que el operador trate sólo aparatos VHC en el proceso STEP 1.
	<b>VFC en salida Refrigerantes VHC</b>	valor límite = <b>0,01%</b>	<i>Un análisis por cada recipiente que contenga refrigerantes eliminados</i>	Aplicable en caso de que el operador trate sólo aparatos VHC en el proceso STEP 1.
	<b>VFC eliminados en refrigerantes VFC no eliminados</b>	valor límite = <b>0,01%</b>	<i>Un análisis por cada recipiente que contenga refrigerantes eliminados</i>	Aplicable en caso de que el operador separe los VFC eliminados de otros VFC en el proceso STEP 1.

<b>ACEITE</b> en los compresores directamente después del proceso de aspiración	valor límite = <b>15 g</b>	<i>Análisis mensual in situ</i>	-
<b>ACEITE</b> en los compresores que salen de la planta de tratamiento para su posterior tratamiento	valor límite = " <b>sin goteo</b> "	<i>Análisis mensual in situ</i>	-
<b>VFC y VHC</b> en poliuretano	valor límite = <b>0,2%</b> .	<i>Análisis de laboratorio trimestrales</i>	Suma residual de VFC y VHC en la fracción PU.
<b>VFC</b> en el poliuretano de salida de los aparatos VHC	valor límite = <b>0,01%</b>	<i>Análisis de laboratorio trimestrales</i>	Aplicable en caso de que el operador trate sólo aparatos VHC.
<b>VFC</b> en salida VHC agentes espumantes	valor límite = <b>0,01%</b>	<i>Un análisis por cada recipiente que contenga agentes espumantes eliminados</i>	Aplicable en caso de que el operador trate sólo aparatos VHC
<b>PU</b> en fracciones ferrosas	Valor límite = <b>0,3%</b> .	<i>Análisis mensual in situ</i>	-
<b>PU</b> en fracciones no ferrosas	Valor límite = <b>0,3%</b> .	<i>Análisis mensual in situ</i>	-
<b>PU</b> en fracciones de plástico	valor límite = <b>0,5%</b> .	<i>Análisis mensual in situ</i>	-
<b>Composición química</b> de los refrigerantes recuperados (VFC/VHC) del PASO 1	<b>No se define ningún valor límite</b>	<i>Un análisis por cada recipiente que contenga refrigerantes eliminados</i>	La información se utilizará para los cálculos de recuperación de VFC/VHC y las comprobaciones de plausibilidad.

	<b>Composición química de los agentes espumantes recuperados (VFC/VHC) del PASO 2</b>	<b>No se define ningún valor límite</b>	<b>Un análisis por cada recipiente que contenga agente espumante eliminado</b>	La información se utilizará para los cálculos de recuperación de VFC/VHC y las comprobaciones de plausibilidad.
	Concentración de <b>VFC y VHC</b> y flujo másico en el aire extraído (de los procesos STEP 2 y STEP 3)	<b>valores límite generales</b> = <b>20 mg VFC/m<sup>3</sup></b> = <b>0,01 kg VFC/h.</b> = <b>50 mg VHC/m<sup>3</sup></b> = <b>0,05 kg VHC/h</b>	<b>VFC - control continuo</b>  <b>VHC - al menos un seguimiento trimestral</b>	Generalmente aplicable para la concentración y el flujo de masa en el aire extraído del tratamiento STEP 2 y STEP 3.
	Concentración de <b>sustancias peligrosas</b> en el flujo de gases de escape (del proceso STEP 3)	<b>se aplicarán los valores límite generales definidos en la Directiva 2010/75/UE (Directiva sobre emisiones industriales), o los valores límite por un permiso válido</b>	<b>Al menos una vez al año</b>	Aplicable para la concentración y el flujo de masa en el aire extraído del tratamiento STEP 3.  Como mínimo, deben determinarse las sustancias del anexo VI de la Directiva 2010/75/UE (Directiva sobre emisiones industriales).

### 3.3.2 Suplementos de descontaminación, especificaciones y aclaraciones

#### 3.3.2.1 Metodología del valor objetivo

##### Condensadores:

- El valor objetivo se calculará de acuerdo con la CLC/TS 50625-3-1, cláusula 7.2, tal como se especifica en la Declaración Oficial 2016\_006 de WEEELABEX.
- Los condensadores electrolíticos que contengan sustancias preocupantes se retirarán si tienen una altura > 25 mm y un diámetro > 25 mm o un volumen proporcionalmente similar = 12,27 cm<sup>3</sup> (el anexo 1 muestra parejas de valores mínimos "diámetro-altura" para los condensadores electrolíticos en el ámbito de aplicación).
- Según la Declaración Oficial 2016\_007 de WEEELABEX no es necesario retirar los condensadores con "carcasa de plástico" durante el proceso de tratamiento/descontaminación.

#### 3.3.2.2 Valor objetivo / Metodología de balance de masas

- Para más detalles, véase un **manual de Auditoría de equipos de intercambio de temperatura de WEEELABEX** que define los procedimientos detallados para la realización y validación de las pruebas de rendimiento de CFA.

### 3.3.2.3 Metodología de análisis

#### En general:

- Los procedimientos de muestreo y análisis deberán seguir la **norma CLC/TS 50625-3-4**.
- La **Declaración Oficial 2018\_001 de WEEELABEX** especifica los requisitos relacionados con el muestreo de las fracciones que se van a analizar (ya sea por un laboratorio o a través de un análisis manual in situ), incluyendo la documentación y los registros de muestreo solicitados.
- Es necesario completar un **PROTOCOLO DE MUESTREO** para cada muestra tomada (el Anexo **2a muestra un ejemplo de PROTOCOLO DE MUESTREO**). El Anexo **2b muestra un ejemplo de ETIQUETA DE MUESTRA**.
- Las muestras destinadas a los análisis de laboratorio deberán ser analizadas por **laboratorios aprobados por la Organización WEEELABEX** (la Organización WEEELABEX proporciona una lista de laboratorios aprobados).
- En el **Anexo 3** se ofrecen ejemplos de **equipos y herramientas de muestreo**.
- En el **Anexo 4** se resumen detalladamente **los métodos analíticos** que deben seguir los laboratorios (extraídos de las Especificaciones Técnicas correspondientes).

#### Específicamente:

- **VFC/VHC en aceite**
  - La CLC/TS 50625-3-4 define el valor límite de "VFC/VHC residual en el aceite". Este valor límite se entenderá como sigue:
    - El valor límite se define para la suma de VFC y VHC en el aceite
- **VFC en aceite**
  - aplicable en caso de que el operador trate sólo aparatos VHC en el proceso STEP 1
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **VFC en salida Refrigerantes VHC**
  - aplicable en caso de que el operador trate sólo aparatos VHC en el proceso STEP 1
- **VFC eliminados en refrigerantes VFC no eliminados**
  - aplicable en caso de que el operador separe los VFC eliminados de otros VFC en el proceso STEP 1
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **ACEITE en los compresores directamente después del proceso de aspiración**
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **ACEITE en los compresores que salen de la planta de tratamiento para su posterior tratamiento**
  - La CLC/TS 50625-3-4 define el valor límite como "sin goteo". Según los requisitos de WEEELABEX, el procedimiento para evaluar si los compresores cumplen el valor límite es el siguiente:
    - Se seleccionarán 10 compresores al azar para el muestreo
    - 10°C es la temperatura mínima en la zona de muestreo
    - Se perforará un orificio de 10 mm en cada compresor, ya sea desde la parte superior o desde la parte posterior
    - 10 segundos es el tiempo mínimo que se debe dejar gotear cada compresor
    - el valor límite se cumple cuando al menos 9 de los 10 compresores no gotean
- **VFC/VHC en poliuretano**
  - La CLC/TS 50625-3-4 define el valor límite para el "VFC/VHC residual en el poliuretano". Este valor límite se entenderá como sigue:
    - El valor límite se define para la suma de VFC y VHC
    - El valor límite está relacionado con la fracción de PU (incluidas las materias extrañas)
- **VFC en el poliuretano de salida de los aparatos VHC**
  - aplicable en caso de que el operador trate sólo aparatos VHC
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones

- **VFC en salida VHC agentes espumantes**
  - aplicable en caso de que el operador trate sólo aparatos VHC
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **PU en fracciones ferrosas**
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **PU en fracciones no ferrosas**
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **PU en fracciones de plástico**
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **Concentración de VFC y VHC y flujo másico en el aire extraído**
  - generalmente aplicable para la concentración y el flujo de masa en el aire extraído del tratamiento STEP 2
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **SUSTANCIAS PELIGROSAS en el flujo de gases de escape**
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **Contenido de agua en la fracción de PU**
  - La CLC/TS 50625-3-4 no define ningún análisis del PU para determinar el contenido de agua. Sin embargo, de acuerdo con la **Declaración Oficial 2017\_001 de WEEELABEX**, el auditor debe determinar el contenido de agua en la fracción de PU por un laboratorio acreditado y debe tener en cuenta el resultado para el cálculo y la evaluación de los resultados del ensayo de rendimiento de CFA - el contenido de agua se deducirá del peso original de la fracción de PU.

### 3.4 APARATOS DE VISUALIZACIÓN CRT

#### 3.4.1 Resumen de los valores objetivo y los valores límite de descontaminación

APARATOS DE VISUALIZACIÓN CRT				
	PARÁMETRO A EVALUAR	VALOR OBJETIVO / VALOR LÍMITE	FRECUENCIA	NOTA
Metodología del valor objetivo	CAPACIDADES retiradas	valor objetivo = <b>calculado</b> (cálculo según la CLC/TS 50625-3-1, cláusula 8.2), o:  <b>= 1 kg/t</b> (generalmente aplicable a los países europeos).	<i>Al menos una vez al año (se recomendará un sistema regular de recogida de datos y seguimiento de la evaluación, por ejemplo, mensualmente)</i>	Consulte la Declaración Oficial de WEEELABEX 2016_006 para más detalles.
Metodología de balance de masas	No se aplica	-	-	-
Metodología de análisis	CRT GLASS en marcos metálicos antiimplosivos y máscaras de sombra	valor límite = <b>2%</b> .	<i>Análisis mensual in situ</i>	Se refiere a los procesos de división de los TRC y de trituración de los TRC.

	<b>CRT GLASS</b> en la fracción de metales ferrosos	valor límite = 2%.	<i>Análisis mensual in situ</i>	Preocupa el proceso de trituración/destrucción de los aparatos de visualización CRT.
	<b>VIDRIO CRT</b> en la fracción mixta triturada o desmenuzada tras la separación del vidrio CRT	valor límite = 2%.	<i>Análisis mensual in situ</i>	Preocupa el proceso de trituración/destrucción de los aparatos de visualización CRT.  Fracción de la mezcla = fracción después de la trituración y separación del vidrio compuesta por piezas metálicas, plásticos, madera, bobinas de desviación ...
	<b>CRT GLASS</b> en la fracción de bobinas de desviación	Valor límite = 4%.	<i>Análisis mensual in situ</i>	-
	<b>CRT GLASS</b> en la fracción de los cañones de electrones	Valor límite = 8%.	<i>Análisis mensual in situ</i>	En el caso de los cañones de electrones, el cristal transparente incrustado en la base del cañón de electrones (normalmente dentro de una tapa de plástico) no se tendrá en cuenta para el análisis.
	<b>SULFUR</b> en la fracción de vidrio limpiado/mezclado	valor límite = 5 mg/kg (materia seca)  (las cinco muestras recogidas al azar y analizadas deberán cumplir el valor límite)	<i>El número de muestras para el análisis por año depende de la masa de vidrio CRT tratada por año, como se indica a continuación:</i>	Aplicable en caso de análisis químico (el análisis químico es el único enfoque permitido para ser aceptado por un Auditor WEEELABEX durante una prueba de lote validada).

			<table border="1"> <tr> <th>Masa de vidrio CRT tratada por año</th> <th>Número de análisis químicos</th> </tr> <tr> <td>&lt; 7 500 toneladas</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>7 500 a 15 000 toneladas</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>&gt; 15 000 toneladas</td> <td>4</td> </tr> </table>	Masa de vidrio CRT tratada por año	Número de análisis químicos	< 7 500 toneladas	1	7 500 a 15 000 toneladas	2	> 15 000 toneladas	4	<p>El análisis del azufre en la fracción de vidrio de los paneles es relevante para los procesos de división de los TRC y la eliminación de los revestimientos fluorescentes mediante un aspirador.</p> <p>El análisis del azufre en la fracción mixta de vidrio de TRC (o en la fracción de vidrio de panel si está disponible) es relevante para los procesos mecánicos de limpieza del vidrio de TRC en un entorno seco o húmedo.</p>
Masa de vidrio CRT tratada por año	Número de análisis químicos											
< 7 500 toneladas	1											
7 500 a 15 000 toneladas	2											
> 15 000 toneladas	4											
<p><b>RECUBRIMIENTOS FLUORESCENTES</b> sobre vidrio de panel</p>	<p>valor límite = "no queda recubrimiento fluorescente en la fracción de vidrio del TRC (basado en la inspección visual)</p>	<p><i>El número de muestras para el protocolo de inspección visual por año depende de la masa de vidrio CRT tratada por año, como se indica a continuación:</i></p> <table border="1"> <tr> <th>Masa de vidrio CRT tratada por año</th> <th>Número de protocolos de inspección visual</th> </tr> <tr> <td>&lt; 7 500 toneladas</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>7 500 a 15 000 toneladas</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>&gt; 15 000 toneladas</td> <td>16</td> </tr> </table>	Masa de vidrio CRT tratada por año	Número de protocolos de inspección visual	< 7 500 toneladas	4	7 500 a 15 000 toneladas	8	> 15 000 toneladas	16	<p>Aplicable en caso de protocolo de inspección visual, es decir, sólo en caso de división manual (incluido el corte y la banda caliente) de la TRC seguido de la eliminación manual de los revestimientos fluorescentes (el protocolo de inspección visual no será aceptado por un auditor de WEEELABEX durante una prueba de lote validada).</p>	
Masa de vidrio CRT tratada por año	Número de protocolos de inspección visual											
< 7 500 toneladas	4											
7 500 a 15 000 toneladas	8											
> 15 000 toneladas	16											
<p><b>ÓXIDO DE PLOMO</b> en los cristales de los paneles separados</p>	<p>valor límite = 0,5wt% (en peso)</p>	<p><i>El número de muestras para el análisis por año depende de la masa de vidrio CRT tratada por año, como se</i></p>	<p>La medición de "XRF" para determinar el PbO restante en el vidrio del panel separado no será aceptada por un auditor de</p>									

			<b>indica a continuación:</b> <table border="1"> <tr> <td><i>Masa de vidrio CRT tratada por año</i></td> <td><i>Número de análisis químicos</i></td> </tr> <tr> <td>&lt; 7 500 toneladas</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>7 500 a 15 000 toneladas</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>&gt; 15 000 toneladas</td> <td>4</td> </tr> </table>	<i>Masa de vidrio CRT tratada por año</i>	<i>Número de análisis químicos</i>	< 7 500 toneladas	1	7 500 a 15 000 toneladas	2	> 15 000 toneladas	4	WEEELABEX durante una prueba de lote validada.
<i>Masa de vidrio CRT tratada por año</i>	<i>Número de análisis químicos</i>											
< 7 500 toneladas	1											
7 500 a 15 000 toneladas	2											
> 15 000 toneladas	4											
	<b>BROMINA</b> en fracciones de plástico	valor límite = <b>2000 ppm</b>	<b>Al menos una vez al año</b>	Consulte la Declaración Oficial de WEEELABEX 2020_003 para más detalles.								

### 3.4.2 Suplementos de descontaminación, especificaciones y aclaraciones

#### 3.4.2.1 Metodología del valor objetivo

##### Condensadores:

- El valor objetivo se calculará de acuerdo con la CLC/TS 50625-3-1, cláusula 8.2, tal como se especifica en la Declaración Oficial 2016\_006 de WEEELABEX.
- Los condensadores electrolíticos que contengan sustancias preocupantes se retirarán si tienen una altura > 25 mm y un diámetro > 25 mm o un volumen proporcionalmente similar = 12,27 cm<sup>3</sup> (el anexo 1 muestra parejas de valores mínimos "diámetro-altura" para los condensadores electrolíticos en el ámbito de aplicación).
- Según la Declaración Oficial 2016\_007 de WEEELABEX no es necesario retirar los condensadores con "carcasa de plástico" durante el proceso de tratamiento/descontaminación.

#### 3.4.2.2 Metodología de balance de masas

- No se aplica.

#### 3.4.2.3 Metodología de análisis

##### En general:

- Los procedimientos de muestreo y análisis deberán seguir la **norma CLC/TS 50625-3-3**.
- La **Declaración Oficial 2018\_001 de WEEELABEX** especifica los requisitos relacionados con el muestreo de las fracciones que se van a analizar (ya sea por un laboratorio o a través de un análisis manual in situ), incluyendo la documentación y los registros de muestreo solicitados.
- Es necesario completar un **PROTOCOLO DE MUESTREO** para cada muestra tomada (el Anexo **2a muestra un ejemplo de PROTOCOLO DE MUESTREO**). El Anexo **2b muestra un ejemplo de ETIQUETA DE MUESTRA**.
- Las muestras destinadas a los análisis de laboratorio deberán ser analizadas por **laboratorios aprobados por la Organización WEEELABEX** (la Organización WEEELABEX proporciona una lista de laboratorios aprobados).
- En el **Anexo 3** se ofrecen ejemplos de **equipos y herramientas de muestreo**.

- En el **Anexo 4** se resumen detalladamente **los métodos analíticos** que deben seguir los laboratorios (extraídos de las Especificaciones Técnicas correspondientes).

**Específicamente:**

- **CRT GLASS en marcos metálicos antiimplosivos y máscaras de sombra**
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **VIDRIO CRT en la fracción mixta triturada o desmenuzada tras la separación del vidrio CRT**
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **CRT GLASS en bobinas de desviación**
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **CRT GLASS en los cañones de electrones**
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **SULPHUR en panel limpio/vidrio mixto**
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **RECUBRIMIENTOS FLUORESCENTES en vidrio CRT**
  - El auditor de WEEELABEX no utilizará el "protocolo **de inspección visual**" para determinar los revestimientos fluorescentes restantes en el vidrio de la TRC durante el ensayo de lote validado. El auditor tomará muestras y las enviará para el análisis de laboratorio definido al menos cada dos años siguiendo el CENELEC TS50625-3-3 Anexo CC.3 "Protocolo de análisis químico".
- **ÓXIDO DE PLOMO en los cristales de los paneles separados**
  - La **medición "XRF"** para determinar el PbO restante en el vidrio del panel separado no será utilizada por el auditor de WEEELABEX durante el ensayo de lote validado. El auditor tomará muestras y las enviará para el análisis de laboratorio definido al menos cada dos años siguiendo el CENELEC TS50625-3-3 Anexo CC.3 "Protocolo de análisis químico".
- **BROMINA en fracciones de plástico**
  - *No aplicable debe utilizarse sólo si el material se envía a incineración, para su conversión química, o para su eliminación.*
  - *Se aplicará uno de los siguientes escenarios posibles para demostrar el cumplimiento de los requisitos de descontaminación relacionados con los retardantes de llama bromados en las fracciones de plástico (véase la Declaración Oficial WEEELABEX 2020\_003 para más detalles):*
    - **ESCENARIO 1) dos análisis de laboratorio de una muestra de plástico (SOLUCIÓN PREFERIBLE):**
      - *un análisis para la concentración de BROMINA TOTAL (valor límite = 2000 ppm según la CLC/TS 50625-3-1);*
      - *el segundo análisis para los PBDEs RESTRINGIDOS (valor límite = 1000 mg/kg según el REGLAMENTO (UE) 2019/1021).*
    - **ESCENARIO 2) un análisis de laboratorio sólo para los PBDEs RESTRINGIDOS:**
      - *si el resultado para los PBDEs RESTRINGIDOS es inferior a 1000 mg/kg (conforme al REGLAMENTO (UE) 2019/1021) entonces se puede suponer que dicho resultado también es conforme a la CLC/TS 50625-3-1 (ya que la CLC/TS 50625-3-1 tiene como objetivo eliminar los PBDEs restringidos cuando el Bromo total es un indicador).*
    - **ESCENARIO 3) un análisis de laboratorio sólo para la BROMINA TOTAL:**
      - *La organización WEEELABEX no ha definido ningún nuevo valor límite, sin embargo, como sólo hay pruebas limitadas de que el valor límite de 2000 ppm de bromo total sigue siendo adecuado para confirmar el cumplimiento del REGLAMENTO (UE) 2019/1021 actualizado, se aplicará el siguiente escenario:*
        - *si el resultado del Bromo total es inferior a 1000 ppm, se puede suponer que dicho resultado cumple con el REGLAMENTO (UE) 2019/1021, ya que se puede suponer que la concentración de PBDEs restringidos también es inferior a 1000 mg/kg; sin embargo, se recogerán continuamente datos que confirmen esta afirmación;*
        - *si el resultado del Bromo total es superior a 1000 ppm, se realizará un análisis adicional de los PBDEs restringidos para confirmar (o no) el cumplimiento del REGLAMENTO (UE) 2019/1021.*

- **NOTA: si en un país o región existe una evidencia demostrada (basada en resultados de análisis suficientes) de que se puede utilizar un valor diferente para el Bromo total como indicador más adecuado que confirme el cumplimiento del REGLAMENTO (UE) 2019/1021, entonces se podrá utilizar dicho valor en lugar de los 1000 ppm mencionados.**

### 3.5 EQUIPOS DE PANTALLA PLANA

#### 3.5.1 Resumen de los valores objetivo y los valores límite de descontaminación

EQUIPOS DE PANTALLA PLANA				
	PARÁMETRO A EVALUAR	VALOR OBJETIVO / VALOR LÍMITE	FRECUENCIA	NOTA
Metodología del valor objetivo	No se aplica	-	-	-
Metodología de balance de masas	Láminas de retroiluminación INTACTAS que no se rompen durante el proceso de tratamiento manual	valor objetivo = 95wt% (porcentaje mínimo de lámparas de retroiluminación intactas que no están rotas - en peso)	Al menos una vez al año	Aplicable sólo para el tratamiento manual.
	EFICACIA DE LA FILTRACIÓN DEL AIRE	valor objetivo = 95% (porcentaje mínimo de la eficacia de la filtración del aire de proceso)	La eficacia de la filtración del aire se controlará periódicamente (al menos una vez al año)	Aplicable sólo para el tratamiento mecánico.  Se refiere al flujo de masa de mercurio en el aire de proceso antes y después del sistema de filtración.
Metodología de análisis	MERCURIO en la fracción mixta triturada físicamente más pequeña	valor límite = 0,5 mg/kg (materia seca)	Al menos una vez al año	Aplicable sólo para el tratamiento mecánico.  Si el proceso de tratamiento mecánico de los FPD incluye una etapa de cribado hasta un tamaño máximo de 5 mm, sólo se muestreará y analizará la parte fina (en caso contrario, la fracción recogida se tamizará hasta un máximo de 5 mm en el momento del procedimiento de muestreo antes de ser enviada al laboratorio).

	<b>MERCURIO</b> en las emisiones atmosféricas	valores límite = <b>definidos por la legislación aplicable</b>	<i>Según lo definido por la legislación local y las condiciones de autorización del operador del tratamiento (es preferible el control continuo de las emisiones de mercurio del sistema de filtración de aire)</i>	Aplicable a los procesos de tratamiento manual y mecánico.
	<b>MERCURIO</b> en el aire ambiente	valores límite = <b>definidos por la legislación aplicable</b>	<i>Según lo definido por la legislación local y las condiciones de autorización del operador del tratamiento (el aire ambiente se controlará de forma continua)</i>	Aplicable a los procesos de tratamiento manual y mecánico.
	<b>BROMINA</b> en fracciones de plástico	valor límite = <b>2000 ppm</b>	<i>Al menos una vez al año</i>	Consulte la Declaración Oficial de WEEELABEX 2020_003 para más detalles.

### 3.5.2 Suplementos de descontaminación, especificaciones y aclaraciones

#### 3.5.2.1 Metodología del valor objetivo

- No se aplica.

#### 3.5.2.2 Metodología de balance de masas

#### LÁMPARAS DE FONDO INTACTO que no se rompen durante el proceso de tratamiento manual:

- Según la norma CLC/TS 50625-3-3, el valor objetivo se define como un **porcentaje mínimo de lámparas de retroiluminación intactas que no se rompen** durante el proceso de tratamiento manual = 95%.
- El valor objetivo se define para **lámparas de retroiluminación "puras"**, es decir, sin las piezas de plástico/metal que suelen llevar las lámparas de retroiluminación, especialmente en los monitores de PC (véase la **imagen 3.5.2.2**)
- El Auditor tendrá en cuenta el hecho de que puede ser extremadamente **difícil separar y pesar las lámparas de retroiluminación puras** sin las partes de plástico/metal, ya que las lámparas pueden romperse durante el proceso de separación. Si las lámparas de retroiluminación puras **no pueden separarse sin riesgo de daño o rotura**, el Auditor **no las separará**, pero pesará las lámparas incluyendo las partes de plástico/metal. No obstante, en tal situación, el Auditor tendrá **en cuenta** el peso de las partes de plástico/metal y, por tanto, **deducirá el peso estimado** de la "Masa total de

lámparas intactas" (parámetro "I") y de la "Masa total de lámparas rotas por el operador de tratamiento" (parámetro "B") según la mejor estimación disponible.

Imagen 3.5.2.2: Lámparas de retroiluminación, incluidas las piezas de plástico/metal y las cubiertas:



#### EFICACIA DE LA FILTRACIÓN DEL AIRE:

- no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones

#### 3.5.2.3 Metodología de análisis

##### En general:

- Los procedimientos de muestreo y análisis deberán seguir la **norma CLC/TS 50625-3-3**.
- La **Declaración Oficial 2018\_001 de WEEELABEX** especifica los requisitos relacionados con el muestreo de las fracciones que se van a analizar (ya sea por un laboratorio o a través de un análisis manual in situ), incluyendo la documentación y los registros de muestreo solicitados.
- Es necesario completar un **PROTOCOLO DE MUESTREO** para cada muestra tomada (el Anexo **2a muestra un ejemplo de PROTOCOLO DE MUESTREO**). El Anexo **2b muestra un ejemplo de ETIQUETA DE MUESTRA**.
- Las muestras destinadas a los análisis de laboratorio deberán ser analizadas por **laboratorios aprobados por la Organización WEEELABEX** (la Organización WEEELABEX proporciona una lista de laboratorios aprobados).
- En el **Anexo 3** se ofrecen ejemplos de **equipos y herramientas de muestreo**.
- En el **Anexo 4** se resumen detalladamente **los métodos analíticos** que deben seguir los laboratorios (extraídos de las Especificaciones Técnicas correspondientes).

##### Específicamente:

- **MERCURIO en la fracción mixta físicamente más pequeña triturada**
  - aplicable sólo para el tratamiento mecánico
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones

- **MERCURIO en las emisiones atmosféricas**
  - aplicable a los procesos de tratamiento manual y mecánico
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **BROMINA en fracciones de plástico**
  - *No aplicable debe utilizarse sólo si el material se envía a incineración, para su conversión química, o para su eliminación.*
  - *Se aplicará uno de los siguientes escenarios posibles para demostrar el cumplimiento de los requisitos de descontaminación relacionados con los retardantes de llama bromados en las fracciones de plástico (véase la Declaración Oficial WEEELABEX 2020\_003 para más detalles):*
    - *ESCENARIO 1) dos análisis de laboratorio de una muestra de plástico (SOLUCIÓN PREFERIBLE):*
      - *un análisis para la concentración de BROMINA TOTAL (valor límite = 2000 ppm según la CLC/TS 50625-3-1);*
      - *el segundo análisis para los PBDEs RESTRINGIDOS (valor límite = 1000 mg/kg según el REGLAMENTO (UE) 2019/1021).*
    - *ESCENARIO 2) un análisis de laboratorio sólo para los PBDEs RESTRINGIDOS:*
      - *si el resultado para los PBDEs RESTRINGIDOS es inferior a 1000 mg/kg (conforme al REGLAMENTO (UE) 2019/1021) entonces se puede suponer que dicho resultado también es conforme a la CLC/TS 50625-3-1 (ya que la CLC/TS 50625-3-1 tiene como objetivo eliminar los PBDEs restringidos cuando el Bromo total es un indicador).*
    - *ESCENARIO 3) un análisis de laboratorio sólo para la BROMINA TOTAL:*
      - *La organización WEEELABEX no ha definido ningún nuevo valor límite, sin embargo, como sólo hay pruebas limitadas de que el valor límite de 2000 ppm de bromo total sigue siendo adecuado para confirmar el cumplimiento del REGLAMENTO (UE) 2019/1021 actualizado, se aplicará el siguiente escenario:*
        - *si el resultado del Bromo total es inferior a 1000 ppm, se puede suponer que dicho resultado cumple con el REGLAMENTO (UE) 2019/1021, ya que se puede suponer que la concentración de PBDEs restringidos también es inferior a 1000 mg/kg; sin embargo, se recogerán continuamente datos que confirmen esta afirmación;*
        - *si el resultado del Bromo total es superior a 1000 ppm, se realizará un análisis adicional de los PBDEs restringidos para confirmar (o no) el cumplimiento del REGLAMENTO (UE) 2019/1021.*
      - *NOTA: si en un país o región existe una evidencia demostrada (basada en resultados de análisis suficientes) de que se puede utilizar un valor diferente para el Bromo total como indicador más adecuado que confirme el cumplimiento del REGLAMENTO (UE) 2019/1021, entonces se podrá utilizar dicho valor en lugar de los 1000 ppm mencionados.*

### 3.6 LÁMPARAS DE DESCARGA DE GAS

#### 3.6.1 Resumen de los valores objetivo y los valores límite de descontaminación

LÁMPARAS DE DESCARGA DE GAS				
	PARÁMETRO A EVALUAR	VALOR OBJETIVO / VALOR LÍMITE	FRECUENCIA	NOTA
Metodología del valor objetivo	No se aplica	-	-	-
Metodología de balance de masas	No se aplica	-	-	-
Metodología de análisis	MERCURIO en fracciones de vidrio	valor límite = 10 mg/kg (materia seca)	El número de muestras para el análisis depende de la cantidad de lámparas tratadas al año de la siguiente manera = 1 muestra al año para < 500 t de lámparas tratadas al año; = 1 muestra cada 6 meses para > 500 t de lámparas tratadas al año	-
	MERCURIO en fracciones metálicas y plásticos mixtos	valor límite = 100 mg/kg		-
	Concentración de MERCURIO en el aire ambiente	valores límite = definidos por la legislación aplicable	Semanalmente (mediante un dispositivo de medición calibrado);  Para las oficinas (zona no industrial) según la evaluación de riesgos, pero al menos anualmente	-
	Concentración de MERCURIO en el aire y el agua	valores límite = definidos por la legislación aplicable	Según la evaluación de riesgos, pero al menos anualmente	-

### 3.6.2 Suplementos de descontaminación, especificaciones y aclaraciones

#### 3.6.2.1 Metodología del valor objetivo

- No se aplica.

#### 3.6.2.2 Metodología de balance de masas

- No se aplica.

#### 3.6.2.3 Metodología de análisis

##### En general:

- Los procedimientos de muestreo y análisis deberán seguir la **norma CLC/TS 50625-3-2**.
- La **Declaración Oficial 2018\_001 de WEEELABEX** especifica los requisitos relacionados con el muestreo de las fracciones que se van a analizar (ya sea por un laboratorio o a través de un análisis manual in situ), incluyendo la documentación y los registros de muestreo solicitados.
- Es necesario completar un **PROTOCOLO DE MUESTREO** para cada muestra tomada (el Anexo **2a muestra un ejemplo de PROTOCOLO DE MUESTREO**). El Anexo **2b muestra un ejemplo de ETIQUETA DE MUESTRA**.
- Las muestras destinadas a los análisis de laboratorio deberán ser analizadas por **laboratorios aprobados por la Organización WEEELABEX** (la Organización WEEELABEX proporciona una lista de laboratorios aprobados).
- En el **Anexo 3** se ofrecen ejemplos de **equipos y herramientas de muestreo**.
- En el **Anexo 4** se resumen detalladamente **los métodos analíticos** que deben seguir los laboratorios (extraídos de las Especificaciones Técnicas correspondientes).

##### Específicamente:

- **MERCURIO en la fracción mixta físicamente más pequeña triturada**
  - aplicable sólo para el tratamiento mecánico
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **MERCURIO en las emisiones atmosféricas**
  - aplicable a los procesos de tratamiento manual y mecánico
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **BROMINA en fracciones de plástico**
  - **No aplicable debe utilizarse sólo si el material se envía a incineración, para su conversión química, o para su eliminación.**
  - **Se aplicará uno de los siguientes escenarios posibles para demostrar el cumplimiento de los requisitos de descontaminación relacionados con los retardantes de llama bromados en las fracciones de plástico (véase la Declaración Oficial WEEELABEX 2020\_003 para más detalles):**
    - **ESCENARIO 1) dos análisis de laboratorio de una muestra de plástico (SOLUCIÓN PREFERIBLE):**
      - un análisis para la concentración de **BROMINA TOTAL** (valor límite = 2000 ppm según la CLC/TS 50625-3-1);
      - el segundo análisis para los **PBDEs RESTRINGIDOS** (valor límite = 1000 mg/kg según el REGLAMENTO (UE) 2019/1021).
    - **ESCENARIO 2) un análisis de laboratorio sólo para los PBDEs RESTRINGIDOS:**
      - si el resultado para los **PBDEs RESTRINGIDOS** es inferior a 1000 mg/kg (conforme al REGLAMENTO (UE) 2019/1021) entonces se puede suponer que dicho resultado también es conforme a la CLC/TS 50625-3-1 (ya que la CLC/TS 50625-3-1 tiene como objetivo eliminar los PBDEs restringidos cuando el Bromo total es un indicador).
    - **ESCENARIO 3) un análisis de laboratorio sólo para la BROMINA TOTAL:**

- *La organización WEEELABEX no ha definido ningún nuevo valor límite, sin embargo, como sólo hay pruebas limitadas de que el valor límite de 2000 ppm de bromo total sigue siendo adecuado para confirmar el cumplimiento del REGLAMENTO (UE) 2019/1021 actualizado, se aplicará el siguiente escenario:*
  - *si el resultado del Bromo total es inferior a 1000 ppm, se puede suponer que dicho resultado cumple con el REGLAMENTO (UE) 2019/1021, ya que se puede suponer que la concentración de PBDEs restringidos es también inferior a 1000 mg/kg; sin embargo, se recogerán continuamente datos que confirmen esta afirmación;*
  - *si el resultado del Bromo total es superior a 1000 ppm, se realizará un análisis adicional de los PBDEs restringidos para confirmar (o no) el cumplimiento del REGLAMENTO (UE) 2019/1021.*
- *NOTA: si en un país o región existe una evidencia demostrada (basada en resultados de análisis suficientes) de que se puede utilizar un valor diferente para el Bromo total como indicador más adecuado que confirme el cumplimiento del REGLAMENTO (UE) 2019/1021, entonces se podrá utilizar dicho valor en lugar de los 1000 ppm mencionados.*

### 3.7 PANELES FOTOVOLTAICOS

#### 3.7.1 Resumen de los valores objetivo y los valores límite de descontaminación

PANELES FOTOVOLTAICOS				
	PARÁMETRO A EVALUAR	VALOR OBJETIVO / VALOR LÍMITE	FRECUENCIA	NOTA
Metodología del valor objetivo	No se aplica	-	-	-
Metodología de balance de masas	No se aplica	-	-	-
Metodología de análisis	LEAD en fracciones de vidrio procedentes del tratamiento de paneles fotovoltaicos a base de silicio	valor límite = 100 mg/kg (materia seca)	El número de muestras para el análisis depende de la cantidad de paneles fotovoltaicos tratados al año, de la siguiente manera = 1 muestra al año para < 1 000 t de paneles fotovoltaicos tratados al año; = 1 muestra cada 6 meses para 1 000 - 10 000 t de paneles fotovoltaicos tratados al año; = 1 muestra trimestral para > 10 000 t de paneles fotovoltaicos tratados al año.	Aplicable para el tratamiento de paneles fotovoltaicos de <u>silicio</u> .
	CADMIUM en fracciones de vidrio procedentes del tratamiento de paneles fotovoltaicos de silicio	valor límite = 1 mg/kg (materia seca)		Aplicable para el tratamiento de paneles fotovoltaicos de <u>silicio</u> .
	SELENIO en fracciones de vidrio procedentes del tratamiento de paneles fotovoltaicos de silicio	valor límite = 1 mg/kg (materia seca)		Aplicable para el tratamiento de paneles fotovoltaicos de <u>silicio</u> .
	LEAD en fracciones de vidrio procedentes del tratamiento de paneles fotovoltaicos no basados en el silicio	valor límite = 100 mg/kg (materia seca)		Aplicable para el tratamiento de paneles fotovoltaicos <u>no</u> basados en <u>silicio</u> .
	CADMIUM en fracciones de vidrio procedentes del tratamiento de paneles	valor límite = 10 mg/kg (materia seca)		Aplicable para el tratamiento de paneles fotovoltaicos <u>no</u> basados en <u>silicio</u> .

	fotovoltaicos sin silicio		
	<b>SELENIO</b> en fracciones de vidrio procedentes del tratamiento de paneles fotovoltaicos sin silicio	<b>valor límite = 10 mg/kg (materia seca)</b>	Aplicable para el tratamiento de paneles fotovoltaicos <u>no</u> basados en <u>silicio</u> .

### 3.7.2 Suplementos de descontaminación, especificaciones y aclaraciones

#### 3.7.2.1 Metodología del valor objetivo

- No se aplica.

#### 3.7.2.2 Metodología de balance de masas

- No se aplica.

#### 3.7.2.3 Metodología de análisis

##### En general:

- Los procedimientos de muestreo y análisis deberán seguir la **norma CLC/TS 50625-3-5**.
- La **Declaración Oficial 2018\_001 de WEEELABEX** especifica los requisitos relacionados con el muestreo de las fracciones que se van a analizar (ya sea por un laboratorio o a través de un análisis manual in situ), incluyendo la documentación y los registros de muestreo solicitados.
- Es necesario completar un **PROTOCOLO DE MUESTREO** para cada muestra tomada (el Anexo **2a muestra un ejemplo de PROTOCOLO DE MUESTREO**). El Anexo **2b muestra un ejemplo de ETIQUETA DE MUESTRA**.
- Las muestras destinadas a los análisis de laboratorio deberán ser analizadas por **laboratorios aprobados por la Organización WEEELABEX** (la Organización WEEELABEX proporciona una lista de laboratorios aprobados).
- En el **Anexo 3** se ofrecen ejemplos de **equipos y herramientas de muestreo**.
- En el **Anexo 4** se resumen detalladamente **los métodos analíticos** que deben seguir los laboratorios (extraídos de las Especificaciones Técnicas correspondientes).

##### Específicamente:

- **LEAD en fracciones de vidrio procedentes del tratamiento de paneles fotovoltaicos a base de silicio**
  - aplicable al tratamiento de paneles fotovoltaicos de silicio
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **CADMIUM en fracciones de vidrio procedentes del tratamiento de paneles fotovoltaicos de silicio**
  - aplicable al tratamiento de paneles fotovoltaicos de silicio
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **SELENIO en fracciones de vidrio procedentes del tratamiento de paneles fotovoltaicos de silicio**
  - aplicable al tratamiento de paneles fotovoltaicos de silicio

- no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **LEAD en fracciones de vidrio procedentes del tratamiento de paneles fotovoltaicos no basados en el silicio**
  - aplicable para el tratamiento de paneles fotovoltaicos no basados en silicio
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **CADMIUM en fracciones de vidrio procedentes del tratamiento de paneles fotovoltaicos sin silicio**
  - aplicable para el tratamiento de paneles fotovoltaicos no basados en silicio
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones
- **SELENIO en fracciones de vidrio procedentes del tratamiento de paneles fotovoltaicos sin silicio**
  - aplicable para el tratamiento de paneles fotovoltaicos no basados en silicio
  - no hay suplementos, especificaciones o aclaraciones

**Anexo 1: Acoplamientos de valores mínimos "diámetro-altura" para condensadores electrolíticos en el ámbito de aplicación**

Diameter	Height	Volume
1,1 cm	12,9 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
1,2 cm	10,9 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
1,3 cm	9,2 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
1,4 cm	8,0 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
1,5 cm	6,9 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
1,6 cm	6,1 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
1,7 cm	5,4 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
1,8 cm	4,8 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
1,9 cm	4,3 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
2,0 cm	3,9 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
2,1 cm	3,5 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
2,2 cm	3,2 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
2,3 cm	3,0 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
2,4 cm	2,7 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
2,5 cm	2,5 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
2,6 cm	2,3 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
2,7 cm	2,1 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
2,8 cm	2,0 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
2,9 cm	1,9 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
3,0 cm	1,7 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
3,1 cm	1,6 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
4,1 cm	0,9 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
5,1 cm	0,6 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
6,1 cm	0,4 cm	12,272 cm <sup>3</sup>
7,1 cm	0,3 cm	12,272 cm <sup>3</sup>

## Anexo 2: Ejemplo de PROTOCOLO DE MUESTREO

IDENTIFICACIÓN DE LOTES/PRUEBAS DE RENDIMIENTO:		
Nombre de la empresa auditada:	<i>OPERADOR A (en adelante "Operador")</i>	
Lugar de la auditoría:	<i>Calle, ciudad, campo</i>	
Alcance de la auditoría y flujo de RAEE relacionado	<i>Corriente de equipos de intercambio de temperatura: - Prueba de rendimiento WEEELABEX CFA - PASO 2</i>	
Fecha y hora de la auditoría:	<i>Del 5 al 7 de diciembre de 2018</i>	<i>La salida: 5 de diciembre de 2018; 8.00</i>
		<i>El final: 7 de diciembre de 2018; 17.00</i>
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:		
Nombre de la fracción de salida:		
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:		
Número de identificación de la muestra:	<i>- CFA/PU/OPERADOR A/03; CFA/PU/OPERADOR A/03_spare; - CFA/PUIMP/OPERADOR A/04; CFA/PUIMP/OPERADOR A/04_spare; - CFA/PUWATER/OPERADOR A/05; CFA/PUWATER/OPERADOR A/05_spare</i>	
Fecha y hora del muestreo:	<i>7 de diciembre de 2018</i>	<i>10.30</i>
Lugar de muestreo:	<i>En el exterior de la sala de tratamiento nº 2 (bajo un refugio resistente a la intemperie).</i>	
Condiciones durante el muestreo:	<i>Seco, temperatura alrededor de 15°C.</i>	
Descripción de la muestra:	<i>La fracción de PU es el PU limpio procedente del equipo de intercambio de temperatura después del proceso STEP 2, incluyendo las impurezas plásticas y metálicas y el contenido de agua.</i>	
Tamaño de la muestra y embalaje:	<i>500 ml (cada muestra) / bolsas de plástico selladas con cinta de aluminio</i>	
Procedimiento de muestreo:	<i>Procedimiento de muestreo conforme a la norma CLC/TS 50625-3-4</i>	
Notas:	<i>No hay notas.</i>	
PARTICIPANTE(S) EN EL MUESTREO:		
Nombre del muestreador(es):	<i>Muestra A</i>	<i>Firma:</i>
	<i>Muestrario B</i>	<i>Firma:</i>
Laboratorio:		
Nombre del laboratorio:	<i>Laboratorio A, País (CFA/PU/OPERADOR A/03; CFA/PUIMP/OPERADOR A/04) Laboratorio B, País (CFA/PUWATER/OPERADOR A/05)</i>	
Fecha de envío de la muestra al laboratorio:	<i>8 de diciembre de 2018</i>	
Análisis requerido:	<i>VFC y VHC en la fracción de PU (según la CLC/TS 50625-3-4) Determinación de impurezas plásticas y metálicas en la fracción de PU (según la CLC/TS 50625-3-4) Determinación del contenido de agua en la fracción de PU (método gravimétrico según ISO 11465 o EN 14346)</i>	

### Anexo 3: Ejemplo de etiquetado

<p>Muestra ID: <b>CFA/PU/OPR_A/03</b> Descripción de la muestra: <b>FRACCIÓN DE POLIURETANO</b> Operador: ... Muestrario: ... Fecha/hora: ... Análisis: <b>VFC y VHC en la fracción de PU (según CLC/TS 50625-3-4)</b></p>	<p>Muestra ID: <b>CFA/PU/OPR_A/03_SPARE</b> Descripción de la muestra: <b>FRACCIÓN DE POLIURETANO</b> Operador: ... Muestrario: ... Fecha/hora: ... Análisis: <b>VFC y VHC en la fracción de PU (según CLC/TS 50625-3-4)</b></p>
--	--

#### Anexo 4: Ejemplos de equipos y herramientas de muestreo

Cruz de despiece portátil y plegable para la homogeneización y reducción de una muestra:



Tamiz portátil para tamizar físicamente la fracción más pequeña de tratamiento mecánico no metálico producida por el proceso en caso de partículas de tamaño superior a 5 mm:



Cinta de aluminio (u otra cinta estanca al gas) para evitar la fuga de gas de una muestra en una bolsa de plástico (aplicable, por ejemplo, a las fracciones de PU):



Cinta de parafina para evitar la fuga de gas de una muestra en un vaso (aplicable, por ejemplo, para el aceite y el VFC)



**Anexo 5: Métodos analíticos que deben utilizar los laboratorios acreditados para el análisis de las muestras**

Flujo de RAEE	Tipo de análisis	Descripción del análisis	Comentarios
Grandes electrodomésticos / Equipos mixtos	<b>PCB en la fracción de tratamiento mecánico no metálico más pequeña físicamente</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-1 (cláusula 4.4):</b></p> <p>La preparación de la porción de prueba de la muestra que se va a analizar se llevará a cabo de acuerdo con la norma EN 15002 y a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- para los PCB, la digestión (por ejemplo, la homogeneización) de la muestra y el análisis posterior se llevarán a cabo de acuerdo con la norma EN 15308 o la US EPA 8082A/2007, cuantificación de los PCB como congéneres.</li> </ul>	Volumen de la muestra = aproximadamente 1 litro
Grandes electrodomésticos / Equipos mixtos	<b>Cadmio en la fracción más pequeña de tratamiento mecánico no metálico</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-1 (cláusula 4.4):</b></p> <p>La preparación de la porción de prueba de la muestra que se va a analizar se llevará a cabo de acuerdo con la norma EN 15002 y a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en el caso del cadmio, la digestión de la muestra y el análisis posterior se llevarán a cabo mediante ICP-OES o ICP-MS de acuerdo con la norma IEC 62321-5. Como alternativa, la digestión se llevará a cabo según la norma EN 13656 y el análisis posterior se realizará según la norma EN ISO 11885 o la serie EN ISO 17294.</li> </ul> <p>NOTA 4 ICP-OES es la abreviatura de Espectrometría de Emisión Óptica/Plasma de Acoplamiento Inductivo y ICP-MS es la abreviatura de Espectrometría de Masas de Plasma de Acoplamiento Inductivo, que son los dos métodos de análisis químico que deben utilizarse al analizar el cadmio.</p>	Volumen de la muestra = aproximadamente 1 litro
Equipos mixtos / Pantallas planas / Pantallas planas	<b>Bromo en la fracción de plástico</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-1 (cláusula 4.4):</b></p> <p>La preparación de la porción de prueba de la muestra que se va a analizar se llevará a cabo de acuerdo con la norma EN 15002 y a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en el caso del bromo, la digestión de la muestra y el análisis posterior se realizarán de acuerdo con la norma EN 14582.</li> </ul>	Volumen de la muestra = 12 litros o menos

Flujo de RAEE	Tipo de análisis	Descripción del análisis	Comentarios
Equipos de intercambio de temperatura	<b>Refrigerante residual en el aceite</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-4 (Anexo CC.3):</b></p> <p><b>Determinación del refrigerante residual en el aceite - MÉTODO 2</b></p> <p><b>Análisis:</b>  Antes del análisis de laboratorio, las muestras de aceite necesitan un baño de enfriamiento de hielo/agua durante 1 hora.  Se pesa una muestra de aceite (1-2 g) en un recipiente hermético de 40 ml y los VFC y VHC se extraen/suelven en 10 ml de alcohol de diacetona (4-hidroxi-4-metil-pentan-2-ona, CAS. 123-42-2) durante una noche a temperatura ambiente temperatura, sin remover.  Tras la extracción/solubilización, se diluye 1 ml de alcohol de diacetona en 9 ml de agua en un vial de espacio de cabeza de 20 ml. Se inyecta una muestra del gas del espacio de cabeza en un instrumento de GC-MS. El análisis GC-MS de la muestra del espacio de cabeza es adecuado para la determinación de los compuestos a baja concentración, como el freón-11 y las trazas de otros CFC. La cromatografía de gases (GC) equipada con un detector de ionización de llama (FID) y una columna doble es preferible para los compuestos en altas concentraciones (Freón-12).</p> <p><b>Repetición de análisis:</b>  Los análisis se repiten dos veces para cada muestra y el informe de análisis mostrará los dos conjuntos de valores no duplicados, evitando la media. Como mínimo se detectará el R12, R22, R134a y R600a.</p> <p><b>Ajustes cromatográficos:</b>  Los análisis cromatográficos se registran bajo las siguientes instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Columna cromatográfica: columna capilar específica para la determinación de contaminantes orgánicos volátiles, en particular para los contaminantes clorofluorados;</li> <li>- perfil térmico aconsejado: meseta a 35 °C durante 3 minutos, seguida de una rampa térmica de 7 °C/min hasta 110 °C (al final del análisis, es necesario un proceso de limpieza a alta temperatura según el modelo de columna);</li> <li>- Flujo y presión de transporte de gas: el flujo y la presión de transporte de gas deben garantizar una buena resolución y separación de los picos cromatográficos; el flujo y la presión de transporte de gas deben evitar la superposición de los picos cromatográficos en otros picos.</li> </ul> <p>Los cromatogramas deben estar disponibles durante dos años después del análisis. En los cromatogramas, deben identificarse claramente los picos de todos los componentes, según la lista anterior, y el patrón interno (eventualmente desconocido).</p>	Volumen de la muestra = unos 100 ml

Flujo de RAEE	Tipo de análisis	Descripción del análisis	Comentarios
Equipos de intercambio de temperatura	<b>Composición química de los refrigerantes de salida (VFCs/VHCs) del tratamiento de la etapa 1</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-4 (Anexo DD.3):</b></p> <p><b>Determinación de la composición química de los refrigerantes de salida (VFCs/VHCs) del tratamiento de la etapa 1:</b></p> <p>Determinación directa de R12, R22, R134a, R600a, R290 y aceite mediante el siguiente método: La cantidad relativa de VFC y VHC en la fase líquida del refrigerante se determinará mediante cromatografía de gases o espectroscopia de infrarrojos. Se documentarán los tipos de VFC y VHC identificados y sus respectivas fracciones de masa porcentuales.</p>	Volumen de la muestra = aprox. 10 - 20 ml
Equipos de intercambio de temperatura	<b>Composición química de los agentes espumantes de salida (VFCs/VHCs) del tratamiento de la etapa 2</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-4 (Anexo DD.4):</b></p> <p><b>Determinación de la composición química de los agentes espumantes de salida (VFCs/VHCs) del tratamiento de la etapa 2:</b></p> <p>Determinación directa de R11, R12, R141b y Ciclo-Pentano, N-Pentano así como Iso-Pentano utilizando el siguiente método: La cantidad relativa de VFC y VHC en la fase líquida del agente espumante (excluyendo el contenido de agua) se determinará mediante cromatografía de gases o espectroscopia de infrarrojos. Se documentarán los tipos de VFC y VHC identificados y sus respectivas fracciones de masa porcentuales.</p>	Volumen de la muestra = aprox. 10 - 20 ml

Flujo de RAEE	Tipo de análisis	Descripción del análisis	Comentarios
Equipos de intercambio de temperatura	<b>VFC y VHC residuales en la fracción de poliuretano</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-4 (anexo EE.2):</b></p> <p><b>Determinación de VFC y VHC residuales en la fracción de poliuretano - MÉTODO 1</b></p> <p><b><u>Preparación para el análisis en el laboratorio:</u></b>  Separación de fases: no es necesaria  Secado: no es necesario y no es aplicable para el análisis pero el agua contenido debe determinarse en una submuestra distinta  Homogeneización y submuestreo: homogeneización mecánica mediante molienda criogénica para obtener una porción de prueba de 3 a 6 g como submuestra.  NOTA 1 El secado provocaría pérdidas de VFC.  NOTA 2 La homogeneización sin utilizar nitrógeno provocaría pérdidas de VFC.</p> <p><b><u>Análisis:</u></b>  En el laboratorio de análisis, se pesa una muestra de la matriz de poliuretano (3 g a 6 g). En un recipiente hermético de 60 ml, se extraen los VFC y los VHC de la matriz de poliuretano en 50 ml de metanol ultrapuro durante una noche a 20 °C de temperatura ambiente sin agitación.  Tras la extracción, se diluye 1 ml de metanol en 9 ml de agua en un vial de espacio de cabeza de 20 ml. Una muestra del gas del espacio de cabeza se inyecta en un instrumento de GC-MS. Se prefiere la cromatografía de gases (GC) equipada con un detector de ionización de llama (FID) y una columna doble para los compuestos en altas concentraciones (Freon-11).</p> <p><b><u>Repetición de análisis:</u></b>  La repetición del análisis en varias muestras de la misma planta es necesaria para obtener una evaluación precisa del contenido residual de VFC y VHC en la matriz de poliuretano.  En particular, se necesitan 3 especímenes para las plantas de briquetas y el muestreo durante el análisis de laboratorio se hará desde el centro de la briqueta; también se necesitan 3 especímenes para la planta de pellets y para las plantas de polvo el muestreo se obtiene por despiece.  Como mínimo se analizan R11, R141b, ciclopentano e isopentano.</p> <p><b><u>Ajustes cromatográficos:</u></b>  Los análisis cromatográficos se registran bajo las siguientes instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Columna cromatográfica: columna capilar específica para la determinación de contaminantes orgánicos volátiles, especialmente para los contaminantes clorofluorados;</li> <li>- Perfil térmico aconsejado: meseta a 35 °C durante 3 minutos, seguida de una rampa térmica de 7 °C/min hasta 110 °C (al final del análisis, es necesario un proceso de limpieza a alta temperatura según el modelo de columna).</li> <li>- Flujo y presión de transporte de gas: el flujo y la presión de transporte de gas deberán garantizar una buena resolución y separación (al menos 0,8 min) de los picos cromatográficos correspondientes a todos los componentes, como se ha indicado anteriormente, el flujo y la presión de transporte de gas deberán evitar la superposición de sus picos cromatográficos sobre otros picos.</li> <li>- La calibración se obtiene por el método del patrón interno, es decir, se determina un factor de respuesta mediante una curva de calibración determinada con tres muestras de concentración conocida de cada uno de los componentes mencionados y el patrón interno (el patrón interno debe ser un compuesto químico similar al freón-11 y al freón-12, su pico cromatográfico no debe superponerse a los picos cromatográficos del freón-11 y del freón-12 ni a los de otros compuestos de interés en la mezcla).</li> </ul>	Volumen de la muestra = aprox. 100 - 750 ml

		Los cromatogramas deberán estar disponibles durante dos años después del análisis. En los cromatogramas deberán identificarse claramente los picos de los componentes mencionados y del patrón interno (eventualmente desconocido).	
Flujo de RAEE	Tipo de análisis	Descripción del análisis	Comentarios
Equipos de intercambio de temperatura	<b>VFC y VHC residuales en la fracción de poliuretano</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-4 (anexo EE.3):</b></p> <p><b>Determinación de VFC y VHC residuales en la fracción de poliuretano - MÉTODO 2</b></p> <p><b>Preparación para el análisis en el laboratorio:</b>  Separación de fases: no es necesaria  Secado: no es necesario y no es aplicable para el análisis pero el agua contenido debe determinarse en una submuestra distinta  Homogeneización y submuestreo: homogeneización mecánica mediante molienda criogénica para obtener una porción de prueba de 3 a 6 g como submuestra.  NOTA 1 El secado provocaría pérdidas de VFC.  NOTA 2 La homogeneización sin utilizar nitrógeno provocaría pérdidas de VFC.</p> <p><b>Análisis:</b>  En el laboratorio de análisis, se pesa una muestra de la matriz de poliuretano (de 3 a 6 g). En un recipiente hermético de 60 ml, se extraen los VFC y los VHC de la matriz de poliuretano en 50 ml de metanol ultrapuro durante una noche a temperatura ambiente sin agitación. Tras la extracción, se diluye 1 ml de metanol en 9 ml de agua en un vial de espacio de cabeza de 20 ml. Una muestra del gas del espacio de cabeza se inyecta en un instrumento de GC-MS. El análisis GC-MS de la muestra del espacio de cabeza es adecuado para la determinación de los compuestos en baja concentración, como el freón-12 y las trazas de otros CFC. La cromatografía de gases (GC) equipada con un detector de ionización de llama (FID) y una columna doble es preferible para los compuestos a altas concentraciones (Freón-11).</p> <p><b>Repetición de análisis:</b>  La repetición del análisis en varias muestras de la misma planta es necesaria para obtener una evaluación precisa del contenido residual de VFC y VHC en la matriz de poliuretano.  En particular, se necesitan 3 especímenes para las plantas de briquetas y el muestreo durante el análisis de laboratorio se hará desde el centro de la briqueta; también se necesitan 3 especímenes para la planta de pellets y para las plantas de polvo el muestreo se obtiene por despiece.</p> <p><b>Ajustes cromatográficos:</b>  Los análisis cromatográficos se registran bajo las siguientes instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Columna cromatográfica: columna capilar específica para la determinación de contaminantes orgánicos volátiles, en particular para los contaminantes clorofluorados;</li> <li>- perfil térmico aconsejado: meseta a 35 °C durante 3 minutos, seguida de una rampa térmica de 7 °C/min hasta 110 °C (al final del análisis, es necesario un proceso de limpieza a alta temperatura según el modelo de columna);</li> <li>- flujo y presión de transporte de gases: el flujo y la presión de transporte de gases deberán garantizar una buena resolución y separación (al menos 0,8 min) de los picos cromatográficos correspondientes a los componentes, según la lista anterior; el flujo y la presión de transporte de gases deberán evitar la superposición de sus picos cromatográficos sobre otros picos;</li> <li>- calibración: la calibración se obtiene por el método del patrón interno, es decir, se determina un factor de respuesta mediante una curva de</li> </ul>	Volumen de la muestra = aprox. 100 - 750 ml

		<p>calibración determinada con tres muestras de concentración conocida de cada uno de los componentes mencionados y el patrón interno (el patrón interno debe ser un compuesto químico similar al freón-11 y al freón-12, su pico cromatográfico no debe superponerse a los picos cromatográficos del freón-11 y del freón-12 ni a los de otros compuestos de interés en la mezcla).</p> <p>Los cromatogramas deben estar disponibles durante dos años después del análisis. En los cromatogramas deben identificarse claramente los picos de los componentes mencionados y del patrón interno (eventualmente desconocido).</p>	
Flujo de RAEE	Tipo de análisis	Descripción del análisis	Comentarios
Equipos de intercambio de temperatura	<b>Contenido de materias extrañas en la fracción de poliuretano</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-4 (anexo EE.4):</b></p> <p><b>Determinación del contenido de materias extrañas en la fracción de poliuretano mediante análisis termogravimétrico</b></p> <p><b>Preparación de las muestras:</b>  Separación de fases: no es necesaria  Secado: aplicable  Homogeneización y submuestreo: homogeneización mecánica mediante molienda criogénica hasta obtener un polvo para obtener una porción de prueba como submuestra.  <i>NOTA La homogeneización de las muestras es absolutamente necesaria para obtener una submuestra representativa para el análisis posterior.</i>  El análisis se realiza en dos etapas, un análisis semicuantitativo por espectrometría IR y un análisis cuantitativo por análisis termogravimétrico (TGA).</p> <p><b>Espectroscopia IR (FT-IR):</b>  El primer paso debería tener como objetivo determinar el tipo de impurezas que podrían estar presentes en la fracción de poliuretano.  Espectros de sólidos - La técnica del disco KBr  Antes del prensado, la muestra de poliuretano debe mezclarse con el polvo de KBr a un nivel de concentración de muestra del 0,1 % al 2 %. La muestra debe molerse hasta obtener un polvo fino para reducir las pérdidas por dispersión y las distorsiones de la banda de absorción.  Preparación de la mezcla: Se debe transferir una capa de 1/2 mm a 1 mm de la mezcla del mortero a la matriz y se debe presionar el disco. A continuación, el disco debe colocarse en el soporte de discos y se debe obtener el espectro.</p> <p><b>Paso 2: Método termogravimétrico (TGA):</b>  El TGA es una técnica de análisis térmico que consiste en la medición de la variación del peso de una muestra en función de la temperatura.  El análisis debe realizarse en las siguientes condiciones del dispositivo TGA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La muestra debe ser calentada a 10 K/min hasta 1 000 °C bajo una atmósfera de oxígeno.</li> <li>- Medición en el analizador térmico.</li> </ul>	Volumen de la muestra = aprox. 100 - 750 ml

Flujo de RAEE	Tipo de análisis	Descripción del análisis	Comentarios
Equipos de intercambio de temperatura	<b>Contenido de materias extrañas en la fracción de poliuretano</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-4 (anexo EE.5):</b></p> <p><b>Determinación del contenido de materias extrañas en la fracción de poliuretano mediante el método de extracción selectiva</b></p> <p><b>Preparación de las muestras:</b>  Separación de fases: no es necesaria  Secado: aplicable  Homogeneización y submuestreo: homogeneización mecánica con mortero o molienda criogénica hasta obtener una porción de prueba de 50 g como submuestra.  <i>NOTA La homogeneización de las muestras es absolutamente necesaria para obtener una submuestra representativa para el análisis posterior.</i></p> <p><b>Análisis:</b>  El análisis se realiza en dos etapas, una extracción líquida sólida automatizada de los polímeros no poliuretánicos mediante extracción líquida presurizada (PLE), seguida de una extracción líquida sólida en un análisis semicuantitativo por espectrometría IR y un análisis cuantitativo por análisis termogravimétrico (TGA).</p> <p><b><u>Etapas 1: Extracción líquida a presión de los polímeros que no son de poliuretano:</u></b>  El primer paso debe tener como objetivo determinar la extracción y el peso de los polímeros no poliuretánicos de la fracción de poliuretano, que puede incluir (PE, PP, PS, ABS, PMMA).  Se mezclan de 3 a 8 g de la muestra de poliuretano homogeneizada (se determina el peso exacto de entrada: dm(IN)) con la cantidad novena de arena marina preextraída y secada y se introducen en cartuchos de 22 ml. Las extracciones se realizaron con dos disolventes, diclorometano y tolueno:  DCM: 3 ciclos estáticos durante 20 minutos a 80 °C  Tolueno: 3 ciclos estáticos durante 20 minutos a 130 °C  Los extractos se combinan en frascos y se secan bajo una corriente de nitrógeno, mientras que las muestras se colocan en una bandeja de alúmina calentada. Se determina el peso de la materia seca extraída tanto con diclorometano como con tolueno (dm(DCM) y dm(TOL))</p> <p><b><u>Paso 2: Despolimerizar y extraer el poliuretano de la muestra:</u></b>  El residuo de extracción de la etapa 1 se introduce en un matraz de 500 ml y se despolimeriza/extrae durante 1 h a 230 °C en glicol utilizando un manto de calentamiento y un condensador de reflujo fijado en la parte superior del matraz. El extracto se filtra con un filtro de papel utilizando un conjunto de filtros de succión. El residuo del filtro se extrae por segunda vez con 80 g de glicol en el mismo matraz y se vuelve a filtrar. Ambos papeles de filtro se lavan con etanol y se secan. Se determina el peso seco de los residuos filtrantes (dm FR)</p> <p><b><u>Cálculo del contenido de poliuretano (PU)</u></b>  <math display="block">PU (\%) = 1 - (dm(DCM) + dm(TOL) + dm(FR)) / dm(IN)</math></p>	Volumen de la muestra = aprox. 100 - 750 ml

Flujo de RAEE	Tipo de análisis	Descripción del análisis	Comentarios
Equipos de intercambio de temperatura	<b>Contenido de agua en la fracción de poliuretano</b>	<p><b>Descripción del método según la Declaración Oficial de WEEELABEX_2017_001:</b></p> <p><b>Determinación del contenido de agua en la fracción de poliuretano (PU)</b></p> <p>Un laboratorio acreditado determinará el contenido de agua en la fracción PU mediante el método analítico "Análisis termogravimétrico (secado a peso constante) - Determinación de la materia seca y del contenido de agua en base a la masa según la norma ISO 11465:1993" con las siguientes especificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura de secado = máx. 105 °C (para garantizar que sólo se libera agua de la muestra);</li> <li>- Tiempo de secado = "hasta peso constante", sin embargo, al menos 24 horas;</li> <li>- Homogeneización de la muestra y reducción por debajo de 0,3 mm;</li> <li>- El laboratorio deberá analizar al menos tres porciones de prueba (debido a la posible falta de homogeneidad de las muestras);</li> <li>- El laboratorio debe expresar el resultado como la media de los tres subresultados;</li> <li>- Se pide al laboratorio que especifique la incertidumbre del resultado (en %).</li> </ul> <p>Nota: Si se va a utilizar un método alternativo de preparación de la muestra o un método analítico (por ejemplo, "EN 14346 Caracterización de los residuos - Cálculo de la materia seca mediante la determinación del residuo seco o del contenido de agua"), el laboratorio deberá validar el método alternativo de acuerdo con la cláusula 5.4.5 de la norma ISO/IEC 17025:2005</p>	Volumen de la muestra = aprox. 100 - 750 ml

Flujo de RAEE	Tipo de análisis	Descripción del análisis	Comentarios
Equipos de intercambio de temperatura	<b>Refrigerante residual en el aceite</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-4 (Anexo CC.2):</b></p> <p><b>Determinación del refrigerante residual en el aceite - MÉTODO 1</b></p> <p><b>Extracción:</b> En el laboratorio de análisis, hay que pesar una muestra del aceite (de 0,5 a 2,0 g). En un recipiente hermético de 60 ml, se extraen los VFC y los VHC del aceite en 50 ml de acetona. Tras la extracción, se diluye 1 ml de acetona en 9 ml de agua en un frasco de 20 ml de espacio de cabeza. Hay que preparar dos porciones de prueba diferentes con dos concentraciones de agua dopada.</p> <p><b>Análisis:</b> El vial debe calentarse a 80 °C durante al menos 30 minutos. A continuación, debe inyectarse una muestra del gas del espacio de cabeza en un instrumento de GC-MS. Como mínimo se detectará el R12, R22, R134a y R600a.</p> <p><b>Ajustes de cromatografía:</b> Los análisis cromatográficos deben ser registrados bajo las siguientes instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Columna cromatográfica: columna capilar específica para la determinación de contaminantes orgánicos volátiles, especialmente para los contaminantes clorofluorados;</li> <li>- Perfil térmico aconsejado: meseta a 50 °C durante 10 minutos, seguida de una rampa térmica de 10 °C/min hasta 280 °C (al final del análisis, es necesario un proceso de limpieza a alta temperatura según el modelo de columna);</li> <li>- Flujo y presión de transporte de gas: el flujo y la presión de transporte de gas deben garantizar una buena resolución y separación de los picos cromatográficos; el flujo y la presión de transporte de gas deben evitar la superposición de los picos cromatográficos en otros picos.</li> </ul>	Volumen de la muestra = aprox. 100 ml

Flujo de RAEE	Tipo de análisis	Descripción del análisis	Comentarios
Aparatos de visualización CRT	<b>Azufre en la fracción de vidrio</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-3 (Anexo CC):</b></p> <p><b>General:</b> Desde el punto de vista metodológico, este protocolo de análisis definirá la extracción del contenido residual de los revestimientos fluorescentes de la superficie del vidrio CRT con el ácido clorhídrico, y determinará el contenido de azufre (S) en una muestra líquida. Este análisis se realizará por separado en cada una de las cinco muestras recogidas.</p> <p><b>Preparación de la parte del examen:</b> Este método se aplica a una muestra de laboratorio de 1,5 kg. La muestra debe ser trozos de vidrio CRT sin esmerilar, procedentes del proceso de eliminación de los revestimientos fluorescentes. NOTA En el caso de la molienda/fresado, es difícil asegurar la homogeneidad de la muestra; después de la molienda, las partículas de los revestimientos fluorescentes se encuentran en forma de polvo que fluye libremente y que se separa de las partículas de vidrio CRT debido a la diferencia de densidad. Geometría/tamaño aproximado del cascajo: unos 6 x 6 cm, para pasar por la boca del recipiente de lixiviación.</p> <p><b>Paso de lixiviación:</b> La lixiviación se hará con ácido clorhídrico acuoso. La concentración de ácido clorhídrico será como mínimo del 8 % (p/p). Una vez mezclado y enfriado a temperatura ambiente, el ácido está listo para su uso. NOTA Por ejemplo, se añaden 500 ml de HCL conc. en una porción en 2000 ml de agua en una botella de vidrio de 2,5 L de capacidad en una vitrina. Este volumen de ácido es suficiente para lixiviar cinco muestras. Los ácidos minerales con efectos oxidativos, como el HNO<sub>3</sub> o el agua regia, no deben utilizarse para las pruebas de lixiviación. La disolución oxidativa en el sistema de revestimientos fluorescentes/pantalla CRT conduce a la formación de iones de bario y sulfato en la solución. La presencia de iones de bario y sulfato en la solución conducirá muy probablemente a la precipitación de sulfato de bario insoluble. Esto llevaría a una posible subestimación del contenido de los revestimientos fluorescentes en el vidrio del TRC. Se puede recomendar el uso de ácido clorhídrico, ya que se evita la formación de sulfato de bario al mantener el azufre en estado de sulfuro. El empleo del azufre como elemento trazador requiere un muestreo y un análisis rápidos.</p> <p><b>Procedimiento de lixiviación:</b> Durante este procedimiento se utilizará una vitrina de gases para evitar la exposición a las concentraciones de H<sub>2</sub>S en el aire ambiente. En primer lugar, se pesará la muestra de vidrio CRT con una precisión de 1 g. Se añade rápidamente ácido clorhídrico (aproximadamente 500 ml) en una porción sobre la muestra (aproximadamente 1,5 kg) en el recipiente. El recipiente se cierra herméticamente con un tapón de rosca y se aprieta con Parafilm. Se deja el recipiente en un baño de ultrasonidos durante 15 minutos a temperatura ambiente, retirándolo de vez en cuando y agitándolo boca abajo. A continuación, se dejará reposar a temperatura ambiente durante 15 minutos, dando vueltas de vez en cuando. Tras la agitación final, el lixiviado se tomará con una jeringa de 10 ml de capacidad, se filtrará a través de un filtro de jeringa de 0,45 µm de porosidad en un tubo de ensayo de plástico, y se cerrará herméticamente con un tapón bien ajustado. El contenido de azufre se analizará a más tardar una hora después del procedimiento de muestreo del lixiviado.</p> <p><b>Técnica de cuantificación:</b> El contenido de azufre se cuantificará con un instrumento ICP OES, según la norma ISO 11885.</p> <p><b>Norma de azufre:</b> La calibración debe ser realizada por el laboratorio, en el lixiviado, el azufre está presente como sulfuro de hidrógeno volátil no hidratado, por esta razón, los estándares de azufre ordinarios accesibles (generalmente conteniendo azufre</p>	<p>Volumen de la muestra = aproximadamente 1,5 kg</p> <p>Número de muestras por cada análisis = 5 muestras individuales que se analizarán por separado</p>

		como sulfato) no pueden ser utilizados para la calibración. Sólo se pueden utilizar los estándares que contienen azufre como sulfuro.	
Flujo de RAEE	Tipo de análisis	Descripción del análisis	Comentarios
Aparatos de visualización CRT	<b>PbO en la fracción de vidrio</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-3 (Anexo DD):</b></p> <p><b>General:</b> Se pueden aplicar tres tipos de análisis: - Determinación del contenido de Pb en el vidrio para paneles mediante fluorescencia de rayos X (XRF), para su análisis en el laboratorio. - Determinación del contenido de Pb en el vidrio del panel mediante espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) en un eluato después de la mineralización de una porción de prueba.</p> <p><b>Análisis por el método ICP OES:</b> Preparación de la parte del examen: El laboratorio deberá aplicar la norma EN 15002. 1. Separación de fases: No es necesario 2. Medir el contenido de humedad de una submuestra y utilizar este valor para una corrección en la prueba muestra. 3. Reducción de tamaño: reducir a 250 µm. 4. Submuestreo mecánico para obtener una porción de prueba de 200 mg. Mineralización: El laboratorio deberá aplicar la norma EN 13656. Técnica analítica El laboratorio deberá aplicar la norma ISO 11885.</p> <p><b>Informar:</b> Para la presentación de informes de análisis XRF o ICP OES, el laboratorio informará sobre el plomo o el óxido de plomo, basándose en la materia seca. Como el valor límite está en el PbO, es necesario calcular el contenido de PbO como sigue: Descripción Abreviatura Contenido de óxido de plomo QPbO Cantidad de plomo en la muestra - resultados del laboratorio QPb <math>QPbO = QPb \times (1 + 0,07722)</math></p> <p><b>Análisis por el método XRF:</b> El laboratorio deberá aplicar la norma EN 15309 o la norma EN 63321-3-1.</p>	<p>Volumen de la muestra = aprox. 3 l</p> <p>el método ICP OES es el único método de análisis que puede aceptar un auditor de WEEELABEX durante una prueba de lotes validada</p> <p>el método XRF no se aceptará durante una prueba de lotes validada</p>

Flujo de RAEE	Tipo de análisis	Descripción del análisis	Comentarios
Equipos de pantalla plana	<b>Mercurio en la fracción de mezcla triturada físicamente más pequeña</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-3 (Anexo FF):</b></p> <p><b>Principios:</b>  Este anexo proporciona información para el análisis del mercurio en la fracción mixta físicamente más pequeña y desmenuzada de las pantallas planas, teniendo en cuenta los problemas derivados especialmente de la homogeneización de las fracciones metálicas heterogéneas.  El laboratorio químico deberá seguir los principios dados y tener suficiente experiencia en la digestión y preparación de porciones de prueba para el análisis de mercurio en fracciones mixtas trituradas de pantallas planas.  El método de preparación de la porción de prueba deberá tener en cuenta que la mayor parte del mercurio de la fracción físicamente más pequeña triturada está ligada como amalgama a las partes metálicas. Se analizará el contenido total de mercurio de toda la muestra.  El resultado debe abarcar también la amalgama de mercurio, es decir, en los pequeños alambres de los electrodos.  El resultado del análisis debe representar la totalidad de la muestra de laboratorio (normalmente 1 l), incluyendo todo tipo y tamaño de piezas.  La digestión y la preparación de la porción de prueba evitarán cualquier liberación de mercurio como pérdida al aire ambiente; se evitará el calentamiento de las muestras durante el proceso de preparación del muestreo. Si es inevitable la liberación de mercurio, se absorberá y se determinará cuantitativamente. La digestión, la preparación de la porción de prueba y el análisis deberán repetirse tres veces. El rango de los tres resultados no deberá superar el 15 % de la media. El método de digestión de la muestra y de preparación de la porción de prueba tiene que ser aprobado por garantías de calidad, referencias internas y otros medios de buenas prácticas de laboratorio (BPL).  NOTA: Véase la serie de la OCDE sobre principios de buenas prácticas de laboratorio y control de la conformidad, número 1, Principios de la OCDE sobre buenas prácticas de laboratorio (revisados en 1997), ENV/MC/CHEM(98)17.</p> <p><b>Verificación:</b>  El laboratorio también verificará todos los pasos de la metodología de análisis, especialmente para que no se libere una cantidad sustancial de mercurio al aire ambiente durante el procesamiento mecánico, por ejemplo: molienda, trituración, tamizado y separación. El laboratorio también verificará que se ha completado la digestión con ácido. Los resultados del procedimiento de verificación deberán estar documentados y disponibles.</p> <p><b>Preparación de la parte del examen:</b>  El laboratorio deberá aplicar la norma EN 15002 Caracterización de los residuos - preparación de porciones de prueba a partir de la muestra de laboratorio:  1. Separación de fases: No es necesario.  2. Mida el contenido de humedad de una submuestra y utilice este valor para una corrección en la muestra de ensayo.  3. Reducción de tamaño: reducir desde un máximo de 5 mm a 250 µm. Debido a la generación de calor por la molienda; la reducción de tamaño de las muestras para el análisis del mercurio se realizará mediante una técnica criogénica. La trituradora utilizada por el laboratorio deberá ser capaz de reducir pequeños trozos de metal (cables, trozos de placa de circuito impreso, componentes electrónicos...).  4. Submuestreo mecánico para obtener una porción de prueba de 200 mg.</p> <p><b>La mineralización:</b>  La mineralización se llevará a cabo utilizando la norma EN 13657 "Caracterización de los residuos - Digestión para la posterior determinación de la parte soluble en agua regia de los elementos".</p> <p><b>Técnica analítica:</b>  El laboratorio deberá aplicar una de las normas siguientes: (sin restricciones particulares)  EN ISO 12846, Water quality - Determination of mercury - Method using atomic absorption spectrometry (AAS) with and without enrichment  ISO 16772, Soil quality - Determination of mercury in aqua regia soil extracts with cold-vapour atomic spectrometry or cold-vapour atomic fluorescence spectrometry</p>	Volumen de la muestra = aprox. 1 l

		EN ISO 17294-2, Calidad del agua - Aplicación de la espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICPMS) - Parte 2: Determinación de 62 elementos (ISO 17294-2:2003) ISO 17852, Water quality - Determination of mercury - Method using atomic fluorescence spectrometry	
--	--	---	--

Flujo de RAEE	Tipo de análisis	Descripción del análisis	Comentarios
Lámparas de descarga de gas	<b>Mercurio en las fracciones de tratamiento de la lámpara</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-2 (Anexo BB y Anexo CC):</b></p> <p><b>Principios:</b> El método de preparación de la porción de prueba deberá considerar que la mayor parte del mercurio en las fracciones metálicas está ligado como amalgama. El resultado debe abarcar también el mercurio de amalgama que se encuentra en los pequeños alambres de los electrodos. El resultado del análisis debe representar toda la muestra de laboratorio (normalmente 1 l), incluyendo todo tipo y tamaño de piezas. La digestión y la preparación de la porción de prueba evitarán cualquier liberación de mercurio como pérdida al aire ambiente; se evitará el calentamiento de las muestras durante el proceso de preparación del muestreo. Si es inevitable la liberación de mercurio, se absorberá y se determinará cuantitativamente. La digestión, la preparación de la porción de prueba y el análisis se repetirán tres veces. El intervalo de los tres resultados no superará el 15 %. La media calculada de estos tres análisis se utilizará para el cumplimiento de los valores límite. El método de digestión de la muestra y de preparación de la porción de prueba deberá ser aprobado mediante garantías de calidad, referencias internas y otros medios de buenas prácticas de laboratorio (BPL). NOTA Serie de la OCDE sobre principios de buenas prácticas de laboratorio y control del cumplimiento, Número 1, Principios de la OCDE sobre buenas prácticas de laboratorio (revisados en 1997), ENV/MC/CHEM(98)17.</p> <p><b>Verificación:</b> El laboratorio verificará todos los pasos de la metodología de análisis, especialmente que no se libera una cantidad sustancial de mercurio al aire ambiente durante el procesamiento mecánico, por ejemplo, la molienda, la trituración, el tamizado y la separación. También verificará que se ha completado la digestión con ácido. En la parte insoluble de la muestra, filtrada tras la digestión, se analizará el mercurio restante. Los resultados del procedimiento de verificación deberán estar documentados y disponibles.</p> <p><b><u>Observaciones sobre el análisis del mercurio en metales heterogéneos o mixtos fracciones metal-plástico</u></b> El desarrollo de una metodología para analizar el mercurio en fracciones mixtas heterogéneas procedentes del tratamiento de lámparas es un reto porque:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- existen diferentes formas químicas de mercurio en las fracciones de las lámparas, incluida la amalgama; todas ellas estarán cubiertas por el método de análisis;</li> <li>- el mercurio es un elemento móvil a temperatura ambiente y superior, por lo que puede perderse fácilmente en el aire ambiente, especialmente durante el procesamiento mecánico de la muestra</li> <li>- La digestión del metal necesita mucho ácido fuerte (agua regia, ácido nítrico), por lo que es importante la homogeneización mediante tratamiento mecánico de la muestra;</li> </ul>	Volumen de la muestra = aprox. 1 l

		<ul style="list-style-type: none"><li>- la composición de las fracciones metálicas mixtas procedentes del tratamiento de lámparas puede ser muy diferente en cuanto a tamaño, tipo de metal, plásticos, cerámica y vidrio.</li></ul> <p>Para asegurarse de que existe un enfoque práctico y seguro para analizar el mercurio en esas fracciones heterogéneas con resultados reproducibles, se está desarrollando una metodología y se está probando con diferentes laboratorios. Esta metodología se basa en la mineralización de la muestra molida a 5 mm, mediante ácido nítrico a temperatura ambiente.</p>	
--	--	--	--

Flujo de RAEE	Tipo de análisis	Descripción del análisis	Comentarios
Paneles fotovoltaicos	<b>Plomo en fracciones de vidrio</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-5 (cláusula 4.4):</b></p> <p><b>Principios:</b> La preparación de la porción de prueba, incluida la homogeneización de las muestras heterogéneas, se realizará de acuerdo con una de las siguientes normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EN ISO 15587-1,</li> <li>- EN ISO 15587-2,</li> <li>- EN 15002,</li> <li>- EN 13650.</li> </ul> <p>El análisis químico, la separación de la porción de prueba y la identificación de los metales pesados se llevarán a cabo de acuerdo con una de las siguientes normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EN ISO 17852,</li> <li>- EPA6020A - 1 Revisión 1, febrero de 2007,</li> <li>- EN ISO 17294-2.</li> </ul>	Volumen de la muestra = aprox. 1 l
Paneles fotovoltaicos	<b>Cadmio en fracciones de vidrio</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-5 (cláusula 4.4):</b></p> <p><b>Principios:</b> La preparación de la porción de prueba, incluida la homogeneización de las muestras heterogéneas, se realizará de acuerdo con una de las siguientes normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EN ISO 15587-1,</li> <li>- EN ISO 15587-2,</li> <li>- EN 15002,</li> <li>- EN 13650.</li> </ul> <p>El análisis químico, la separación de la porción de prueba y la identificación de los metales pesados se llevarán a cabo de acuerdo con una de las siguientes normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EN ISO 17852,</li> <li>- EPA6020A - 1 Revisión 1, febrero de 2007,</li> <li>- EN ISO 17294-2.</li> </ul>	Volumen de la muestra = aprox. 1 l
Paneles fotovoltaicos	<b>Selenio en fracciones de vidrio</b>	<p><b>Descripción del método según la norma CLC/TS 50625-3-5 (cláusula 4.4):</b></p> <p><b>Principios:</b> La preparación de la porción de prueba, incluida la homogeneización de las muestras heterogéneas, se realizará de acuerdo con una de las siguientes normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EN ISO 15587-1,</li> <li>- EN ISO 15587-2,</li> <li>- EN 15002,</li> <li>- EN 13650.</li> </ul> <p>El análisis químico, la separación de la porción de prueba y la identificación de los metales pesados se llevarán a cabo de acuerdo con una de las siguientes normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EN ISO 17852,</li> <li>- EPA6020A - 1 Revisión 1, febrero de 2007,</li> <li>- EN ISO 17294-2.</li> </ul>	Volumen de la muestra = aprox. 1 l

