



Residuos



Oportunidades



Impacto positivo

# RECICLABILIDAD DE LOS PRINCIPALES MATERIALES PARA CARPINTERÍAS: PVC Y ALUMINIO

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>Datos del proyecto</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Requisitos del estudio</b>	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>Definiciones</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>Procesos de producción de residuos post-consumo</b>	<b>13</b>
<b>4.1</b>	<b>Normativa aplicable</b>	<b>13</b>
<b>4.2</b>	<b>Tipologías de residuos plásticos y metálicos (aluminio) generados en los procesos de construcción y/o demolición</b>	<b>25</b>
<b>4.3</b>	<b>Producción y tratamiento en obra nueva</b>	<b>29</b>
<b>4.4</b>	<b>Producción y tratamiento en demolición/rehabilitación</b>	<b>33</b>
<b>4.5</b>	<b>Conclusiones parciales en la producción y clasificación de residuos</b>	<b>35</b>
<b>5.</b>	<b>Procesos de gestión y tratamiento de los residuos / Valorización</b>	<b>37</b>
<b>5.1</b>	<b>Normativa aplicable</b>	<b>37</b>
<b>5.2</b>	<b>Procesos y vías de tratamiento de los residuos</b>	<b>47</b>
<b>5.3</b>	<b>Análisis sectorial, evaluación de impacto y reciclaje efectivo</b>	<b>60</b>
<b>5.4</b>	<b>Conclusiones parciales de la cadena de tratamiento y valorización</b>	<b>67</b>
<b>6.</b>	<b>Procesos de consumo y fabricación de materiales reciclados</b>	<b>69</b>
<b>6.1</b>	<b>Normativa aplicable</b>	<b>69</b>
<b>6.2</b>	<b>Procesos de fabricación con materiales reciclados</b>	<b>75</b>
<b>6.3</b>	<b>Características técnicas y limitaciones de uso de los materiales</b>	<b>83</b>
<b>6.4</b>	<b>Análisis sectorial, evaluación de impacto y reciclaje efectivo</b>	<b>89</b>
<b>6.5</b>	<b>Conclusiones parciales de la fabricación de productos reciclados</b>	<b>96</b>
<b>7.</b>	<b>Mercado y demanda de productos reciclados</b>	<b>99</b>
<b>8.</b>	<b>Resumen e interpretación de resultados</b>	<b>101</b>

## 1. DATOS DEL PROYECTO

Estudio orientado a conocer la circularidad real de los materiales de PVC y aluminio dentro de los productos de perfilería para carpinterías.

El estudio está enfocado con un análisis del ciclo de vida del material, desde su clasificación como residuo de post-consumo hasta su transformación en nuevo producto, centrándose en los 3 eslabones principales de la cadena de valor:

- Producción del residuo
- Tratamiento y transformación a materia secundaria/reciclada (Recuperación)
- Fabricación de nuevos productos reciclados

Y siempre desde el análisis de 3 tres puntos de vista o exigencias básicas:

- Normativa
- Procesos de aplicación/ejecución
- Rentabilidad y mercado

Los datos e información obtenidos en cada uno de los puntos de análisis parten de un doble criterio:

La ejecución práctica, que se enfoca principalmente en el apartado de producción y tratamiento de residuos, cuya fuente es el big data analizado por el software 360 Advisor. Los datos están referenciados a obras de construcción y demolición de más de 100 proyectos de las tipologías; residencial, dotacional, terciario e industrial, más de 310 flujos/familias de residuos tipificados según la Decisión 2014/955/UE y 70 gestoras, incluyendo sus tratamientos asociados a nivel Nacional.

El análisis teórico-técnico de los procesos, se han utilizado tanto fuentes propias de conocimiento de los expertos y asesores de CoCircular como de las siguientes fuentes oficiales:

- Reciclado de aluminio, formación de formadores, ARPAL, 2013.  
[http://www.exyge.eu/blog/wp-content/uploads/2014/02/medioambiente\\_aluminio.pdf](http://www.exyge.eu/blog/wp-content/uploads/2014/02/medioambiente_aluminio.pdf)
- ARPAL: <https://aluminio.org/el-aluminio-y-su-reciclado/#>
- Memoria Anual 2021, ARPAL, 2022.  
<https://aluminio.org/wp-content/uploads/2022/07/MEMORIA-ARPAL-2021-C-ASTPantalla-1.pdf>
- Daniel Brough, Hussam Jouhara, The aluminium industry: A review on state-of-the-art technologies, environmental impacts and possibilities for waste heat recovery, International Journal of Thermofluids, Volumes 1-2,

2020.

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2666202719300072?token=C60487AB29CF84F5F16ECE237018146798884484C06DE9DCDE32399DABF2D66E45DBFFE6AD08A46D85F4EC66A0C00BB0&originRegion=eu-west-1&originCreaction=20220921100621>

- Confemetal: <https://confemetal.es/>
- B.S. Sosa, R.B. Banda-Noriega y E.M. Guerrero. Industrias de fundición: aspectos ambientales e indicadores de condición ambiental, revista de metalurgia, 2013.  
<file:///C:/Users/Ines/Downloads/1264-Article%20Text-1280-1-10-20130320.pdf>
- Recovinyl Recycling Results 2021 A Detailed Overview, Vinylplus 2022  
[https://www.recovinyl.com/\\_files/ugd/ed9371\\_20af6c087e26416794a3288b829f8d59.pdf](https://www.recovinyl.com/_files/ugd/ed9371_20af6c087e26416794a3288b829f8d59.pdf)
- Informe sobre las actividades de 2020 resumen de los principales logros de los últimos diez años, Vinilplus 2021  
[https://vinylplus.eu/wp-content/uploads/2021/05/VinylPlus-Progress-Report-2021\\_ES\\_sp.pdf](https://vinylplus.eu/wp-content/uploads/2021/05/VinylPlus-Progress-Report-2021_ES_sp.pdf)
- PVC Windows and related Building Products using rPVC and being Recyclable Design-for Recycling Guidelines, EPPA, 2021  
[https://www.eppa-profiles.eu/\\_files/ugd/e68b76\\_4829c1204c27466fbc6a9757d7d3c0da.pdf](https://www.eppa-profiles.eu/_files/ugd/e68b76_4829c1204c27466fbc6a9757d7d3c0da.pdf)
- PVC-U Window Profiles containing Recyclate (rPVC-U), EPPA 2021.  
[https://www.eppa-profiles.eu/\\_files/ugd/e68b76\\_c79463fb537143dd9f231f7e21ac75ad.pdf](https://www.eppa-profiles.eu/_files/ugd/e68b76_c79463fb537143dd9f231f7e21ac75ad.pdf)
- Dossier informativo, PVC foro iberico, 2005.  
[https://www.cepex.com/wp-content/uploads/2017/07/dossier\\_informativo\\_pvc\\_reciclaje.pdf](https://www.cepex.com/wp-content/uploads/2017/07/dossier_informativo_pvc_reciclaje.pdf)
- Annual report 2021, Hydro 2022.  
<https://www.hydro.com/globalassets/download-center/investor-downloads/ar21/annual-report-2021.pdf>
- Asociación europea del aluminio:<https://www.european-aluminium.eu/>
- Aluminium: The base metal for the green transition, European Aluminium, 2022.
- Aluminium in action: Shaping solutions for a sustainable society. European Aluminium, 2022.

- Aluminium: The base metal for the green transition, European Aluminium, 2022.
- Recycling aluminium, a pathway to a sustainable economy, European Aluminium, 2016.
- How to increase the use of recycled materials: Outlook and lessons learned about circular economy from the aluminium industry. Hydro, 2022.
- Guía de buenas prácticas para el reciclaje de metales en Cataluña, ARC y GRC, 2010.  
[https://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/prevenccio/guia\\_metales\\_ok.pdf](https://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/prevenccio/guia_metales_ok.pdf)
- La carpintería de PVC, su reciclado y la economía circular, Asoven 2019.  
<https://www.asoven.com/wp-content/uploads/2019/06/LA-CARPINTERIA-DE-PVC-SU-RECICLADO-Y-LA-ECONOMIA-CIRCULAR-4-11-de-junio-2019.pdf>
- Aluminium stewardship initiative:  
<https://aluminium-stewardship.org/>
- Recycling aluminium, a pathway to a sustainable economy, European Aluminium, 2016.  
[https://european-aluminium.eu/media/3421/ea\\_recycling-brochure-2016.pdf](https://european-aluminium.eu/media/3421/ea_recycling-brochure-2016.pdf)
- Aluminium windows contribute to the circular economy, European Aluminium, 2019.  
[https://www.european-aluminium.eu/media/2707/aluminium-windows-contribute-to-the-circular-economy\\_march\\_2019-1.pdf](https://www.european-aluminium.eu/media/2707/aluminium-windows-contribute-to-the-circular-economy_march_2019-1.pdf)
- Progress report 2022, reporting on 2021 activities, VinylPlus, 2021.  
[https://www.recovinyl.com/\\_files/ugd/ed9371\\_16865626e9d049498e0e936a83f30e28.pdf](https://www.recovinyl.com/_files/ugd/ed9371_16865626e9d049498e0e936a83f30e28.pdf)
- La sostenibilidad del aluminio en la edificación, European Aluminium association.  
<https://www.european-aluminium.eu/media/3246/la-sostenibilidad-del-aluminio-en-la-edificacion.pdf>
- Libro verde: cuestiones medioambientales relacionadas con el PVC, CE, 2001
- Textos normativos pertenecientes al comité técnico de normalización CTN 085 de UNE de cerramientos de huecos en la edificación, ASEFAVE, 2022.

- Resolución del Parlamento Europeo, de 12 de febrero de 2020, sobre el proyecto de Reglamento de la Comisión por el que se modifica, en lo que respecta al plomo y sus compuestos, el anexo XVII del Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH)
- Documento marcado CE en el sector del cerramiento, Miteco, 2018
- DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo
- Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular
- Pacto Verde Europeo
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Ley 8/2010, de 31 de marzo, por la que se establece el régimen sancionador previsto en los Reglamentos (CE) relativos al registro, a la evaluación, a la autorización y a la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH) y sobre la clasificación, el etiquetado y el envasado de sustancias y mezclas (CLP), que lo modifica.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- PVC Windows and related Building Products using rPVC and being Recyclable, EPPA, 2021
- PVC-U Window Profiles containing Recyclate (rPVC-U), EPPA, 2021.
- Guía de aplicación del reglamento de productos de construcción a puertas, ventanas y fachadas ligeras de aluminio
- Legacy additives in rigid PVC and progress towards sustainability: A closer look at recycling and the circular economy in Europe. The Natural Step. 2018.
- Plastic Recycling Factsheet. EuRIC AISBL – Recycling: Bridging Circular Economy & Climate Policy. 2020.
- Recasting the Energy Performance of Buildings Directive: Opening up the potential of windows, 2022.

- Carlisle, S., Friedlander, E. The influence of durability and recycling on life cycle impacts of window frame assemblies. *Int J Life Cycle Assess* 21, 1645–1657 (2016).
- Conte, Flora & Dinkel, Fredy & Kägi, Thomas & Heim, Thomas. (2014). *Permanent Materials - Scientific background*.
- Daniel Brough, Hussam Jouhara, The aluminium industry: A review on state-of-the-art technologies, environmental impacts and possibilities for waste heat recovery, *International Journal of Thermofluids*, Volumes 1–2, 2020.
- Catalogue of European standards in the aluminium and aluminium alloys field, European Aluminium, CEN y AFNOR normalization. 2021.
- Conte, Flora & Dinkel, Fredy & Kägi, Thomas & Heim, Thomas. (2014). *Permanent Materials - Scientific background*.
- Kuchariková, Lenka & Tillová, Eva & Bokuvka, Otakar. (2016). Recycling and properties of recycled aluminium alloys used in the transportation industry. *Transport Problems*. 11. 117-122.
- How to increase the use of recycled materials: Outlook and lessons learned about circular economy from the aluminium industry. *Hydro*, 2022.
- Module D is essential to assess the real life-cycle and circularity of products and buildings. *Metals for Buildings*, 2021.
- Declaración Ambiental de Producto de Ventanas de Aluminio. AEA, 2020.

## 2. REQUISITOS DEL ESTUDIO

Se recogen todos los requisitos y bases de estudio a analizar según los requerimientos de la AEA, estableciendo los objetivos y guía de estudio a seguir, estos requisitos son:

- Análisis y resultado de la reciclabilidad efectiva de los productos plásticos de PVC y metálicos de aluminio utilizados en el sector de la construcción (perfilería de carpinterías principalmente) en los procesos de ejecución de obra nueva.
- Análisis y resultado de la reciclabilidad efectiva de los productos plásticos de PVC y metálicos de aluminio utilizados en el sector de la construcción (perfilería de carpinterías principalmente) en los procesos de ejecución de rehabilitación y/o demolición.
- Recuperación y reciclaje de los materiales plásticos de PVC (totales o parciales) tras la finalización de su vida útil.
- Recuperación y reciclaje de los materiales metálicos de aluminio (totales o parciales) tras la finalización de su vida útil.
- Identificación de los agentes e industria del tratamiento de los plásticos de PVC del territorio Nacional
- Identificación de los agentes e industria del tratamiento del aluminio del territorio Nacional
- Análisis de las exigencias normativas y su cumplimiento respecto al tratamiento y recuperación/reciclaje de los productos plásticos de PVC y metálicos de aluminio utilizados en el sector de la construcción.
- Cuantificación de la efectividad de recuperación/reciclaje de los productos plásticos de PVC y metálicos de aluminio utilizados en el sector de la construcción (perfilería de carpinterías principalmente) en la aplicación práctica real



### 3. DEFINICIONES

**Agente:** toda persona física o jurídica que organice la valorización o la eliminación de residuos por encargo de terceros, incluidas aquellas que no tomen posesión física de los residuos.

**Cadmio:** metal pesado de color blanco azulado, mayormente utilizado para la fabricación de pilas y baterías, también se usa como estabilizante en la fabricación de compuestos poliméricos. Es altamente tóxico, recogido dentro de REACH como sustancia carcinógena y tóxica para el medio ambiente.

**Circularidad:** dentro del concepto de sostenibilidad, se refiere a todo aquel proceso o ciclo de vida no lineal, que a símil de los procesos naturales no tiene principio ni final y se encuentra en un proceso continuo de regeneración.

**Economía circular:** sistema económico en el que el valor de los productos, materiales y demás recursos de la economía dura el mayor tiempo posible, potenciando su uso eficiente en la producción y el consumo, reduciendo de este modo el impacto medioambiental de su uso, y reduciendo al mínimo los residuos y la liberación de sustancias peligrosas en todas las fases del ciclo de vida, en su caso mediante la aplicación de la jerarquía de residuos.

**Eliminación:** cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o materiales, siempre que estos no superen el 50 % en peso del residuo tratado, o el aprovechamiento de energía. Clasificados normativamente en el anexo III de la Ley 7/2022.

**Ftalatos:** compuestos plastificadores, solventes inertes de bajo peso molecular que se añaden a los polímeros rígidos para conferirles algunas características como la flexibilidad o la maleabilidad. Están considerados como sustancias tóxicas para la salud humana y disruptor químico endocrino por la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA), así como perjudiciales para el medio ambiente.

**Gestión de residuos:** la recogida, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la clasificación y otras operaciones previas; así como la vigilancia de estas operaciones y el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos. Se incluyen también las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente.

**Gestor de residuos:** la persona física o jurídica, pública o privada, registrada mediante autorización o comunicación que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

**Plástico:** el material compuesto por un polímero tal como se define en el artículo 3.5 del Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) n.º 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) n.º 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión, al que pueden haberse añadido aditivos u otras sustancias, y que puede funcionar como principal componente estructural de los productos finales, con la excepción de los polímeros naturales que no han sido modificados químicamente. Las pinturas, tintas y adhesivos que sean materiales poliméricos no están incluidos.

**Plástico biodegradable:** un plástico capaz de sufrir descomposición física o biológica, de modo que, en último término, se descompone en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), biomasa y agua, y que, conforme a las normas europeas en materia de envases, es valorizable mediante compostaje y digestión anaerobia.

**Plástico oxodegradable:** materiales plásticos que incluyen aditivos, los cuales mediante oxidación, provocan la fragmentación del material plástico en microfragmentos o su descomposición química.

**Plomo:** metal pesado de color gris oscuro, mayormente utilizado en forma de sales como estabilizante en la fabricación de compuestos poliméricos. Es altamente tóxico, recogido dentro de REACH como sustancia carcinógena y tóxica para el medio ambiente (especialmente para los organismos acuáticos).

**Poseedor (de residuos):** el productor de residuos u otra persona física o jurídica que esté en posesión de residuos. Se considerará poseedor de residuos al titular catastral de la parcela en la que se localicen residuos abandonados o basura dispersa, siendo responsable administrativo de dichos residuos, salvo en aquellos casos en los que sea posible identificar al autor material del abandono o poseedor anterior.

**Preparación para la reutilización:** la operación de valorización consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa y dejen de ser considerados residuos si cumplen las normas de producto aplicables de tipo técnico y de consumo.

**Productor (de residuos):** cualquier persona física o jurídica cuya actividad produzca residuos (productor inicial de residuos) o cualquier persona que

efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos. En el caso de las mercancías retiradas por los servicios de control e inspección en las instalaciones fronterizas, se considerará productor de residuos al titular de la mercancía o bien al importador o exportador de la misma según se define en la legislación aduanera. En el caso de las mercancías retiradas por las autoridades policiales en actos de decomisos o incautaciones efectuadas bajo mandato judicial, se considerará productor de residuos al titular de la mercancía.

**Reciclado:** toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.

**Recogida:** operación consistente en el acopio, la clasificación y almacenamiento iniciales de residuos, de manera profesional, con el objeto de transportarlos posteriormente a una instalación de tratamiento.

**Recogida separada/segregada:** la recogida en la que un flujo de residuos se mantiene por separado, según su tipo y naturaleza, para facilitar un tratamiento específico.

**Residuo:** cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.

**Residuo no peligroso (RNP):** residuo que no cumple ningún criterio de residuo peligroso

**Residuo peligroso (RP):** residuo que presenta una o varias de las características de peligrosidad enumeradas en el anexo I de la Ley 7/2022 y aquél que sea calificado como residuo peligroso por el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa de la Unión Europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte. También se comprenden en esta definición los recipientes y envases que contengan restos de sustancias o preparados peligrosos o estén contaminados por ellos, a no ser que se demuestre que no presentan ninguna de las características de peligrosidad enumeradas en el anexo I de la Ley 7/2022.

**Residuos de construcción y demolición:** residuos generados por las actividades de construcción y demolición.

**Reutilización:** cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.

**Transporte de residuos:** operación de gestión consistente en el movimiento de residuos de forma profesional por encargo de terceros, llevada a cabo por empresas en el marco de su actividad profesional, sea o no su actividad principal.

**Tratamiento:** las operaciones de valorización o eliminación, incluida la preparación anterior a la valorización o eliminación.

**Tratamiento intermedio:** las operaciones de valorización R12 y R13 y las operaciones de eliminación D8, D9, D13, D14 y D15, conforme a los anexos II y III de la Ley 7/2022.

**Valorización:** cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general. En el anexo II, se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de valorización.

**Valorización de materiales:** toda operación de valorización distinta de la valorización energética y de la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles u otros medios de generar energía. Incluye, entre otras operaciones, la preparación para la reutilización, el reciclado y el relleno.

## 4. PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE RESIDUOS POST-CONSUMO

### 4.1. NORMATIVA APLICABLE

Las principales normativas que afectan a la producción y tratamiento de los residuos producidos durante los procesos propios de la actividad constructiva son las leyes generales de residuos y las específicas sectoriales de construcción, debida a la particularidad en el proceso de producción y establecimiento de responsabilidades/obligaciones de los diferentes agentes.

- **Ley 7/2022 de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.**

Se trata de la actual y vigente normativa en materia de regulación de la producción, gestión y tratamiento de los residuos para cualquier sector y ámbito de producción, regulando desde la aparición del residuo, hasta su transformación en material reutilizable, alcanzando la condición de fin de residuo.

Los artículos que conciernen al sector y ámbito de estudio del informe son:

#### **Artículo 6. Clasificación y Lista europea de residuos.**

1. La identificación y clasificación de los residuos se hará de conformidad con la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, Cuando se indique la codificación de un residuo como peligroso, dicha codificación será vinculante [...]

Según la lista de residuos, las clasificaciones posibles dentro del sector productor son las siguientes:

<b>Grupo clasificación</b>	<b>Descripción clasificación</b>
15	<b>RESIDUOS DE ENVASES; ABSORBENTES, TRAJOS DE LIMPIEZA, MATERIALES DE FILTRACIÓN Y ROPAS DE PROTECCIÓN NO ESPECIFICADOS EN OTRA CATEGORÍA</b>
15 01	Envases [incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal].

15 01 01	Envases de papel y cartón
15 01 02	Envases de plástico.
15 01 03	Envases de madera.
15 01 04	Envases metálicos.
15 01 05	Envases compuestos.
15 01 06	Envases mezclados.
15 01 07	Envases de vidrio.
15 01 09	Envases textiles.
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.
15 01 11*	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos, que contienen una matriz porosa sólida peligrosa [por ejemplo, amianto].
<b>15 02</b>	<b>Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras.</b>
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración [incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría], trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.
15 02 03	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras distintos de los especificados en el código 15 02 02.

<b>17</b>	<b>RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN [INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS]</b>
<b>17 01</b>	<b>Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.</b>
17 01 01	Hormigón.
17 01 02	Ladrillos
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos.
17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.
<b>17 02</b>	<b>Madera, vidrio y plástico.</b>
17 02 01	Madera.
17 02 02	Vidrio
17 02 03	Plástico.
17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.

17 03	<b>Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados</b>
17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.
17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados.
<b>17 04</b>	<b>Metales [incluidas sus aleaciones].</b>
17 04 01	Cobre, bronce, latón.
17 04 02	Aluminio.
17 04 03	Plomo.
17 04 04	Zinc.
17 04 05	Hierro y acero.
17 04 06	Estaño.
17 04 07	Metales mezclados.
17 04 09*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas.
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.



17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.
<b>17 05</b>	<b>Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.</b>
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.
17 05 05*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas.
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05.
17 05 07*	Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas.
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07.
<b>17 06</b>	<b>Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.</b>
17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto.
17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.
17 06 05*	Materiales de construcción que contienen amianto.

17 08	<b>Materiales de construcción a partir de yeso.</b>
17 08 01*	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.
17 09	<b>Otros residuos de construcción y demolición</b>
17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.
17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB [por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB].
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición [incluidos los residuos mezclados] que contienen sustancias peligrosas.
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.

### **Artículo 8. Jerarquía de residuos.**

1. Las autoridades competentes, en el desarrollo de las políticas y de la legislación en materia de prevención y gestión de residuos, aplicarán para conseguir el mejor resultado medioambiental global, la jerarquía de residuos por el siguiente orden de prioridad:

- a) Prevención,
- b) preparación para la reutilización,
- c) reciclado,
- d) otro tipo de valorización, incluida la valorización energética y
- e) eliminación.

No obstante, si para conseguir el mejor resultado medioambiental global en determinados flujos de residuos fuera necesario apartarse de dicha jerarquía, se podrá adoptar un orden distinto de prioridades previa justificación [...]

**Artículo 20. Obligaciones del productor inicial u otro poseedor relativas a la gestión de sus residuos.**

1. El productor inicial u otro poseedor de residuos está obligado a asegurar el tratamiento adecuado de sus residuos, de conformidad con los principios establecidos en los artículos 7 y 8. Para ello, dispondrá de las siguientes opciones:

- a) Realizar el tratamiento de los residuos por sí mismo, siempre que disponga de la correspondiente autorización para llevar a cabo la operación de tratamiento.
- b) Encargar el tratamiento de sus residuos a un negociante registrado o a un gestor de residuos autorizado que realice operaciones de tratamiento.
- c) Entregar los residuos a una entidad pública o privada de recogida de residuos [...]

[...] Dichas obligaciones deberán acreditarse documentalmente.

2. Cuando los residuos se entreguen desde el productor inicial o poseedor a alguna de las personas físicas o jurídicas mencionadas en el apartado anterior para el tratamiento intermedio o a un negociante, como norma general no habrá exención de la responsabilidad de llevar a cabo una operación de tratamiento completo. La responsabilidad del productor inicial o poseedor del residuo concluirá cuando quede debidamente documentado el tratamiento completo, a través de los correspondientes documentos de traslado de residuos, y cuando sea necesario, mediante un certificado o declaración responsable de la instalación de tratamiento final, los cuales podrán ser solicitados por el productor inicial o poseedor. [...]

[...] 4. Para facilitar la gestión de sus residuos, el productor inicial u otro poseedor de residuos, estará obligado a:

- a) Identificar los residuos, antes de la entrega para su gestión [...]

b) Suministrar a las empresas autorizadas para llevar a cabo la gestión de residuos la información necesaria para su adecuado tratamiento, incluyendo la establecida en el apartado anterior. [...]

5. Las normas de cada flujo de residuos podrán establecer la obligación del productor u otro poseedor de residuos de separarlos por tipos de materiales, en los términos y condiciones que reglamentariamente se determinen y siempre que esta obligación sea técnica, económica y medioambientalmente factible

**Artículo 21. Obligaciones del productor inicial u otro poseedor relativas al almacenamiento, mezcla, envasado y etiquetado de residuos.**

En relación con el almacenamiento, la mezcla, el envasado y el etiquetado de residuos en el lugar de producción, el productor inicial u otro poseedor de residuos está obligado a:

a) Disponer de una zona habilitada e identificada para el correcto almacenamiento de los residuos [...]

[...] b) No mezclar residuos no peligrosos si eso dificulta su valorización de conformidad con el artículo 8.

c) No mezclar ni diluir los residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales. [...]

d) Envasar los residuos peligrosos de conformidad con lo establecido en el artículo 35 del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) n.º 1907/2006.

e) Los recipientes o envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara y visible [...]

**Artículo 24. Preparación para la reutilización, reciclado y valorización de residuos.**

1. Las autoridades competentes adoptarán las medidas necesarias para asegurar que los residuos se destinen a preparación para la reutilización, reciclado u otras operaciones de valorización, de conformidad con los artículos 7 y 8.

2. Las autoridades competentes, en sus respectivos ámbitos, promoverán las actividades de preparación para la reutilización, en particular:

a) Fomentarán el establecimiento de redes de preparación para la reutilización [...]

[...] b) Facilitarán, cuando sea compatible con la correcta gestión de los residuos, el acceso de estas redes a residuos que puedan ser preparados para la reutilización y que estén en posesión de instalaciones de recogida, aunque esos residuos no estuvieran originalmente destinados a esa operación. [...]

[...] c) Promoverán la utilización de instrumentos económicos, criterios de adjudicación, objetivos cuantitativos u otras medidas.

3. Las autoridades competentes, en sus respectivos ámbitos, promoverán el reciclado de alta calidad, de forma que se obtengan productos y materiales con calidad suficiente para sustituir a las materias primas vírgenes en procesos industriales. En ese sentido se podrán establecer limitaciones a los materiales impropios presentes en los flujos de recogida separada, entre otros.

4. Los residuos susceptibles de ser preparados para reutilización o reciclados no podrán destinarse a incineración [...]

### **Artículo 25. Recogida separada de residuos para su valorización.**

1. Con el objeto de facilitar o mejorar lo dispuesto en el artículo 24, con carácter general, los residuos se recogerán por separado y no se mezclarán con otros residuos u otros materiales con propiedades diferentes y, en el caso de los residuos peligrosos, se retirarán, antes o durante la valorización, las sustancias, mezclas y componentes peligrosos que contengan estos residuos [...]

[...] Se prohíbe la incineración, con o sin valorización energética, y el depósito en vertedero de los residuos recogidos de forma separada para su preparación para la reutilización y para su reciclado, de conformidad con el artículo 24, a excepción de los residuos generados en las operaciones de preparación para la reutilización y de reciclado de estos residuos recogidos de forma separada

### **Artículo 26. Objetivos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización.**

1. Con objeto de cumplir los objetivos de la ley y de contribuir hacia una economía circular europea con un alto nivel de eficiencia de los recursos, las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias, a través de los planes y programas de gestión de residuos, para garantizar que se logran los siguientes objetivos:

[...] b) La cantidad de residuos no peligrosos de construcción y demolición destinados a la preparación para la reutilización, el reciclado y otra valorización de materiales, incluidas las operaciones de relleno, con exclusión de los materiales en estado natural definidos en la categoría 17 05 04 de la lista de residuos, deberá alcanzar como mínimo el 70% en peso de los producidos. [...]

### **Artículo 27. Eliminación de residuos.**

1. Las autoridades competentes, en sus respectivos ámbitos, se asegurarán de que, cuando no se lleve a cabo la valorización según lo dispuesto en el artículo 24, los residuos sean objeto de operaciones de eliminación seguras adoptando las medidas que garanticen la protección de la salud humana y el medio ambiente.

2. Los residuos deberán ser sometidos a tratamiento previo a su depósito en vertedero conforme a lo que se establezca en la normativa aplicable que regule este tratamiento [...]

[...] 4. Se deberán destinar a eliminación aquellos residuos que contengan o estén contaminados con cualquier sustancia incluida en el anexo IV del Reglamento Europeo (UE) 2019/1021 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de junio de 2019, sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP) [...]

### **Artículo 30. Residuos de construcción y demolición.**

1. Sin perjuicio de la normativa específica para determinados residuos, en las obras de demolición, deberán retirarse, prohibiendo su mezcla con otros residuos, y manejarse de manera segura las sustancias peligrosas, en particular, el amianto.

2. A partir del 1 de julio de 2022, los residuos de la construcción y demolición no peligrosos deberán ser clasificados en, al menos, las siguientes fracciones: madera, fracciones de minerales (hormigón, ladrillos, azulejos, cerámica y piedra), metales, vidrio, plástico y yeso. [...]

[...] 3. La demolición se llevará a cabo preferiblemente de forma selectiva, y con carácter obligatorio a partir del 1 de enero de 2024, garantizando la retirada de, al menos, las fracciones de materiales indicadas en el apartado anterior [...]

- **Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.**

### **Artículo 3. Ámbito de aplicación.**

1. Este real decreto será de aplicación a los residuos de construcción y demolición definidos en el artículo 2, con excepción de:

a) Las tierras y piedras no contaminadas [...]

[...] b) Los residuos de industrias extractivas regulados por la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo.

c) Los lodos de dragado no peligrosos [...]

2. A los residuos que se generen en obras de construcción o demolición y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les será de aplicación este real decreto en aquellos aspectos no contemplados en aquella legislación.

### **Artículo 4. Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición**

1. Además de los requisitos exigidos por la legislación sobre residuos, el productor de residuos de construcción y demolición deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

a) Incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos [...]

[...] b) En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos [...] así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos [...]

[...] c) Disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado [...]

[...] d) En el caso de obras sometidas a licencia urbanística, constituir, cuando proceda [...] la fianza o garantía financiera [...]

### **Artículo 5. Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición.**

1. Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos [...]

[...] 2. El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo [...] estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos [...]

Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

3. La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente [...]

[...] 4. El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

5. Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón: 80 t.

Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t.

Metal: 2 t.

Madera: 1 t.

Vidrio: 1 t.

Plástico: 0,5 t.

Papel y cartón: 0,5 t.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan [...]



[...] 6. El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma en que se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

7. El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión [...]

### **Artículo 11. Actividades de eliminación de residuos de construcción y demolición mediante depósito en vertedero.**

1. Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

Esta disposición no se aplicará a los residuos inertes cuyo tratamiento sea técnicamente inviable ni a los residuos de construcción y demolición cuyo tratamiento no contribuya a los objetivos establecidos en el artículo 1, ni a reducir los peligros para la salud humana o el medio ambiente. [...]

### **Disposición adicional primera. Régimen aplicable a la producción y posesión de residuos de construcción y demolición en obras menores de construcción o reparación domiciliaria.**

Las obligaciones establecidas en los artículos 4 y 5 no serán de aplicación a los productores o poseedores de residuos de construcción y demolición en obras menores de construcción o reparación domiciliaria [...]

## **4.2. TIPOLOGÍAS DE RESIDUOS PLÁSTICOS Y METÁLICOS (ALUMINIO) GENERADOS EN LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN Y/O DEMOLICIÓN**

Debido a la variedad y cantidad de productos y materiales utilizados para la realización de obras de construcción/edificación, se producen, tanto durante los procesos de ejecución, como al final de la vida útil del edificio, una extensa variedad de residuos.

Esta variedad provoca en numerosas ocasiones una compleja clasificación y agrupación de los mismos, puesto que muchos productos y elementos constructivos se encuentran formados por un conjunto mezclado o compuesto de más de un material, con diferentes características y propiedades físico químicas, normalmente indetectables a simple vista.

Partiendo de las herramientas de clasificación y codificación que nos ofrece la normativa, y los materiales más comúnmente utilizados en la edificación moderna, podemos clasificar los residuos en los siguiente grupos:

- Fracciones minerales / Pétreos:  
Que engloban todos aquellos materiales que tienen características similares, de origen mineral, ya sean naturales o artificiales como:
  - Hormigón
  - Cerámicos
  - Porcelanas
  - Piedra natural
  - Piedra artificial
  - Materiales con base cementosaDe este grupo se descartan todos aquellos materiales que contengan yeso o estén armados con fibras (especialmente amianto)
- Maderas  
Materiales que exclusivamente contengan maderas naturales no tratadas o mezcladas con otros productos químicos o materiales como:
  - Productos naturales de desbroce o silvicultura
  - Madera maciza sin tratar
  - Productos realizados con fibras o partículas de madera sin tratar
  - Envases de madera sin tratar (Cajas, palets...)Se descarta de este grupo todos los materiales compuestos o tratados con pinturas y/o químicos, chapados, melaminas y recubrimientos plásticos (mobiliario)
- Papel/Cartón  
Productos y materiales realizados a base de celulosa, en los que se contempla un % limitado de contenido de tintes y pinturas, pero no contenido de químicos, minerales u otros materiales adheridos
  - Envases de Cartón
  - Envases de Papel
  - Papel Kraft
  - Papel de oficinaSe descarta de este grupo todos los envases mixtos o compuestos plastificados, o que contengan restos del contenido (sacos de mortero, encofrados prefabricados...)
- Vidrio  
Contempla cualquier material fabricado con vidrio, admitiendo que contengan pigmentación, pinturas e incluso un % limitado de otros materiales:
  - Espejos
  - Gresites
  - Vidrios de ventanas

- Envases
- Mobiliario

o **Metales**

Es uno de los grupos de producción con mayor cuantía y volumen, especialmente por los materiales férricos, presentes en las armaduras y elementos estructurales del edificio. Aunque existen otros metales comúnmente utilizados en la edificación, como en instalaciones, sistemas modulares de fachadas o tabiquería, instalaciones, cerramientos y carpinterías.

Debido a esto y a su fácil clasificación y diferenciación entre sí por métodos simples, es el único grupo junto con los pétreos que posee una subclasificación tipificada por metal dentro del grupo general.

En este grupo, la clasificación admite que contengan pigmentación, pinturas e incluso restos o componentes de otros materiales, sean o no metálicos.

Atendiendo a la clasificación tipificada según tipología de metal y al tipo de proceso constructivo podemos encontrar los siguientes residuos metálicos;

En obras de rehabilitación, demolición de edificaciones con  $\geq 50$  años:

- Plomo
- Hierro
- Bronce / Latón
- Cobre
- Zinc
- Metales mezclados

En obras de rehabilitación, demolición de edificios entre los 50 - 30 años:

- Hierro / Acero
- Bronce / Latón
- Cobre
- Aluminio
- Metales mezclados

En obras de rehabilitación, demolición con  $<30$  años o nueva construcción, sobre todo encontramos materiales de Acero, hierro galvanizado y aluminio, encontrándonos con otros metales como el cobre en cableado o instalaciones de climatización.

Dentro de la clasificación particular del grupo de Aluminio, estos residuos provienen principalmente de:

- Carpinterías metálicas de puertas y ventanas
- Persianas
- Elementos estructurales y perfiles de sistemas de fachada ventilada
- Elementos estructurales y perfiles de instalaciones solares (fotovoltaica y térmica)
- Composites para fachada ventilada
- Elementos de cerrajería
- Chapas decorativas
- Cableado (gran sección)
- Otros

o **Plásticos**

Desde la irrupción de los polímeros plásticos, estos han ido sustituyendo de forma progresiva a otros materiales para la fabricación de productos de construcción, sobre todo en el campo de las instalaciones, aislamientos, mobiliario, carpinterías y envases/packaging, ya sea de manera exclusiva o en combinación con otros materiales, por lo que actualmente es uno de los grupos que más volumen genera en la producción de residuos de post-consumo.

La problemática principal de los plásticos o polímeros en general es la extensa variedad de tipos y combinaciones entre estos que existen, así como su difícil diferenciación y subclasificación, puesto que todos presentan características generales comunes prácticamente indiferenciables por métodos simples. Sumando además que aunque existe una clasificación de fabricación para su identificación, se encuentra orientada prácticamente en exclusiva para productos de envases y embalajes, dejando fuera a gran multitud de polímeros utilizados para otros usos como el de la construcción.

Esta clasificación no se contempla ni traslada a la hora de clasificar los residuos generados, unificando todo en un grupo común.

En este grupo, la clasificación admite que contengan pigmentación, pinturas, pero no que contengan otros materiales, ya sea en forma compuesta o como restos.

Atendiendo a la clasificación tipificada según tipología de fabricación y al tipo de proceso constructivo podemos encontrar los siguientes residuos plásticos;

En obras de rehabilitación, demolición de edificaciones con  $\geq 50$  años:

- Policarbonato
- Metacrilato

- PVC
- Poliéster

En obras de rehabilitación, demolición de edificios entre los 50 - 30 años:

- PVC
- Poliuretano
- Poliestireno
- ABS

En obras de rehabilitación, demolición con <30 años o nueva construcción:

- PVC (rígido y flexible)
- Poliuretano
- Polipropileno
- Polietileno (HDPE, LDPE, PEX)
- Poliestireno (EPS, XPS)
- Polibutileno
- EPDM
- Teflón
- ABS

Dentro de la clasificación particular del grupo de PVC, estos residuos provienen principalmente de:

- Carpinterías de puertas y ventanas
- Persianas
- Láminas de impermeabilización
- Tuberías y canalizaciones
- Elementos auxiliares para instalaciones
- Cableado (recubrimiento)
- Perfilería y elementos decorativos
- Otros

#### **4.3. PRODUCCIÓN Y TRATAMIENTO EN OBRA NUEVA**

Mientras que los residuos producidos por los procesos de ejecución se encuentren en las instalaciones del propio centro productor (obra), y hasta que se justifique la recepción de estos por una planta de tratamiento autorizada para su gestión, deberán de cumplir unas condiciones concretas de acopio y tratamiento.

Hasta la entrada en vigor de la actual normativa (8 de Abril de 2022) estas condiciones eran:

- Separar los residuos producidos, dependiendo de las cantidades, al menos en las tipologías de Hormigón, Madera, Metal, Cerámicos, Vidrio, Plástico y Papel/Cartón.
- Evitar la mezcla de residuos, sobre todo del grupo de peligrosos o contaminantes entre sí y de éstos con residuos no peligrosos.
- Mantener en unas condiciones mínimas de calidad y limpieza, tanto las zonas destinadas al acopio de los residuos como estos mismos, evitando que puedan ser manipuladas o modificadas por personal externo al centro productor.
- Identificar mediante señalización concreta los grupos de residuos segregados.

Con la entrada en vigor de la nueva normativa, las condiciones y exigencias se mantienen, con la peculiaridad de que la separación de los residuos es obligatoria independientemente de la cantidad producida para los residuos de Fracciones minerales (Hormigón, pétreos y cerámicos), Madera, Metales, Vidrio, Plástico y Yeso. Dependiendo, únicamente, de la cantidad producida en el caso del Papel/Cartón.

Lamentablemente debido a la falta de concienciación, la especialización de las gestoras de RCD en tratamiento de materiales más allá de los pétreos, y la falta de control normativo por parte de la administración pública, la realidad de la mayoría de las obras, al menos hasta la entrada en vigor de la nueva Ley, es que no se cumplía con la segregación de flujos.

Únicamente se generaba el acopio por separado de los residuos peligrosos, y por otro 2 flujos de no peligrosos:

- Residuos mezclados de construcción y demolición (Escombro “sucio”)
- Chatarra metálica

siendo en el mejor de los casos de 3 flujos:

- Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos (Escombro “limpio”)
- Residuos mezclados de construcción y demolición (Escombro “sucio”)
- Chatarra metálica

La chatarra metálica, sea cual sea su condición material, siempre es un residuo separado, y correctamente controlado, puesto que supone en todos los casos y zonas del territorio nacional, retorno económico.

En el caso del escombro “limpio” o fracciones minerales, nunca supone un retorno económico, pero sí un menor coste de gestión y tratamiento en ciertas zonas geográficas, mientras que para el resto de flujos es difícil cumplir con los requisitos de calidad y limpieza estipulados por las plantas de tratamiento para que sean considerados aptos, por lo que la tendencia era no separar.



Actualmente, y en especial desde la entrada en vigor de la Ley 7/2022 del 8 de Abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, la tendencia es que se está mejorando notablemente la separación de los flujos de residuos, cumpliendo en muchos casos con el número mínimo exigido, aunque aún así ciertos flujos no cumplen las condiciones mínimas de calidad exigidas por las plantas, clasificando como “sucios” por lo que no reciben la línea de tratamiento adecuada. Como es el caso de los plásticos y el papel/cartón.



Por otro lado, aún sigue faltando un alto grado de concienciación y formación, sobre todo en el personal menos cualificado y que es el que realmente termina ejecutando los procesos de separación.

Este factor determinante, unido a la dificultad de identificación de manera simple, hace que en ciertos flujos sea realmente complicado realizar una correcta separación, y mucho menos subclasificación por tipología de material dentro de la familia o flujo de residuo:

- Aislamientos (17 06 04)

La clasificación correcta corresponde a todos aquellos residuos provenientes de materiales de aislamiento térmico-acústico, de origen mineral o no definidos en otros capítulos de clasificación como

- Lanas minerales
- Fibra de vidrio
- Fibras naturales
- Vidrio celular
- Materiales compuestos

pero no deberían clasificarse dentro de este grupo materiales poliméricos, como el Poliestireno, aunque provenga de productos fabricados para aislamiento como es el caso de:

- XPS (Poliestireno extruido)
- EPS (Poliestireno expandido)
- PU (espumas de poliuretano)

La realidad en obra es que o bien estos materiales se clasifican mezclados entre sí erróneamente dentro de este grupo, o incluso no se realice separación alguna, acopiando junto con otros materiales como residuos mezclados de construcción, provocando que aquellos materiales que puedan recibir tratamientos de reciclaje como el caso de



los poliestirenos, se encuentren altamente mezclados con otros productos, resultando inviable la rentabilidad del proceso de separación y siendo destinados a depósito en vertedero de inertes.

o Plásticos (17 02 03)

La problemática viene derivada por la amplitud de materiales que abarca el grupo, no existiendo subdivisión del mismo, para agrupar materiales de similares características, ya que aunque toda la familia comparta un denominador común depende de la tipología de formación química cada plástico tiene unas características concretas, siendo en muchos casos además incompatibles entre sí.

Teniendo en cuenta los plásticos que a día de hoy son técnicamente reciclables, se debería de realizar la siguiente subclasificación:

- Polietilenos (PEX, HDPE, LDPE y PET)
- Poliestirenos (EPS y XPS)
- PVC
- Resto

En este caso la dificultad de subclasificación viene derivada por la falta de espacio en obra para aumentar la zonas de acopio, la falta de identificación/marcado de tipología de plástico concreta con la que se ha fabricado el producto y la tremenda dificultad para identificar de manera simple cada tipo de plástico en muchos productos, que dependiendo del fabricante pueden estar realizados con un tipo u otro de polímero como es el caso de las tuberías, perfiles, materiales de acabado/decoración o láminas de impermeabilización.

La realidad en obra es que realizando una correcta clasificación, todos los plásticos posibles que puedan aparecer en una obra de construcción se encontrarán mezclados entre sí, en diferentes cantidades y condiciones de calidad, y dependerá de la capacidad tecnológica de la planta de tratamiento de que sean correctamente clasificados en planta, y si no, terminarán, ante la imposibilidad de realizar una clasificación económicamente viable, depositados en su mayoría en vertedero de inertes.

#### **4.4. PRODUCCIÓN Y TRATAMIENTO EN DEMOLICIÓN/REHABILITACIÓN**

Las exigencias normativas para la tipología de obras de demolición, rehabilitación y/o reforma, en el apartado de producción, gestión y tratamiento de los residuos, son las mismas que las de obra nueva, al menos actualmente, con la entrada en vigor de la nueva Ley 7/2022.

Anteriormente a la entrada en vigor de esta nueva ley, no se hacía referencia a la obligatoriedad de la realización de una demolición selectiva, pudiendo incluso no realizar segregación de RCD justificando inviabilidad técnica (por problemas de espacio principalmente), delegando la segregación completa de los residuos producidos a las gestoras de RCD.

Aún con la nueva Ley, la exigencia de realizar las demoliciones con procesos de ejecución programados y selectivos, así como la segregación de los 6 flujos recogidos en la ley; Fracciones minerales, madera, metales, vidrio, plásticos y yeso, no entrará en vigor hasta el próximo 1 de Enero de 2024, los procesos de ejecución y gestión de residuos de esta tipología de obras distan mucho de ser selectivos, con menor calidad, generalmente, que los procesos de ejecución de obra nueva.

Los inconvenientes de base son iguales que en obra nueva (generalizados en el sector) como son la falta de concienciación, de especialización de las gestoras de RCD y sobre todo la falta de control por parte de la administración pública, a lo que le sumamos además que los propios procesos de ejecución no son graduales, en los que van apareciendo de manera progresiva y diferenciada los materiales y residuos, estando en muchos casos combinados materiales incompatibles en los procesos de tratamiento como es el caso de los revestimientos de yeso sobre los paramentos cerámicos.

La realidad, tanto antes de la publicación de la nueva normativa de gestión de residuos, como en la actualidad, es que en los procesos de demolición únicamente se realizan separación de residuos peligrosos con procesos que si son selectivos y programados, como en el caso de los desamiantados y gestión de tierras contaminadas, pero una vez retirados los residuos y materiales peligrosos o contaminantes, la segregación de los RNP es prácticamente inexistente (al menos en origen).

Como ocurre en otras tipologías constructivas solo se realiza segregación en aquellos materiales que son claramente rentables o aportan retorno económico, como es el caso de los metales, especialmente:

- Aluminio
- Cobre
- Plomo
- Hierro / Acero

Y sobre todo cuando su desmantelamiento no supone procesos complejos, como en el caso de carpinterías (exteriores e interiores), instalaciones vistas o estructuras metálicas descubiertas. En el resto de casos, como por ejemplo el acero embebido en estructuras de hormigón ha de segregarse posteriormente en las plantas de tratamiento.

El resto de materiales son unificados en un acopio único, por lo que la

segregación en obra queda únicamente separada en 2 flujos:

- Residuos mezclados de construcción y demolición (Escombro “sucio”)
- Chatarra metálica

#### **4.5. CONCLUSIONES PARCIALES EN LA PRODUCCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS**

Tras el análisis pormenorizado realizado en el apartado de producción de residuos de post-consumo en el sector de la construcción, podemos destacar las siguientes conclusiones:

- **NORMATIVA**
  - Hasta la actualización y publicación de las nuevas normativas de gestión de residuos en el 2022, no existían objetivos claramente definidos para la separación de las distintas familias de materiales que forman el conjunto de RCDs.
  - Falta definición y normativa específica que gestione y acometa con claridad las peculiaridades y tipologías de residuos que genera el sector.
  - Necesidad de subdivisión en la clasificación de grupos de residuos demasiado extensos y complejos, como el caso particular de los plásticos.
  - Actualmente, incluso con la entrada en vigor de las nuevas normativas, no existe una adecuada vigilancia y seguimiento de su cumplimiento por parte de la administración pública.
- **TRATAMIENTOS**
  - Generalmente las gestoras especializadas en RCD, centran sus tratamientos de valorización en los materiales pétreos.
  - Estas gestoras no poseen la tecnología necesaria para la clasificación y segregación efectiva de residuos más allá de materiales pétreos y metálicos.
  - No se aplican tarifas diferenciadas para residuos separados, dificultando la viabilidad/rentabilidad económica de la segregación en obra
  - Únicamente los residuos metálicos/chatarra aportan retorno económico y optimizan costes de gestión, fomentando su separación en obra.
- **PRODUCCIÓN**
  - Falta de concienciación y formación que facilite la segregación y separación de los residuos producidos, tanto para cumplimiento normativo, como para reducir el impacto medioambiental del sector.
  - La tipología de obra nueva ha experimentado mejoras sustanciales en sus procesos de gestión y tratamiento de residuos.

- Las obras de demolición, rehabilitación y/o reforma siguen realizando una deficiente gestión y tratamiento de los RCDs, siendo efectivos únicamente sobre los RP.
- Únicamente se realiza separación efectiva en las familias/flujo de residuos que ofrecen rentabilidad y optimización económica, que actualmente son los metales.

## 5. PROCESOS DE GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS / VALORIZACIÓN

### 5.1. NORMATIVA APLICABLE

Las normativas que afectan al sector de tratamiento y gestión de los residuos parten de las leyes generales que también regulan la producción, introduciendo decretos reguladores específicos para ciertas tipologías de residuos, como son los peligrosos y RAEEs, así como la regulación de su transporte y exportación-importación.

- **Ley 7/2022 de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.**

Se trata de la actual y vigente normativa en materia de regulación de la producción, gestión y tratamiento de los residuos para cualquier sector y ámbito de producción, regulando desde la aparición del residuo, hasta su transformación en material reutilizable, alcanzando la condición de fin de residuo.

Los artículos que conciernen al sector y ámbito de estudio del informe son:

#### **Artículo 5. Fin de la condición de residuo.**

1. Determinados tipos de residuos, que hayan sido sometidos a una operación de valorización, incluido el reciclado, podrán dejar de ser considerados como tales, [...] siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- a) Que las sustancias, preparados u objetos resultantes deban ser usados para finalidades específicas.
  - b) Que exista un mercado o una demanda para dichas sustancias, preparados u objetos.
  - c) Que las sustancias, preparados u objetos resultantes cumplan los requisitos técnicos para las finalidades específicas, y la legislación existente y las normas aplicables a los productos.
  - d) Que el uso de la sustancia, preparado u objeto resultante no genere impactos adversos globales para el medio ambiente o la salud humana.
- [...]

### **Artículo 11. Costes de la gestión de los residuos.**

1. De acuerdo con el principio «quien contamina paga», los costes relativos a la gestión de los residuos, incluidos los costes correspondientes a la infraestructura necesaria y a su funcionamiento, así como los costes relativos a los impactos medioambientales y en particular los de las emisiones de gases de efecto invernadero, tendrán que ser sufragados por el productor inicial de residuos, por el poseedor actual o por el anterior poseedor de residuos de acuerdo con lo establecido en el artículo 104. [...]

### **Artículo 23. Obligaciones de los gestores de residuos.**

[...] 5. Los gestores de residuos estarán obligados a:

a) Disponer de una zona habilitada e identificada para el correcto almacenamiento de los residuos que reúna las condiciones que fije su autorización. En el caso de almacenamiento de residuos peligrosos estos deberán estar protegidos de la intemperie y con sistemas de retención de vertidos y derrames. La duración máxima del almacenamiento de los residuos no peligrosos será inferior a dos años cuando se destinen a valorización y a un año cuando se destinen a eliminación. En el caso de los residuos peligrosos, en ambos supuestos, la duración máxima será de seis meses [...]

[...] b) Constituir una fianza en el caso de los residuos peligrosos, y en el resto de los casos cuando así lo exijan las normas que regulan la gestión de residuos específicos o las que regulen operaciones de gestión. [...]

[...] d) No mezclar residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales. La mezcla incluye la dilución de sustancias peligrosas.

### **Artículo 25. Recogida separada de residuos para su valorización.**

1. Con el objeto de facilitar o mejorar lo dispuesto en el artículo 24, con carácter general, los residuos se recogerán por separado y no se mezclarán con otros residuos u otros materiales con propiedades diferentes [...]

[...] Se prohíbe la incineración, con o sin valorización energética, y el depósito en vertedero de los residuos recogidos de forma separada para su preparación para la reutilización y para su reciclado, de conformidad con el artículo 24, a excepción de los residuos generados en las

operaciones de preparación para la reutilización y de reciclado de estos residuos recogidos de forma separada [...]

**Artículo 26. Objetivos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización.**

1. Con objeto de cumplir los objetivos de la ley y de contribuir hacia una economía circular europea con un alto nivel de eficiencia de los recursos, las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias, a través de los planes y programas de gestión de residuos, para garantizar que se logran los siguientes objetivos:

[...] b) La cantidad de residuos no peligrosos de construcción y demolición destinados a la preparación para la reutilización, el reciclado y otra valorización de materiales, incluidas las operaciones de relleno, con exclusión de los materiales en estado natural definidos en la categoría 17 05 04 de la lista de residuos, deberá alcanzar como mínimo el 70% en peso de los producidos.

**Artículo 27. Eliminación de residuos.**

1. Las autoridades competentes, en sus respectivos ámbitos, se asegurarán de que, cuando no se lleve a cabo la valorización según lo dispuesto en el artículo 24, los residuos sean objeto de operaciones de eliminación seguras adoptando las medidas que garanticen la protección de la salud humana y el medio ambiente.

2. Los residuos deberán ser sometidos a tratamiento previo a su depósito en vertedero conforme a lo que se establezca en la normativa aplicable que regule este tratamiento. [...]

**Artículo 33. Autorización de las operaciones de recogida y tratamiento de residuos.**

1. Quedan sometidas al régimen de autorización por la autoridad competente de la comunidad autónoma donde están ubicadas las siguientes instalaciones, así como su ampliación, modificación sustancial o traslado:

a) Las instalaciones de almacenamiento en el ámbito de la recogida con carácter profesional, que tendrán la consideración de operación de almacenamiento y

b) las instalaciones fijas donde vayan a realizarse operaciones de tratamiento de residuos.

## **Impuesto sobre el depósito de residuos en vertederos, la incineración y la coincineración de residuos**

### **Artículo 84. Naturaleza y finalidad.**

1. El Impuesto sobre el depósito de residuos en vertederos, la incineración y la coincineración de residuos es un tributo de carácter indirecto que recae sobre la entrega de residuos en vertederos, instalaciones de incineración o de coincineración para su eliminación o valorización energética.

2. La finalidad del impuesto es el fomento de la prevención, la preparación para la reutilización y el reciclado de los residuos, con la fracción orgánica como fracción preferente [...]

### **Artículo 85. Ámbito de aplicación.**

1. El impuesto se aplicará en todo el territorio español. [...]

### **Anexo II. Operaciones de valorización.**

<b>Operación de Valorización</b>	<b>Tipos de instalaciones de tratamiento (lista no exhaustiva)</b>
<b>R01 Utilización principal como combustible u otro modo de producir energía<sup>(1)</sup>.</b>	
R0101 Utilización principal como combustible en instalaciones de incineración de residuos (combustión).	Instalaciones de incineración de residuos domésticos cuando superen el umbral de eficiencia energética.
R0102 Utilización principal como combustible en instalaciones de gasificación, pirólisis, plasma, y otras tecnologías similares.	Instalaciones de gasificación, pirólisis y plasma cuando los compuestos obtenidos se utilicen como combustible o para producir energía.
R0103 Utilización principal como combustible en instalaciones de co-incineración: cementeras.	Instalaciones de producción de cemento.
R0104 Utilización principal como combustible en instalaciones de co-incineración: combustión.	Centrales térmicas.
R0105 Utilización principal como combustible en otras instalaciones de co-incineración.	Acerías, ladrilleras, azulejeras, etc.



<b>R02 Recuperación o regeneración de disolventes.</b>	
R0201 Recuperación o regeneración de disolventes.	Instalaciones de regeneración de disolventes, por ejemplo por destilación.
<b>R03 Reciclado/recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes (incluido el compostaje y otros procesos de transformación biológica).</b>	
R0301 Compostaje.	Instalaciones de compostaje de biorresiduos y otros residuos compostables recogidos separadamente.
R0302 Digestión anaerobia.	Instalaciones de digestión anaerobia de biorresiduos y otros residuos digeribles anaeróbicamente recogidos separadamente.
R0303 Valorización de aceites de cocina usados, grasas animales y otros aceites vegetales para la producción de biocarburantes.	Instalaciones de producción de biocarburantes a partir de aceites de cocina usados, grasas animales y otros aceites vegetales.
R0304 Reciclado de residuos de papel para la producción de pasta para la fabricación de papel.	Instalaciones que producen pasta de papel a partir de residuos de papel.
R0305 Reciclado de residuos orgánicos en la fabricación de nuevos productos.	Instalaciones que fabrican nuevos productos a partir de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Granza, escama u otros formatos de residuos de plásticos tratados.</li> <li>- caucho procedente de neumáticos al final de su vida útil.</li> <li>- residuos textiles.</li> <li>- residuos de madera, por ejemplo para la producción de tableros de madera, etc.</li> </ul>
R0306 Reciclado de residuos orgánicos mediante gasificación, pirólisis, y otras tecnologías similares, siempre que los compuestos obtenidos se utilicen como elementos químicos en un proceso posterior de producción de nuevas sustancias(2). No se incluye la obtención de combustibles.	Instalaciones de gasificación o pirólisis que obtengan elementos químicos que se utilicen en un proceso posterior de producción de nuevas sustancias que no se vayan a usar como combustibles.
R0307 Reciclado de residuos orgánicos para la producción de materiales o sustancias.	Instalaciones que obtienen granza o escama u otros formatos de plástico a partir del tratamiento de residuos de plásticos cuando el material alcance el fin de la condición de residuo.

<p>R0308 Valorización de residuos orgánicos para la obtención de fracciones combustibles en operaciones diferentes al código R0303.</p>	<p>Producción de fuel recuperado a partir de residuos MARPOL para su uso como combustible cuando el material obtenido alcance el fin de la condición de residuo. Instalaciones de gasificación y pirólisis, y cualquier otra tecnología disponible diferente de lo indicado en el R0303, cuando los compuestos obtenidos se utilicen como elementos químicos en un proceso posterior de obtención de combustibles.</p>
<p>R0309 Preparación para la reutilización de sustancias orgánicas.</p>	<p>Instalaciones de preparación para la reutilización de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Envases de plástico o de otras sustancias orgánicas.</li> <li>- Residuos de madera.</li> <li>- Residuos textiles.</li> <li>- Neumáticos fuera de uso (recauchutado y otras formas de acondicionamiento).</li> <li>- Piezas y componentes orgánicos de vehículos fuera de uso.</li> <li>- Piezas y componentes orgánicos de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.</li> </ul>
<p>R0310 Recuperación de sustancias orgánicas contenidas en los residuos mediante tratamientos diferentes a los anteriores.</p>	<p>Instalaciones de biodegradación de plástico para la obtención de sustancias orgánicas.</p>
<p><b>R04 Reciclado o recuperación de metales y de compuestos metálicos.</b></p>	
<p>R0401 Reciclado de chatarra y residuos metálicos en hornos de fundición.</p>	<p>Fundiciones, acerías, etc.</p>
<p>R0402 Recuperación de metales a partir de residuos que contengan metales.</p>	<p>Instalaciones de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperación de plomo por segunda fusión.</li> <li>- Recuperación de metales preciosos, incluida la plata.</li> <li>- Recuperación de metales mediante el tratamiento de lodos de galvanoplastia.</li> <li>- Recuperación de metales a partir de otros residuos que contengan metales.</li> </ul>
<p>R0403 Reciclado de residuos metálicos para la obtención de chatarra.</p>	<p>Instalaciones que obtienen chatarra a partir de residuos metálicos cuando el material obtenido alcance el fin de la condición de residuo.</p>

R0404 Preparación para la reutilización de residuos de metales y compuestos metálicos.	Instalaciones de preparación para la reutilización de: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Envases de metal o compuestos metálicos.</li> <li>– Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.</li> <li>– Piezas y componentes metálicos de vehículos fuera de uso.</li> </ul>
<b>R05 Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas<sup>(3)</sup>.</b>	
R0501 Reciclado de ácidos o bases para la obtención de otras sustancias químicas que se utilicen posteriormente en otros procesos.	Instalaciones de reciclado de ácido sulfúrico usado para la obtención de anhídrido sulfúrico.
R0502 Descontaminación de suelos excavados que dé como resultado la valorización del suelo.	Instalaciones de descontaminación de suelos (on site y off site).
R0503 Reciclado de residuos de vidrio (calcín) para la fabricación de vidrio u otros productos.	Instalaciones de producción de vidrio a partir de residuos de vidrio (calcín). Instalaciones en las que se utiliza el calcín en la fabricación de productos con fines ornamentales.
R0504 Reciclado de residuos de vidrio para la producción de calcín.	Instalaciones de trituración de residuos de vidrio en las que el calcín alcanza el fin de la condición de residuo.
R0505 Reciclado de residuos inorgánicos en sustitución de materias primas para la fabricación de cemento.	Cementeras que utilicen áridos de RCDs o tierras de excavación, etc. para la fabricación de cemento.
R0506 Valorización de residuos inorgánicos para la producción de áridos.	Instalaciones de producción de áridos a partir de RCDs, de escorias negras de acerías de hornos de arco eléctrico de otros residuos inorgánicos cuando el material obtenido alcance el fin de la condición de residuo.
R0507 Reciclado de residuos inorgánicos en sustitución de materias primas en otros procesos de fabricación.	Utilización de áridos de RCDs, tierras de excavación, etc. en sustitución de materias primas en procesos de fabricación distintos de la fabricación de cemento.
R0508 Valorización de materiales inorgánicos en operaciones de relleno (backfilling).	Relleno con residuos no peligrosos adecuados en restauraciones de huecos mineros, con fines constructivos, de acondicionamiento, y en restauración e ingeniería paisajística.

R0509 Valorización de materiales inorgánicos en operaciones distintas a las de relleno.	Uso de residuos no peligrosos adecuados en acondicionamiento de vertederos.
R0510 Recuperación de sustancias inorgánicas contenidas en los residuos mediante operaciones diferentes a las anteriores.	Instalaciones que obtienen sustancias inorgánicas a partir de residuos para su uso en la fabricación de fertilizantes.
R0511 Preparación para la reutilización de residuos inorgánicos.	Instalaciones de clasificación y limpieza de residuos obtenidos en la demolición selectiva tales como tejas, piedras, etc. para su reutilización.
<b>R06 Regeneración de ácidos o de bases.</b>	
R0601 Regeneración de ácidos o bases.	Instalaciones de regeneración de ácido sulfúrico. Instalaciones de regeneración de otros ácidos y bases.
<b>R07 Valorización de componentes utilizados para reducir la contaminación.</b>	
R0701 Regeneración de carbón activo.	Plantas de regeneración de carbón activo usado.
R0702 Regeneración de resinas de intercambio iónico.	
R0703 Regeneración de otros componentes utilizados para reducir la contaminación.	
<b>R08 Valorización de componentes procedentes de catalizadores.</b>	
R0801 Valorización de componentes procedentes de catalizadores.	Instalaciones de valorización de catalizadores usados basados en aluminio en la industria cementera.
<b>R09 Regeneración u otro nuevo empleo de aceites.</b>	
R0901 Regeneración de aceites usados para la obtención de aceites base lubricantes.	Instalaciones de regeneración de aceites usados.
R0902 Reciclado de aceite usado para otros usos.	Instalaciones de tratamiento del aceite usado para su preparación como aceite de desmoldeo o como lubricante en sistemas hidráulicos y maquinaria de corte.

R0903 Valorización de aceites industriales usados para la obtención de fracciones combustibles.	Obtención de aceite usado procesado a partir de aceites industriales usados para su uso como combustible cuando el material obtenido alcance el fin de la condición de residuo.
<b>R10 Tratamiento de suelos que produzca un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica a los mismos.</b>	
R1001 Valorización de residuos en suelos agrícolas y en jardinería.	
R1002 Valorización de residuos para la restauración de suelos degradados.	
<b>R11 Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones numeradas de R1 a R10.</b>	
R1101 Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones numeradas de R1 a R10.	
<b>R12 Intercambio de residuos para someterlos a cualquiera de las operaciones enumeradas de R1 a R11. Quedan aquí incluidas operaciones previas a la valorización, incluido el tratamiento previo, previas a cualquiera de las operaciones enumeradas de R1 a R11.</b>	
R1201 Clasificación de residuos.	Instalaciones de clasificación de envases. Instalaciones de clasificación, separación y agrupación de RAEEs. Instalaciones de clasificación de chatarra. Instalaciones de clasificación de otros tipos de residuos (plásticos, papel/cartón, RCDs, neumáticos fuera de uso, etc.).
R1202 Desmontaje y separación de los distintos componentes de los residuos, incluida la retirada de sustancias peligrosas.	Instalaciones de desmontaje de RAEE para la separación de piezas y componentes, incluida la retirada de sustancias (no componentes) como fluidos, aceites, espumas, etc. Instalaciones de tratamiento de vehículos fuera de uso (CAT).
R1203 Tratamiento mecánico (trituration, fragmentación, corte, compactación, etc.).	Prensado de papel y cartón. Instalaciones que obtienen granza, escama u otros formatos de plástico a partir de residuos de plásticos cuando el material obtenido no alcance el fin de la condición de residuo.

	<p>Instalaciones que obtienen calcín a partir de residuos de vidrio cuando el material obtenido no alcance el fin de la condición de residuo.</p> <p>Instalaciones que obtienen chatarra a partir de residuos metálicos cuando el material obtenido no alcance el fin de la condición de residuo.</p>
R1204 Mezclas para obtener una materia homogénea y estable de residuos para su valorización posterior.	Instalaciones de mezcla de residuos sólidos y semisólidos.
R1205 Combinación de residuos líquidos con residuos líquidos o residuos sólidos.	Instalaciones de combinación de residuos sólidos y líquidos.
R1206 Reenvasado, para agrupar los residuos en envases adecuados para preparar los residuos para tratamientos posteriores.	
R1207 Secado, desorción térmica y evaporación previo a la valorización del residuo.	<p>Instalaciones de secado término de lodos para su valorización posterior.</p> <p>Instalaciones de desorción térmica de lodos para su valorización posterior.</p>
R1208 Acondicionamiento de residuos para la obtención de fracciones combustibles.	<p>Instalaciones de pretratamiento de residuos destinadas a la obtención de fracciones combustibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Instalaciones de pretratamiento de residuos domésticos mezclados, RCDs, aceites usados, residuos líquidos orgánicos, etc. para la obtención de fracciones combustibles.</li> </ul>
R1209 Acondicionamiento fisicoquímico de residuos para la valorización de sus componentes.	Instalaciones de tratamiento fisicoquímico de residuos líquidos para la valorización de sus componentes.
R1210 Esterilización, pasteurización, higienización.	
R1211 Estabilización biológica aerobia.	Instalaciones de tratamiento mecánico biológico aerobio siempre que se destinen a valorización al menos el 50% en peso de los residuos entrantes.
R1212 Estabilización biológica anaerobia.	Instalaciones de tratamiento mecánico biológico anaerobio siempre que se destinen a valorización al menos el 50% en peso de los residuos entrantes.
R1213 Peletización.	

<p><b>R13 Almacenamiento de residuos en espera de cualquiera de las operaciones numeradas de R1 a R12 (excluido el almacenamiento temporal, en espera de recogida, en el lugar donde se produjo el residuo)</b></p>	
<p>R1301 Almacenamiento de residuos, en el ámbito de la recogida.</p>	<p>Puntos limpios (ecoparque, deixalleria, etc.). Instalaciones de transferencia de residuos.</p>
<p>R1302 Almacenamiento de residuos, en el ámbito de tratamiento.</p>	

## 5.2. PROCESOS Y VÍAS DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Vamos a analizar por separado cada uno de los tratamientos y tecnologías existentes a nivel teórico-técnico que existen actualmente para las dos tipologías de materiales estudiadas.

### 1. PVC

El PVC es uno de los plásticos más usados en todo el mundo y con mayor volumen de fabricación, se utiliza en numerosos sectores e industrias, como la automovilística y la náutica.

Debido a su alta resistencia a los agentes químicos, también es muy utilizado para la fabricación de envases, sobre todo de productos químicos y de limpieza, y en menor cantidad para uso alimentario.

El 58% del PVC fabricado a nivel mundial, va dirigido al sector de la construcción, principalmente en forma de tubos, canalizaciones, perfiles extruidos para carpinterías y láminas para imprimación o recubrimiento con fines decorativos o de protección e impermeabilización.

Es por este motivo que la mayor cantidad de residuos producidos tanto de post-consumo como de procesos de instalación se generan en el sector de la construcción, dentro de la clasificación de plásticos de RCD.

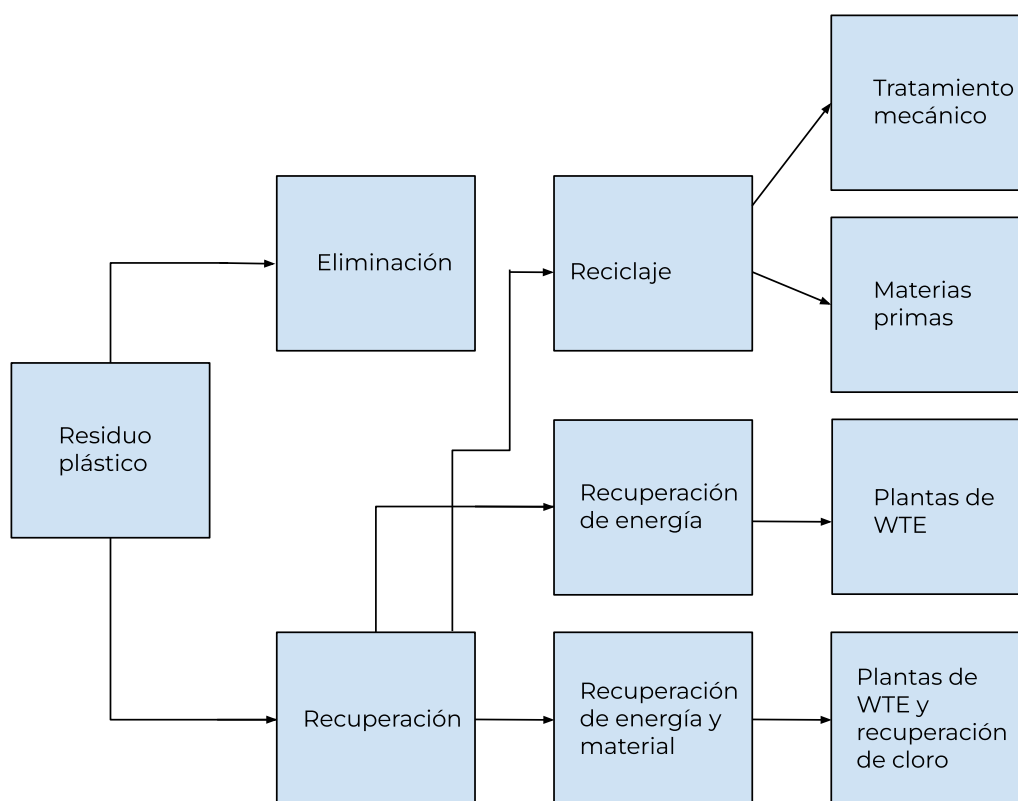
Pero la mayoría de los procesos y técnicas de reciclaje, están desarrolladas para los plásticos proceden de productos de uso doméstico (plásticos de un solo uso)

- **Proceso de reciclaje material plástico post-consumo**

La vida útil de los productos de PVC varía de acuerdo a cada producto.

Aproximadamente el 65% del consumo de productos de PVC, se destina a productos cuya vida útil supera los 50 años (como en los casos de tuberías, cables, perfiles, etc). Por ejemplo, la ventana de PVC tiene un promedio de 30 o 50 años de vida útil. Por lo que su presencia en residuos urbanos de origen doméstico es baja, y por tanto hay pocos productos de PVC con vida útil corta en comparación con los productos de larga duración.

Al final de la vida útil de los productos fabricados con PVC, pueden darse distintas opciones de recuperación:



Como vemos en el diagrama anterior, el residuo tras su generación debe ser recuperado.

Dependiendo del sector del que provenga el residuo plástico de PVC y por tanto del tipo de residuo generado, podrá seguir un camino u otro hacia el proceso de reciclaje:

- En el caso de los residuos de PVC de envases plásticos de origen municipal doméstico, se encuentran marcados con el siguiente símbolo:





Símbolo para el cloruro de polivinilo desarrollado por la Society of the Plastics Industry para etiquetar productos de PVC para su reciclado.

- El residuo de PVC de envases del sector alimentario, farmacéutico, etc. mediante participación ciudadana es depositado en el contenedor de fracción resto ubicados en cualquiera de las islas de contenedores de la vía pública, posteriormente a través de camiones recolectores, son descargados en plantas de residuos sólidos urbanos. En estas plantas de selección, a través de un triaje primario manual y de separadores de inducción (Foucault), separadores magnéticos y separadores ópticos principalmente (además de por otros equipos como tromel, separador balístico, cribas) son separados de los metales férricos y no férricos y plásticos como PEAD, PET, PEBD. Una vez seleccionados y clasificados como plásticos mezcla son prensados en balas quedando listos para volver a ser transportados.
- o En el caso de los residuos de PVC de origen doméstico que se encuentran principalmente en juguetes y mobiliario exterior deberán ser depositados en puntos limpios o recogidos selectivamente. Una vez llegue a las plantas de selección o recuperadores , a través de un triaje primario manual y de separadores de inducción (Foucault), separadores magnéticos y separadores ópticos principalmente (además de por otros equipos como trommel, separador balístico, cribas) son separados de los metales férricos y no férricos y plásticos como PEAD, PET, PEBD. Una vez seleccionados y clasificados como plásticos mezclas son prensados en balas quedando listos para volver a ser transportados.

En ambos casos, las balas de plástico, llegan a un recuperador autorizado que se encarga de seleccionar los distintos tipos de plásticos, clasificarlos y prepararlos para pasar a un proceso de reciclaje específico para PVC.

Como se ha destacado anteriormente, estas vías de recuperación son mínimas, por cantidad de material/residuo producido, en

comparación con las procedentes de los sectores de la construcción, industria o automoción.

- El residuo de PVC de productos y materiales de construcción es segregado en el origen de producción, junto con el resto de plásticos y depositado a través de los operarios en contenedores específicos; cuba abierta de 5-30 m<sup>3</sup> de capacidad, autocompactadores, compactadores estáticos, prensas verticales, según el volumen de producción.

Posteriormente a través de camiones portacontenedores, camiones trampilla o trailers tauliner (según requerimiento) son descargados en un recuperador autorizado que se encarga de seleccionar el PVC del resto de plásticos mezclados, clasificarlo y prepararlo para pasar a un proceso de reciclaje específico para PVC .

En el caso concreto de las ventanas de PVC, provenientes de demoliciones y rehabilitaciones, suelen acabar en contenedores de residuos plásticos mezclados que llegan a un gestor autorizado intermedio para su selección y clasificación de los distintos tipos de plástico.

Una vez que el material es correctamente segregado y diferenciado del resto de residuos tras su recolección, se procede a la realización de los procesos o tratamientos de reciclaje/recuperación:

### **1.1 Proceso de reciclado mecánico**

Consiste en recuperar el PVC del flujo de residuos, mediante procesos de selección, trituración y lavado. Produciendo escamas, granzas o micronizado de este material . Es el proceso de reciclado más comúnmente utilizado (tanto en España como en el resto del mundo)

Las principales etapas en este proceso de reciclado mecánico son:

Recogida de residuos de PVC
Traslado (transporte)
Clasificación y limpieza en planta de reciclaje
Triturado
Granulación

- Etapa de recogida y transporte: Los materiales a reciclar son recogidos en distintos puntos y posteriormente se transportan hasta las plantas de reciclado, siendo clasificados para su procesado.
- Etapa de clasificación y limpieza: Los materiales son separados por tipologías, se limpian y desechan los impropios, se someten a una secuencia de fases de imantación y de tamices para proceder a la separación de las distintas fracciones. Por un lado, están los materiales ferrosos, y por otro el PVC y el vidrio. Los metales magnéticos se separan primero y a continuación los metales restantes. Un sistema de separación intensivo posterior divide el PVC blanco del de color.
- Etapa de trituración: Los materiales recogidos se procesan en molinos donde son triturados.
- Etapa de granulación: Mediante una tecnología especializada de alta especificación se procede a granular el PVC con un nivel de pureza máxima. El material obtenido puede alimentar directamente la tolva de las extrusoras de los nuevos materiales a fabricar sin realizar ningún otro proceso previo como calentar, secar, o cristalizar. Su especificación permite que se pueda volver a iniciar un nuevo ciclo de uso.



Fuente: Página web Onlyplast

- Reciclaje Vinyloop: Es un tipo de reciclaje mecánico, que permite recuperar el PVC cuando está contaminado con otros materiales. Utiliza un disolvente biodegradable selectivo del PVC contenido en residuos complejos difícilmente separables por otros métodos. El material se disuelve primero selectivamente y se recupera por precipitación. El disolvente se regenera en un bucle cerrado de evaporación-condensación. El resultado de esta tecnología es un compuesto de PVC de gran calidad. Está desarrollada por Solvay, siendo un proceso que demanda alta inversión y gran control de la unidad productiva. La instalación industrial de referencia se encuentra en Ferrara (Italia), con una capacidad de tratamiento de 10.000 Tn anuales.

## 1.2 Proceso de reciclado químico

Se trata de técnicas de tratamiento que permiten la obtención de productos químicos básicos a partir de residuos de PVC. El proceso consiste en la regeneración por rotura de la molécula de polímero del monómero original o la obtención de una mezcla de hidrocarburos. Estos productos químicos pueden ser reintegrados a los flujos de materias primas para su incorporación a procesos productivos.

Es una técnica poco extendida, con algunas plantas piloto en Europa y Japón.

## 1.3 Proceso de recuperación energética

Consiste en la obtención o recuperación de energía mediante procesos de combustión controlada de los residuos, bajo condiciones técnicamente avanzadas. Entre las técnicas destacamos;

- La pirólisis (entre 300 y 700°C) basada en la recuperación de hidrocarburos y coque.
- La pirólisis a alta temperatura (superior a 1100 °C) y posterior

incineración, que recupera el cloruro de hidrógeno y la energía.  
- La gasificación basada en la generación de gas de síntesis (CO+H<sub>2</sub>)

Entre las tecnologías utilizadas destacamos Reciclaje REDOP (decoración de plásticos mezclados), DOW/BSL (horno rotativo), RGS-90 (hidrólisis pirólisis).

El reciclado mecánico es el modelo y técnica más extendido en nuestro País, utilizando tecnologías exclusivamente mecánicas, sin la incorporación (generalmente) de procesos de disolución. Siendo sin embargo, el reciclaje químico el más apropiado y adecuado para la recuperación y/o reciclaje de plásticos complejos como es el caso del PVC.

Por lo que los resultados obtenidos son de baja calidad y además no permiten la disociación de contenidos químicos del producto base, descartando la posibilidad de que en el proceso de tratamiento se eliminen los componentes peligrosos o residuales del material primario.

Independientemente de la técnica de reciclaje o recuperación realizada, el PVC, por las características de su formación química, no posee la capacidad de reciclarse indefinidamente, puesto que paulatinamente, va perdiendo sus características y calidad, degradándose exponencialmente con cada ciclo.

El número máximo de ciclos de reciclaje soportado, sin la necesidad de volver a reestructurar su composición, mediante estabilizadores, es de 7.

## **2. Aluminio**

Las propiedades del aluminio, tales como su ligereza, durabilidad, resistencia, maleabilidad, han favorecido su consumo en todo tipo de sectores, convirtiéndose así en el segundo metal más empleado en el mundo.

Los usos que se da al aluminio son muy diversos por lo que existe una amplia variedad de productos. Los principales sectores que lo utilizan son el sector automovilístico, el aeronáutico y por supuesto la construcción, en el cual la demanda y sustitución de otros compuestos metálicos ha sido exponencial en los últimos 50 años.

En España, concretamente, su uso es mayoritario, frente al resto de metales, siendo principalmente usado en la fabricación de perfiles extrusionados, tanto para su uso en carpinterías, como en elementos estructurales, tanto auxiliares como el de fachadas ventiladas, como principales en la instalación de cubiertas ligeras.

Debido a sus excelentes condiciones conductoras y ligereza, es muy utilizado también para la fabricación de cableado eléctrico, sobre todo de gran sección para conducciones de alta y media tensión.

También cabe mencionar su utilización en el sector de fabricación de envases, especialmente de uso alimentario como latas, envases a presión, film o protección en envases mixtos.

Al contrario que con el PVC, el mayor porcentaje de uso del Aluminio no se da en el sector de la construcción, pero si es uno de los principales sectores de consumo, suponiendo en torno al 26% del consumo a nivel mundial.

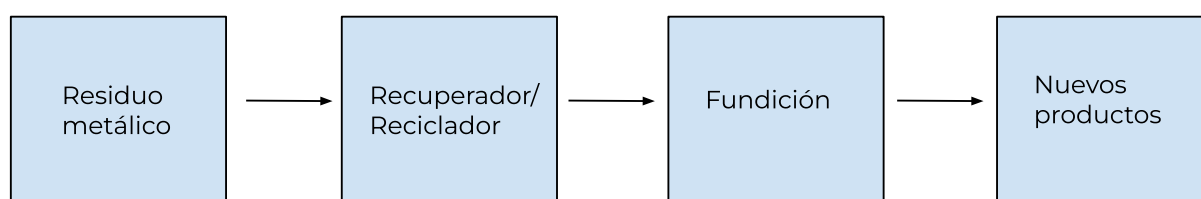
### ● **Proceso de reciclaje material metálico post-consumo**

La vida útil de los productos de aluminio varía de acuerdo a cada producto. Puede abarcar desde unos meses, como por ejemplo en el caso de envases de aluminio que se suelen consumir en poco tiempo, hasta décadas, como es el caso de los materiales y productos de construcción.

La vida útil de las carpinterías de aluminio ronda entre los 50 y 75 años máximo.

Una vez el producto ha terminado su función, al contrario que en el caso de los polímeros, este puede ser reciclado infinitas veces sin perder sus propiedades y sin disminuir su calidad, ya que no se descompone en presencia de agua ni se altera en contacto con el aire, apenas sufriendo degradación con el paso del tiempo y los procesos y técnicas de recuperación.

En este punto, el residuo de aluminio para su reciclaje debe seguir el siguiente esquema básico:



Fuente: Informe Reciclado de aluminio- ARPAL

Dependiendo del sector del que provenga el residuo de aluminio y por tanto del tipo de residuo generado, podrá seguir un camino u otro hacia el proceso de reciclaje.

- En el caso de los residuos de envases de origen municipal doméstico, mediante participación ciudadana es depositado en el contenedor de fracción resto ubicados en cualquiera de las islas de

contenedores de la vía pública, posteriormente a través de camiones recolectores, son descargados en plantas de residuos sólidos urbanos. En estas plantas de tratamiento, a través de un triaje primario manual y a través de separadores de inducción (Foucault) principalmente (además de por otros equipos como trommel, separador balístico, cribas, etc.) son separados del resto de residuos mezclados. Una vez seleccionados y clasificados son prensados en balas quedando listos para volver a ser transportados.

Las balas de envases de aluminio, llegan a un recuperador autorizado que se encarga de seleccionar el aluminio, clasificarlo y prepararlo para llevarlo a fundir. Principalmente limpia el material seleccionado de impropios y lo traslada a la fundición.

- En el caso de los residuos de aluminio procedentes de productos y materiales de construcción, es segregado en el origen de producción, y depositado a través de los operarios de la cadena de producción en contenedor específicos: cuba abierta de 5-30 m<sup>3</sup> de capacidad, autocompactadores, compactadores estáticos, según el volumen de producción.

Posteriormente a través de camiones portacontenedores, camiones pulpo, camiones trampilla o trailers tauliner (según requerimiento) son descargados en un recuperador autorizado que se encarga de seleccionar el aluminio, clasificarlo y prepararlo para llevarlo a fundir. Principalmente limpia el material seleccionado de impropios y se traslada a la fundición.

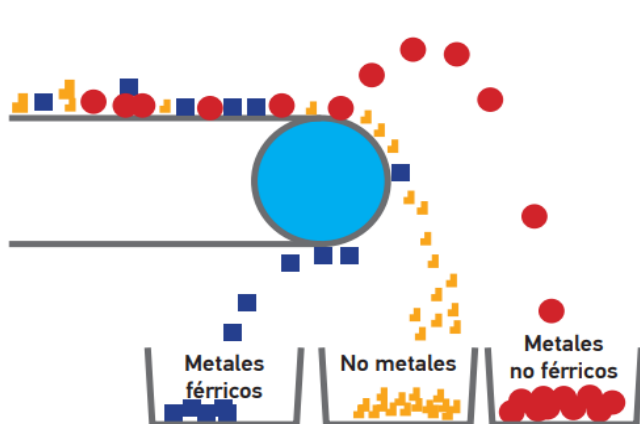
Una vez que el material es correctamente segregado y diferenciado del resto de residuos tras su recolección, se procede a la realización de los procesos o tratamientos de reciclaje/recuperación:

## **2.1 Proceso de reciclado mecánico**

La principal tecnología utilizada para seleccionar y clasificar el aluminio es la de separación inductiva, que actúan a través de corrientes de Foucault

*Las corrientes de Foucault se generan mediante imanes. Cuanto más potentes sean, más campo magnético generan y por ello se usan imanes de alta potencia, llamados de Neodimio. Un conjunto de imanes de Neodimio en montaje alternado sobre el rotor hacen que, con una velocidad de giro alta, se generen sobre un metal las corrientes de inducción. Si el metal es un metal no férreo, como es el caso del aluminio, se provocan en ellos unas líneas inductivas*

opuestas al campo que las genera. Esta oposición de campos hace que el metal salte literalmente disparado y se separe de la trayectoria de gravedad de cualquier otro material no metálico.



En la figura adjunta del equipo R-SPM, se puede observar el comportamiento que tendrán los distintos materiales:

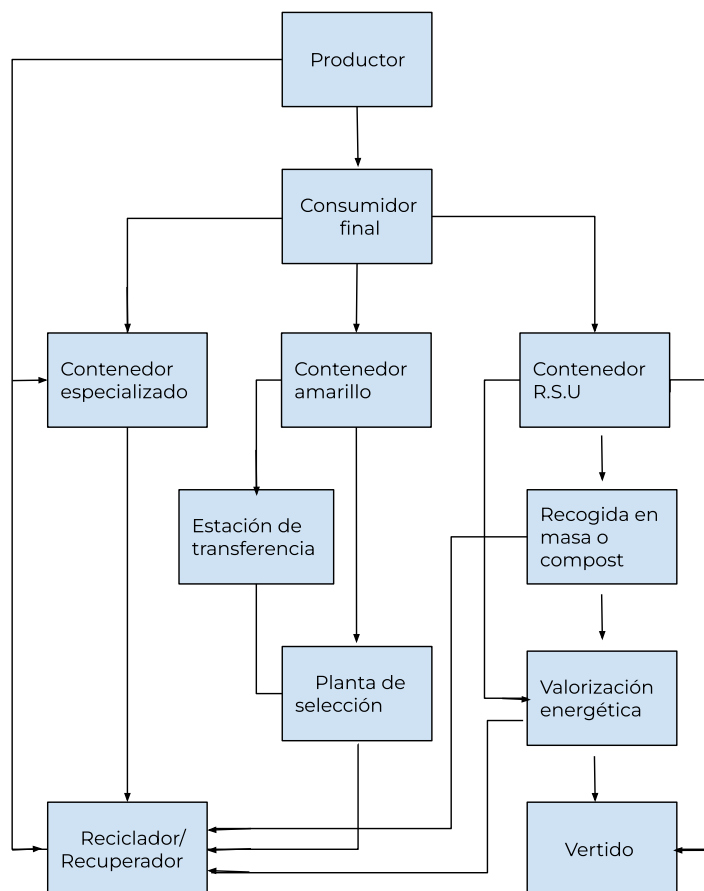
**Metales NO férricos:** sufren un efecto de repulsión y saltan a una cierta distancia por delante del Tambor de Foucault.

**Metales férricos:** Son atraídos y quedan atrapados por el Tambor de Foucault y se separan del mismo por su parte inferior y detrás del propio eje del tambor.

**No metales:** No sufren influencia y siguen la trayectoria de la caída parabólica natural.

Fuente: Informe Comportamiento de envases de aluminio en separador de Foucault- ARPAL y Regulator Cetrisa

En el siguiente diagrama se esquematiza el proceso de reciclaje:



Fuente: Informe Reciclado de aluminio- ARPAL



Las principales etapas del proceso de reciclaje de aluminio son:

Recogida de residuos de aluminio
Traslado (transporte) del residuo de aluminio
Clasificación y limpieza en planta de reciclaje
Prensado
Pre calentamiento antes de fundir y refinación
Fundición
Laminación

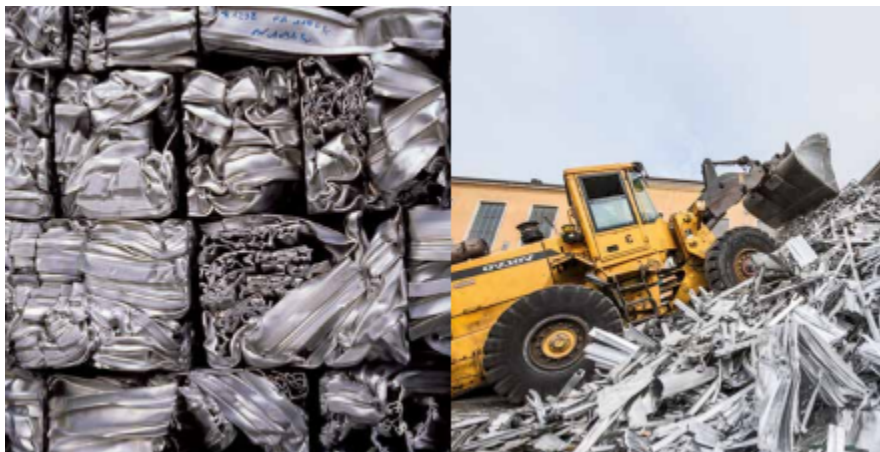
- Etapa de recogida y transporte: Los materiales a reciclar son recogidos por distintas vías de recolección, posteriormente se transportan hasta las plantas de reciclado, siendo clasificados para su procesado.

- Etapa de clasificación y limpieza: Los materiales son separados por tipologías, se limpian y desechan los impropios. Se someten a una secuencia de fases de imantación para proceder a la separación de las distintas fracciones.



Fuente imágenes: Guía de buenas prácticas para el reciclaje de vehículos fuera de uso en Cataluña-ARC y GRC

- Etapa de prensado: Los materiales seleccionados se prensan para compactar el material liviano.



Fuente: Informe La sostenibilidad del aluminio en la edificación - European Aluminium association

- Etapa de fundición: La fundición del aluminio se realiza a través de hornos de fundición, donde los recortes de aluminio y residuos de este metal son fundidos a una temperatura de 780°. Antes de introducirlos en el horno, se tritura el material y se realiza una limpieza química y mecánica con el fin de eliminar otros materiales y sustancias adheridas.

El aluminio puede ser fundido bien por refundidores o bien por refinerías;

Los refundidores, principalmente, procesan el forjado de aleación de desecho en hornos de solera seca para producir lingotes de extrusión o planchas de rodadura.

Las refinerías derriten todo tipo de desechos, incluidas las aleaciones mixtas y sucias en hornos rotatorios, que funden y refinan la chatarra de aluminio con una capa de sal. Las refinerías producen principalmente aleaciones para fundición.

Como consecuencia de la evolución tecnológica cada vez más refundidores son capaces de procesar productos con alto contenido de impurezas, como pintura o lacas, sin labores adicionales de relevancia. Utilizan hornos de dos cámaras. Los impurezas (pinturas o lacados) se queman en la primera cámara, y las emisiones de gas se recogen en equipos de captura eficiente. El calentamiento de aluminio tiene lugar principalmente en la segunda cámara.

El aluminio una vez fundido, se suele almacenar en forma de lingotes, al ser compactos y cómodos de transportar.

En este proceso de reciclado se produce un desecho o subproducto, coloquialmente llamado escoria blanca. Este subproducto contiene porcentajes variables de aluminio que puede nuevamente ser extraído en un segundo ciclo de reciclaje, o incluso ser usado directamente en la fabricación de cemento o asfalto.

Buen potencial de reutilización de la chatarra de aluminio post-consumo (huella de carbono muy pequeña) y facilidad de reciclaje.

El aluminio como material, más allá de las técnicas y tecnologías existentes para su recuperación, presenta una características físico-químicas intrínsecas, que le confieren una serie de beneficios a la hora de ser reciclado:

- Es más barato de producir que el nuevo. Ya que la fundición del metal es un proceso más sencillo y económico que la creación de aluminio nuevo mediante la electrólisis y tratamiento de bauxita.

- El aluminio reciclado requiere menos energía que el nuevo para su fabricación. El proceso de refundición solo requiere un 5% de la energía necesaria para producir aluminio primario. Cuanto más veces se recicla, menor es el consumo energético necesario por kilogramo. Así, son necesarios 15 kWh / kg de aluminio la primera vez que se recicla, 4 kWh / kg de aluminio la cuarta vez que se utiliza y 2 kWh / kg de aluminio la décima vez (*Datos proporcionado por la Agencia de Residuos de Cataluña y el Gremio de Recuperación de Cataluña*)

- El aluminio no se deteriora con el reciclado y el 75% del aluminio ya fabricado se sigue utilizando hoy en día.

Alrededor de 700 millones de toneladas de aluminio (según ARPAL) están todavía en uso, que equivalen a aproximadamente el 75% de todo el aluminio fabricado desde 1888. Gracias a su reciclaje se obtiene un producto con idénticas propiedades y se puede reciclar indefinidamente sin que disminuya su calidad.

- El aluminio tiene tasas de reciclado muy altas, ya que por ejemplo se recicla más del 90% en el aluminio utilizado en medios de transporte y materiales de construcción, más del 55% en envases, y algunos países alcanzan hasta el 99% de tasa de reciclaje para las latas de bebida.

### **5.3. ANÁLISIS SECTORIAL, EVALUACIÓN DE IMPACTO Y RECICLAJE EFECTIVO**

Una vez detalladas las posibilidades técnicas existentes para los procesos de valorización de ambos materiales, se presenta el análisis focalizado en el sector gestor del territorio nacional, es decir más allá de las posibilidades teóricas de reciclaje y recuperación, se detalla la realidad de los procesos técnicos implementados por los recicladores en nuestro país, analizando beneficios e inconvenientes así como también las limitaciones de los procesos.

#### **1. PVC**

Como hemos comentado, el ciclo de vida de este material es largo, ya que se utiliza principalmente en aplicaciones de larga vida, por lo que no existe apenas producción inmediata de residuos como puede darse en otros tipos de plásticos (PET, PEAD, etc)

Además el principal sector productor de residuos de esta tipología de polímero, es el de la construcción.

Esto conlleva que en España un elevado porcentaje del residuo generado, sobre el total, se encuentre altamente mezclado con diferentes estados de conservación y calidad, con otras tipologías de plásticos, o incluso otros materiales.

Según el Foro Ibérico del PVC, asociación sectorial integrada en la Confederación Española de Empresarios de Plásticos (ANAIP) y en el Consejo Europeo de Fabricante de Vinilo (ECVM), que representa la industria del PVC en España y Portugal, existen unas 30 empresas de gestión autorizada para este material, distribuidas en todo el territorio nacional, pero con mayor concentración en Cataluña, Madrid, País Vasco y Levante. Entre ellas destacamos, Sticsa Reciclajes, Reciclados Escanero, Plásticos Larrosa, Onlyplast.

El largo ciclo de vida del material facilita la implantación de planes de gestión a largo plazo, permitiendo profundizar en el estudio de sistemas óptimos de reciclaje y valorización, pero provoca que dichos planes no estén totalmente optimizados o desarrollados en la actualidad, no alcanzando los objetivos de valorización programados en un corto plazo de tiempo, o al menos en nuestro país.

Por ejemplo, respecto a la recuperación de perfiles de PVC post consumo, existe una red europea que agrupa alrededor de 2000 centros, funcionando como un sistema integrado de gestión del material unificado (SIG), para su recogida y transformación en material reciclado.

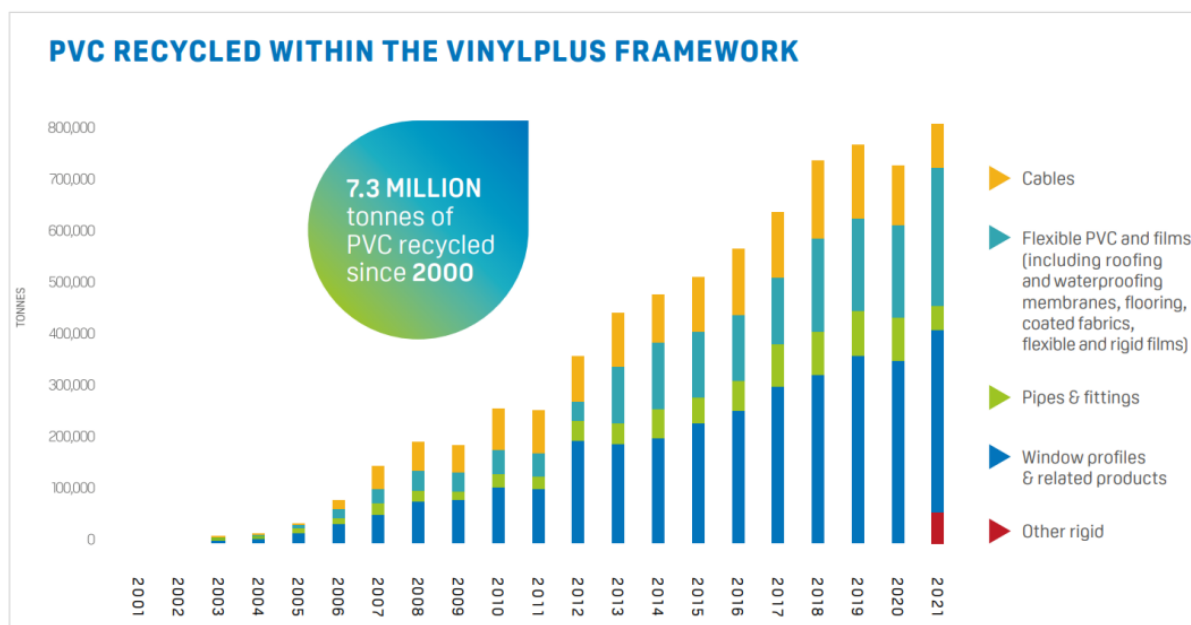
Pero las plantas de reciclaje principales no se encuentran en España, si no

que están ubicadas en Polonia (Srem), Inglaterra (PVCR) y Alemania (DEKURA).

Haciendo que, aunque la capacidad técnica y tecnológica de reciclaje existe, sea inviable realizarla, en España, de una manera rentable y sostenible, debido a que el proceso completo de transformación conlleva desplazar toneladas de residuos a miles de kilómetros de los centros productores, con los costes logísticos y de impacto medioambiental que esto conlleva.

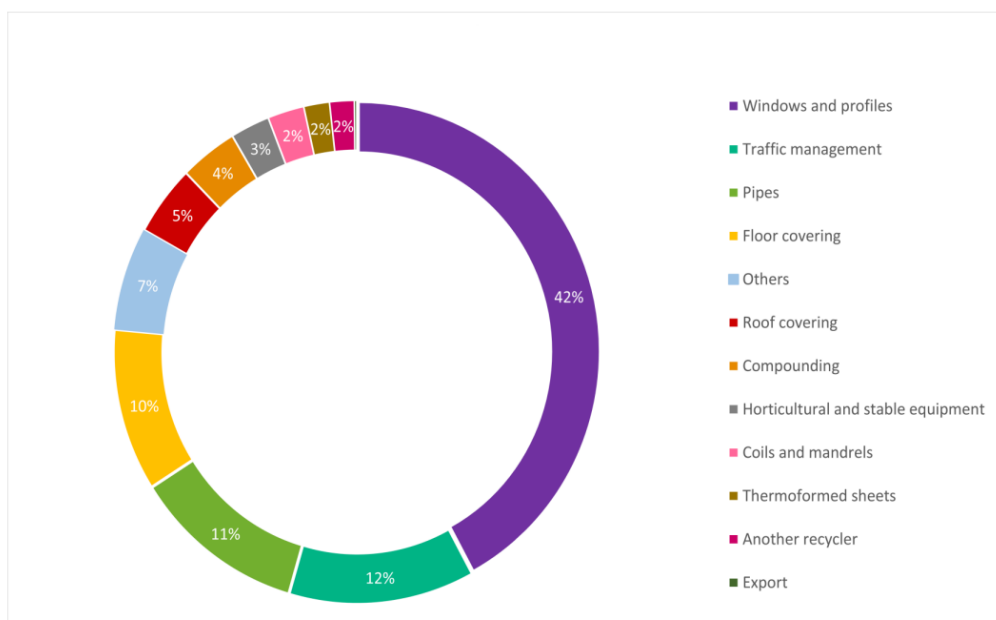
Como especialista en el sector, DEKURA consigue producir cada año unas 40.000 toneladas de material reciclado para ventanas de PVC nuevas, pero exclusivamente procedentes de Alemania y centro de Europa. Además los materiales transformados son en parte residuos y subproductos industriales, no puestos en circulación, es decir proceden de ciclos de recuperación pre-consumo.

Según los datos publicados por Vinylplus, organización para promover el desarrollo sostenible de la industria europea del PVC, en 2021, se han reciclado 810.755 Tn de PCV. Un 11 % más respecto al año anterior.



Del total de PVC reciclado (810.755 Tn), 355.330 Tn corresponde al reciclado de perfiles de ventanas, 263.375 Tn al de suelos y materiales flexibles, 84.732 Tn de cables, 44.298 tn a tuberías. 30.778 Tn de plástico rígido y 1.777 Tn de otros materiales (entre ellos telas recubiertas).

En porcentaje:



Fuente: Informe Progress report 2022-Vinylplus

<b>Reciclado de PVC por regiones Europeas en 2021</b>	
Alemania	210.612 Tn
Reino Unido e Irlanda	139.426 Tn
Francia	111.611 Tn
Países Bajos, Belgica y Luxemburgo	107.354 Tn
Italia y Grecia	93.046 Tn
Polonia, Escandinavia y países Balticos	78.987 Tn
España	42.341 Tn
Países de Europa del Este	25.080 Tn

Fuente: Informe Progress report 2022-Vinylplus

Según los propios datos del sector de reciclaje y del sistema de gestión implantado en Europa, la mayor parte de los residuos reciclados, un 64%, provienen de ciclos de pre-consumo.

Tipo de PVC	Tn recicladas en 2021	
	Pre-consumo	Post-consumo
Tejidos revestidos	1.301	476
Suelos	1.662	2.162
Perfiles de ventana	213.909	141.420
Tuberías	34.043	10.254
Rígido	32.065	25.991
PVC flexible y films	222.043	40.717
Cables	10.479	74.253
<b>SUMATORIO</b>	<b>515.502</b>	<b>295.273</b>
<b>TOTAL</b>	<b>810,755</b>	

Fuente: Informe Progress report 2022-Vinylplus

Independientemente de la procedencia del residuo, estas cantidades recicladas suponen 14,5 millones toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas desde el año 2000, frente a procesos de nueva fabricación de PVC.

Actualmente la media del porcentaje de valorización para productos plásticos, del sector de construcción, que certifican las plantas de tratamiento en España ronda del media el 80%. Un dato que a priori parece elevado, pero que si analizamos en profundidad descubriremos que realmente está sesgado, debiendo estudiar en profundidad los resultados del reciclaje efectivo realmente alcanzado.

En primer lugar este dato es el obtenido en el primer paso del proceso completo de transformación, es decir si que se trata de un proceso contemplado dentro de la propia normativa como valorización, pero con el cual no se alcanza la transformación completa del material, y ni siquiera la condición de fin de residuo.

Se trata de los tratamientos tipificados dentro del grupo R12 o R13, que no dejan de ser pre-tratamientos de clasificación, es decir, una clasificación efectiva realizada en planta, sobre los residuos recibidos en estas por parte

de los productores. Del total de residuos recibidos en las plantas de tratamiento, y clasificados como plásticos, directamente el 20% ni siquiera son materiales plásticos, o son considerados impropios. Sobre el 80% restante, ya clasificados como polímeros plásticos un 40% son polímeros de la familia de los polietilenos (HDPE, LDPE, PEX y PET) un 30% poliestirenos (EPS, XPS), 20% PVC (principalmente tuberías, cableado, carpinterías y láminas impermeables) y el 10% restante son otros plásticos como PU, PP, PB...

De estos grupos los únicos que realmente continúan en la cadena de valorización para su transformación completa o reciclaje son los polietilenos, puesto que en realidad se trata de residuos provenientes de envases y embalajes industriales en su mayoría, y los poliestirenos. El material de PVC es desechado como impropio, en los controles de calidad, antes de continuar en procesos de transformación ulteriores por encontrarse en su mayor parte altamente contaminados y sucios con restos orgánicos y químicos (tuberías de saneamiento), combinados con otros materiales de difícil separación (tubos armados con fibra de vidrio o altamente pigmentados) o en condiciones avanzadas de degradación o desgaste, como es el caso de las carpinterías exteriores, en las que además es imposible identificar la composición química exacta del material, que puede contener sustancias actualmente prohibidas por la normativa europea.

## **2. Aluminio**

El reciclaje de los residuos metálicos generados en el sector de la construcción, históricamente ha sido relevante, y hoy en día cobra cada vez más importancia, debido al continuado aumento del precio de las materias primas y la energía.

Como hemos visto, el proceso de la recuperación de metales consiste en una técnica de valorización en el que, una vez llegan a la empresa gestora, se clasifican, se prensan o se cizallan para ser enviados a las fundiciones. Debido al gran valor económico comentado de los metales y



concretamente de aluminio, existen numerosos gestores autorizados en todo el territorio nacional

Según FEAF, la Federación Española de Asociaciones de Fundidores, hay un total de 107 empresas de fundición. De las cuales 43, se dedican especialmente, a metales no féreos, entre ellos el aluminio.

<b>DATOS 2021</b>	Nº empresas	Producción (Tn)	Facturación (mill €)	Exportación (Tn)
Hierro	36	782.855	1.272	506.768
Acero	28	69.179	422	56.318
No féreos	43	100.876	687	68.063
<b>TOTAL</b>	<b>107</b>	<b>952.910</b>	<b>2.381</b>	<b>631.149</b>

A nivel Europeo, según European Aluminium Association, hay 220 plantas de reciclaje de aluminio repartidas por el continente. Este sector económico genera casi 40 millones de euros de ingresos anuales. Con una capacidad de reciclado de más de 12,5 millones de toneladas.

Según los sectores productores de residuos, podemos distinguir tres grupos principales, de los cuales se extraen las mayores cantidades de material de aluminio reciclado.

- Envases:

En España según los datos extraídos de la memoria anual publicada por la Asociación para el Reciclado de Productos de Aluminio (ARPAL) se reciclaron en 2021, 75.642 toneladas de envases de aluminio, lo que supone un 56,1% del total de envases de aluminio puestos en el mercado correspondiente a 134.871 Tn.

Al incluir en los datos de recuperación de envases de aluminio otras valorizaciones, se obtiene una tasa de valorización total de los envases de aluminio del 57,6%. La Directiva Europea 2018/852 del Parlamento Europeo y del Consejo establece que en el año 2025 debe reciclarse el 50% de los envases de aluminio y en el 2030 el 60%.

En Europa actualmente se consumen más de 38.000 millones de latas de aluminio y su tasa de reciclaje está por encima del 80% en algunos países. Suecia, con 92% y Suiza con el 88% van a la cabeza.

- Industrial / Automoción:

En términos de reciclabilidad, en América del Norte y Europa más del 98% del aluminio contenido en los automóviles es recuperado y reciclado.

- Construcción:

Respecto al % de aluminio reciclado en el sector, concretamente el aluminio que proviene de perfiles de carpintería, no disponemos de datos contrastados, puesto que además no se trata del metal mayoritariamente usado, que a día de hoy siguen siendo los materiales férricos y acero.

Actualmente el aluminio de RCD proviene de carpinterías y perfiles estructurales en obras de demolición, rehabilitación y/o reforma, y en el caso de obra nueva solo de perfiles estructurales, puesto que la instalación de carpinterías no produce residuos durante los procesos de montaje, si ampliamos el grupo a cualquier tipología de obra nueva la mayor cantidad de aluminio que se produce como residuo es el proveniente de la incipiente industria de energías renovables que genera entorno a 2 Tn de residuo por 10 hectáreas o 25MW de instalación de placas.

A diferencia del PVC, la falta de datos en el sector de la construcción viene derivada a que el material (sea residuo o producto manufacturado) tiene la misma composición y características físico-químicas en cualquiera de sus formas y transformaciones, por lo que no está obligado a seguir un flujo específico de valorización para cerrar el círculo de un producto o material concreto. Es decir, el aluminio producido por el residuo de una perfilera de ventana puede acabar transformado en una lata de refresco y/o viceversa. Sin embargo una tubería flexible de PVC (o lámina impermeable), debido a las características particulares de la composición química, adquiridas mediante aditivos plastificadores, que le otorga esa flexibilidad, no podrán ser usados para la fabricación de perfiles rígidos de carpinterías.

Independientemente de los procesos de reciclaje y del origen del residuo recuperado, 1 tonelada de aluminio reciclado evita la extracción de 6 toneladas de bauxita y la emisión de 9 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>.

A nivel mundial, el reciclaje de aluminio ahorra más de 100 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> cada año, en concreto en España en el 2021 los procesos de reciclaje de aluminio evitaron la emisión de más de 700.000 Tn de CO<sub>2</sub>.

#### **5.4. CONCLUSIONES PARCIALES DE LA CADENA DE TRATAMIENTO Y VALORIZACIÓN**

Tras el análisis realizado en este apartado de gestión y valorización de residuos de post-consumo, podemos destacar las siguientes conclusiones:

- **NORMATIVA**
  - La normativa específica que regula los procesos de valorización (reciclaje incluido) no profundiza en la regularización de los mismos, ni en la de los residuos a tratar, más allá de la clasificación de los grupos de peligrosos/contaminados y no peligrosos (la regularización de los contenidos químicos propios de los materiales se regula en los procesos de fabricación y/o absorción de materiales reciclados).
  - Esta falta de regulación normativa respecto a los procesos de gestión y tratamiento, produce distorsión de los datos efectivos de reciclaje de productos, pues se consideran igualmente tratamientos de valorización tanto a una clasificación simple de material como a un proceso altamente tecnificado de descomposición química para obtención de carburantes.
  
- **TRATAMIENTOS**
  - Los tratamientos de recuperación de materiales metálicos, y en concreto del aluminio, son mucho más económicos, sencillos y rentables, llevando un mayor plazo de tiempo asentados y testados en la industria.
  - Por el contrario los procesos y tratamientos de reciclaje de PVC son relativamente modernos, generándose muchos de ellos con anterioridad a la finalización del ciclo de vida del material, por lo que están orientados a procesos de reciclado pre-consumo o sectores específicos como el de envases.
  - Por otro lado, los procesos más modernos y adaptados a recuperaciones post-consumo necesitan de una mayor inversión, siendo menos rentables y económicos.
  - Actualmente la fabricación de productos poliméricos (incluido el PVC) es mucho más económico con materia prima virgen, que con reciclada, ocurriendo justamente lo contrario en la fabricación de productos metálicos como el aluminio.
  - El mercado, con carácter general, exceptuando casos puntuales de sectores industriales de fabricación de impermeabilización y envases, no genera valor económico para la materia reciclada de PVC
  - Las plantas de tratamiento, de los procesos iniciales de la cadena de valorización de los residuos producidos en el sector de la construcción, no están tecnológicamente preparados para realizar una correcta identificación de los residuos plásticos, y mucho menos para segregar y

diferenciar los PVC con contenido en aditivos prohibidos, de los que sí que están fabricados conforme a las exigencias normativas actuales.

Por lo que la gran mayoría de residuos de PVC de post-consumo producidos en construcción son clasificados como impropios ante la falta de garantías y certificación de calidad mínima de la materia reciclada.

- En el caso de los residuos metálicos, el mercado genera un alto valor económico sobre los residuos minerales, tanto los ya reciclados como los residuos aún no tratados, por lo que se fomenta su recuperación.
- El propio proceso de recuperación de la materia prima del aluminio de un material ya procesado y convertido en residuo, acorta y economiza los procesos de fabricación de los productos, en comparación con los procesos de fabricación a partir de materia prima virgen, pues los procesos más costosos (y con mayor consumo de energía) se encuentran en la extracción del metal de los minerales que lo contienen.
- El aluminio no tiene límite de ciclos de reciclado, manteniéndose inalterable y sin sufrir degradación durante los procesos y tratamientos de recuperación.
- En nuestro país existen 30 empresas autorizadas para la gestión y tratamiento de residuos de PVC.

La gran mayoría especializadas en el reciclaje de envases plásticos y asimilables a RSU, solo 10 empresas a nivel nacional, realizan procesos de tratamiento y reciclaje para residuos y PVC, de las cuales podemos destacar 4 centros que aceptan y recuperan residuos de PVC provenientes del sector de la construcción, y únicamente una de ellas, RECICLADOS ESCANERO, está oficialmente adherida al SIG europeo para carpinterías de PVC Recovynyl PLUS®.

## 6. PROCESOS DE CONSUMO Y FABRICACIÓN DE MATERIALES RECICLADOS

### 6.1. NORMATIVA APLICABLE

Las principales normativas que afectan a la fabricación de productos a partir de materia reciclada, son las mismas que las aplicables para su fabricación a partir de procesos con materias primas extractivas. En este apartado se va a analizar sobre todo las limitaciones de contenido de sustancias nocivas para la salud y el medio ambiente en los productos, así como las condiciones mínimas de calidad y resistencia que tiene que tener los productos específicos de perfiles extrusionados para carpinterías.

- **El Código Técnico de la Edificación (CTE)**

Marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE). Se compone de dos partes: las exigencias básicas y los documentos básicos.

Las condiciones de las ventanas se encuentran en los siguientes Documentos Básicos:

- DB SE Seguridad estructural y DB SE-AE Acciones: Resistencia al viento.
- DB SUA Seguridad de uso y accesibilidad (SUA 2): Resistencia al impacto.
- DB HR Protección frente al ruido: Aislamiento al ruido aéreo.
- DB HE Ahorro de energía (HE1): Permeabilidad al aire y transmitancia térmica.
- DB HS Salubridad (HS1): Estanquidad al agua

- **El Reglamento (CE) nº 1907/2006 o REACH (Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de sustancias y mezclas químicas)**

Entró oficialmente en vigor el 1 de Junio de 2007. Tiene como objetivo la mejora de la protección de la salud humana y el medio ambiente frente al riesgo que puede conllevar la fabricación, comercialización y uso de las sustancias y mezclas químicas.

REACH se aplica a todas las sustancias químicas, no solo a las utilizadas en procesos industriales, sino también en la vida cotidiana, como pinturas, mobiliario e incluso medicamentos.

El Reglamento REACH establece procedimientos para recopilar y evaluar información sobre las propiedades y los peligros de las sustancias.

## **Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación**

1. El propósito del presente Reglamento es garantizar un alto nivel de protección de la salud humana y del medio ambiente, incluido el fomento de métodos alternativos para evaluar los riesgos que plantean las sustancias, así como la libre circulación de sustancias en el mercado interior, al tiempo que se potencia la competitividad y la innovación.
2. En el presente Reglamento se establecen disposiciones relativas a sustancias y preparados, tal como quedan definidas en el artículo 3. Dichas disposiciones se aplicarán a la fabricación, comercialización o uso de este tipo de sustancias, como tales, en forma de preparados o contenidas en artículos, y a la comercialización de los preparados.
3. El presente Reglamento se basa en el principio de que corresponde a los fabricantes, importadores y usuarios intermedios garantizar que sólo fabrican, comercializan o usan sustancias que no afectan negativamente a la salud humana o al medio ambiente. [...]

## **Resumen e interpretación normativa**

En el título II Registro de sustancias, el reglamento recoge que se tendrá que registrar toda aquella sustancia fabricada/importada en cantidades iguales o superiores a 1 tonelada/anual.

Asimismo, destacamos lo citado en el título VII en el que se expone que se deberá solicitar una autorización de uso para toda aquella sustancia considerada altamente preocupante conforme al Reglamento REACH, y el título VIII por el que se prohíben o restringen determinados usos de cuando supongan un riesgo inaceptable para la salud humana y el medio ambiente.

Por lo tanto las empresas deben registrar sus sustancias, y la ECHA (a Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas) evalúa los registros para dar su conformidad, de forma que conjuntamente con los Estados Miembros de la UE estudian si se pueden gestionar los riesgos con respecto a la salud humana o el medio ambiente de dichas sustancias.

El REACH afecta tanto a fabricantes como a importadores y usuarios intermedios, sin embargo las empresas establecidas fuera de la UE no están obligadas a cumplir con el reglamento REACH, incluso si exportan sus productos dentro del territorio de la Unión Europea.

La responsabilidad de cumplir con los requisitos de REACH, como el registro, radica en los importadores con establecimiento en la Unión Europea, o en el representante exclusivo de un fabricante de fuera de la UE.

Según REACH, un "artículo" es un objeto que, durante su fabricación, recibe una forma, superficie o diseño especial que determina su función en mayor medida que su composición química.

La identificación de una sustancia como sustancia extremadamente preocupante y su inclusión en la Lista de sustancias candidatas puede entrañar ciertas obligaciones legales para los importadores, productores y proveedores de un artículo que contiene dicha sustancia.

Si un artículo contiene una sustancia altamente preocupante en una concentración superior al 0,1 % en peso, cada proveedor de la cadena de suministro deberá proporcionar información a su respectivo comprador.

- **Ley 8/2010, por la que se establece el régimen sancionador previsto en los Reglamentos (CE) relativos al registro, a la evaluación, a la autorización y a la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH) y sobre la clasificación, el etiquetado y el envasado de sustancias y mezclas (CLP), que lo modifica.**

Esta ley contempla como infracciones muy graves derivadas de REACH principalmente las siguientes:

- La fabricación, importación y comercialización de sustancias o mezclas contenidas en el mismo que no cuenten con una excepción aplicable.
- El incumplimiento de las condiciones establecidas a una exención del registro obligatorio general para sustancias fabricadas en la Comunidad Europea o importadas para fines de investigación y desarrollo
- La falta de actualización del registro las condiciones establecidas a una exención del registro obligatorio general para investigación y desarrollo orientados a productos y procesos
- La falta de notificación por parte de un fabricante o importador de productos que contengan dichas sustancias.
- La comercialización sin la ficha de datos de seguridad.
- El incumplimiento de la obligación de adjuntar en la ficha de datos de seguridad
- La falta de implantación de las medidas de control del riesgo identificadas en el informe de seguridad química.
- El incumplimiento de las restricciones a la fabricación, comercialización y uso de las sustancias

- El falseamiento de la información

Las infracciones muy graves se sancionarán con una multa desde 85.001 euros hasta 1.200.000 euros.

La ley recoge las siguientes infracciones como infracciones graves:

- la negación por parte del propietario de un estudio a proporcionar la prueba de los costes o a facilitar el propio estudio
- No facilitar la ficha de datos de seguridad, al menos en castellano.
- El incumplimiento de la obligación de transmitir a los agentes posteriores de la cadena de suministro la información sobre sustancias
- El incumplimiento de la obligación de transmitir información que permita un uso seguro sobre las sustancias de alta peligrosidad presentes en el producto en concentraciones mayores al 0,1 por ciento en peso
- El incumplimiento de la obligación de conservar la información necesaria durante 10 años
- La falta de suministro de la información requerida en proceso de evaluación
- El incumplimiento de la obligación de incluir el número de autorización en la etiqueta antes de comercializar la sustancia o la mezcla para un uso autorizado.

Las infracciones graves se sancionarán con una multa desde 6.001 euros hasta 85.000 euros.

Los demás incumplimientos del Reglamento (CE) n.º 1907/2006 no registrados anteriormente o aquellas infracciones que por su escasa cuantía no merezcan la clasificación como muy graves o graves, se considerarán infracciones leves, y se sancionarán con una multa de hasta 6.000 euros.

- **Normativa CE**

El mercado CE (Conformidad Europea) es el símbolo de conformidad obligatorio para todos los fabricantes de puertas y ventanas que quieran vender en el mercado comunitario productos de construcción. Cabe destacar que se trata de un certificado aplicable al producto, no a la instalación donde se fabrica. El mercado CE, además de informar de las



características técnicas del producto, representa el nivel mínimo de seguridad que debe alcanzarse, siguiendo los estándares exigidos por la Unión Europea, para poder comercializar dicho producto. De esta forma, constituye la declaración de conformidad del producto con las Directivas Europeas 89/106/CEE y el Reglamento Europeo de Productos de Construcción (CPR de sus siglas en inglés, Construction Products Regulation) y en el caso de España, que cumple con los requisitos establecidos en el Código Técnico de la Edificación. Por lo tanto, no se puede comercializar ningún producto de carpintería sin el marcado CE, que debe estar siempre visible de forma permanente tanto en la etiqueta y el embalaje como en el producto en sí.

No ofrece garantías de calidad extra, solo acredita que cumple los mínimos requisitos de seguridad y calidad marcados por la UE, es decir, el requisito imprescindible legal para comercializar un producto esté fabricado o no en la Unión Europea. Aunque un producto disponga de otro certificado de calidad no le exime de la obligatoriedad de presentar el certificado CE.

El marcado CE para productos de carpintería como puertas exteriores y ventanas está definido por la norma UNE-EN 14351-1:2006, siendo un mercado voluntario desde 2007 y estableciéndose como obligatorio desde 2010.

Las características de las ventanas y puertas con el marcado CE son las siguientes:

- Resistencia a los impactos
- Durabilidad frente a las condiciones atmosféricas: estanqueidad al agua y resistencia a la carga del viento y a la radiación solar
- Permeabilidad al aire
- Emisión de sustancias peligrosas hacia el interior.
- Aislamiento térmico
- Atenuación acústica

● **UNE-EN 15804-2012+A2:2019**

Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de

construcción. Esta normativa sirve como base para las Reglas de Categoría de Productos (PCR) de la construcción.

- **UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017 'Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación**

Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales. identifica, independientemente del material, las características de prestación, que son aplicables a las ventanas (incluyendo ventanas de tejado, ventanas de tejado con resistencia frente al fuego exterior y balconeras), puertas peatonales exteriores (incluyendo las puertas de vidrio sin marco, puertas en recorridos de evacuación) y pantallas.

- **UNE-EN 14351-2:2019**

Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 2: Puertas peatonales interiores. recoge las características de las prestaciones independientemente del material, aplicables a las puertas peatonales interiores.

- **UNE-EN 16034:2015**

Puertas peatonales, industriales, comerciales, de garaje y ventanas practicables. Norma de producto, características de prestación. Características de resistencia al fuego y/o control de humo.

- **UNE-EN 12608-1**

Perfiles de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U) para la fabricación de ventanas y de puertas. Clasificación, requisitos y métodos de ensayo. Los perfiles no plastificados para la fabricación de puertas y ventanas, perfiles de PVC-U sin recubrimiento con superficies de colores claros, deben seguir la norma europea EN 12608-1. Esta norma especifica las clasificaciones, los requisitos y los métodos de ensayo para los perfiles de poli(cloruro de vinilo) (PVC-U) no plastificado y sin recubrir con superficies de color claro destinados a la fabricación de ventanas y puertas. Los perfiles realizados con materiales de PVC-U con refuerzos (por ejemplo fibra de vidrio) no forman parte de este objeto y campo de aplicación.

Dentro de esta serie encontramos la UNE-EN 12608-1:2016+A1:2021: Parte 1: Perfiles de PVC-U sin revestimiento con superficies de colores claros.

- **EN 17410**

Plásticos. Reciclaje por circuito controlado de perfiles de ventanas y puertas de PVC-U. La norma define las etapas de transformación de materiales que son relevantes para la calidad del producto, en particular los flujos de reciclaje entrantes y salientes y los flujos de fabricación de perfiles entrantes y salientes.

## **6.2. PROCESOS DE FABRICACIÓN CON MATERIALES RECICLADOS**

Descripción técnica de los procesos de fabricación de productos extrusionados para perfiles de carpinterías con cada uno de los materiales estudiados

### **1. PVC**

#### **1.1 Proceso de fabricación de perfiles de PVC**

La EN-UNE 12608 no fija una composición concreta para el PVC, estableciendo como materia prima virgen cualquier material de formulación definida (composición controlada de polímeros, aditivos y pigmentos), en forma de gránulos o en polvo, que no ha sido utilizado o procesado de forma distinta de la requerida para su fabricación, y a la que no se ha añadido material reprocesable o reciclable. Por lo tanto, la composición del PVC, en tanto a la tipología, cantidad y concentración de aditivos, puede variar.

La materia prima de PVC puro en granza o polvo es introducida en la máquina mezcladora, donde se le añaden los aditivos necesarios para la fórmula propia del fabricante en base a las características deseadas de su producto, obteniendo la fórmula final del PVC. Este proceso también se puede llevar a cabo como primer paso en la máquina extrusionadora.

El material de PVC virgen o previamente mezclado, se somete a un proceso de extrusión a partir del cual se funde, plastifica, desgasifica y compacta, a partir del que se obtiene el PVC listo para darle forma. En el proceso de perfilado, el material se moldea, adoptando su estructura y cámaras internas, para después ser refrigerado en agua, consiguiendo el perfil solidificado, en forma de barras para el posterior montaje del producto.

Los ensayos a los que se somete el producto miden las siguientes propiedades mecánicas y químicas:

- Temperatura de reblandecimiento
- Elasticidad
- Termoestabilidad
- Resistencia al impacto por tracción
- Factor de soldadura transitorio
- Contenido de ceniza
- Color y apariencia
- Dimensiones y peso
- Densidad
- Comportamiento tras alternancia de carga climática (calor y frío)
- Soldabilidad

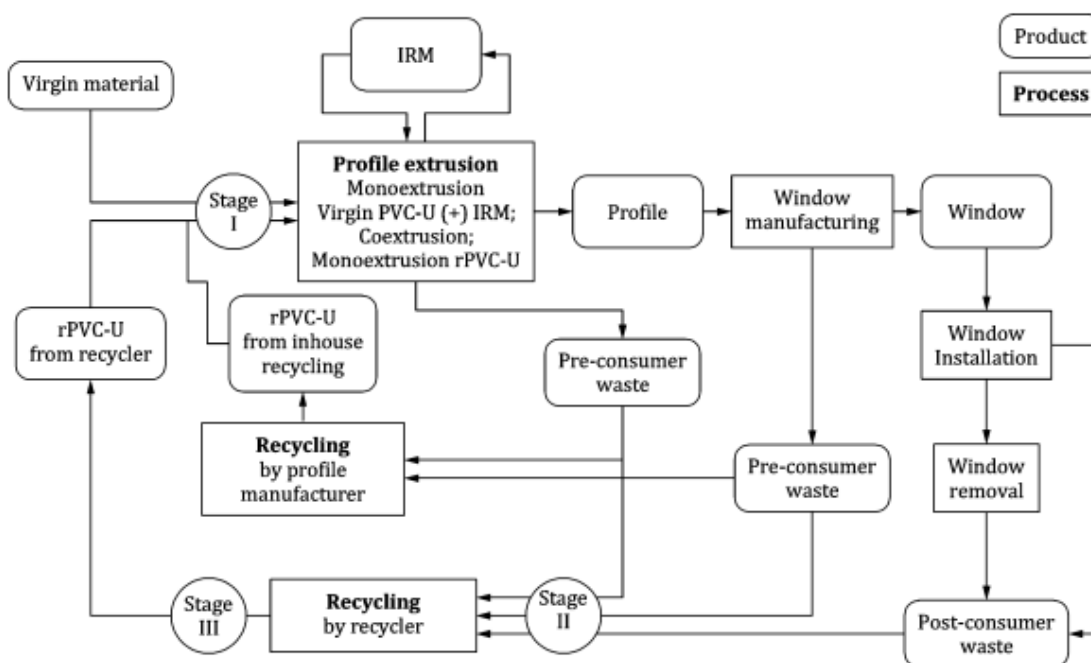
## **1.2 Utilización de materia prima reciclada en el proceso de fabricación**

Podemos distinguir dos tipos de material reciclado dependiendo de su origen:

- Material pre-consumo: también llamado reciclaje en origen o reciclaje primario. De acuerdo con la norma EN 45557, se considera material pre consumo el residuo generado en el proceso productivo que mediante trituración, inyección o extrusión vuelve a introducirse en el mismo, siguiendo la Norma ISO 14021. Asimismo, la utilización de plásticos procedentes de productos dañados, obsoletos o excedentes de fabricantes o distribuidores que no hayan sido puestos en circulación en el mercado se considera plástico reciclado pre-consumo.  
La norma EN 17508 especifica la definición del residuo de PVC-U pre-consumo como aquel material desviado durante el proceso de fabricación de perfiles y/o ventanas o puertas y que el fabricante desecha o pretende descartar.
- Material post-consumo: El material reciclado post-consumo proviene de todo residuo generado por los usuarios finales del producto ya sean hogares, empresas o comerciales, industriales e institucionales, en los que el producto ha cumplido su finalidad y se desecha. El material post-consumo pasa por un proceso previo de reciclaje mecánico o químico.

La mayoría del material reciclado de perfiles de carpintería de PVC proviene del pre-consumo, con 213.909 toneladas recicladas, frente a las 141.420 toneladas recicladas del post-consumo en Europa en 2021, según la EPPA.

La entrada de materia prima virgen y de PVC reciclado al proceso de fabricación puede darse de forma separada o conjunta. El flujo de material separado se lleva a cabo por co-extrusión, donde el flujo de material virgen entrará a la máquina extrusora a través de la tolva principal y el material reciclado a través de la auxiliar. El flujo de material mixto requiere un proceso de mono-extrusión. El material reciclado proveniente del propio proceso de fabricación se reintroduce en el proceso en la máquina extrusora, reciclado en el 100% de los casos.



Fuente: PVC Windows and related Building Products using rPVC and being Recyclable: Design-for Recycling Guidelines. EPPA, 2021.

En la etapa 1, el material, tanto virgen como reciclado, entra al proceso de extrusión, que se llevará a cabo según lo explicado anteriormente.

En la etapa 2, vemos que tanto el material pre-consumo proveniente de los recortes de fabricación, como del proceso de manufactura, y el post-consumo procedente del final de vida del producto, pasan por un proceso de reciclado, para generar granza o polvo de PVC (saliente de la etapa 3) que puede ser absorbido de nuevo en el proceso de extrusión.

Para llevar a cabo este proceso, es necesario tener en cuenta la cantidad disponible de material reciclado, teniendo dos opciones:

- Mantener un flujo de fabricación constante, para lo que es necesario mantener un suministro estable de materia prima reciclada con las mismas características, formulación básica y calidad de manera constante.
- Realizar procesos de fabricación cíclicos, adaptados a los flujos de suministro de material, que aseguren tandas de fabricación homogéneas, que mantengan una producción de igual calidad en cada tirada.

Cabe destacar que las características de calidad exigidas y los procesos de evaluación a los que debe someterse un producto con material reciclado son los mismos que los aplicables a aquellos productos fabricados a partir de polímero virgen de PVC.

Sin embargo, la norma 12608 hace una distinción entre estos dos materiales para su uso: dicta que el material reciclado deberá ser usado únicamente en el interior de los perfiles de PVC, debiendo ir siempre cubierto por una capa de material virgen, u otro material como el aluminio, que asegure un alto grado de resistencia a la intemperie y estabilidad UV.

Las declaraciones del contenido de material reciclado se refieren siempre al núcleo interno del perfil, por lo que o bien este está fabricado con un % variable de materia prima reciclada (lo más común es que contenga entre un 30-40%) o está completamente fabricado con material reciclado (casos puntuales)

Por lo tanto es imposible encontrar un perfil acabado, y listo para su uso en la fabricación de carpinterías, fabricado con un 100% de material reciclado.

La cantidad exacta de PVC reciclado en el proceso de fabricación de perfiles de carpintería va a depender principalmente de dos factores:

- Capacidad técnica para la reintroducción de material reciclado: La viabilidad técnica del proceso está sujeta a diferentes factores, como la geometría del perfil, así como la maquinaria y las técnicas utilizadas.
- La disponibilidad de PVC-U reciclado del mercado, la cual actualmente no es suficiente para la introducción de material reciclado en todos los procesos productivos de perfiles extrusionados de PVC.

Debido a estos dos factores, el PVC reciclado utilizado por los fabricantes de perfiles proviene, en casi todos los casos, de material propio, sea pre-consumo o post-consumo, para asegurar tanto la calidad del material como el flujo de fabricación.

Raw Material in use	Quality references	Comments
PVC-U powder, compound*	EN 12608-1 EN 17410 prEN 12608-2	UV stabilized material (UVM) Reduced UV stabilized Material (RUVM) Not UV stabilized material (NUVM)
Recycled PVC, rPVC <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pre-consumer</li> <li>• Post-consumer</li> </ul>	EN 15346 EN 12608-1 EN 17410	

\* Standards for profiles not covered by EN 12608-1 and prEN 12608-2 still have to be developed.

Fuente: PVC Windows and related Building Products using rPVC and being Recyclable: Design-for Recycling Guidelines. EPPA, 2021.

El material de PVC reciclado debe cumplir con las siguientes normas estandarizadas:

- EN 15343: Plásticos. Plásticos reciclados. Trazabilidad y evaluación de conformidad del reciclado de plásticos y contenido en reciclado.
- EN 17410 Plásticos. Reciclaje por circuito controlado de perfiles de ventanas y puertas de PVC-U
- EN 12608-1 "Perfiles de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U) para la fabricación de ventanas y puertas y su correspondiente serie.

Estas normas dictan el cumplimiento de las siguientes características:

Features	Test procedure	Common Specifications for light coloured and coloured rPVC
Form (granules, micronized, etc.) Ø, Length		Type A   Cylinder shape, e.g. 4-6 mm, 2-4 mm Type B   Lens/flakes shape, e.g. 4-7 mm, 1-4 mm
Color	Cielab	Visual inspection or Lab value (EN ISO 11664-4) if spec. of colour is required
Volatile Components	ISO 1269	< 0.4 %
Bulk density	ISO 60, DIN 53466 or EN 15346 annex B	Type A: e.g. 650g/l +/- 30 g/l Type B: e.g. 800 – 850 g/l +/- 30 g/l Other types to be defined
Vicat softening point	ISO 306 B50	≥ 75°C
E modulus	ISO 527-1	≥ 2200 N/mm <sup>2</sup>
Notched charpy impact Strength (1eA)	ISO 179/1eA	≥ 20 kJ/m <sup>2</sup>
Thermal stability	ISO 182-2	≥ 25 min
Impurities Ø	EN 15346 annex C others	≤ 0.01%, < 0,45 mm

Fuente: PVC Windows and related Building Products using rPVC and being Recyclable: Design-for Recycling Guidelines. EPPA, 2021.

En el último informe publicado por la asociación europea de plásticos “Plásticos- Situación 2020”, vemos que el flujo de plásticos importado a Europa se mantiene en constante crecimiento desde 2014 hasta la última fecha estudiada. Actualmente, aunque los fabricantes de PVC de la Unión Europea firmaron un compromiso para la reducción de plomo en las resinas, como se ha visto anteriormente, no aplica al material importado desde fuera, pudiendo contener una concentración mayor del metal pesado.

Siguiendo con el Reglamento de Productos de Construcción, el fabricante debe aportar una hoja de datos de seguridad cuando el contenido de una sustancia peligrosa recogida en la lista de sustancias candidatas de REACH supere el 0,1% en masa del producto, aportando información suficiente para permitir un uso seguro. Si esto no ocurre, el fabricante puede incurrir en una infracción grave, según la Ley 8/2010, de 31 de marzo, por la que se establece el régimen sancionador previsto en el Reglamentos REACH.



## 2. Aluminio

### 2.1 Proceso de fabricación de perfiles de Aluminio

El aluminio es uno de los pocos metales que puede ser moldeado en todos los procesos de fundición, desde la fundición y moldeo permanente hasta el bastidor de arena.

Para la fabricación de perfilería, no es común el uso de aluminio puro, siendo más extendido el uso de aleaciones con otros metales en una concentración variable entre 0,2 y 1%, lo que permite obtener las características físicas y mecánicas buscadas.

Las aleaciones más comunes son la serie 6000, que combina aluminio con magnesio y silicio, y la serie 7000 que lo combina con zinc y magnesio. Ambas aleaciones tienen buenas características de resistencia, maleabilidad y anodizado.

Los perfiles de aluminio se obtienen mediante un proceso de extrusión, mediante el cual el aluminio aleado en forma de lingotes o tochos, se funden a una temperatura alrededor de 450-500°C. El material es inyectado, mediante un pistón hidráulico, a través de una matriz, sometiéndose a una alta presión. Por el otro extremo, se obtiene el perfil cuya sección transversal puede ser muy variable gracias a la maleabilidad del material. Finalmente el perfil caliente es extraído para proceder a su enfriamiento.

En el caso concreto de perfiles orientados a la fabricación de carpinterías metálicas, cabe destacar la inserción de materiales de baja conductividad, en la fabricación, para producir la rotura del puente térmico.

El material más utilizado es la poliamida reforzada con fibra de vidrio.

En su estado natural, el aluminio se oxida a la exposición al aire, formando una delgada capa de óxido que protege al núcleo de una oxidación profunda, conservando sus características intactas y evitando su degradación. Para reforzar este proceso natural, se puede llevar a cabo el anodizado; un proceso electroquímico a partir del cual se refuerza la capa natural de óxido, confiriendo al material unas características adicionales de resistencia a la corrosión y a la abrasión.

Para obtener el certificado CE y poder ser comercializadas en Europa, las ventanas de aluminio deben pasar un ensayo tipo en laboratorio, que evalúe las siguientes propiedades:

- Resistencia mecánica a los impactos.
- Estabilidad frente a condiciones atmosféricas
- Aislamiento térmico y atenuación acústica.
- Seguridad en caso de incendio.

Por lo tanto, sus características deben seguir lo especificado en la norma europea UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.

## **2.2 Utilización de materia prima reciclada en el proceso de fabricación**

De la misma forma que ocurre con el PVC, podemos considerar dos tipos de aluminio reciclado, en función de su origen:

- Chatarra pre-consumo: Aquella que procede exclusivamente del proceso productivo y no ha sido transformada en un producto comercializado, independientemente en el momento o instalación que se produzca.
- Chatarra post-consumo: Proviene de todo residuo generado por los usuarios finales del producto, una vez que este ha cumplido su finalidad, o llegado al final de su ciclo de vida, y se desecha.

Históricamente, el aluminio secundario se consideraba de peor calidad que el aluminio primario debido a las impurezas y la falta de control de su composición. Sin embargo, el desarrollo de estándares normativos de la mano de los avances tecnológicos en la industria del reciclaje han hecho posible que el aluminio secundario conserve sus propiedades de rendimiento y resistencia después del proceso de recuperación, haciendo posible que este proceso pueda llevarse a cabo una y otra vez de forma indefinida.

En el proceso de reciclado de aluminio, durante su fundición se pueden incorporar pequeñas cantidades de materia prima virgen, así como otros elementos de aleación, para alcanzar la composición exacta que necesita cada producto concreto, según los criterios del fabricante.

El aluminio es considerado un material permanente, lo que significa que puede ser usado y reciclado una y otra vez, adquiriendo un potencial de reutilización infinito. Esto implica que el material no sufre pérdida de sus características físico-químicas durante su uso y reciclaje. Asimismo, el aluminio permite el reciclaje en ciclo cerrado

sin adición significativa de material virgen para la fabricación de un producto, ya que mantiene sus características intactas.

Según el informe técnico “permanent materials- Scientific background”, la definición de un material permanente es la siguiente:

*“Un material se define como permanente si sus propiedades inherentes no cambian durante el uso y mediante la transformación sólido-líquido puede volver a su estado inicial. Este es el caso cuando el material consta de componentes básicos, que son elementos químicos o compuestos químicos robustos, lo que hace posible el uso repetido y el reciclaje sin cambiar las propiedades inherentes del material.”*

Al mantener sus propiedades, el uso de aluminio reciclado en la fabricación de perfiles de aluminio no requiere un ajuste del proceso de fabricación ni cumplir con ninguna normativa específica. Por lo tanto, los productos fabricados con material de aluminio reciclado, al margen de su porcentaje, deberán cumplir con las especificaciones técnicas de la normativa específica aplicable a su composición, de la misma forma que ocurre con los productos fabricados por material virgen.

Para determinar la composición del material de aluminio la asociación Europea del Aluminio recomienda seguir la norma EN 14726, que define procedimientos para determinar la composición química de las aleaciones, cumpliendo con REACH.

### **6.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y LIMITACIONES DE USO DE LOS MATERIALES**

Se destacan las principales características técnicas y fisicoquímicas de cada material, resaltando las limitaciones de uso y/o fabricación de productos según la normativa actual vigente, en procedimientos a partir de utilización de materiales reciclados (cuyas limitaciones son idénticas que las de nueva fabricación)

#### **1. PVC**

Los polímeros son macromoléculas en forma de largas cadenas formadas por unidades llamadas monómeros, principalmente etileno. A estos polímeros se les aplica una serie de aditivos de forma artificial que les confieren las características específicas que buscamos en cada uno de los materiales, formando lo que denominamos comúnmente plásticos.

El PVC es un polímero sintético o resina que contiene un porcentaje mayor de cloro, en torno a 57%, que de etileno, en torno al 43%. El cloro proveniente de la sal común (cloruro de sodio) mediante un proceso de electrólisis se une con el etileno, obtenido de un proceso de craqueo químico del petróleo o biocombustibles, formando una molécula de dicloroetano o etileno diclorado (EDC). Finalmente, tras el proceso de polimerización se obtiene el policloruro de vinilo (PVC) con la siguiente estructura química:  $(C_2H_3Cl)_n$ .

El proceso de polimerización puede dar resultado a diferentes formas de compuesto, según su posterior utilización, como por ejemplo soluciones y emulsiones o compuestos en forma de pellet o polvo. De la resina resultante de la polimerización se pueden obtener materiales muy versátiles de características muy diversas, ya sean flexibles o rígidos.

A pesar de esta variabilidad y de ser el polímero más consumido a nivel global, la resina de PVC requiere un proceso de formulación y procesado muy complejo, utilizando un gran número de aditivos en proporciones muy específicas para la obtención del producto final buscado.

El PVC es un plástico perteneciente a la familia de los termoplásticos, que agrupa materiales que se vuelven maleables y flexibles a temperaturas altas, y al enfriarse se endurecen, pudiendo realizar repetidamente el proceso, al contrario que los plásticos termoestables. El polímero de PVC puro es un material rígido, con altas propiedades de resistencia mecánica, química, al agua y a la intemperie, sin embargo, presenta cierta inestabilidad ante el calor y la luz ultravioleta, que producen cloro en forma de cloruro de hidrógeno (HCL).

Para combatir dicha inestabilidad es necesario añadir algunos aditivos al proceso de fabricación, para alargar su vida útil, como máximo hasta los 50 años.

Ciertos aditivos utilizados comúnmente en los procesos de fabricación, han sido paulatinamente restringidos por la normativa, tras ir detectando sus efectos nocivos sobre la salud humana y el medio ambiente. Actualmente los productos de PVC fabricados dentro de la UE, no contienen estas sustancias químicas o las contiene por debajo de los límites marcados, pero debido al largo ciclo de vida del material, se encuentran muy presentes en productos ya fabricados e instalados en nuestras construcciones.

Los aditivos regulados y prohibidos presentes en productos de PVC son:

## 1.1 Ftalatos

Uno de los aditivos plastificadores más usados para la fabricación de PVC. Los ftalatos, o ésteres a ácido ftálico son unos solventes inertes de bajo peso molecular que se añaden a los polímeros rígidos para conferirles algunas características como la flexibilidad o la maleabilidad.

Estos compuestos están considerados como sustancias tóxicas para la salud humana y disruptor químico endocrino por la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA), así como perjudiciales para el medio ambiente.

Los ftalatos más utilizados en la industria del PVC, en concreto para la fabricación del PVC flexible, son el Ftalato de bis(2-etilhexilo) (DEHP), el Ftalato de dibutilo (DBP), el Ftalato de bencilo y butilo (BBP) y el Ftalato de diisobutilo (DIBP). Dichas sustancias quedaron incluidas en el Reglamento (CE) 1907/2006 (REACH), prohibiendo a partir del 2020 la comercialización de aquellos productos que contuviesen un porcentaje de ftalato superior al 0,1% del peso total del material, según se establece en el reglamento 2018/2005 de la Comisión Europea. Exceptuando ciertos productos específicos de aeronáutica y automoción.

En Abril de 2022 con la entrada en vigor de la ley 07/2022 queda completamente prohibida, en España, la utilización de ftalatos.

Por lo tanto, aunque su uso se haya ido desplazando con la utilización de nuevos aditivos, un alto porcentaje de productos de PVC puestos en circulación, antes de su restricción por la normativa, y debido a la elevada vida útil del material, aún contienen este aditivo en límites muy superiores a los permitidos.

Aunque los ftalatos se han usado típicamente en compuestos de PVC plastificados y la industria de perfiles de carpintería utilice mayormente PCV-U no plastificado, puede afectar al sector en términos de absorción de materia prima secundaria. En consecuencia, debemos destacar que no todos los productos de PVC pueden ser reciclados para la reintroducción en nuevos procesos productivos, por lo que la disponibilidad de materia prima reciclada de PVC queda limitada a los productos que no contengan dichos aditivos.

## 1.2 Cadmio

El cadmio es uno de los metales utilizados como estabilizante en el polímero de PVC. Su uso está regulado en productos y materiales de construcción.

La regulación en la Unión Europea comenzó en 1992 mediante la prohibición de su uso en algunos artículos de plástico, aunque estaba autorizado para los productos de PVC rígido. El Parlamento Europeo se posiciona oficialmente a favor de la prohibición del uso de este estabilizante en los productos de PVC, a partir de la publicación del Libro Verde de la Comisión «Cuestiones medioambientales relacionadas con el PVC» en Julio del 2000.

En 2001, la industria europea de PVC acordó eliminar progresivamente este estabilizante de sus productos bajo el programa “Vinyl 2010”, el actual VinylPlus.

El cadmio está recogido dentro de REACH como sustancia carcinógena y tóxica para el medio ambiente, razón por la cual está prohibido su uso en productos de joyería, barras de soldadura y ciertos productos plásticos, desde 2011.

Con el fin de fomentar el reciclado del PVC frente a la incineración y eliminación en vertedero, el reglamento (CE) 494/2011 permitió la utilización de PVC valorizado con un valor límite de cadmio más elevado para la fabricación de ciertos productos de construcción, pudiendo alcanzar el 0,1% en perfiles de PVC reciclado.

Ese reglamento fue anulado por una Sentencia del Tribunal General en 2013, sin embargo, durante los años que estuvo en vigor se fabricaron productos con valores límites superiores de cadmio. Generando la misma problemática, que con los aditivos de ftalato.

## 1.3 Plomo

Otro de los aditivos más utilizados como estabilizante son las sales de metales, en concreto para la fabricación de polímeros de PVC es el plomo.

Se trata de una sustancia tóxica, que puede tener efectos graves para la salud, en particular daños neurológicos irreversibles incluso en pequeñas dosis, así como ser una sustancia contaminante para el medio ambiente, particularmente para organismos acuáticos.

Su uso como estabilizador requiere un contenido de plomo aproximado entre el 0,5 y el 2%. En el año 2000, con la publicación

del Libro Verde “Cuestiones medioambientales relacionadas con el PVC” la Comisión Europea ya planteó la problemática de su uso, propuso su reducción, aunque sin desarrollo normativo para apoyarse. La postura del Parlamento Europeo era directamente la de prohibir su uso como estabilizante para el PVC, puesto que no hay niveles seguros para el plomo.

Ante la falta de regulación concreta y específica, se continuó con la fabricación de millones de toneladas de productos de PVC con un alto contenido en plomo.

En diciembre de 2012, el plomo fue añadido a la lista de sustancias candidatas de REACH, limitando su uso al 0,1% en masa del producto de PVC.

La industria europea del PVC, suscribió un compromiso voluntario para reducir la utilización de plomo en sus productos, que ha ido siendo paulatinamente sustituido por otros compuestos de calcio y zinc, hasta eliminar completamente su utilización en 2015. Sin embargo, a pesar de este compromiso, cabe destacar que el PVC con plomo continuó movilizándose en la Unión Europea a través de los productos importados y la materia prima reciclada.

En 2020, la Comisión Europea sacó una propuesta de modificación de las normas relativas a la concentración de plomo en el PVC, registradas en el reglamento REACH, promovida por la industria del plástico europea y la ECHA.

Esta propuesta incluye la limitación a una concentración máxima de 0,1% de plomo en el polímero como norma general, contemplando excepciones con umbrales más altos para el PVC reciclado: un 2% en peso para el PVC reciclado rígido y un 1% en PVC reciclado flexible. Sin embargo, dicha propuesta fue rechazada por la Comisión de Medio Ambiente, Salud Pública y Seguridad Alimentaria del Parlamento Europeo, considerando que dicha excepción en el PVC reciclado no debe conducir al mantenimiento del problema de los metales pesados, y expone que va en contra del REACH cuyo objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente, reafirmando que no existe concentración mínima segura para la exposición al plomo.

La propuesta se encuentra actualmente en actualización y revisión para volver a ser presentada.

## **2. Aluminio**

El aluminio es el elemento metálico más abundante, con un 7,96%, y el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre. Debido a su

reactividad al oxígeno, es muy raro encontrarlo en su forma elemental, por lo que se requiere su extracción a partir de minerales.

El óxido de aluminio puro, también llamado alúmina, se obtiene de la bauxita a través de un proceso de refinado, cuyo contenido en aluminio varía entre 40 y 60%. Este proceso se compone de dos etapas: en la primera se realiza un proceso de digestión química utilizando sosa cáustica o hidróxido de sodio (NaOH) para la separación del hidróxido de aluminio del resto de residuo de bauxita. Tras esto, se elimina el contenido en agua del hidróxido de aluminio mediante calcinación, alcanzando una temperatura entre 145 y 265°C, obteniendo óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Finalmente, para separar el átomo de aluminio del oxígeno se lleva a cabo un proceso de electrólisis.

Todo este proceso requiere el consumo de una gran cantidad de energía.

El aluminio es un metal no ferroso, siendo el metal más producido a nivel mundial. De sus propiedades podemos destacar principalmente su baja densidad y punto de fusión, su alta conductividad térmica y eléctrica y su gran maleabilidad.

Una de las características más importantes del aluminio, por lo que le confiere la idoneidad de utilización como producto de construcción y arquitectura, es su seguridad en caso de incendio, siendo un material ignífugo. De hecho, las aleaciones de aluminio se funden a una temperatura en torno a 650°C, sin liberar gases nocivos.

Los productos de aluminio para la construcción son inertes y no tóxicos, por lo que no representan peligro para la salud humana y el medio ambiente. Las aleaciones más utilizadas para su fabricación, sean tratadas en su superficie o no (lacado o anodizado) son neutrales.

El aluminio se puede alejar con la mayoría de elementos químicos, destacando las aleaciones con magnesio, manganeso, silicio, cobre y zinc.

Existen algunas aleaciones de aluminio específicas que pueden contener elementos químicos regulados por REACH, concretamente plomo.

Sin embargo, esas aleaciones no se utilizan en la fabricación de perfiles de aluminio, donde las más utilizadas frecuentemente son la 6060 y 6063.

Estas aleaciones se usan concretamente para la fabricación de tornillos, tuercas y barras roscadas para maquinaria (tornos) de alta velocidad o piezas de automoción (pistones principalmente), y poseen un porcentaje en plomo mayor del 0,1% limitado de forma general por REACH, entre un 0,2 y un 0,6%, pero están sujetas a regulación y autorización específicas, por



lo que la gestión de los residuos producidos sigue un canal específico como RP.

#### **6.4. ANÁLISIS SECTORIAL, EVALUACIÓN DE IMPACTO Y RECICLAJE EFECTIVO**

Al igual que en los apartados anteriores, una vez estudiados, analizados y mostrados los procesos técnicos y limitaciones de los procesos de fabricación de productos con materia prima reciclada, se muestra la realidad del sector de fabricación nacional para cada uno de los casos de perfiles.

##### **1. PVC**

VinylPlus® es un compromiso voluntario, para un desarrollo sostenible, de la industria europea de PVC. Representa un compromiso de toda la cadena de valor del PVC, desde los fabricantes y productores de aditivos hasta los gestores recicladores. En 2003, partiendo de esta iniciativa, se fundó Recovynyl®, una red que promueve la absorción de material reciclado por la industria transformadora, conectando a los agentes recicladores, a través de la plataforma RecoTrace®, donde cada agente registra la cantidad de material que reciclan y la cantidad de material reciclado introducido en sus sistemas productivos. Los datos publicados de material reciclado en Europa provienen de esta iniciativa.

Según el último informe de resultados de Recovynyl “Recovynyl Recycling, Results 2021: A Detailed Overview” en el año 2021 se reciclaron un total de 335.330 T de residuos de perfiles de PVC en Europa, sin embargo España se encuentra entre los países que menos toneladas reciclaron, por debajo del umbral de 10.000T . Con gran diferencia, los países que más toneladas de estos residuos reciclaron son Alemania entre 140.000-150.000 T e Inglaterra entre 80.000-90.000 T.

Estos datos están en consonancia con el análisis y estudio realizado en el apartado de valorización de residuos, en el que se destaca que el SIG (Sistema Integrado de Gestión), aunque está diseñado a nivel Europeo, no está implantado en nuestro país, o al menos no de manera completa, puesto que aunque es posible, a través de la importación, que los fabricantes de carpinterías dispongan de perfiles reciclados, no se dispone de cobertura, ni plantas, para la recuperación e introducción de los residuos de post-consumo nuevamente en el ciclo de fabricación. E implantarlo a corto plazo supone no hacerlo de manera sostenible, ya que las principales plantas de reciclaje se encuentran en Polonia (Srem), Inglaterra (PVCR) y

Alemania (DEKURA).

En consecuencia, el plan de acción para lograr los ambiciosos objetivos de reciclaje de ventanas de PVC, desarrollado por la EPPA y Recovynyl a partir del año 2020, deja al margen a España, centrándose en los países de Alemania, Francia y Polonia, identificados como países con mayor potencial de reciclaje de ventanas post consumo.

El mismo informe recoge que el 42% del PVC reciclado en 2020 en Europa fue usado para la producción de nuevos perfiles de carpintería de PVC en 2021, aunque no detalla en qué regiones es absorbido dicho material. Actualmente, no hay estadísticas publicadas de la absorción de material reciclado en los procesos de fabricación de carpintería de PVC en España.

Actualmente, solo algunas compañías tienen capacidad de procesar PVC reciclado proveniente de ventanas recuperadas, siguiendo la norma europea EN 12608-1. Si analizamos algunos de los principales fabricantes de carpinterías de PVC en Europa, vemos que a pesar que comercializan productos con material reciclado en España, el proceso de reciclado y origen del material no se realiza en el país, teniendo lugar en los países ya mencionados.

Vemos el ejemplo de REHAU, uno de los fabricantes de ventanas de PVC más importantes. Actualmente, el 40% de sus perfiles contienen material reciclado, en un porcentaje variable entre un 40 y un 75% del material. La totalidad del material reciclado utilizado proviene de su propia producción, por lo que no absorbe material post-consumo de otros flujos de reciclaje. Aunque está adscrito a VinylPlus, cuenta con un sistema de gestión propio, mediante el cual ha implantado un sistema de retorno de sus propios productos, pero únicamente utilizado en Alemania y centroeuropa.

Según los datos de su propia página web, recicla alrededor de 70.000 T anuales, suponiendo una gran parte de las 900.000 T de PVC reciclado de objetivo marcado para 2025 por VinylPlus. Su material se puede reciclar hasta 7 veces, ahorrando un 88% de las emisiones de CO2 en la fabricación del polímero reciclado con respecto al material virgen.

Otro de los principales fabricantes de perfilería de PVC en Europa, VEKA, cuenta con 3 plantas de reciclaje de perfiles de PVC propias, ubicadas en Alemania, Reino Unido y Francia, con una capacidad total de reciclaje de 100.000 T anuales. Fue la primera empresa del sector en la recuperación integral de perfiles de PVC, y se encuentra también adscrita a VinylPlus. Los perfiles de VEKA incorporan alrededor de un 26% de material reciclado.

Deceuninck recicla en torno a 45.000 T de PVC anuales, en su planta de reciclaje de Bélgica, haciendo uso de la iniciativa Rewindo, un proveedor de servicios para el reciclaje de ventanas. Incorpora alrededor del 30% de material reciclado en su proceso de fabricación.

Asimismo, otros fabricantes que se nutren de la red de reciclaje de Recovynl son Kommerling y Schüco con aproximadamente un uso del 10% de material reciclado, sirviéndose de su sistema de gestión centralizado.

Por lo tanto, vemos que de los principales fabricantes de carpinterías de PVC en Europa, aunque introducen material reciclado en su sistema productivo en diferentes proporciones, utilizan una red que localiza las plantas recicladoras de PVC fuera de España, lo que provoca que la circularidad del material en nuestro país no sea efectiva;

El PVC usado actualmente (a partir del 2015) para la fabricación de carpinterías es reciclable, puede incluso que contenga material reciclado, principalmente de pre-consumo, pero tras la finalización de su periodo de vida útil, en las condiciones de infraestructura actuales, no va a ser reciclado nuevamente, puesto que no existen los medios para devolverlo con unas condiciones mínimas de sostenibilidad, rentabilidad y calidad al sistema productivo.

Según los datos de los propios fabricantes, como por ejemplo Deceuninck o REHAU, el PVC puede ser reciclado hasta de 7 veces, sin afectar a la calidad o las características de resistencia.

Estos datos no están avalados por ninguna entidad o consejo científico externo al sector de fabricantes de PVC, e incluso a pesar de los resultados o datos de la capacidad de reciclaje, ésta es finita debido a la pérdida paulatina de propiedades del material. Como hemos visto, el material de PVC reciclado, no puede ser usado en el exterior de los productos de perfilería por la pérdida de capacidad de resistencia a la luz UV.

Sin embargo, la alternativa de la incineración supone una alternativa poco deseable, en tanto que se produce la emisión de carcinógenos como los furanos y las dioxinas.

Las estadísticas de reciclaje de PVC en Europa indican unas tasas muy positivas. Según Plastic Recycling Factsheet publicado en 2018 por la Confederación de las Industrias Recicladoras Europeas (EuRIC), se produjeron 910 mil toneladas de residuos de PVC procedente de la construcción, de las cuales se valorizaron 683 mil toneladas (34% por reciclaje mecánico y 41% por valorización energética).

Según este informe, por cada tonelada de PVC reciclado se ahorran dos toneladas de CO<sub>2</sub> con respecto al material virgen. De hecho, señala que en

2018, 740.000 toneladas de residuos de PVC reciclados contribuyeron a ahorrar 1,5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Además, la demanda de energía del PVC reciclado suele ser entre un 45 % y un 90 % inferior en comparación con su producción a partir de materiales vírgenes. Estos datos hacen patente la gran ventaja que supone, en cuanto a ahorro energético, el reciclado de PVC frente a la producción a partir de materia prima virgen.

Sin embargo, como hemos visto anteriormente, el reciclado de PVC puede conllevar un serio problema, para la salud humana y el medio ambiente, referente a los aditivos utilizados antes de las regulaciones normativas.

A pesar de la regulación actual, la larga vida útil de los materiales de perfilería de PVC, cuyo ciclo de vida ronda entre los 30 y 50 años, implica ciertos riesgos de concentración de metales pesados en los residuos de PVC post-consumo, fabricados previamente a la entrada en vigor de las diferentes normativas reguladoras.

Esto significa, que aunque la fabricación de nuevos materiales tenga un control sobre los aditivos perjudiciales, estos pueden estar presentes en el PVC reciclado, si no se controlan las trazabilidades de origen de los residuos.

Todo ello implica, que a pesar de la viabilidad de reciclar el material proveniente de residuos de PVC, una gran parte de él no cumple los requisitos para ser absorbido por el proceso de fabricación de un nuevo producto, siendo la opción más viable la absorción de residuos pre-consumo o de ciclo cerrado dentro del mismo proceso de fabricación.

En la resolución del Parlamento Europeo de 12 de febrero de 2020, por el que se opone al proyecto del Reglamento de la Comisión por el que se modifica el anexo XVII del Reglamento (CE) n.º 1907/2006, se recogen una serie de afirmaciones relacionadas con este tema a destacar:

- El reciclaje no es, de hecho, una alternativa al depósito en vertederos o la incineración, ya que el PVC no puede reciclarse indefinidamente, por lo que simplemente se aplaza la eliminación definitiva del PVC con plomo y las emisiones correspondientes, a la vez que se originan más emisiones en el reciclaje y la fase de uso subsiguiente [...]
- Ni la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos (ECHA)- ni la Comisión, han evaluado la viabilidad del reciclado químico de los residuos de PVC, que permitiría la separación y eliminación segura del plomo; que según la industria del PVC, están disponibles estas tecnologías.

Aún así, cabe destacar que el reciclado que predomina ampliamente

para el material de perfilera de PVC es el reciclado mecánico, que perpetúa el contenido del metal pesado.

- Que el límite de concentración de plomo del 0,1 % del peso total no representa un «nivel de seguridad», sino un nivel administrativo fijado para evitar el uso del plomo como estabilizador del PVC.
- Estas excepciones perpetúan el uso de sustancias que perduran a través de artículos elaborados a partir de PVC reciclado, a pesar de la disponibilidad de alternativas, reconocida expresamente por la Comisión.
- El proyecto de Reglamento de la Comisión por un lado restringiría la importación de entre 1.000 y 4.000 toneladas de plomo en artículos de PVC importados, pero al mismo tiempo permitiría que se comercializasen (de nuevo) entre 2.500 y 10.000 toneladas de plomo anuales a través del PVC valorizado.
- El proyecto de Reglamento de la Comisión requiere que los artículos de PVC que contengan PVC valorizado estén marcados con la indicación «Contiene PVC valorizado», pero el Comité de Evaluación del Riesgo de la Agencia sostiene que dicha indicación no es suficiente por sí misma para diferenciar entre el material reciclado exento de plomo y el material reciclado que contiene plomo, considerando que esta indicación es efectivamente engañosa, pues la referencia al contenido valorizado tiene una connotación positiva, aunque en este caso signifique realmente que los productos valorizados contienen cantidades significativas de plomo en comparación con los productos elaborados con PVC virgen, que no lo contienen. Esto es contrario al objetivo primordial del Reglamento REACH de garantizar un nivel elevado de protección de la salud humana y del medio ambiente.
- El proyecto de Reglamento de la Comisión llega con 18 años de retraso y contiene varios elementos que no son compatibles con el objetivo o el tenor del Reglamento REACH, a saber:  
las excepciones relativas al PVC valorizado, el marcado positivo del PVC valorizado pese a su contenido de plomo, la excepción relativa a los pigmentos de plomo y el prolongado periodo de gracia de 24 meses.

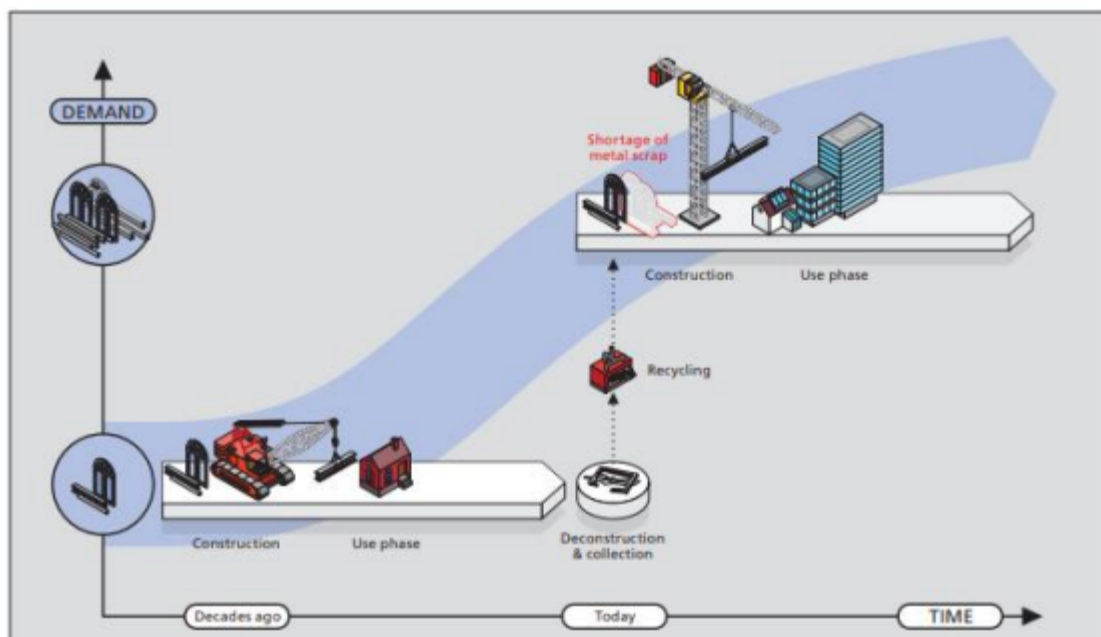
El parlamento Europeo defiende que, «de conformidad con la jerarquía de residuos, la prevención tiene prioridad sobre el reciclado y, en

consecuencia, el reciclado no puede justificar que se perpetúe el uso de sustancias peligrosas que perduran», según se recoge en la Resolución del Parlamento Europeo, de 13 de septiembre de 2018, sobre la aplicación del paquete sobre la economía circular: opciones para abordar la interfaz entre las legislaciones sobre sustancias químicas, sobre productos y sobre residuos (2018/2589(RSP))

## 2. Aluminio

Según la Asociación Europea del Aluminio, el 51% de la producción de aluminio en Europa proviene de aluminio reciclado, procedente tanto de los procesos de reciclaje internos de chatarra (pre-consumo) como del suministro externo (post-consumo).

Sin embargo, aunque la demanda de material de aluminio reciclado va en aumento, debido a la larga vida útil de los productos de aluminio, de 50 a 75 años para productos de carpinterías, esta demanda no puede satisfacerse únicamente con aluminio reciclado de post-consumo. Esto se debe a que la cantidad de chatarra post-consumo es limitada, y no puede cubrir la demanda de aluminio actual, tanto del sector de la construcción como el de fabricación de piezas industriales/automoción y envases. Por eso, el déficit debe satisfacerse mediante la utilización también de aluminio primario.



Fuente: Module D is essential to assess the real life-cycle and circularity of products and buildings. Metals for Buildings, 2021.

Los datos de reciclaje de aluminio en Europa son muy altos, con ratios del 75% en reciclaje de envases, y entre el 90-95% en los sectores de la construcción y automoción.

Sin embargo, actualmente, no existen datos específicos del % de aluminio reciclado utilizado en los flujos específicos de fabricación, así como del % de residuo exacto procedente de perfiles de carpinterías de aluminio que se utiliza para la producción de nuevos productos (grado de circularidad del material dentro del sector). Esto se debe, como se ha mencionado anteriormente, a que el aluminio reciclado se utiliza indistintamente en la fabricación de productos de diferentes sectores y familias, siempre teniendo en cuenta la composición necesaria para generar las características específicas del nuevo producto fabricado.

Un objetivo marcado en el plan de acción de la estrategia del aluminio europeo circular en 2030, es precisamente optimizar este proceso; El reciclaje de aluminio en circuito cerrado. Esto es, utilizar el aluminio reciclado proveniente de una familia de productos para fabricar esos mismos productos. Por ejemplo, utilizar el aluminio reciclado de perfiles de ventana en la fabricación de nuevos perfiles. De esta forma, se combate la pérdida de calidad del metal, conservando las aleaciones, y se optimiza aún más el reciclado.

Según la Declaración Ambiental de Producto de la Asociación Española del Aluminio, realizada en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid, la materia prima con la que se hace el perfil de aluminio contiene un 39% de aluminio reciclado y un aluminio primario del 61%.

El contenido en aluminio reciclado favorece notablemente la consideración de un material como de bajo contenido en carbono.

Actualmente se considera así al metal que genera menos emisiones de CO<sub>2</sub> que el aluminio primario producido con energía de origen fósil, con una huella inferior a 4,0 kg CO<sub>2</sub> por kg. Además del uso de material reciclado, también pueden conseguir la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por el uso de energías renovables en su proceso productivo

Si analizamos los ejemplos concretos de algunos de los mayores fabricantes nacionales como por ejemplo:

- Hydro: más del 50% de aluminio utilizado en su producción total se recicla. Asimismo, el contenido de materia prima reciclada de sus productos asciende hasta el 75% proveniente de chatarra post-consumo. Además, cuenta con la línea Hydro RESTORE, una línea de fabricación de aluminio a partir de chatarra pre y post-consumo, incorporando una pequeña cantidad de material virgen, apoyada en una DAP propia.

- Exlabesa: Extruyen perfiles de aluminio con un contenido de material reciclado de hasta el 75% en su planta de reciclaje industrial en España.

La producción de aluminio a partir de materia prima virgen requiere un alto consumo de energía, sin embargo, según la Asociación Europea del Aluminio, el aluminio reciclado en Europa impulsa aún más la descarbonización y la circularidad con una reducción del 95 % de las emisiones de gases efecto invernadero y energía en comparación con la producción primaria.

El uso de aluminio reciclado requiere sólo un 5% de energía respecto a la utilización de materia prima virgen. Cuanto más veces se recicla, menor es el consumo energético necesario por kilogramo. Así, son necesarios 15 kWh/kg de aluminio la primera vez que se recicla, 4 kWh/kg de aluminio la cuarta vez que se utiliza y 2 kWh/kg de aluminio la décima vez. Por lo tanto, la utilización de una tonelada de aluminio reciclado supone el ahorro de 9 toneladas de CO2 emitidas a la atmósfera.

Asimismo, a pesar de que el aluminio es el tercer compuesto más común en la superficie terrestre, el proceso extractivo de bauxita mediante minería, así como la refinera de alúmina, lleva asociado un alto impacto ambiental. Reciclar una tonelada de aluminio supone evitar la extracción de 6 toneladas de bauxita.

Un dato de impacto a tener en cuenta, es que el 75% del aluminio producido a lo largo de la historia sigue en circulación actualmente. Esto se debe a su condición de material permanente.

## **6.5. CONCLUSIONES PARCIALES DE LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS RECICLADOS**

Tras el análisis pormenorizado realizado en el apartado de fabricación de productos a partir de residuos del sector de la construcción, podemos destacar las siguientes conclusiones:

- **NORMATIVA**

- Al contrario que en los procesos anteriores, el apartado de fabricación de productos está altamente regulado, con normativa más concreta y restrictiva
- Los principales factores controlados en la fabricación de productos son el contenido de sustancias químicas, especialmente aquellas que pueden suponer daños para la salud humana y el medioambiente, y la calidad de los productos.



- El REACH, regula específicamente las sustancias dañinas, que por casuística particular de composición afectan casi en exclusiva a la fabricación de polímeros de PVC
  - Actualmente existe una incertidumbre legal en cuanto a la importación de productos de PVC que contengan plomo, dejando en desventaja a la industria europea del PVC que sustituyó el plomo de forma voluntaria, eliminándolo de su producción a partir de 2015.
  - En 2020 la industria europea del PVC solicitó el aumento del límite actualmente estipulado de concentración de plomo en el PVC reciclado, pero se denegó la propuesta por el Parlamento Europeo. Actualmente están modificando la propuesta para volver a solicitar la aprobación. Desde entonces no se ha regulado más allá.
  - Dado el desarrollo de la incipiente industria del reciclaje de productos plásticos (entre ellos el PVC), el volumen potencial de material existente, y la toxicidad de este debido a su vida útil y su periodo de fabricación fuera de regulación hace necesario el desarrollo de una legislación específica.
- **PRODUCCIÓN**
    - La fabricación de perfiles de PVC para carpintería, dada la particularidad de los requisitos físico-mecánicos, calidad y limitación de ciertos compuestos químicos, limita la tipología de material reciclado a utilizar en el proceso. Casi en exclusiva dentro de un circuito cerrado del propio material fabricado.
    - La mayor parte de material reciclado utilizado en los procesos de fabricación de perfiles de PVC (entre el 60-70%) proviene de reciclaje de pre-consumo.
    - Los datos de ciclabilidad (número de ciclos de reciclaje soportado) del material de PVC, están ofrecidos por los propios fabricantes, sin estar avalados por organismos independientes o la propia comunidad científica. Debido principalmente a que los procesos de reciclaje realizados son de carácter mecánico y no químico, por lo que los procesos de degradación del material no son cuantificables, dependiendo entonces de la degradación sufrida con anterioridad por el material reciclado, así como por la falta de análisis de los ciclos de reciclaje en materiales post-consumo, puesto que se trata de un material recientemente moderno, con una larga vida útil.
    - Los principales sistemas integrados de gestión de PVC existentes en Europa no actúa en territorio nacional, y las plantas de suministro de materia prima reciclada no están en España, lo que imposibilita un reciclaje efectivo de los residuos producidos en nuestro país.
- Es posible obtener productos reciclados, pero no, mantener la

circularidad del material, los residuos post-consumo producidos por estos no serán nuevamente reciclados.

- Debido a las características y exigencias de calidad de la normativa europea (EN 12608) es imposible fabricar productos 100% reciclados de PVC, puesto que el material reciclado debe estar protegido al menos por una capa externa de material virgen de 0,5mm de espesor que lo proteja de la acción directa de los rayos UVA.

- Ante la falta en nuestro país de procesos adaptados, rentabilidad económica y tecnología necesaria para la identificación y separación de los diferentes tipos residuos post-consumo de PVC, la fabricación de perfiles reciclados no cuenta con las garantías mínimas necesarias para asegurar un correcto cumplimiento de la normativa actual vigente.

- Todos los productos fabricados a nivel europeo antes del 2015, no cumplen con la normativa reguladora de sustancias químicas perjudiciales, por lo que no son aptos para su uso en nuevos procesos de fabricación sin el tratamiento adecuado (Reciclaje químico).

- Al contrario que con el PVC, la fabricación de perfiles de aluminio admite cualquier tipología de residuo de aluminio y viceversa, los residuos de perfiles pueden ser usados para fabricar otros productos.

- Por las propias condiciones del material, no es necesario el uso de aditivos químicos, por lo que ni los productos fabricados actualmente, ni con anterioridad presentan riesgo para la salud humana o el medioambiente, ni problema para ser reciclados.

- Dada la sencillez de los procesos de reciclaje y su extenso desarrollo, existen numerosos centros especializados en el reciclaje de aluminio en nuestro país.

El aluminio en cualquier forma y fabricación es un material circular, existiendo un reciclaje efectivo en nuestro país.

- Por las condiciones físico-químicas intrínsecas del propio material de aluminio, es posible encontrar perfiles 100% reciclados.

- Los procesos de reciclaje de aluminio necesitan de un mayor consumo de energía que el del PVC

- Independientemente de las necesidades energéticas de cada proceso, el reciclaje supone una gran reducción de la huella de carbono en la fabricación de nuevos productos, concretamente; 6 Tn de CO<sub>2</sub> por Tn de producto fabricado en el caso del PVC y hasta 9 Tn en el del aluminio.

## 7. MERCADO Y DEMANDA DE PRODUCTOS RECICLADOS

El mercado demanda cada vez más productos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente, valorando el comprador de manera muy positiva, que dichos productos no solo hayan sido fabricados sosteniblemente y con el menor impacto posible, si no que estas características puedan mantenerse en el tiempo; tengan una larga duración y sean circulares o reciclables.

Teniendo en cuenta la situación económica actual, con la continuada subida de precios y materias primas, otro factor determinante en la elección de un producto por el consumidor es su precio.

Por lo que es importante que un producto fabricado de forma sostenible no suponga un incremento importante de costes, y que su sistema de fabricación no necesite por parte del sector industrial grandes modificaciones e inversiones de la infraestructura estándar, para evitar repercutir estos costes en los productos.

Centrándonos en el sector de la construcción, que es el principal demandante de los productos y materiales analizados, en forma ya transformada para carpinterías de puertas y ventanas, sobre todo de cerramientos exteriores, podemos distinguir dos niveles de cliente o consumidor del producto;

- Promotores inmobiliarios
- Usuarios de la vivienda

En realidad el destinatario y cliente final siempre va a ser el usuario de la vivienda, que bien realiza directamente la selección del producto, o indirectamente a través del promotor con los requisitos y exigencias de calidad que reclama para una vivienda.

En el segundo caso, los proyectos de edificación tanto residencial como terciario o dotacional, cada vez buscan un mayor grado de calidad y distinción, aumentando de forma exponencial en los últimos 10 años las certificaciones medioambientales tipo LEED, BREEAM, VERDE...

Estos sellos certifican la calidad, sostenibilidad medioambiental e impacto producido tanto por la construcción del edificio, como por su uso y mantenimiento a lo largo de su vida útil. Analiza al edificio completo como un producto único, evaluando por partes al mismo y cada uno de los componentes con los que ha sido, no sólo diseñado si no también ejecutado.

En el caso de las carpinterías los factores principales de análisis y valoración de los productos elegidos son 2;

- La eficiencia energética: que mide el impacto que producirá el uso del producto a lo largo del uso del edificio, entendiendo que cuanto mayor aislamiento térmico ofrezca el producto menor consumo energético será necesario aplicar en la vivienda para climatizarla.

- La sostenibilidad del producto: en la cual intervienen varias subclasificaciones de valoración, unificadas principalmente bajo el paraguas de una DAP. En este caso lo que se analiza es el impacto repercutido por la fabricación de un producto y cómo contribuye al impacto global del edificio, así pues se valora la vida útil del producto, la huella de carbono producida en su proceso de fabricación, la utilización o no de material reciclado y su circularidad potencial (reciclabilidad).

Así pues el producto ideal, para aumentar la valoración de una certificación medioambiental, sería el que tuviese el mayor equilibrio entre una baja transmitancia térmica, una larga vida útil y fuese sido fabricado con el % posible de materiales reciclados, asegurando que además puede volver a ser reciclado con facilidad.

## 8. RESUMEN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Como punto final al estudio realizado sobre la cadena de recuperación de un residuo desde su producción, hasta la transformación en un nuevo producto, vamos a detallar en forma comparativa los resultados obtenidos entre los dos materiales analizados; PVC y aluminio.

En cuanto a las exigencias normativas y legales en la valorización de residuos, la exigencia y limitaciones en los procesos de reciclaje, va aumentando conforme avanzamos en la cadena o proceso. Pero podemos señalar que las normativas tanto a nivel europeo como nacional están orientadas a favorecer el uso de materiales altamente circulares, con vidas útiles elevadas, que sean fácilmente recuperables y que tengan el mayor número posible de ciclos de reutilización.

Comparando ambos materiales, los polímeros plásticos están claramente en desventaja en los procesos de reciclaje si nos centramos en el sector de la construcción, tanto por la tipología de materiales fabricados, como por los procesos de obtención y recuperación de los residuos.

Ya en el apartado de producción del residuo, tanto la norma como los propios procesos implantados en el sector dificultan notablemente la clasificación del PVC, unificando en un único grupo todos los materiales plásticos, sean estos técnicamente reciclables o no.

Avanzando en el proceso general de valorización, se detecta que esta falta de correcta clasificación y segregación de los residuos en obra se ve acentuada por la capacidad técnica de las plantas de gestión y tratamiento que reciben los residuos. Las plantas de RCD, están principalmente especializadas en la gestión de residuos minerales, bien sean pétreos o metálicos, para los que es suficiente procesos mecánicos mucho más sencillos para ser correctamente clasificados y tratados, mientras que para el caso de los plásticos, carecen de la tecnología necesaria para identificar correctamente la tipología de cada plástico que conforma el conjunto completo de residuos recibidos de los centros productores. Esta tecnología pasa por disponer de lectores ópticos, robotizados, que únicamente se encuentran en las plantas de RSU, envases y residuos industriales.

Si unimos esto, a que la propia normativa facilita el cumplimiento de sus exigencias sin la necesidad específica y concreta de recuperar de manera eficiente y efectiva los residuos, nos encontramos que la realidad, en la clasificación de los residuos plásticos producidos en la construcción, es que la mayor parte terminan depositados en vertederos de inertes.

Mientras la norma exige un % de valorización mínimo a los productores, estos porcentajes se cumplen sobradamente con materiales con mayor volumen de producción como son los cerámicos, hormigones, metales y madera. Pero es

que además la normativa solo solicita la justificación de la valorización de los residuos, sin concretar qué nivel de valorización es necesario alcanzar, prohibiendo el depósito directo en vertedero de los residuos sin haber sido previamente valorizados, ambos requisitos se cumplen con un simple tratamiento de clasificación o incluso pre-tratamientos de almacenaje (R12 o R13).

Con estos tratamientos el residuo entrante, cumple ya con los requisitos, pudiendo obtener un % de valorización y siendo reclasificado como un residuo producido en la propia planta por el tratamiento de clasificación y quedando así justificado su desvío a vertedero al ser clasificado como impropio, dentro del propio flujo.

Esto se debe principalmente a que exclusivamente se separan del flujo aquellos plásticos que son fácilmente identificables y con alta demanda en el mercado como son los poliestirenos y polietilenos, principalmente en forma de film y aislamientos, y a que, además debido a la competencia de los precios de mercado frente a materia prima virgen, no es rentable aumentar los procesos de reciclaje con descontaminaciones o limpiezas costosas, por lo que cualquier material muy dañado, sucio o contaminado es directamente tratado como impropio.

El PVC generalmente suele ser un material que no cumple con los requisitos de calidad mínimos, puesto que si hablamos de residuos post-consumo, todos aquellos que provienen de canalizaciones o tuberías de saneamiento, tienen un alto contenido de suciedad, materia orgánica y productos químicos, mientras que las carpinterías suelen tener un marcado desgaste por los efectos climáticos y el sol.

Si a esto le sumamos que los fabricantes para cumplir con las normativas actualmente vigentes como REACH, que limitan el uso de sustancias y aditivos químicos en la fabricación de productos, reclaman unas garantías mínimas de calidad en la composición química del material reciclado, nos da como resultado que exclusivamente es viable la reutilización de residuos pre-consumo, o de post-consumo de materiales propios sobre los cuales es posible tener controlada la trazabilidad de la formulación química y siempre que estos productos estén fabricados en Europa a partir del 2015, que es la fecha en la que de manera voluntaria, o no, la industria europea del PVC limitó la adición de ftalatos, cadmio y, sobre todo, plomo en sus productos de manera garantizada.

A nivel europeo existen implantados diferentes sistemas integrados de gestión como VinylPlus® o Recovinyl®, que controlan la trazabilidad de los residuos de PVC producidos para introducirlos nuevamente en procesos productivos a través del reciclaje, pero funcionando principalmente sobre residuos de pre-consumo (entorno al 60-70% de los residuos gestionados), pero además

dichos SIG, no cuentan con una red eficazmente implantada en nuestro país, ya que únicamente se cuenta con un planta adherida, en concreto a Recovinyl®, situada en la provincia de Alicante, con una capacidad limitada de volumen de tratamiento. Por lo que es inviable, a día de hoy, que una carpintería de PVC instalada en España, sea circular.

Es decir, tanto el proceso como la infraestructura y cadena de tratamiento no se encuentra preparada y adaptada para recuperar un residuo de PVC post-consumo en España. Si analizamos esta cadena, el resultado es que de los materiales reciclados de PVC, han sido transformados directamente de los residuos pre-consumo o post-industriales generados durante los procesos de fabricación de las carpinterías y no de los procesos de instalación y/o uso de estas que serían de post-consumo, esto es debido a que para alcanzar un tratamiento finalista de reciclaje, ha de pasar previamente, hasta alcanzar el destino de las escasas plantas capacitadas, por un proceso intermedio de clasificación y triage, el cual simplemente por los costes asociados y por la escasa demanda del producto, termina catalogando al residuo de PVC como impropio, siendo el motivo principal por el que no existen datos de calidad o especificaciones de material, al ir destinado principalmente a depósito en vertedero.

En los casos en que las empresas recicladoras, por capacidad geográfica y cercanía, puedan recibir los residuos directamente en sus plantas de tratamiento, las exigencias de calidad del residuo son tan altas, que en la mayor parte de los casos directamente ni aceptan la recepción de los mismos.

Criterio de aceptación de residuo de PVC, para carpinterías de ventana, de la planta de tratamiento de RELS (Reciclados Escanero S.L) visible en su propia página web:

*“Estos materiales no pueden venir contaminados, no se aceptarán materiales que contengan: Metal, madera, cartón, perfiles de aluminio, caucho – gomas, herrajes, cristales, film de embalaje, papel de aluminio, latas, viruta (aunque sea de PVC), u otros plásticos mezclados como pueden ser PE,PP”*



En cambio en las carpinterías de aluminio, el proceso es mucho más viable por numerosos motivos:

- Los procesos de clasificación son más sencillos y no necesitan más que de procesos físico mecánicos, menos costosos.

- El mercado reclama en mayor volumen material reciclado, teniendo un coste mucho más ajustado frente a la materia prima virgen
- Los procesos de reciclaje soportan ciertas cantidades de contenido de impropios, que son fácilmente eliminados mediante procesos físicos, sin necesidad de descomposición química.
- Las aleaciones de aluminio que entran por flujos de gestión y tratamiento de RNP, en ningún caso contienen productos químicos prohibidos por el REACH o la ECHA
- Debido a la mayor tradición de reciclaje de productos metálicos frente a la “novedad” de los plásticos, existen en España numerosas plantas y empresas que realizan los procesos completos de reciclaje de aluminio, teniendo además la ventaja de que al no depender de formulaciones químicas complejas, un producto de aluminio puede ser reciclado fuera de su propia cadena de producción y viceversa, cualquier cadena de producción acepta residuos de aluminio de otros productos.

Si analizamos a medio / largo plazo la orientación de la normativa europea y el compromiso de la Unión en el cumplimiento de los objetivos ODS, veremos además que el camino no está a favor de promover la producción y mantenimiento de los productos plásticos en general y del PVC en particular, ya en la resolución del Parlamento Europeo de 12 de febrero de 2020, por el que se opone al proyecto del Reglamento de la Comisión por el que se modifica el anexo XVII del Reglamento (CE) n.º 1907/2006 ya deja clara sus intenciones alegando que el reciclaje del PVC no es una alternativa al depósito en vertedero o la incineración, pues al tratarse de un producto finito, con un número máximo de ciclos de reciclado, solo se aplaza la problemática de su eliminación, no siendo además justificable que mediante el reciclado se perpetúe el uso y contenido de sustancias nocivas para la salud humana y el medioambiente.

Cabe destacar que actualmente no está permitido por la normativa el uso de cualquier material reciclado para la fabricación de nuevos productos de PVC si no se asegura el contenido de sustancias como el plomo y el cadmio (en el caso particular de perfiles para carpinterías) en niveles inferiores al 0,1% en peso de producto.