



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Comparativa sobre la gestión de residuos de la
construcción y la demolición en distintos países de Europa

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

AUTOR/A: Galdeano Ruiz, Iván Francisco

Tutor/a: Llinares Millán, Jaime

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

Comparativa sobre la gestión de residuos de la construcción y la demolición en distintos países de Europa

Una visión europea



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

Autor: Iván Francisco Galdeano Ruiz

Tutor: Jaime Llinares Millán

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

Curso 2022/2023

RESUMEN

Investigación sobre la normativa y procedimientos de gestión de los residuos de la demolición y la construcción en distintos países de Europa. Comparando las diferencias entre ellas y extrayendo conclusiones que permitan la mejora del sector de la construcción fomentando una economía local, circular y sostenible.

ABSTRACT

Research about the regulations and management of construction and demolition waste in different European countries. Comparing the differences between them and drawing conclusions to improve the building sector improving local economy, circular production, and sustainability.

RESUM

Recerca sobre la normativa i procediments de gestió dels residus de la demolició i la construcció en diferents països d'Europa. Comparant les diferències entre elles i extraient conclusions que permetin la millora del sector de la construcció fomentant una economia local, circular i sostenible.

PALABRAS CLAVE

Demolición, Deconstrucción, Gestión de Residuos, Economía Circular, Unión Europea

KEY WORDS

Demolition Deconstruction, Waste Management, Circular Economy, European Union

Índice

Bloque_01 MEDIO AMBIENTE Y SALUD

1. Generación de residuos.....	7
2. Economía circular	8
3. Generación de emisiones y uso de energía	9
4. Problemas medioambientales y de salud e higiene derivados de la generación de RCD9	
5. Gestión de los residuos (pirámide prioridades)	10
7. Justificación del estudio.....	12
8. Objetivos	12
9. Metodología.....	13

BLOQUE_02: ESTUDIO SOBRE LA GESTIÓN DE RCD

1. Estudio general de la UE	14
Estudio por países.....	21
2. España:.....	21
3. Austria:	28
4. Suecia:.....	30
5. Bélgica.....	33
6. Italia:	36
7. Otros países europeos:	39
8. Estudio de aplicaciones en municipalidades concretas	40

BLOQUE_03 RESULTADOS

1. Tabla-resumen comparativa entre distintos países de la UE.....	44
2. Conclusiones	47
3. AGENDA 2030: Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	49
Bibliografía	50

Anexo 1: Tabla-resumen; clasificación y posibilidades de distintos materiales.....**¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 2: Materiales nocivos que podemos encontrar entre los RCD**¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 3: Lista europea de residuos. Capítulo 17 RCD.....

Anexo 4: Glosario de definiciones y acrónimos.....

índice de figuras

- Figura 1. Volumen de residuos por sector económico y doméstico
- Figura 2. de elaboración propia a partir de los datos de Intrastat 2018
- Figura 3. Imagen de galería Las Provincias. Imagen de una escombrera en Valencia provincia.
- Figura 4. Jerarquía de los residuos (Junta de Andalucía, 2018)
- Figura 5. Residuos Peligrosos y no peligrosos UE-27. (Eurostat, 2023)
- Figura 6. Evolución de los residuos totales (tn) por países. (Eurostat, 2023)
- Figura 7. Origen de la madera de los paneles fabricados a partir de madera en Europa 2017
- Figura 8. Evolución de la cantidad de RCD en miles de Toneladas
- Figura 9. Importación de Amianto en España. (Plan Director de eliminación del amianto en Navarra, 2021)
- Figura 10. Gráfico ratios de reciclaje autonómico 2020. (Ecologistas en Acción, 2023)
- Figura 11. Porcentaje de RCD tratados en la UE (Deloitte, 2017)
- Figura 12. Empleo de materiales reciclados en obra pública. (EPA, 2014)
- Figura 13. Mapa m³ de producción de madera por hectárea década 2000-2010 (EFI, 2015)
- Figura 14. Mapa de regiones de Bélgica. Elaboración propia a partir de The Brussel Journal, 2007.
- Figura 15. Porcentaje de residuos reciclados por provincias en 2013 (EEA, 2016)
- Figura 16. Residuos generados en Italia. (ITM, 2021)
- Figura 17. Residuos generados por habitante. (ITM, 2021)
- Figura 18. Porcentaje de RCD reciclados. (ITM, 2021)
- Figura 19. Captura de pantalla actual de los puntos de distribución. (Opalis, 2023)
- Figura 20. Centro temporal de reciclaje de áridos y Estadio olímpico de Londres (DEME,2011)
- Figuras 21. Desamiantado de la estructura por dMol. (AEDED 2021)
- Figuras 22. desmantelamiento de la estructura del Estadio Santiago Bernabéu por dMol. (AEDED 2021)
- Figura 23. Relleno de piscinas Puerto de Almería. (Ideal, 2022).
- Figura 24. Porcentajes de reciclaje (CE, 2017)
- Figura 25. Objetivos Desarrollo Sostenible (ONU, 2018)

Índice de tablas

- Tabla 1. Resumen genérica de elaboración propia
- Tabla 2. Resumen de la UE de elaboración propia
- Tabla 3. RCD generados en España. Elaboración propia a partir de datos del INE
- Tabla 4. Infraestructura para la gestión de RCD por comunidades (PEMAR, 2015)
- Tabla 5. Procedimiento del ministerio para el traslado de residuos (MITERD, 2020)
- Tabla 6. Resumen de la UE de elaboración propia
- Tabla 7. Resumen de Austria de elaboración propia
- Tabla 8. Resumen de Suecia de elaboración propia
- Tabla 9. Resumen de Suecia de elaboración propia
- Tabla 10. Resumen de Italia de elaboración propia
- Tabla 11. Tabla_resumen comparativa EU y países estudiados (de elaboración propia)
- Tabla 12. de elaboración propia a partir de CMIC 2014, UE 2018 y CTE 2019
- Tabla 13. Materiales nocivos que podemos encontrar entre los RCD (a partir de CE, 2016 y ÖNORM 3151)

MEDIOAMBIENTE Y SALUD

1. Generación de residuos

En la sociedad de consumo actual la gestión de los residuos es indispensable para el correcto funcionamiento de nuestra sociedad y mantener unas condiciones de higiene y salud óptimas. Asimismo, debido a la limitación de los recursos naturales prevalece la necesidad de controlar el uso que hacemos de estos. En el caso del sector de la construcción, se crean elementos de gran envergadura consumiendo una gran cantidad de recursos. Tienen una vida útil limitada, en la que, a su fin, nos encontramos ante un volumen de desechos de grandes proporciones. Para hacer frente ante este problema debemos proceder a una correcta gestión de los Residuos de la Construcción y la Demolición (en adelante, RCD). Tal es su importancia, que de las 2.337.670.000 Toneladas de desechos producidas en la Unión Europea (en adelante, UE), 839.223.530 Toneladas corresponden a desechos de la construcción. Es decir, un 35.9% del total. Para hacernos una idea de la magnitud, los residuos domésticos solo suponen un 8.2% del total, 4 veces menos. (Eurostat, 2018).

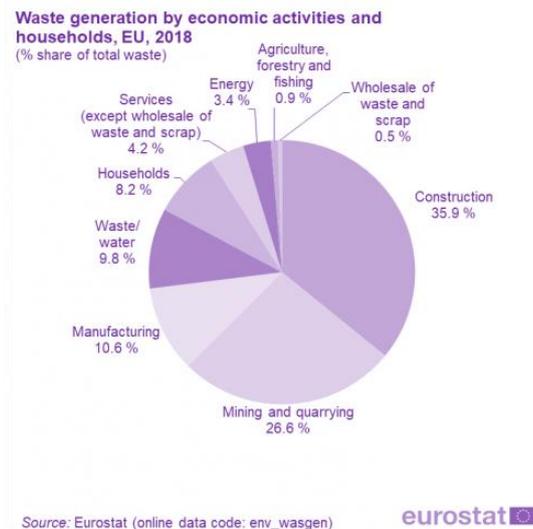


Figura 1. Volumen de residuos por sector económico y doméstico

En el caso concreto de España, se observa incluso como el monto total de residuos crecen o decrecen en función de la actividad en el sector de la construcción. Se aprecia como tras el estallido de la burbuja inmobiliaria en 2008 disminuye la generación de desechos, continúa decreciendo durante la crisis financiera de 2012 y alcanza su mínimo hasta que comienza la recuperación económica en 2014 y con ella la demanda de vivienda. Provocando la acumulación en vertederos de grandes cantidades de material que se podría aprovechar. En el gráfico 1 se puede apreciar mejor

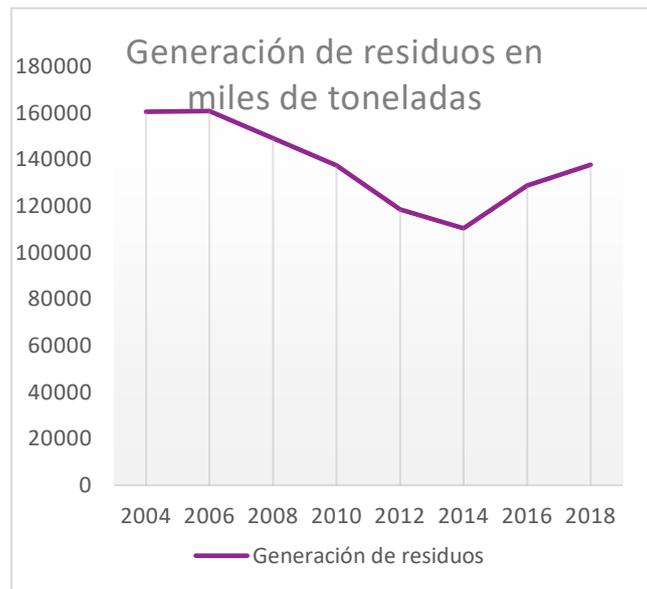


Figura 2. de elaboración propia a partir de los datos de Intrastat 2018

2. Economía circular

Tanto la Unión Europea como el gobierno de España establecen una serie de objetivos a cumplir en materia de transición a una economía verde. Ante este escenario sociopolítico, acelerado por la crisis provocada por el COVID-19, haya su máxima expresión en los fondos Next Generation. En los cuales, se trata de impulsar a empresas y organismos públicos en un cambio de economía lineal de producir-usar-tirar, a una circular, en la que se reducen los inputs de materias primas procedentes de recursos naturales. Es ante esta tesitura, donde los RCD toman un papel fundamental en el sector de la construcción, de su adecuada gestión se obtienen los siguientes beneficios:

- Mejorar la balanza comercial de España y la UE con el exterior. Fortaleciendo el Euro y la inversión extranjera.
- Impulsar la economía local con puestos de trabajos de calidad
- Hacer más sostenible el sector de la construcción, el cual tiene un gran efecto multiplicador keynesiano. Provocando a la vez alzas en el consumo, el ahorro y el trabajo a través de una deuda y producción sana, sostenible y responsable.
- Disminuir el uso de recursos
- Prescindir de los vertederos para Materiales para la Construcción, en adelante MCO, e incluso dar una nueva utilidad a los que se encuentran en los preexistentes

Para fomentar la economía circular el Gobierno de España plantea la posibilidad de establecer cuotas mínimas de reciclaje siguiendo las directrices de la UE. Prolongar la vida útil de las edificaciones. Recientemente, el 10 de agosto de 2021, se publicó el Código Estructural, en el que se establece que el hormigón estructural pasa de una resistencia mínima de 25 a 32,5 Mega pascales, aumentando su durabilidad. Y permite el hormigón realizado a partir de áridos reciclados para resistencias de hasta 42,5MPa (Ministerio de Fomento, 2021)

3. Generación de emisiones y uso de energía

A nivel global, los acuerdos alcanzados en la cumbre de París de 2015 y de Glasgow en 2021 establecen el objetivo de que la temperatura de la Tierra suba solamente 1,5°C en comparación con la época preindustrial (UNFCCC 2015 y 2021). Para ello la UE y los estados miembros establecen un plan 30 años, con objetivos marcados cada 10 años, para controlar las emisiones de carbono y otros gases que potencian el efecto invernadero.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, el sector de la construcción supone entre el 5 y el 6% del PIB en la última década. Esta producción acarrea un gran consumo energético y emite grandes cantidades de carbono. Por poner un ejemplo, para la producción de 1 Tonelada de hormigón se emiten 0,97 toneladas de carbono a la atmosfera, en su mayoría producidas por el consumo energético y el proceso de clinkerización (el confidencial, 2022). Asimismo, encontramos entre los principales emisores de carbono a la atmosfera del país a las grandes cementeras. Por poner un ejemplo cercano a Valencia, Cemex Buñol emitió 0,68 millones de toneladas de carbono en 2018. (el País, 2019)

Para reducir la huella de carbono en la construcción debemos realizar una buena gestión de los RCD que permitan su posterior reutilización y disminuir la extracción y procesamiento de materiales vírgenes.

4. Problemas medioambientales y de salud e higiene derivados de la generación de RCD

La mala gestión de una demolición ya sea total o parcial, puede ocasionar los siguientes riesgos y molestias para el medio ambiente y el ser humano durante la ejecución de la demolición:

- I. Emisión de polvo y gases tóxicos y contaminantes. Siendo enormemente perjudicial para la salud el amianto, el alquitrán, los residuos radioactivos (como los contenidos en alarmas de incendios), los policlorobifenilos (PCB), el plomo y los componentes eléctricos que contienen mercurio. Los elementos que contengan estos materiales deben ser retirados totalmente y con cautela, ya que, podría provocar la contaminación del resto de materiales.
- II. Contaminación acústica
- III. Riesgos para la integridad física de los operarios. En especial, se debe atender al riesgo de aplastamiento, de caídas en altura y de material despedido a gran velocidad.

Aunque nos centraremos más en la gestión de los RCD que en el proceso de demolición o construcción propiamente dicho. Dicho esto, la inadecuada gestión del volumen de material sobrante puede provocar:

- I. La acumulación de RCD en escombreras. Según la Asociación de Empresarios de Residuos de la Construcción (ARCI) en Valencia solo se llegan a tratar

adecuadamente 215.000 toneladas de RCD, un 20% del total generado en la provincia. Provocando la proliferación de escombreras a lo largo de toda la región, como la que vemos en la Figura 3.

- II. Contaminación de aguas superficiales y subterráneas
- III. Cambios en el PH del suelo impidiendo la proliferación de la flora autóctona. Recordemos que el hormigón es un material muy básico que se utiliza en grandes cantidades durante la construcción
- IV. Degradación del entorno urbano o natural, dependiendo de donde se estén vertiendo los RCD. Impactando visualmente negativamente y depreciando su valor



Figura 3. Imagen de galería Las Provincias. Imagen de una escombrera en Valencia provincia.

5. Gestión de los residuos (pirámide prioridades)

Con el objetivo de maximizar el aprovechamiento de las materias primas se establece una jerarquía en la utilización de los materiales en general. Veremos cómo se aplica este concepto teórico en el ámbito de la gestión de RCD. Ya que, la UE establece unos protocolos con los mismos conceptos, aunque definidos de una forma menos gráfica y visual. Sintetizando la información que encontramos en “Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE” (2016) obtenemos el siguiente esquema:

- I. **Prevención:** correspondería a alargar la vida útil del edificio. Por ejemplo, en el caso de las estructuras de hormigón armado el Código Estructural (CE) publicado en agosto de 2021, cambia la resistencia mínima del hormigón estructural de 25MPa a 32,5MPa. Este cambio, no se debe a una cuestión de resistencia como se podría figurar, sino a una cuestión de durabilidad. Ya que los hormigones con resistencias más altas son menos porosos y aumenta tanto la durabilidad del hormigón propio como la de las armaduras que este recubre.

- II. **Preparación para reutilización:** para las materias primas más de mayor valor económico y en especial para las que se encuentran en su estado primogénito y sin sufrir procedimientos que alteren su estado se tratará de reutilizarlas. Por ejemplo, si nos encontramos con un pavimento realizado con baldosas de mármol o granito natural, recuperaremos el material para su reutilización. Se deberá hacer en la medida de lo posible con otros pétreos naturales, maderas nobles, y en definitiva cualquier material cuyo precio sea lo bastante alto como para que la reventa compense los gastos de recuperación.
- III. **Reciclado:** la mayor parte de los materiales utilizados en la construcción pueden ser reciclados. Para ello, separaremos los materiales cuidadosamente para evitar su contaminación y la pérdida de propiedades durante su reciclado. En todo el territorio español encontramos centros de clasificación donde depositaremos arenas, metales, vidrio y maderas para su posterior transporte a centros de reciclado. Según el CE podemos reciclar hormigones para fabricar hormigones para resistencias de hasta 42.5MPa. Es decir, los más utilizados en la construcción de edificaciones in situ, y lo justo para la utilización de hormigones para elementos prefabricados, 42,5 MPa
- IV. **Otro tipo de valorización:** Además del reciclaje existe la opción de darle otro tipo de valorización alternativa al material, aunque sea a costa de que este pierda gran parte de su valor. También se pueden utilizar los RCD como materiales de relleno. Como por ejemplo en la ampliación del puerto de Almería, en que se molieron las antiguas casetas de pescadores, y se utilizaron las 14.000 toneladas de restos pétreos como relleno para la nueva dársena (Ideal, 2022).
- V. **Eliminación:** sería la última opción a la que recurriríamos. En el caso de que sea un material combustible, como la madera, podrá ser utilizada para incineración y obtención de energía eléctrica. Cobra gran importancia en caso de materiales peligrosos ya que estos son los más perjudiciales para el medio ambiente y son capaces de contaminar el resto de los materiales y hacer imposible su reutilización.



Figura 4. Jerarquía de los residuos (Junta de Andalucía, 2018)

7. Justificación del estudio

Toda la casuística anteriormente explicada y la problemática que genera motiva esta investigación. Con el objetivo principal de contribuir a una mejora en la gestión de los RCD en el que se propicie la economía circular, el bienestar del medio ambiente y la sociedad. Pues es de vital importancia que en nuestra sociedad de consumo actual cambiar nuestro sistema de producción lineal, de extraer-fabricar-usar-tirar, a uno circular en el que los recursos que se tomen de un entorno limitado tengan la capacidad de reciclarse indefinidamente reduciendo los inputs procedentes del medio ambiente. Consiguiendo, además, reducir el consumo energético y en consecuencia las emisiones en su producción, y en especial, en su transporte, ya que se trata de un sistema que opera en el ámbito local.

Es gran trascendencia en la arquitectura actual implementar una correcta gestión de los RCD, ya que se trata de un sector, en el cual las emisiones de carbono, el consumo energético, de agua y recursos, además de la acumulación de desechos en escombreras son elevados. Asimismo, el sector de la construcción se ve fuertemente influenciado por los ciclos económicos y el precio de las materias primas y el precio de la energía. Llegando al punto de que, en octubre de 2021, el 40% de las obras se encontraban en peligro de paralización por la escasez de materias primas y el aumento del precio de la energía (El Economista ,2021)

8. Objetivos

A continuación, se exponen los objetivos generales de la comparativa sobre la gestión de residuos de la construcción y la demolición en distintos países de Europa:

- i. Conocer la vida útil de los materiales de construcción y el valor añadido que estos aportan a la sociedad al ser reutilizados o reciclados
- ii. Investigar y comparar la gestión de los RCD en distintos países de Europa
- iii. Evaluar la sostenibilidad del medioambiente y la economía, con el objetivo de reducir la extracción de materiales de la naturaleza y propiciar un modelo de economía circular

Para lograr dichos puntos, se establecen los siguientes puntos específicos:

- I. Investigar los efectos provocados por los RCD
- II. Recopilar información sobre los procedimientos de gestión de RCD en distintos países de Europa y la UE
- III. Comparar las diferencias en la gestión entre unos países y otros
- IV. Establecer unas conclusiones tras un análisis

9. Metodología

Para alcanzar los objetivos anteriormente planteados se establece la siguiente metodología:

- I. Estudiar los protocolos de la Unión Europea (UE) y los principios generales que establece para todos los países que la integran
- II. Investigar la legislación vigente, los incentivos y la distinta casuística en distintos países
- III. Desarrollar los puntos más interesantes de cada nación

- IV. Elaborar una tabla-resumen como la siguiente sobre cada región para facilitar el posterior análisis:

NOMBRE DEL PAIS	ANALISIS
LEGISLACIÓN	
SISTEMA DE ACOPIO	
GESTORES DE RESIDUOS	
RESIDUOS TÓXICOS	
INCENTIVOS	
DIGITALIZACIÓN	
DEBILIDADES	
AMENAZAS	
FORTALEZAS	
OPORTUNIDADES	

Tabla 1. Resumen genérica de elaboración propia

- V. Comparar la información recopilada
- VI. Establecer unas conclusiones

Estudio sobre la gestión de Residuos de la Construcción y la Demolición

1. Estudio general de la UE

La Unión Europea es una organización internacional creada para integrar y agrupar las distintas naciones de Europa. Entre sus cometidos esta el de crear objetivos comunes para todas la regiones que se han adherido a ella. Entre esos objetivos nos centraremos en los enfocados en propiciar una economía circular y gestionar los RCD.

Para ello la UE establece una serie de estudios, protocolos y normativa:

- I. Resource Efficient Use of Mixed Wastes Improving management of construction and demolition waste. Deloitte, 2017.
- II. Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE (septiembre de 2016)
- III. Lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero
- IV. Circular economy in Europe Developing the knowledge base. European Environment Agency, 2016.
- V. Supporting Environmentally Sound Decisions for Construction and Demolition (C&D) Waste Management. Comisión Europea, 2011.
- VI. REGLAMENTO (UE) No 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 9 de marzo de 2011
- VII. Service contract on management of construction and demolition waste – SR1. Biointelligence service, 2011.
- VIII. Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas

Todos ellos se basan en propiciar una mejora significativa en el aprovechamiento de los recursos naturales empleados en el sector de la construcción. Con todo ello, los principales objetivos son reducir el empleo de materiales vírgenes, fomentar la economía circular y local, rastrear y registrar los residuos generados, recargar la importancia de separar correctamente los materiales durante la deconstrucción y, en especial, de los materiales peligrosos.

Toda la normativa se fue actualizando durante la década de los 2010's con la mirada en cumplir los objetivos medioambientales y de descarbonización 2020 (y más a largo plazo los objetivos 2050). A pesar de ello, la situación es muy distinta en cada país miembro e incluso entre regiones de un mismo país. Hecho que se procede a indagar a continuación.

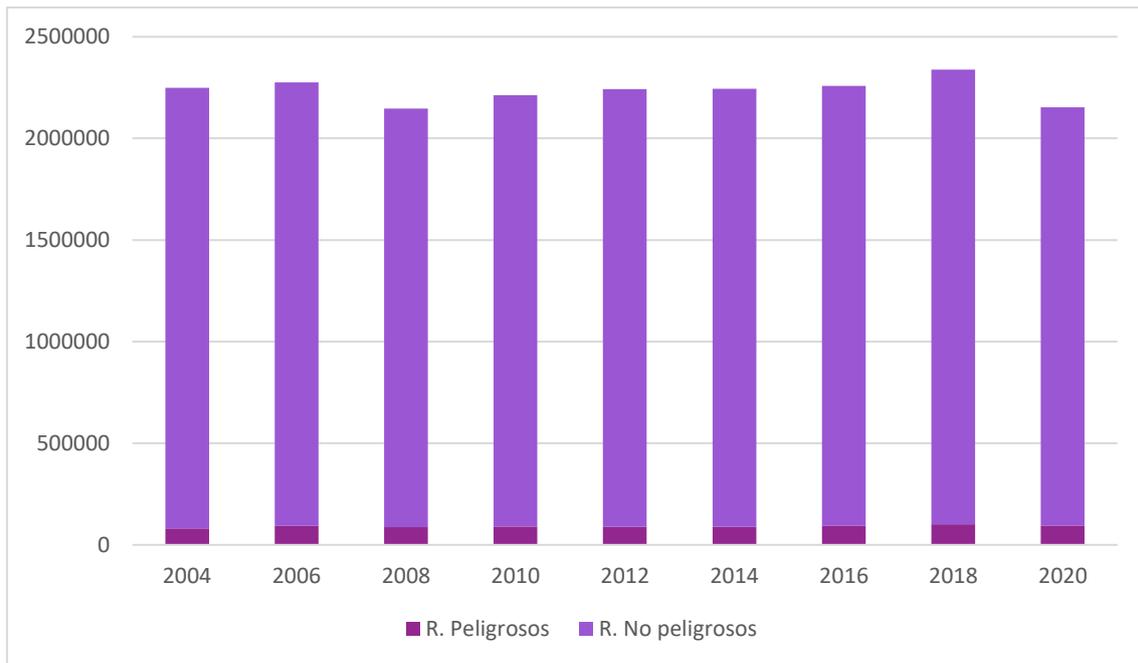


Figura 5. Residuos Peligrosos y no peligros UE-27. (Eurostat, 2023)

a. Situación en los estados miembros

Ante esta intención de cambio presente en la UE, se establecen unos objetivos en materia de reciclaje a nivel comunitario. En los cuales, los distintos estados miembros deben alcanzar unas cuotas porcentuales de residuos reciclados. Siendo estos aplicables no solo a RCD, sino que también a los procedentes de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR), residuos industriales o desechos municipales (los más costosos de gestionar junto a los residuos peligrosos) entre otros.

A estos objetivos, ya de por sí ambiciosos, se recrudescen en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (ODS). Añadido a que un tercio de los residuos proceden del sector de la construcción se vuelve indispensable acarrear una transición hacia un modelo circular.

Además, cambios legislativos en la gestión de residuos hacen más difícil llegar a las cuotas marcadas. Ya que, métodos de reciclaje como los rellenos y el empleo de bioestabilizadores no computarán. Comprometiendo severamente los resultados de algunas regiones. Por ejemplo, regiones como La Rioja recurren al reciclaje con bioestabilizadores con más del 40% de sus residuos. En el caso de los rellenos, por ejemplo, las cuotas de Malta, España, Chipre, Polonia y Eslovaquia también se ven comprometidas ya que emplean como rellenos el hasta el 74% de los RCD. (Ecologistas en acción 2023) (UE, 2018)

Otros países, con rentas más bajas, como Rumania, Letonia y Grecia se ven aún más comprometidos. Puesto que se ve evidenciado que sus estadísticas son erróneas. Encontrándose ante la proliferación de vertidos ilegales debido a la falta de infraestructura para gestionar los residuos generados. En el caso concreto de Grecia, se ve manifestada la falta de voluntad política por adaptar leyes; y en España la lentitud administrativa y legal también está siendo un problema (Deloitte, 2017)

En cambio, en países con rentas más altas, aunque sus estadísticas son claramente mejores. Tampoco son tan buenas como en primer lugar parecen. Puesto que Irlanda,

Malta, Croacia, los países escandinavos y los países germanos exportan sus residuos peligrosos. Hecho que es comprensible en el caso de las islas, debido a su aislamiento y su reducida población. Pero no en el caso de los estados miembros continentales, que disponen de más posibilidades para hacerse cargo de los residuos más contaminantes. (Intrastat, 2018)

Por lo tanto, todos los estados miembros, con rentas más altas o bajas, tienen que seguir trabajando para mejorar su gestión de los RCD. Para llevar a cabo esta transición la UE pone a disposición de las regiones europeas los Fondos Estructurales y de Inversión Europeos (FEIE) y los Fondos Europeos para el Desarrollo Regional (FEDER). Los cuales ayudan a financiar proyectos sostenibles con porcentajes que pueden llegar hasta el 90% según la renta per cápita de la región en concreto.

Asimismo, otro aspecto positivo, es que todos los países han adaptado la Directiva 2008/98/EC, marco regulador común sobre gestión de residuos. Aunque la implementación de esta haya sido diversa. (Deloitte, 2017)

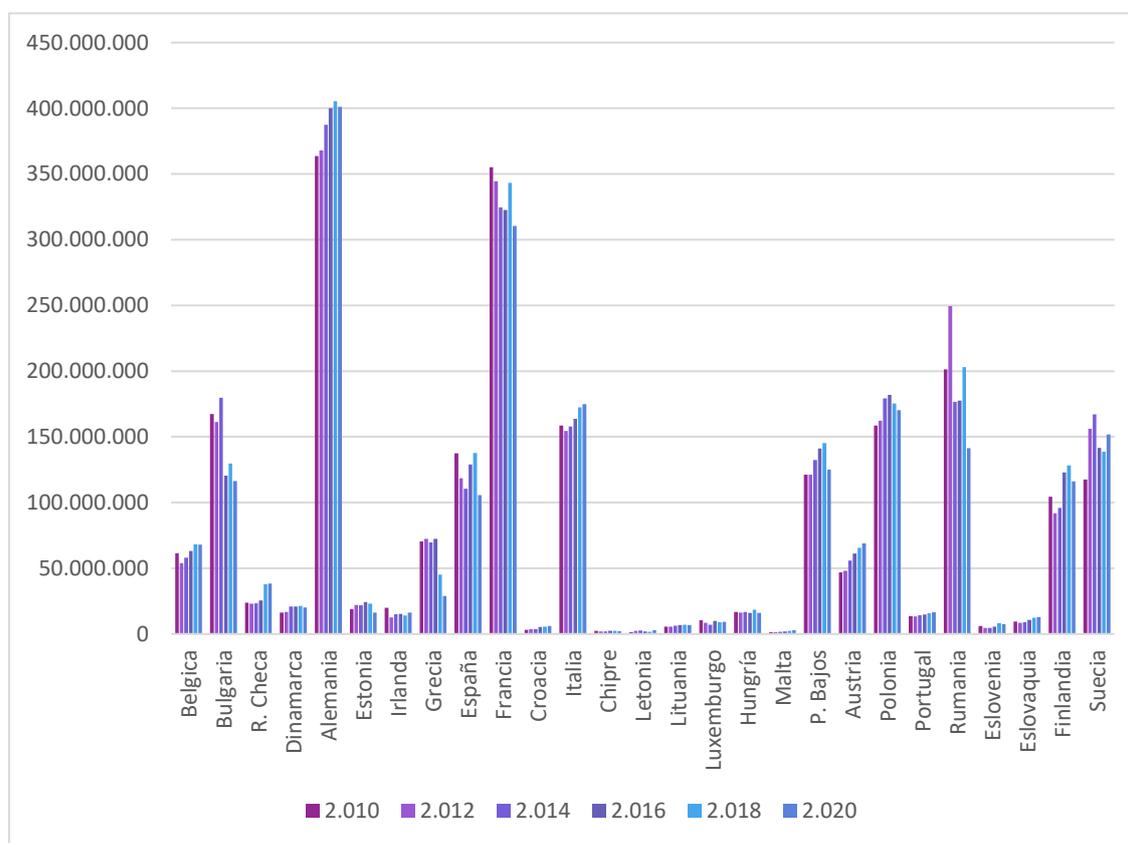


Figura 6. Evolución de los residuos totales (tn) por países. (Eurostat, 2023)

Como podemos ver en la figura 6, la cantidad de residuos varía mucho de un país a otro. Esto se debe principalmente a la cantidad de población y su renta, la actividad económica, minera y la procedencia de las fuentes de energía. Por ejemplo, Suecia (10,4 millones) y Finlandia (5,5 millones de habitantes), estados con mucha actividad minera de extracción, generan una cantidad de residuos similar a la de España (47 millones) e Italia (58,8 millones de habitantes).

Las principales barreras que nos encontramos en alcanzar los objetivos propuestos por la agenda de UE y los ODS son:

- I. El coste de reciclar materiales pétreos, tanto naturales como artificiales, es mucho más alto que su empleo como tierras de relleno.
- II. La existencia de un alto número de centros de clasificación con prácticas irregulares que merman la competitividad de los que si cumplen con las leyes vigentes.
- III. Falta de voluntad pública en facilitar las licencias de actividad a centros de clasificación y de reciclaje.
- IV. Falta de inversión privada, en parte debido a los tres puntos anteriores.
- V. Dificil trazabilidad de los residuos, y, por consiguiente, control de calidad de los materiales reciclados.
- VI. Contradicciones entre las distintas normativas municipales, regionales, nacionales y comunitarias. Debido a la lentitud en adaptarlas y la falta de estudio.
- VII. Falta de infraestructura
- VIII. Falta de formación y personal cualificado para la correcta gestión de los RCD y su valorización.
- IX. Reducido coste de exportar residuos a vertederos extracomunitarios, generalmente en países subdesarrollados donde no se controlan, en comparación con el precio de su tratamiento en origen.
- X. Dificultad para disponer de espacio para separar los residuos en origen.
- XI. Se valora demasiado reciclar los materiales más pesados y voluminosos como el hormigón y el acero para alcanzar las cuotas. Mientras que materiales más ligeros y con un alto potencial como la madera o el yeso son relegados.
- XII. Falta de incentivos públicos en la valorización de los residuos.
- XIII. Y en consonancia con el punto anterior, falta de incentivos públicos para evitar el empleo de materiales vírgenes. Ya sea vía ayudas o impuestos.

b. REACH y los áridos reciclados

REACH (regulación de la agencia europea de químicos, por sus siglas en inglés) es la normativa europea implementada para proteger la salud humana y el medioambiente de los riesgos químicos. Además, promueve la competitividad en el sector químico y ofrece soluciones en el tratamiento de sustancias peligrosas. Esta regulación es también aplicable a otras sustancias como productos de limpieza, pinturas y aparatos eléctricos entre otros. (ECHA, 2023)

En base a este reglamento, las empresas se ven obligadas a suministrar información sobre los peligros, riesgos y el uso seguro de las sustancias químicas. Cabiendo la posibilidad de que las distintas organizaciones gubernamentales de los estados miembros restrinjan su uso o necesiten autorización previa. Además, la normativa cada vez va cercando más el uso de sustancias nocivas, por lo que a medio y largo plazo debe ir sustituyéndose por otras que presenten menos riesgos.

Dicha normativa no se aplica a los RCD, sin embargo, una vez se recicla, el material deja de ser un residuo y debe considerarse. Siendo en el caso concreto de los áridos reciclados no aplicable debido a que su contenido en sustancias peligrosas es siempre inferior al 0,1% según su artículo 2.7.d. (EC, 2017)

Para comprobar la validez de las excepciones del artículo 2.7.d se deben cumplir los dos criterios siguientes (EACH, 2022):

- I. El material resultante del proceso de reciclado sea la misma en conformidad con el título II
- II. La información requerida por REACH (artículos 31 o 32) relativos al material está disponible

Artículo 31

“La Comisión, en estrecha cooperación con la industria, los Estados miembros y otras partes interesadas, debe desarrollar guías para el cumplimiento de los requisitos con arreglo al presente Reglamento REACH en relación con los preparados (en particular respecto de las fichas de datos de seguridad que incorporen escenarios de exposición) incluida la evaluación de las sustancias incorporadas a preparados especiales como los metales contenidos en aleaciones. Al hacerlo, la Comisión debe tener plenamente en cuenta los trabajos ya realizados en el marco de los proyectos de aplicación de REACH y debe incluir las guías necesarias en este ámbito en el paquete global de guías sobre REACH. Estas guías deben estar disponibles antes de que el presente Reglamento comience a aplicarse.”

Artículo 32

“No debe ser necesario llevar a cabo la valoración de la seguridad química en el caso de sustancias que aparecen en preparados en concentraciones muy bajas, que se considere que no son motivo de preocupación. Las sustancias que aparecen en preparados en estas concentraciones tan bajas también deben quedar exentas de la autorización. Estas disposiciones se deben aplicar igualmente a los preparados consistentes en mezclas sólidas de sustancias hasta que se dé a dichos preparados una forma específica que los transforme en artículos.”

Por lo tanto, se facilita enormemente el reciclado de áridos reciclados que cumplen las condiciones dispuestas anteriormente. Reduciendo su coste y fomentando su uso sin menoscabar la confianza de los profesionales en los áridos reciclados.

a. EPF: madera reciclada para la fabricación de paneles

La Federación Europea del Panel (EPF, por sus siglas en inglés), es el gremio que aglutina a todos los fabricantes europeos de productos derivados de la madera como aglomerados, MDF, OBS, tableros y contrachapados.

La normativa de la establece la regulación para la producción de paneles de madera. El mencionado texto se basa en las normas europeas de seguridad para los juguetes. Ya que estas limitan la presencia de elementos contaminantes.

También, es de destacar los cambios normativos respecto a la utilización del formaldehído. Sobre todo, en lo que respecta a los trabajadores que operan con esta sustancia, ya que su exposición es cancerígena. Por lo que se limita su uso, así como, se establecen una serie de medidas preventivas. En los estándares de EPF quedan implícitas las normas EN 300, EN 312, EN 636 and EN 622-1 y la EN 13986 (CEI-Bois / FETCM / EPF, 2020)

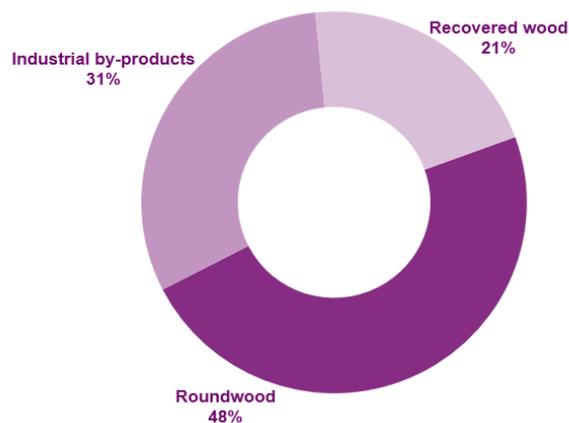


Figura 7. Origen de la madera de los paneles fabricados a partir de madera en Europa 2017

Madera natural (Roundwood): corresponde a la madera que se ha obtenido de bosques. En Europa el crecimiento de masa alborea supera con creces la extraída.

Subproductos industriales (Industrial by-products): es la madera sobrante del proceso de corte y procesamiento de madera natural en bruto. En vez de descartarla o quemarla, se aprovecha para fabricar paneles.

Madera reciclada (recovered Wood): es la madera obtenida a partir del reciclaje de muebles, empaquetados o RCD. La cual se tritura y se transforma para fabricar nuevos paneles de madera.

Por su facilidad de reciclaje y por su origen sostenible y renovable, es recomendable fomentar su uso como material de construcción. Además, complementarios a los paneles de madera reciclada total o parcialmente, existen en el mercado una gran cantidad de productos que aprovechan los restos de madera. Y, como último recurso, esta se puede quemar producir calor siendo neutra en carbono, ya que las emisiones son equivalentes al CO₂ absorbido durante el crecimiento del árbol.

b. Tabla_Resumen sobre la UE

SISTEMA DE ACOPIO	Recomendación de hacerlo a pie de obra
GESTORES DE RESIDUOS	La situación es muy diversa en la Unión Europea; países como Bulgaria tienen un déficit de infraestructura mientras que otras regiones como Flandes están más desarrolladas
RESIDUOS TÓXICOS	Se regulan a través de las distintas directivas europeas
INCENTIVOS	FEDER, FEIE o los Fondos Next Generation
DIGITALIZACIÓN	Existen marketplaces como Opalis. Pero ni están extendidos a nivel comunitario ni existe herramientas para mejorar la trazabilidad
DEBILIDADES	Distinto nivel de desarrollo en las distintas regiones que componen la UE
AMENAZAS	Dificultad de implantación
FORTALEZAS	El ser un mercado único permite a las empresas extenderse por todo el territorio con más facilidad.
OPORTUNIDADES	El gran mercado que supone la UE supone una gran oportunidad para investigar y desarrollar soluciones que faciliten la gestión de RCD y fomenten la economía circular

Tabla 2. Resumen de la UE de elaboración propia

Estudio por países

2. España:

En España, la gestión de RCD se regula a través de la siguiente legislación:

- I. Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero
- II. Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- III. Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición
- IV. Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, son generados en obras de construcción o demolición
- V. Orden AAA/661/2013, de 18 de abril, por la que se modifican los anexos I, II y III del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

Siendo el más relevante la Ley 22/2011, ya que se transponen las directivas comunitarias a las nacionales y se clasifican los residuos acordes a unos estándares comunes. Además de esta legislación que regula directamente la gestión de residuos, existe otra complementaria, de protección ambiental, de protección de los trabajadores o más específica para el tratamiento de sustancias peligrosas.

Asimismo, se aplica el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2023-2025 (PEMAR) y el Plan de Acción Económica Circular 2021-2023. Con el objetivo de mejorar la gestión de residuos en general y con indicaciones específicas para los RCD.

	2011	2013	2015	2017	2019
TOTAL	32.681	21.006	36.046	24.894	21.578
	.611	.578	.488	.522	.477
01-02-03 Residuos químicos, residuos de preparados químicos y otros residuos químicos	25.225	9.042	9.464	7.720	6.119
05 Residuos sanitarios y biológicos	173	7	15	484	71
06 Residuos metálicos	193.74	54.748	132.30	49.853	44.814
	2		2		
07.1 Residuos de vidrio (incluye envases)	2.271	306	8.969	3.092	4.592
07.2 Residuos de papel y cartón (incluye envases)	67.398	5.611	35.069	28.091	28.894
07.3 Residuos de caucho	502	170	449	1.243	1.084
07.4 Residuos plásticos (incluye envases)	83.196	6.579	39.298	17.652	12.986
07.5 Residuos de madera (incluye envases)	133.86	60.393	140.32	59.205	68.581
	3		7		
07.6 Residuos textiles	437	64	10	111	76
07.7 Residuos que contienen PCB	195	51	3	1	18
08 Equipos desechados	4.543	1.606	5.325	6.915	1.965
09 Residuos animales y vegetales	330	932	12.586	24.661	50.139
10 Residuos corrientes mezclados	226.23	42.193	28.227	35.039	31.562
	3				
11 Lodos comunes	2.355	1.908	2.145	2.639	3.262
12 y 13 Residuos minerales y residuos solidificados y vitrificados	31.941	20.822	35.632	24.657	21.324
	.148	.967	.298	.817	.312

Tabla 3. RCD generados en España. Elaboración propia a partir de datos del INE

Asimismo, desde el 1 de enero de 2023 se comienza a aplicar un nuevo impuesto que grava la disposición de residuos en vertederos y la incineración, bajo la premisa europea “el que contamina, paga”. Lo que obliga a los gestores de residuos a actuar como recaudadores de impuestos. Quedan exentos de este gravamen suelos excavados que no se consideren contaminados y determinados subproductos animales o agrícolas. Y desde el sector, se reclaman que quede exento también el amianto, ya que el único tratamiento posible es su encapsulamiento y disposición en vertederos para evitar su dispersión. Provocando un aumento de costes en su retirada y con la consecuente disminución de edificios libres de este material cancerígeno. (Asegre, 2023)

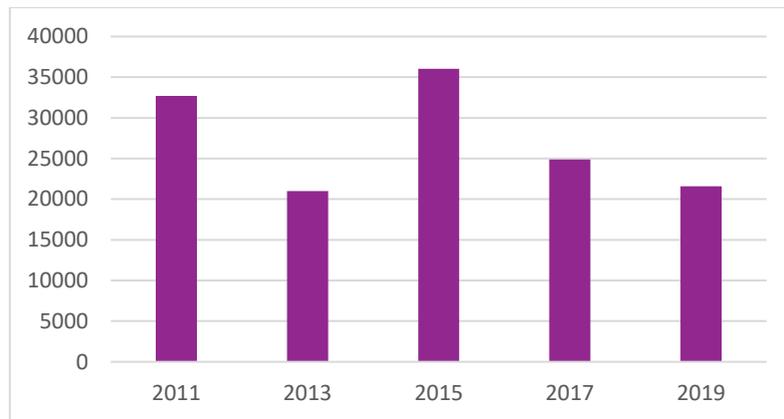


Figura 8. Evolución de la cantidad de RCD en miles de Toneladas

Como podemos ver en la figura 8, la cantidad de RCD se va reduciendo desde 2015. Y aunque es un indicador positivo, conlleva una reducción de la actividad de los centros encargados del tratamiento de RCD. Que unido a la reducción de demanda de los productos resultantes de las administraciones públicas, principalmente para obra civil, genera una pérdida de ingresos importante para el sector y compromete su viabilidad.

a. Tratamiento del amianto

El amianto es un material muy empleado en toda Europa durante el siglo pasado. Se calcula que se construyeron 220 millones de edificios utilizando este material. Se utiliza sobre todo para elementos prefabricados en techos de naves industriales y garajes, así como, en depósitos de agua y tuberías de abastecimiento y saneamiento. Como podemos ver en la figura 9, fue un material muy empleado en España en la segunda mitad del siglo XX. Se debe a que es una sustancia de fácil extracción en minas, muy abundante, económico y manipulable.

En principio, el material no es peligroso. Solo lo es cuando se rompe o se manipula. Provocando que las fibras que lo componen se liberen al aire y estas lleguen hasta nuestros organismos a través del sistema respiratorio. Es nocivo para la salud, puede provocar fibrosis pulmonar, neoplasia maligna de laringe y cáncer de pleura. Diversos estudios prueban su peligrosidad. Tanto, que se estima que el 78% de los enfermos de cáncer profesional se vinculan al empleo del amianto.

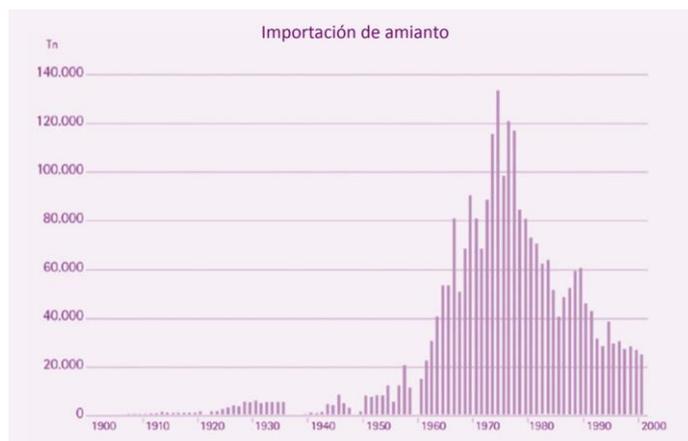


Figura 9. Importación de Amianto en España. (Plan Director de eliminación del amianto en Navarra, 2021)

En España se prohibieron a través de la Orden de 7 de diciembre de 2001 por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos. Además, existe una serie de legislación complementaria a esta que regula su manipulación, retirada y tratamiento para proteger a los trabajadores y el medio ambiente. Y, en el resto de la UE se prohibió en el año 2005. (CE, 2023)

Por estas causas, es de vital importancia llevar a cabo un progresivo desmantelamiento de todas las partes de fibrocemento que pueda haber en los edificios. Y complementaria a la legislación que prohíbe su uso, se abordan medidas para aumentar la tasa de renovación de los edificios como el Plan Europeo de Lucha contra el Cáncer, o en el caso específico de Andalucía, el Acuerdo de 5 de julio de 2016, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la planificación de la retirada progresiva del amianto en las infraestructuras públicas educativas. Y en 2021 se aprobó Plan director de eliminación del amianto en Navarra. Aunque aún se requiere más inversión para acelerar la erradicación del amianto instalado.

Para llevar a cabo este desmantelamiento se debe recurrir a una empresa especializada. Esta, que debe estar autorizada para la manipulación de la uralita, tiene que seguir una serie de requisitos muy exigentes. Todo ello, para asegurar la seguridad de los trabajadores y minimizar la contaminación del medio circundante con las fibras que puedan desprenderse.

b. Diferencia normativa entre comunidades

De acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto 105/2008 y la Ley 22/2011 la gestión de RCD es competencia de las comunidades autónomas. Además, en el caso de obra menor, la que más problemática suele generar, es competencia de los ayuntamientos. En consecuencia, 11 de las 17 comunidades que componen España han legislado al respecto. Cuatro de ellas realizan segundas modificaciones posteriores, y en el caso de Galicia hasta una tercera. Lo que es reclamado por profesionales del sector como un problema de competitividad, ya que dificulta el acceso de empresas de una comunidad a operar en otras.

A continuación, se lista toda la normativa autonómica referente a RCD:

I. Andalucía

- a. Decreto 73/2012, de 22 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía

II. Aragón

- a. Decreto 262/2006, de 27 diciembre. Aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción y la demolición, y del régimen jurídico del servicio público de eliminación y valorización de escombros que no procedan de obras menores de construcción y reparación domiciliaria en la Comunidad Autónoma de Aragón Guía 19
- b. Decreto 117/2009, de 23 junio, que modifica el Decreto 262/2006, de 27-12-2006, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción y la demolición, y del régimen jurídico del servicio público de eliminación y valorización de escombros que no procedan de obras menores de construcción y reparación domiciliaria en la Comunidad Autónoma de Aragón

III. Islas Baleares

- a. Decreto 10/2000, de 4 febrero, fija provisionalmente y con carácter de extrema urgencia, la selección y vertido de residuos de la construcción y demolición - Orden de 28 de febrero 2000, medidas transitorias para la autorización de instalaciones de valorización y eliminación de residuos de la construcción y demolición
- b. Resolución de 26 de febrero 2001. RESIDUOS. Aplicación de la disposición adicional de la Orden de la Conselleria de Medio Ambiente de 28-2-2000 (LIB 2000\69), sobre las medidas transitorias para la autorización de instalaciones de valorización y eliminación de residuos de la construcción y demolición

IV. Cantabria

- a. Decreto 72/2010, de 28 octubre, regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Cantabria

V. Cataluña

- a. Decreto 89/2010, de 29 de junio, aprueba el Programa de gestión de residuos de la construcción de Cataluña (PROGROC), se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición, y el canon sobre la deposición controlada de los residuos de la construcción

VI. Comunidad Valenciana

- a. Decreto 200/2004, de 1 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se regula la utilización de residuos inertes adecuados en obras de restauración, acondicionamiento y relleno, con fines de construcción

VII. Extremadura

- a. Decreto 20/2011, de 25 febrero. Establece el régimen jurídico de la producción, posesión y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Extremadura 20 Guía para la rehabilitación de huecos mineros con residuos de construcción y demolición

VIII. Galicia

- a. Ley 174/2005, de 9 de junio, por el que se regula el régimen jurídico de la producción y gestión de residuos y el Registro General de Productores y

Gestores de Residuos de Galicia. Esta ley ha derogado el Decreto 352/2002 por el que se regulaba la producción de los residuos de la construcción y la demolición

- b. Orden del 15 de junio de 2006, por la que se desarrolla el Decreto 174/2005, del 9 de junio, por el que se regula el régimen jurídico de la producción y gestión de residuos y el Registro General de Productores y Gestores de Residuos de Galicia
- c. Orden de 20 de julio de 2009, por la que se regula la construcción y la gestión de los vertederos en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Galicia

IX. Comunidad de Madrid

- a. Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid
- b. Orden 2726/2009, de 16 julio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid

X. Comunidad Foral de Navarra

- a. Decreto Foral 23/2011, de 28 marzo, regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en el ámbito territorial de la Comunidad Foral de Navarra

XI. País Vasco

- a. Decreto 112/2012, de 26 junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición
- b. Decreto 49/2009, de 24 de febrero, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y la ejecución de los rellenos (Miteco, 2018)

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Plantas de transferencia (nº)	Plantas de tratamiento fija (nº)	Plantas de tratamiento móvil (nº)	Vertederos (nº)
Andalucía	92	119	21	71
Aragón	18	6	1	5
Asturias	3	4	5	1
Baleares*	6	2	s/d	1
Canarias	0	23	s/d	7
Cantabria	12	4	12	2
Castilla-la Mancha	s/d	28	27	12
Castilla y León	0	45	0	3
Cataluña	12	50**	0	57
Ceuta	s/d	s/d	s/d	s/d
Comunidad Valenciana	s/d	s/d	s/d	s/d
Extremadura	16	21	1	0
Galicia	3	43	21	5
La Rioja	s/d	16	0	2
Madrid	10	14	0	4
Melilla	s/d	s/d	s/d	s/d
Murcia	2	4	32	19
Navarra	s/d	7	3	7
País Vasco	s/d	s/d	11	s/d
Total	174	386	134	196

Tabla 4. Infraestructura para la gestión de RCD por comunidades (PEMAR, 2015)

En cuanto a infraestructura accesible también encontramos mucha diferencia entre comunidades. Siendo Andalucía el más claro ejemplo, ya que en esta comunidad habitan el 18% de la población del país y el 17% del territorio. Y, en ella se ubican el 52% de las plantas de transferencia, el 30% de las plantas fijas de tratamiento y el 36% de los vertederos. Al igual que ocurre con los ratios de reciclaje, tanto contando con los bioestabilizadores como sin contarlos como vemos en la figura 10.

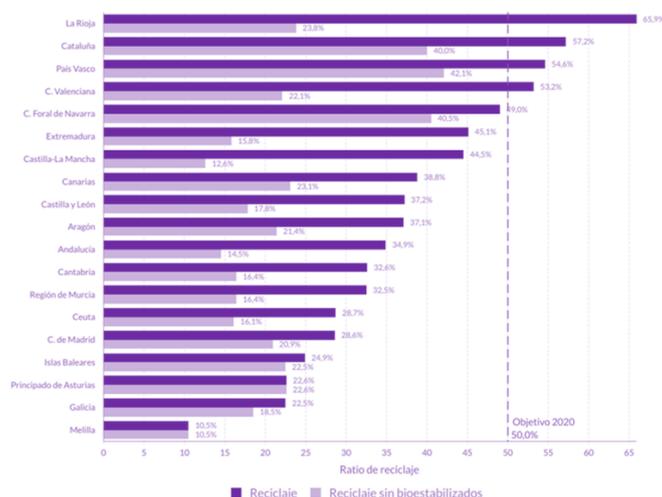


Figura 10. Gráfico ratios de reciclaje autonómico 2020. (Ecologistas en Acción, 2023)

El Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (en adelante, MITECO) a través de la Subdirección General de Economía Circular aplica el Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del Estado. Obligando a las empresas a establecer una trazabilidad de los residuos en su transporte, así como su gestión a través de la aplicación eSir. Estando ciertos residuos sujetos a la petición de un permiso previo a su transporte, pudiendo ser rechazo. Además, las comunidades autónomas pueden no acogerse al procedimiento del MITECO en el interior de su región. Como vemos en la tabla 5. Además, Andalucía y Galicia disponen de su propia aplicación para la trazabilidad de residuos.

PROCEDIMIENTO MINISTERIO PARA EL TRASLADO DE RESIDUOS		
Comunidad Autónoma	Traslado de residuos entre comunidades autónomas	Traslado de residuos en el interior de su comunidad autónoma (traslado intraterritorial)
Aragón	SI	
Asturias	SI	SI
Baleares, Islas	SI	
Canarias, Islas	SI	SI
Cantabria	SI	SI
Castilla y León	SI	
Castilla La Mancha	SI	SI
Cataluña	SI	
Comunidad Valenciana	SI	
Extremadura	SI	SI
Madrid, Comunidad de	SI	SI
Murcia, Región de	SI	SI
Navarra, Comunidad Foral de	SI	
País Vasco	SI	SI
Rioja, La	SI	SI
Ceuta	SI	SI
Melilla	SI	SI

Tabla 5. Procedimiento del ministerio para el traslado de residuos (MITECO, 2020)

c. Tabla-resumen

SISTEMA DE ACOPIO	Recomendación de hacerlo a pie de obra
GESTORES DE RESIDUOS	Existen muchas comarcas con problemas para gestionar sus residuos. Algunas, debido a su baja densidad de población y poca actividad industrial no disponen de infraestructura. Y otras, como en Alicante, hay interés por parte de las empresas en mejorar la infraestructura, pero el ayuntamiento es reacio a dar licencias.
RESIDUOS TÓXICOS	Debido a su difícil gestión hay pocas plantas de tratamiento que los acepten, encareciendo su precio
INCENTIVOS	Existen a nivel europeo
DIGITALIZACIÓN	Existen muchas iniciativas privadas y el Ministerio de Transición a creado eSir, una herramienta online para mejorar la trazabilidad
DEBILIDADES	Regiones con densidades de población muy bajas en Extremadura, Castilla la Mancha y Castilla-León.
AMENAZAS	La dificultad para hacer una correcta gestión de los RCD en obras menores como reformas o pequeñas construcciones. Donde los residuos generados no llegan a ser suficientes ni para costear el transporte.
FORTALEZAS	España es un país con una industria de la construcción muy desarrollada. Por lo que es fácil que esta se reestructure en forma de empresas de gestión de RCD. Puesto que parte de la maquinaria y medios de transporte son compatibles.
OPORTUNIDADES	El gran mercado que supone la UE supone una gran oportunidad para investigar y desarrollar soluciones que faciliten la gestión de RCD y fomenten la economía circular

Tabla 6. Resumen de la UE de elaboración propia

3. Austria:

Fue uno de los primeros en Europa en regular la gestión de los RCD. Ello le ha llevado a tener una de las normativas más maduras y mejor implementadas, tanto a nivel nacional como en las distintas regiones que lo componen. Como podemos ver en la figura 11, es el sexto país que más trata los residuos, tras los países que componen el Benelux, Italia y Letonia.

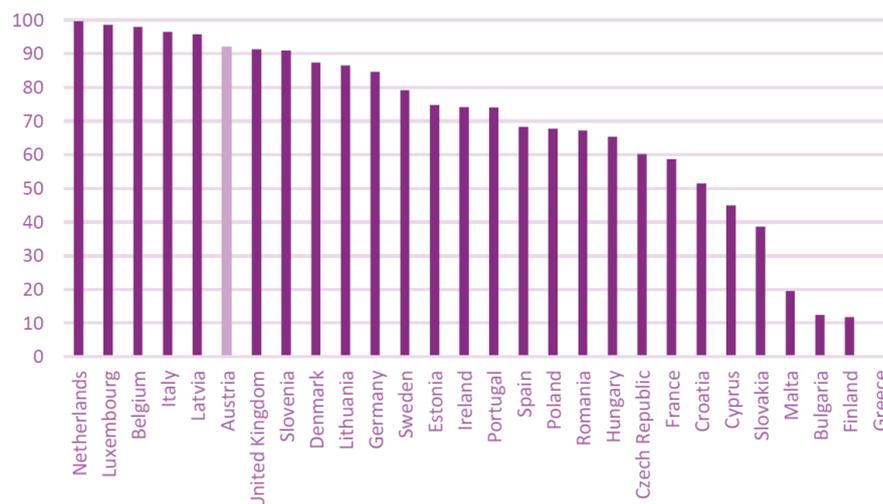


Figura 11. Porcentaje de RCD tratados en Estados miembros de la UE (Deloitte, 2017)

Austria establece una serie de requisitos en el tratamiento de materiales reciclados. La ÖNORM B 3140 regula las especificaciones técnicas y medioambientales en una misma estandarización para los RCD. Facilitando su divulgación y aplicación. En esta normativa además se obliga a una auditoría previa a las demoliciones que superen las 750t o los 3500m³ de residuos. En dichas demoliciones, antes de proceder al derrumbe del edificio se han de retirar los materiales contemplados en la norma. Debido a que estos pueden ser nocivos para el ser humano o el medio ambiente, así como, ser contaminantes para el posterior reciclaje de hormigón y acero. (Österreichisches Normungsinstitut, 2014)

Asimismo, regula el uso de tierras a través de la normativa Altlastensanierungsgesetz. Mediante la cual terrenos que no se hayan recuperado con las mismas condiciones químicas y la misma estructura están gravados. Dicho impuesto tiene un coste de 9,20€ por cada tonelada de residuo desde el año 2012. (BMFF, 2023)

Una de las medidas más llamativas y que han tenido mayor efecto es el Building Passport. Mediante el cual, se considera los materiales empleados en la construcción de cada edificio y su durabilidad. De esta forma se tiene información fiable de todo el ciclo de vida de la construcción. Esto permite, además, concebir los edificios como bancos de materiales (BAMB, por sus siglas en inglés). Ya que, por su durabilidad los materiales van a permanecer en un mismo lugar por un tiempo prolongado. Sobre todo, los materiales pétreos y los elementos estructurales con vidas útiles que superan fácilmente los 100 años.

RaABA (Condiciones marco para el desarrollo de una red regional de reutilización de Mco como contribución a la conservación de los recursos, por sus siglas en alemán), es una entidad pública que nace de la cooperación entre Austria y Hungría. Investiga

las posibilidades que ofrecen los RCD para establecer una base empírica con la cual las distintas regiones que componen ambos países. (RMA, 2023)

a. Tabla-resumen

SISTEMA DE ACOPIO	A pie de obra, en contenedores separados
GESTORES DE RESIDUOS	Existe un tejido empresarial competitivo. Además, las empresas más grandes invierten en la digitalización de la separación de residuos
RESIDUOS TÓXICOS	Pese a ser un país relativamente pequeño, ha realizado inversiones para ser capaz de gestionar los residuos peligrosos sin depender de otras entidades/ países
INCENTIVOS	Existen a nivel europeo, en cooperación con el gobierno de Hungría y a nivel federal. Destaca la inversión en investigación
DIGITALIZACIÓN	Todo el proceso está digitalizado. Además, se implementa el Building Passport para mejorar el uso circular de los materiales
DEBILIDADES	El sector de la construcción se ve muy condicionado por las bajas temperaturas en invierno. Por lo que las actuaciones se concentran en verano y dificulta la gestión
AMENAZAS	Su impuesto para el empleo de RCD como relleno es muy bajo, por lo que el riesgo a que aumente esta técnica es alto
FORTALEZAS	Fuerte inversión tanto privada como pública en economía circular
OPORTUNIDADES	La cooperación público-privada permite mejorar más en la gestión de RCD

Tabla 7. Resumen de Austria de elaboración propia

4. Suecia:

La normativa sueca es la más avanzada de todos los países de la UE. Regulan la gestión de RCD en base a la siguiente normativa:

- I. Miljöprövningsförordning (2013:251)
- II. TemaNord 2013:533 - Proposals for targets and indicators for waste prevention in four waste streams, for all Nordic countries.
- III. End-of-waste-kriterier. Svar på skriftlig fråga 2021/22:1395 besvarad av Klimat- och miljöminister Annika Strandhäll (S)

Y además dispone de regulaciones más específicas, como es el caso de Förordning (2007:19) om PCB m.m. para el Policlorato de Bifelino.

Estableciendo objetivos clave para alcanzar una economía circular en el sector de la construcción (Deloitte, 2015):

- I. Sustituir sustancias nocivas por otras no dañinas
- II. Incrementar la competitividad del sector aumentando la responsabilidad en las demoliciones
- III. Aumentar la supervisión
- IV. Fomentar la reutilización de Mco
- V. Investigar y divulgar el conocimiento en gestión de RCD, economía circular y planificación

En cuanto a este último, encontramos una gran cantidad de bibliografía, no solo en sueco, sino que también en inglés. Como "Increasing re-use of construction and demolition materials and products" de IVL. O Resource and waste guidelines for construction and demolition de Byggförgetagen. Y entidades tanto públicas como privadas que apoyan el sector, como son:

- I. Gremios profesionales: The Swedish Recycling Association y Swedish Construction Federation
- II. Agrupaciones municipales y empresariales: Avfall Sverige
- III. Bases de datos: BASTA, una base de datos sobre materiales de construcción que sirve como guía para profesionales en la gestión de residuos
- IV. Uppföljningsportalen. Web para ponerse en contacto con contratistas

Asimismo, establece unas tasas para los vertidos bastante altas según el material: Yeso 65€/tn o hormigón 54€/tn. Para otros materiales es completamente gratuito, como el acero (Deloitte, 2017). Además, tiene un gran control de los vertederos, su capacidad y el estado de estos. Con los que puede hacer previsiones de uso y valorizar más fácilmente el material que se encuentra en ellos (Deloitte, 2015)

También ha tenido un gran impacto en el país escandinavo la política pública verde (GPP, por sus siglas en inglés). La iniciativa consiste en que las distintas entidades públicas en todos sus niveles deben incorporar materiales reciclados en las nuevas construcciones que se adjudican. Incrementando año a año, la tasa de materiales reciclados empleados como podemos ver en la figura 12. Siendo este objetivo monitorizado por la agencia protectora del medioambiente (EPA, por sus siglas en inglés).

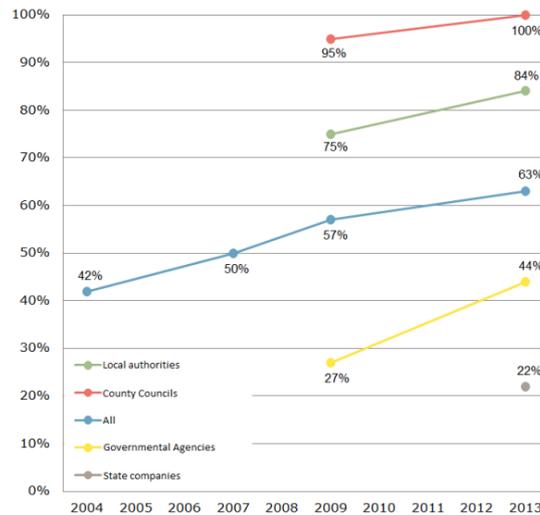


Figura 12. Empleo de materiales reciclados en obra pública. (EPA, 2014)

En los países escandinavos es muy común el empleo de madera en la construcción de viviendas. Como vemos en la figura 13, la producción de madera en Suecia y Finlandia es destacable. Tanto que se está empleando tanto para fabricar madera reciclada como para recuperación energética, reemplazado combustibles fósiles o madera virgen. Sin embargo, su reutilización sigue siendo prácticamente testimonial, ya que la mano de obra necesaria para recuperar elementos estructurales de madera, tratarlos con colas y barnices, transportarlos y manipularlos son muy altos. (OECD,2014)

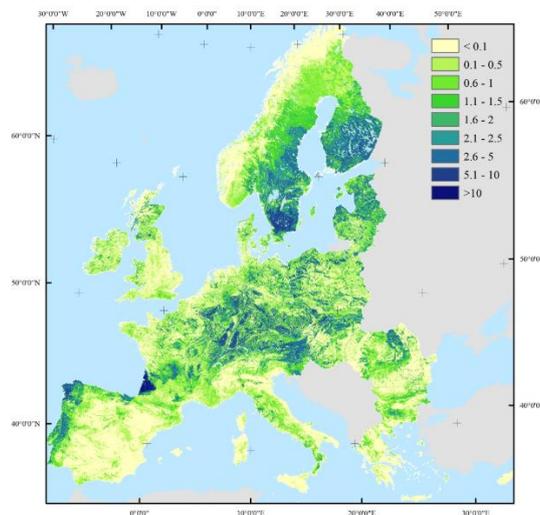


Figura 13. Mapa m3 de producción de madera por hectárea década 2000-2010 (EFI, 2015)

a. Tabla-resumen

SISTEMA DE ACOPIO	A pie de obra, en contenedores separados
GESTORES DE RESIDUOS	Existen 30 centros de reciclaje con capacidad para 630.000 toneladas
RESIDUOS TÓXICOS	Se gestionan adecuadamente, en especial el PCB
INCENTIVOS	Promueve la economía circular en todos los estamentos públicos
DIGITALIZACIÓN	Esta todo el sistema muy digitalizado. Control público, bases de datos, Marketplace, portales de información
DEBILIDADES	Hoy en día sigue exportando una gran cantidad de materiales peligrosos a países en vías de desarrollo debido a su menor coste
AMENAZAS	Los altos precios y la falta de interés de los clientes son las dos mayores amenazas
FORTALEZAS	Normativa muy desarrollada y con un grado de implantación muy alto
OPORTUNIDADES	El gran consumo de madera existente en el país facilita la transición a una economía circular

Tabla 8. Resumen de Suecia de elaboración propia

5. Bélgica

Bélgica es un país situado en centro-Europa con 11'6 Millones de habitantes. Administrativamente se divide en tres regiones con bastante autonomía: Flandes, Bruselas y Valonia. Esto genera una regulación de diversa índole.

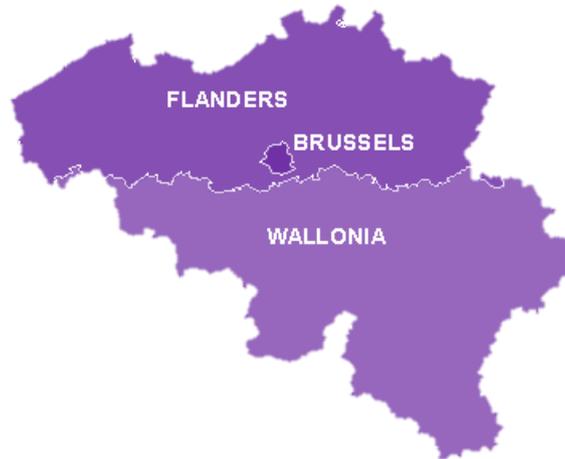


Figura 14. Mapa de regiones de Bélgica. Elaboración propia a partir de The Brussel Journal, 2007.

Por un lado, parte de la regulación de RCD es común para todo el país, como los estándares para el reciclaje de áridos en la construcción de carreteras. Además, toda la normativa que deriva de las directivas de la UE parte de la misma base. Como, por ejemplo:

- I. Auditoria previa a la demolición
- II. Separar primero los materiales más contaminantes como el PCB
- III. Desmantelar selectivamente, por ejemplo, retirando carpinterías
- IV. Demoler el edificio y trasladar los restos hasta el lugar indicado

Por otro lado, existe normativa autonómica que solo se aplican a nivel regional como Cahier des Charges_Types 2011 únicamente para la región flamenca. También, hay grandes diferencias territoriales en cuanto a recursos, en el norte, el acceso a tierras vírgenes es limitado. Sin embargo, en el sur hay mayor disponibilidad de canteras en funcionamiento. Por lo que la regulación también se adapta a la presencia o ausencia de estos recursos. (Belgian Building Research Institute, 2010) (Hiser, 2017)

Por ello, sus protocolos son distintos y el ritmo de aplicación varía:

- I. Flandes: Fue la primera región en implantar un plan específico para RCD. Y, además, tiene guías para la gestión de residuos (Guía para llevar a cabo un inventario en la demolición y Guía sobre la política de final de los residuos (EoW, por sus siglas en inglés)
- II. Bruselas: desarrolla la Guía práctica para edificios verdes y Re-Use VADEMECUM, una herramienta para fomentar la reutilización de materiales antes de que sean considerados un residuo
- III. Valonia: Obliga a estudiar los RCD antes de cualquier actuación e implementar un sistema de tasas para los residuos.

Estas diferencias en la regulación regional se ven reflejadas en su puesta en práctica. Como podemos apreciar en la figura 15, las provincias de Flandes tienen ratios más altas de reciclaje que Valonia y la propia capital del país.

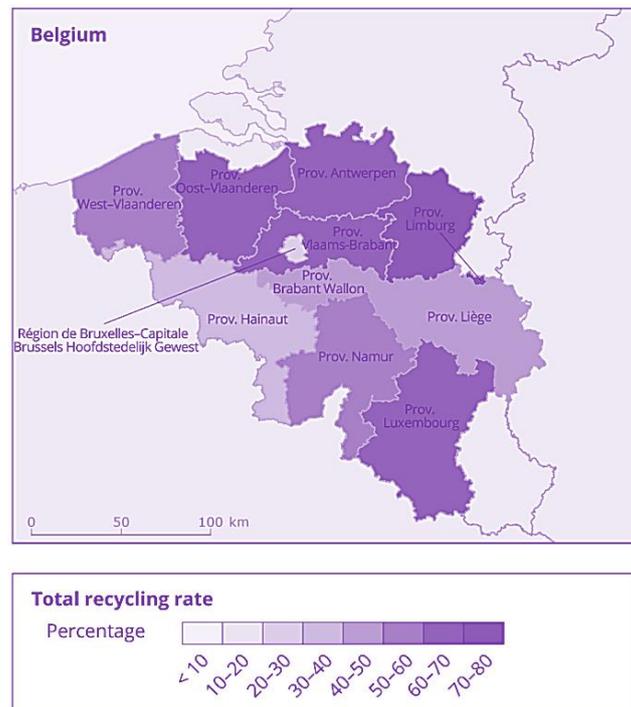


Figura 15. Porcentaje de residuos reciclados por provincias en 2013 (EEA, 2016)

Pone en valor el uso de pétreos reciclados en la construcción civil a través 3 paquetes legislativos: Cahier des Charges-Type 2011, QualiRoutes y Standaardbestek para la región de Flandes. Otorgando a los profesionales del sector mayor confianza en el uso de estos residuos valorizados. (Deloitte, 2017)

Además, para los materiales que no son pétreos, como el yeso o el vidrio, investiga nuevas aplicaciones en su reciclaje. Destaca la labor en la investigación de el yeso como material reciclable y totalmente circular.

Asimismo, apoya oficialmente iniciativas privadas como Tracimat. Un sistema de trazabilidad que se emplea para comprobar el estado de los residuos durante el proceso de demolición. Ayudando a reducir los riesgos medioambientales derivados de la operación y mejorar la calidad de los materiales resultantes. Además, su base de datos contribuye al desarrollo de la "minería urbana". (Tracimat, 2023)

a. Tabla-resumen

SISTEMA DE ACOPIO	A pie de obra, en contenedores separados
GESTORES DE RESIDUOS	Es una industria plenamente desarrollada y competitiva con más de 150 gestores de residuos
RESIDUOS TÓXICOS	Se gestionan en el propio país
INCENTIVOS	Promueve la economía circular y la investigación
DIGITALIZACIÓN	Existen distintas herramientas digitales para cada región
DEBILIDADES	Las dificultades que generan las empresas gestoras de residuos tener 3 normativas distintas para operar en un mismo país
AMENAZAS	La falta de espacio para almacenar material
FORTALEZAS	Normativa muy desarrollada y con un grado de implantación muy alto
OPORTUNIDADES	La carencia de tierras vírgenes supone un gran aliciente en el reciclaje de áridos

Tabla 9. Resumen de Suecia de elaboración propia

6. Italia:

Italia se encuentra en una situación similar a la de España. Se divide en regiones y hay grandes diferencias entre ellas. Además, el norte, más cercano a los grandes mercados europeos tiene una actividad industrial más activa que en el sur, donde el sector agroalimentario es más protagonista. Y de igual modo, su administración, se concentra en el centro; Madrid y Roma.

Asimismo, otra similitud con España es la evolución en la cantidad de residuos en general producidos. Estos aumentan con la actividad económica, pero en especial, en ciclos económicos en los que el sector de la construcción es más activo. Tanto España como Italia tuvieron un boom de la construcción importante hasta que la burbuja estalló. Como podemos ver en la figura 16, la cantidad de residuos marcados con un color claro son los que mas aumentan desde finales de los noventa hasta 2007-2008 y a partir de ahí la cantidad de residuos es más estable con los años.

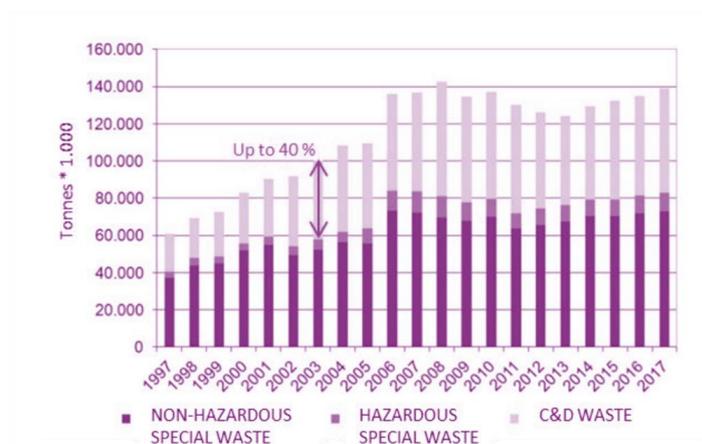


Figura 16. Residuos generados en Italia. (ITM, 2021)

Como podemos ver en la figura 17, estas diferencias económicas se ven reflejadas en los residuos generados per cápita. Donde el industrial norte prácticamente triplica al agrario sur. Siendo además las regiones del norte más densamente pobladas que las del sur. Por lo que la concentración de RCD en esta área del país es mucho mayor.



Figura 17. Residuos generados por habitante. (ITM, 2021)

Entre su normativa, destaca el DECRETO 8 maggio 2003, n. 203 Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo. El cual obliga a las empresas públicas (o con un importante capital público) a emplear un 30% de materiales reciclados en sus construcciones. Este tipo de medidas favorecen mucho la economía circular, ya que, sirven para activar la inversión en empresas circulares y otorga un mayor grado de confianza para su empleo en edificación privada.

Posteriormente entra en vigor el DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale. Con el cual se establece la base para llegar a cumplir los objetivos 2020 de la UE en materia de reciclaje de RCD. Gracias a ello se consigue alcanzar el objetivo de reciclar el 70% de los RCD desde 2011 como podemos ver en la figura 18. Se imponen además tasas al empleo de tierras vírgenes, aunque se deja recaer en las regiones autónomas la decisión del importe a aplicar. Siendo este muy reducido, del entorno a los 10€, similar al de Austria, por lo que se sigue optando más por extraer tierra natural que por emplear rellenos reciclados.



Figura 18. Porcentaje de RCD reciclados. (ITM, 2021)

Posteriormente, entra en vigor LEGGE 28 dicembre 2015, n. 221 Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali. Modificando artículos de legislaciones anteriores y tomando medidas ante las nuevas tesis que provoca la gestión de residuos, como es su transporte.

a. Tabla-resumen

SISTEMA DE ACOPIO	A pie de obra, en contenedores separados
GESTORES DE RESIDUOS	Desigual a lo largo del territorio. Varía según la región
RESIDUOS TÓXICOS	Se gestionan acorde al DECRETO 11 ottobre 2017 Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici
INCENTIVOS	El Ministero della Transizione Ecologica ofrece ayudas a empresas que empleen al menos un 75% de materiales reciclados en sus productos.
DIGITALIZACIÓN	Existen marketplaces como Marketinerti en la región lombarda; o monitoraggio macerie para mejorar la trazabilidad
DEBILIDADES	Falta de confianza en los materiales reciclado y desigual evolución por regiones
AMENAZAS	Desconfianza en los materiales reciclados y falta de información verosímil del estado del sector
FORTALEZAS	Hay un gran interés público en mejorar la valorización de los RCD
OPORTUNIDADES	Se puede aprovechar que las regiones industriales del norte estén más desarrolladas para que estas establezcan criterios de referencia e inviertan en las más desfavorecidas.

Tabla 10. Resumen de Italia de elaboración propia

7. Otros países europeos:

En este apartado se desarrollarán aquellas actuaciones destacadas que han fomentado o mejorado la gestión de los RCD.

a. Alemania:

Se trata del país europeo que más recursos consume, debido tanto a ser el más poblado como por su alta actividad industrial y económica. Pese a ello, países más pequeños como los Suecia y Austria, tienen una normativa más madurada y con una mayor implantación.

Al igual que Bélgica, con el Marketplace Opalis, en Alemania nos encontramos con Restado, su homólogo. De la misma forma que lo hace el portal belga, el germano, no se limita solo a ejercer de intermediario, sino que también a divulgar su uso y dar visibilidad a los proyectos que utilizan materiales reciclados.

b. Bulgaria:

Pese a su falta de infraestructura, para impulsar el reciclaje de RCD, establece unos estándares más altos en edificios públicos y obra civil, que en el caso de proyectos privados. De esta forma, consigue apoyar la inversión en centros de clasificación y reciclaje. Así como, otorgar de mayor confianza los profesionales del sector de la construcción.

c. Dinamarca

Para fomentar el reciclaje Dinamarca emplea dos vías económicas: subvencionar la rehabilitación y el empleo de materiales reciclados; y gravar los RCD que no son reutilizables. Además, al igual que Bulgaria, obliga al empleo de materiales reciclados en la construcción de promoción pública.

d. Estonia

El país báltico en cuestión, al igual que Bélgica, apoya al sector privado en la investigación de aplicaciones para materiales reciclados, así como, en el control de su calidad. También incentiva el uso de materiales reciclados mejorando su imagen y divulgando su empleo.

e. Países Bajos

Países Bajos, al igual que Italia, implementa impuestos en el uso de tierras vírgenes de relleno. Y, además, otro impuesto adicional para la incineración de residuos. Todo ello, con el objetivo de fomentar el reciclaje de los RCD.

f. Reino Unido

El gobierno anglosajón lleva décadas promoviendo el reciclaje de los RCD bajo el Programa de Acción sobre los Residuos (WRAP, por sus siglas en inglés). El cual no solo divulga guías de aplicación, sino que también, promueve proyectos mediante asistencia financiera. Paradigma de esta iniciativa, es la construcción del parque olímpico de Londres 2012, para el cual se estipuló el reciclar los restos de demolición del antiguo barrio industrial sobre el que se encuentra, como se explica más adelante.

8. Estudio de aplicaciones en municipalidades concretas

Complementario al estudio general de algunos países de Europa, procedemos a estudiar la gestión de RCD en localidades o proyectos concretos. Se han seleccionado 4 casos específicos como ejemplo de buenas prácticas que sirvan de referente para una implantación más extendida.

a. Bruselas: sistema OPALIS, inventario en línea

Opalis es una página web y Marketplace que facilita la reutilización de materiales de la construcción. Nació en Bruselas con el objetivo de poner en contacto a vendedores de segunda mano con compradores y comisionistas. Hace inventario con todos los materiales disponibles en la zona. Está enfocado en la reutilización de los materiales de construcción y no en su reciclaje. Por lo tanto, estamos en un estrato alto en la jerarquía de gestión de residuos (Ver Figura 4). Y, además, facilita información sobre su manipulación y dispone de precios orientativos.

Asimismo, dispone en su web de un gran número de proyectos publicados en los que se han reutilizado materiales muy diversos. En ella, se pueden ver ejemplos desde reformas de pequeñas viviendas hasta un gran parque acuático. Sirviendo de referente para otros proyectistas y dando visibilidad a un concepto de construcción más sostenible.

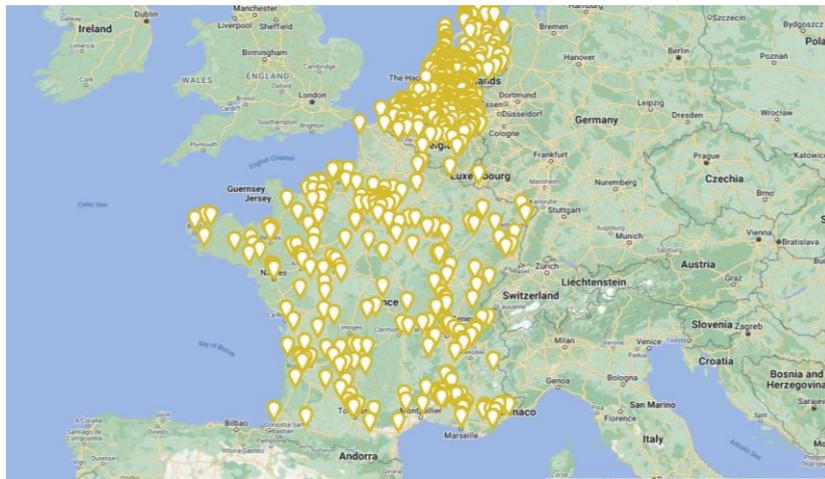


Figura 19. Captura de pantalla actual de los puntos de distribución. (Opalis, 2023)

Como podemos ver en la Figura 19, en la actualidad Opalis no se limita únicamente a Bruselas sino que se extiende por Bélgica, Países Bajos, Luxemburgo y Francia. (Bruxelles Environment, 2023).

Además, a escala nacional, es de destacar que no solo el éxito de esta iniciativa es palpable en los cambios en el consumo producidos en Bélgica. Cambios legislativos en los estándares para la construcción de carreteras y el impulso de la investigación en el reciclaje de materiales como el yeso o el vidrio ha sido claves en incentivar un sistema económico circular. (Deloitte, 2017)

b. Londres: Deconstrucción Parque olímpico 2012

Otro buen ejemplo y que fue muy emblemático en toda Europa es el caso del Parque Olímpico de Londres. Ya que este está situado sobre una antigua zona industrial y residencial. La cual, se tuvo que demoler para dar cavidad al evento internacional.

Para llevar a cabo la demolición, la Olympic Delivery Authority (ODA) estableció como objetivo reciclar al menos el 90% de los materiales resultantes de la demolición. Llegando a ser finalmente un 98'50%, siendo eliminados únicamente 7.000 toneladas de residuos.

Se reciclaron un total de 435.00 toneladas. De las cuales destacan 250.000t de hormigón y 165.000t de ladrillos. Con los cuales, se hicieron, por ejemplo, la base del estadio, carreteras o rellenos estructurales. También, se reutilizaron una gran cantidad de adoquines y bordillos de arenisca y granito.



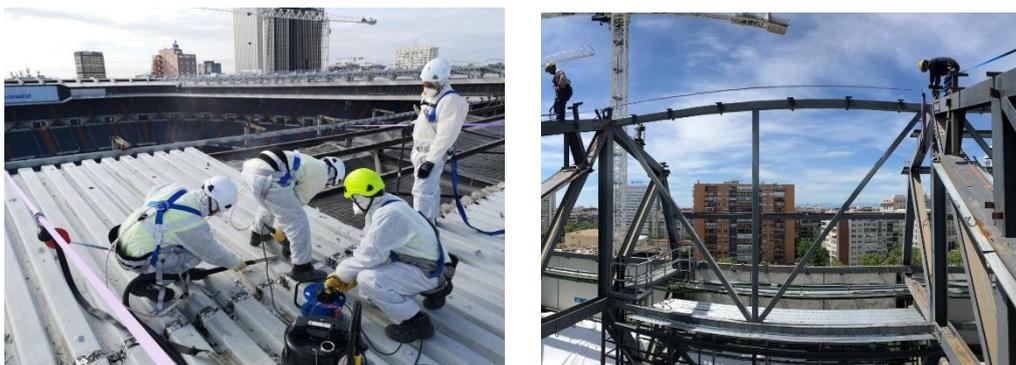
Figura 20. Centro temporal de reciclaje de áridos y Estadio olímpico de Londres (DEME,2011)

Las claves del éxito para llevar a cabo este proyecto fueron diversas;

- I. Un dedicado estudio previo de los materiales existentes; establecer objetivos.
- II. Medir la huella de carbono de todo el proceso.
- III. Emplear técnicos y mano de obra especializada.
- IV. Disponer de un centro temporal de reciclaje y una gran cantidad de espacio de almacenamiento, como se puede ver en la Figura 20
- V. Coordinación con el equipo de diseño del parque olímpico. (UE, 2018) (Bioregional, 2011)

c. Deconstrucción parcial del Estadio Santiago Bernabéu

En el año 2020 la empresa dMol (contratada por FCC) ejecuta el desamiantado y desmontaje de las cubiertas del estadio del Real Madrid. Esta actuación forma parte de la reforma que se está llevando a cabo en el centro deportivo. Donde una gran infraestructura que se está quedando obsoleta se deconstruye parcialmente para dar lugar a una nueva. Ahorrando así la gran cantidad de hormigón y acero que supondría su derribo completo para construir desde cero, como es el caso del Nuevo Mestalla en la ciudad de Valencia.



Figuras 21 y 22. Desamiantado (izquierda) y desmantelamiento de la estructura (derecha) del Estadio Santiago Bernabéu por dMol. (AEDED 2021)

Para llevar a cabo esta actuación se procede de la siguiente forma:

- I. Retirada de la cubierta de fibrocemento: se retiran 8.200 m² de fibrocemento, encapsulándolo para evitar la contaminación y paletizándolo para facilitar su transporte y posterior tratamiento en un vertedero autorizado.
- II. Desmontaje de los paneles perimetrales: se emplearon técnicas de estrobado de cargas con eslingas y equipo de oxicorte
- III. Desmontaje de las correas: se retiran en parejas. A cada lado de la cercha trabaja uno de los operarios.
- IV. Desmontaje de las cerchas: Se desmontan un total de 68 cerchas, desvinculando cada par de cerchas eliminando las correas contiguas a cada pareja y desmontando en cuatro partes debido a sus 20 toneladas de peso
- V. Desmontaje de las cubiertas retráctiles: primero se retiró la chapa grecada que existía sobre ellas y a continuación las costillas.
- VI. Desmontaje de los lucernarios de policarbonato: de forma similar a los paneles perimetrales, se realizó mediante estrobado, oxicorte para su alzado y acopio.
- VII. Desmontaje de la pasarela

Las principales dificultades de la operación fueron el tener cargas sumamente pesadas y amianto a gran altura. Lo que se tuvo que solventar con trabajadores especializados y equipos de protección.

d. Puerto de Almería

Otro ejemplo de buenas prácticas en gestión de RCD es la ampliación del puerto de Almería, en la Comunidad Autónoma de Andalucía. En las que se ha aprovechado los residuos pétreos de las viejas casetas de pescadores para llevar a cabo parte del relleno de la piscina. Aunque lo ideal sea reparar los edificios o reutilizar el material, el estado de los barracones y el escaso valor de sus materiales hacen del relleno un buen uso de los residuos. Sobre todo, teniendo en cuenta que es una "cantera" a kilómetro cero que reduce la necesidad de emplear tierras vírgenes.



Figura 23. Relleno de piscinas Puerto de Almería. (Ideal, 2022).

El proceso llevado a cabo es bastante sencillo. Tras demoler los barracones, aceras y bordillos se han separado los materiales pétreos de los restos de acero. A continuación, se han clasificado según su naturaleza y hecho acopios. Estos, han sido triturados in situ con una machacadora móvil hasta lograr diámetros de 0 a 100 milímetros. Además, a esta, se le ha acoplado un nebulizador para evitar esparcir polvo en los alrededores. Tras su valorización como material de obra, se han vertido en las piscinas del ensanche (como podemos ver en la Figura 23) y utilizado para ganar terreno al mar.

Con esta operación se han conseguido revalorizar 14.300 toneladas de material en el puerto. Evitando su vertido en escombreras y obteniendo una gran cantidad de rellenos a Km 0. Asimismo, el espacio ocupado por los viejos barracones de los pescadores será apto para nuevos usos. (Ideal, 2022) (Diario de Almería, 2021).

Resultados

1. Tabla-resumen comparativa entre distintos países de la UE

TABLA_ RESUMEN	Unión Europea	España	Austria	Suecia	Bélgica	Italia
SISTEMA DE ACOPIO	Recomendación de hacerlo a pie de obra	Recomendación de hacerlo a pie de obra	A pie de obra, en contenedores separados	A pie de obra, en contenedores separados	A pie de obra, en contenedores separados	A pie de obra, en contenedores separados
GESTORES DE RESIDUOS	La situación es muy diversa en la Unión Europea: países como Bulgaria tienen un déficit de infraestructura mientras que otras regiones como Flandes están más desarrolladas	Existen muchas comarcas con problemas para gestionar sus residuos. Algunas, debido a su baja densidad de población y poca actividad industrial no disponen de infraestructura. Y otras, como en Alicante, hay interés por parte de las empresas en mejorar la infraestructura, pero el ayuntamiento es reacio a dar licencias.	Existe un tejido empresarial competitivo. Además, las empresas más grandes invierten en la digitalización de la separación de residuos	Existen 30 centros de reciclaje con capacidad para 630.000 toneladas	Es una industria plenamente desarrollada y competitiva con más de 150 gestores de residuos	Desigual a lo largo del territorio. Varía según la región

TABLA_ RESUMEN	Unión Europea	España	Austria	Suecia	Bélgica	Italia
RESIDUOS TÓXICOS	Se regulan a través de las distintas directivas europeas	Debido a su difícil gestión hay pocas plantas de tratamiento que los acepten, encareciendo su precio	Pese a ser un país relativamente pequeño, ha realizado inversiones para ser capaz de gestionar los residuos peligrosos sin depender de otras entidades/ países	Se gestionan adecuadamente, en especial el PCB	Se gestionan en el propio país	Se gestionan acorde al DECRETO 11 ottobre 2017 Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici
INCENTIVOS	FEDER, FEIE o los Fondos Next Generation	Existen a nivel europeo	Existen a nivel europeo, en cooperación con el gobierno de Hungría y a nivel federal. Destaca la inversión en investigación	Promueve la economía circular en todos los estamentos públicos	Promueve la economía circular y la investigación	El Ministero della Transizione Ecologica ofrece ayudas a empresas que empleen al menos un 75% de materiales reciclados en sus productos.
DIGITALIZACIÓN	Existen marketplaces como Opalis. Pero ni están extendidos a nivel comunitario ni existe herramientas para mejorar la trazabilidad	Existen muchas iniciativas privadas y el Ministerio de Transición a creado eSir, una herramienta online para mejorar la trazabilidad	Todo el proceso está digitalizado. Además, se implementa el Building Passport para mejorar el uso circular de los materiales	Esta todo el sistema muy digitalizado. Control público, bases de datos, Marketplace, portales de información	Existen distintas herramientas digitales para cada región	Existen marketplaces como Marketinerti en la región lombarda; o monitoraggio macerie para mejorar la trazabilidad

TABLA_ RESUMEN	Unión Europea	España	Austria	Suecia	Bélgica	Italia
DEBILIDADES	Distinto nivel de desarrollo en las distintas regiones que componen la UE	Regiones con densidades de población muy bajas en Extremadura, Castilla la Mancha y Castilla-León.	El sector de la construcción se ve muy condicionado por las bajas temperaturas en invierno. Por lo que las actuaciones se concentran en verano y dificulta la gestión	Hoy en día sigue exportando una gran cantidad de materiales peligrosos a países en vías de desarrollo debido a su menor coste	Las dificultades que generan las empresas gestoras de residuos tener 3 normativas distintas para operar en un mismo país	Falta de confianza en los materiales reciclado y desigual evolución por regiones
AMENAZAS	Dificultad de implantación	La dificultad para hacer una correcta gestión de los RCD en obras menores como reformas o pequeñas construcciones. Donde los residuos generados no llegan a ser suficientes ni para costear el transporte.	Su impuesto para el empleo de RCD como relleno es muy bajo, por lo que el riesgo a que aumente esta técnica es alto	Los altos precios y la falta de interés de los clientes son las dos mayores amenazas	La falta de espacio para almacenar material	Desconfianza en los materiales reciclados y falta de información verosímil del estado del sector
FORTALEZAS	El ser un mercado único permite a las empresas extenderse por todo el territorio con más facilidad.	España es un país con una industria de la construcción muy desarrollada. Por lo que es fácil que esta se reestructure en forma de empresas de gestión de RCD.	Fuerte inversión tanto privada como publica en economía circular	Normativa muy desarrollada y con un grado de implantación muy alto	Normativa muy desarrollada y con un grado de implantación muy alto	Hay un gran interés público en mejorar la valorización de los RCD
OPORTUNIDADES	El gran mercado que supone la UE supone una gran oportunidad para investigar y desarrollar soluciones que faciliten la gestión de RCD y fomenten la economía circular	El gran mercado que supone la UE supone una gran oportunidad para investigar y desarrollar soluciones que faciliten la gestión de RCD y fomenten la economía circular	La cooperación público-privada permite mejorar más en la gestión de RCD	El gran consumo de madera existente en el país facilita la transición a una economía circular	La carencia de tierras vírgenes supone un gran aliciente en el reciclaje de áridos	Se puede aprovechar que las regiones industriales del norte estén más desarrolladas para que estas establezcan criterios de referencia e inviertan en las más desfavorecidas.

Tabla 11. Tabla_resumen comparativa EU y países estudiados (de elaboración propia)

2. Conclusiones

En las dos últimas décadas ha habido un cambio en la perspectiva económica. En la queda patente una transición de consumo lineal de fabricar_consumir_tirar a uno circular. Con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y el horizonte Europa 2050 como metas de desarrollo socioeconómico. Para llevar a cabo esta transformación, el sector de la construcción, el cual genera alrededor de un tercio de los residuos en todos los países, es una pieza clave.

Debido a ello, la Unión Europea y los distintos países que la componen (o componían, en el caso de Reino Unido), desarrollan regulaciones que fomenten este cambio. Siguiendo las directivas europeas y los criterios para la armonización de la información. En todos los países se está avanzando en esta difícil transición, aunque sea a distintas velocidades, como se puede apreciar en la figura 24. Para la cual, se requieren cambios legislativos, mayor infraestructura y una concepción social del consumo distinta.

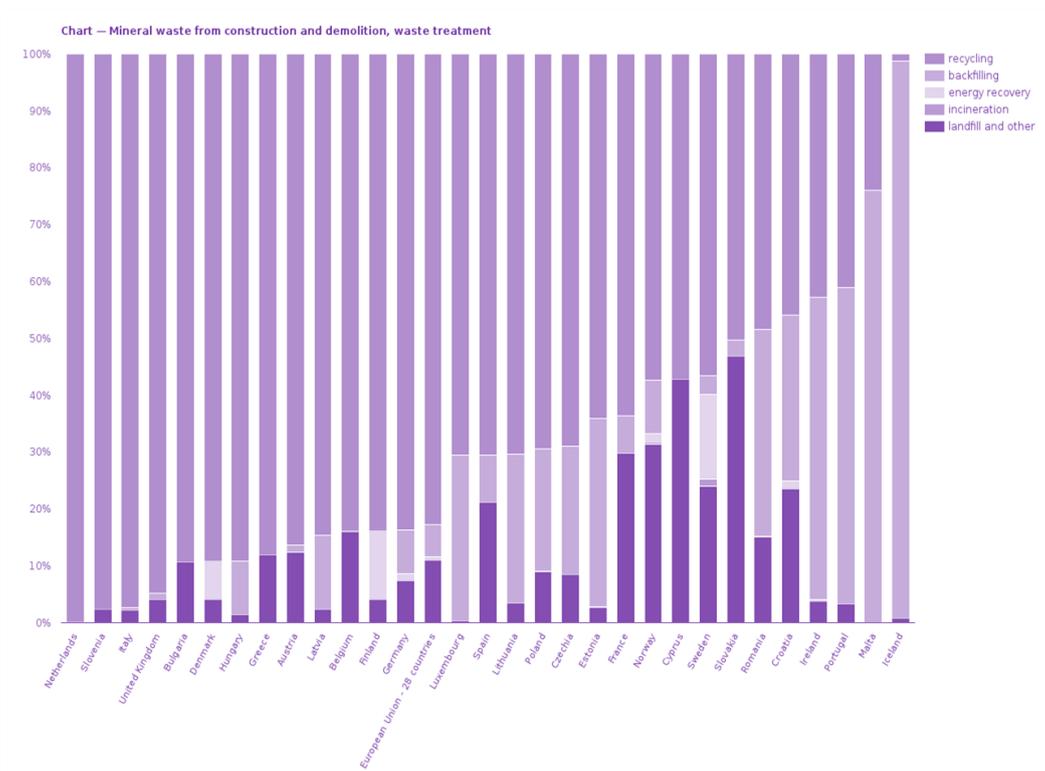


Figura 24. Porcentajes de reciclaje, rellenos, recuperación energética, incineración (CE, 2016)

En este cambio aparecen nuevos conceptos, como la des_urbanización, concebir los edificios como materiales de bancos o la "minería urbana". Se investiga en la valoración de los materiales al acabar su vida útil (Hormigón, acero, yeso, madera) o en una disposición final más sensible con el medio ambiente y la salud (Amianto, PCB).

Sin embargo, pese a todos estos avances, aún se debe hacer frente a los siguientes retos:

- I. Cambios en el consumo. Reutilizar materiales o reciclar en vez de emplear materias vírgenes
- II. Insuficiente volumen. Se debe escalar en la industria para reducir los costes de la economía circular
- III. Falta de espacio para llevar a cabo una clasificación de los RCD in_situ
- IV. Falta de espacio para almacenar materiales antes de que sean valorizados
- V. Poco interés de los consumidores. Existe interés en ser más ecológico, pero no en asumir el sobrecoste que pueda suponer
- VI. Reducir los costes de desmantelamiento y preparación de los materiales para su reutilización
- VII. La falta de información sobre los materiales reciclados. Hay que mejorar la trazabilidad y alcanzar los estándares de calidad a un coste menor
- VIII. El riesgo de encontrarnos con sustancias nocivas entre los materiales reciclados. Como amianto entre otros áridos.
- IX. Adaptar el consumo a la disponibilidad de materiales circulares
- X. Tratar un parque de vivienda anticuado. Las décadas de mayor crecimiento de las ciudades europeas fueron los 60's y 70's.
- XI. Los objetivos de valorización de RCD se centran en los materiales más voluminosos como el hormigón y el acero. Mientras que otros más reducidos, como las instalaciones eléctricas, que son más contaminantes, no tienen la atención que requieren.
- XII. Diferencias en la capacidad para gestionar los residuos según la región. En las zonas más densamente pobladas e industrializadas suele haber más infraestructura que en áreas rurales y agrarias.
- XIII. Otorgar facilidades a las empresas interesadas en implantar o mejorar infraestructura que apoye el reciclaje y la economía circular
- XIV. Reducir el coste de la gestión de RCD, en especial, en obra menor, dónde suele haber menos control de los residuos generados

En los que las distintas naciones, indistintamente de su renta y capacidad de transformación, están realizando una gran labor para superarlos.

3. AGENDA 2030: Objetivos de Desarrollo Sostenible

Esta investigación pretende poner su granito de arena reciclada para alcanzar un mundo más sostenible. Para ello, se ha indagado sobre la gestión de residuos de la construcción y la demolición enfocando en tres objetivos:



Figura 24. Objetivos Desarrollo Sostenible (ONU, 2018)

9. Industria, Innovación e infraestructura: Para lograr los objetivos de la Agenda 2030 de la ONU, así como el objetivo de lograr una economía climáticamente neutra en 2050 la industria deberá afrontar muchos retos en materia de gestión de residuos. Entre ellos, reducir los costes de clasificación y procesado, innovar en productos reciclados con los mismos estándares y costes que los fabricados a partir de materiales vírgenes e implementar su uso desde la fase de diseño de nuevas construcciones e intervenciones.

11. Ciudades y comunidades sostenibles: se plantea la economía circular en el sector de la construcción para hacer de la economía un mecanismo resiliente a las crisis y a las fluctuaciones del precio de los materiales de construcción internacionales. Ya que una correcta gestión de los RCD fomenta la economía local y otorga mayor independencia en la utilización de recursos naturales y energéticos. Además, de hacer de las ciudades y comarcas emplazamientos más sostenibles medioambientalmente y salubres al no necesitar vertederos o escombreras en las que acumular residuos una vez agote su vida útil.

12. Producción y consumo responsable: es indispensable que para el correcto desarrollo de la industria de la construcción europea innovemos en materia de reciclaje. Mejorando la recuperación de materiales, su distribución, clasificación, procesado y puesta de vuelta en el mercado de materiales de la construcción. Para ello, debemos innovar en todo el sistema productivo y comercial; y pensar en el cómo un circuito cerrado con un aporte mínimo de materiales vírgenes.

Bibliografía

1. Referencias procedentes de distintos organismos de la Unión Europea (o promovidos por esta)
 - I. European Environment Agency. (2020). *Mineral waste from construction and demolition, waste treatment*. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/mineral-waste-from-construction-and>
 - II. Oficina de Publicaciones. (2021). *Results pack de CORDIS sobre economía circular*. Oficina de publicaciones de la UE. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/a8f2c9e0-c8c8-11eb-84ce-01aa75ed71a1/language-es/format-PDF/source-234789953>
 - III. Eurostat. (2018). *Waste statistics*. Comisión Europea. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics#Total_waste_generation
 - IV. Eurostat. (2018). *Generation of waste by waste category, hazardousness and NACE Rev. 2 activity*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wasgen/default/table?lang=en
 - V. Comisión Europea. (2023). *Generation of waste by waste category, hazardousness and NACE Rev. 2 activity*. Eurostat. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_WASGEN_custom_5267074/default/table?lang=en
 - VI. Comisión Europea. (2021). *i.Directrices para las auditorías de residuos antes de la demolición y las obras de reforma de edificios*. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/31526/attachments/1/translations/es/renditions/pdf>
 - VII. Deloitte (2017) *Study on Resource Efficient Use of Mixed Wastes, Improving management of construction and demolition waste – Final Report*. Prepared for the European Commission, DG ENV
 - VIII. Comisión Europea. (2016). *Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE*. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/attachments/1/translati/ns/es/renditions/native>
 - IX. Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit. (2012). *Best environmental management practice for the building and construction sector: Final Draft, September 2012* (Edición Definitiva). https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/best-environmental-management-practice_en
 - X. Proyecto conjunto CEI-Bois / FETCM / EPF. (2020). Acuerdo Autónomo sobre una Guía de Acción Europea relativo a la prevención de la exposición al formaldehído en la industria europea de tableros y al cumplimiento de los límites de exposición ocupacional. *Europanel.org*. Financiado por la Comisión Europea. <https://europanel.org/wp-content/uploads/2022/01/epf-broch-formaldehyde-spa.pdf>
 - XI. Comisión Europea. (2023b). La Comisión actúa para proteger mejor a las personas contra el amianto y garantizar un futuro sin amianto. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_22_5679

- XII. Verkerk, P.J., Levers, C., Kuemmerle, T., Lindner, M., Valbuena, R., Verburg, P.H., Zudin, S., 2015. Mapping wood production in European forests. *Forest Ecology and Management* 357, 228-238.
- XIII. Verkerk PJ, Levers C, Kuemmerle T, Lindner M, Valbuena R, Verburg PH, Zudin S (2015) Data from: Mapping wood production in European forests. Dryad Digital Repository. <http://dx.doi.org/10.5061/dryad.mk067>
- XIV. Parlamento de la Unión Europea & Consejo de Europa. (2008). DIRECTIVA 2008/98/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. Diario Oficial de la Unión Europea. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=ES>
- XV. European Environment Agency (EEA). (2016). *Circular economy in Europe. Developing the knowledge base* (N.º 2/2016). Unión Europea. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0cc8128f-d6d3-11e5-8fea-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-242918660>
- XVI. ECHA. (2022). *Understanding REACH* - ECHA. <https://echa.europa.eu/regulations/reach/understanding-reach>

2. Austria

- I. Österreichisches Normungsinstitut. (2014). *Rückbau von Bauwerken als Standardabbruchmethode*. https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40187245/II_290_2016_OeNORM_B_3151.pdf
- II. RMA (Agencia de gestión de recursos). (s. f.). *Projekt RaABA*. [Projekt RaABA | RaABa \(rma.at\)](http://www.rma.at)
- III. Bundesministerium für Finanzen. (2023). *Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Altlastensanierungsgesetz, Fassung vom 13.03.2023*. Rechtinformationssystem des Bundes. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen>

3. Suecia

- I. OECD. (2014). SMART PROCUREMENT Going green: best practices for green procurement - SWEDEN. <https://www.oecd.org/gov/ethics/gpp-procurement-Sweden.pdf>
- II. *Basta Online*. (2023). *Basta*. <https://www.bastaonline.se/about-basta/about-basta/?lang=en>
- III. Deloitte. (2015). *Construction and Demolition Waste Management in SWEDEN V2* – September 2015.
- IV. IVL. (2020). *Increasing re-use of construction and demolition materials and products*. DIVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1549459/FULLTEXT01.pdf>

4. Italia

- I. Instituto de tecnología de los Materiales. Cárcel-Carrasco, J.; Peñalvo-López, E.; Pascual-Guillamón, M.; Salas-Vicente, F. An Overview about the Current Situation on C&D Waste Management in Italy: Achievements and Challenges. *Buildings* 2021, 11, 284. <https://doi.org/10.3390/buildings11070284>

5. Bélgica

- I. Bruxelles Environment, Be Circular, & Vlaanderen Circular. (s. f.). *Opalis*. Opalis. Recuperado 6 de marzo de 2023, de <https://opalis.eu/en>
- II. Tracimat. (2023). *Tracimat. About Us*. <https://www.tracimat.be/>
- III. The Brussels Journal. (2007). Crisis in Belgium: If Flanders Secedes Wallonia Disintegrates | The Brussels Journal. *The Brussels Journal*. <https://www.brusselsjournal.com/node/2433>
- IV. Belgian Building Research Institute. (2010). *RECYCLING OF C&D WASTE IN BELGIUM: ONGOING RESEARCH AND RELEVANT DEVELOPMENTS*. Central Europe towards Sustainable Building. http://www.cesb.cz/cesb10/papers/3_materials/200.pdf
- V. International HISER Conference on Advances in Recycling and Management of Construction and Demolition Waste 21-23 June 2017, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands *), Comparative case study of the construction and demolition waste practical treatment induced by different legislations in France and Belgium (Wallonia and Flanders)

6. Reino Unido

- I. Bioregional. (2011). *How reclaimed building materials were used for the London Olympic Park*. <https://www.bioregional.com/resources/how-reclaimed-building-materials-were-used-for-the-london-olympic-park>

7. Webinars AEDED

- I. J.Fernández, M.I Barrero, A. García, D. Anka, E. Pelluz (15 octubre de 2021). *Transformación de espacios mediante la demolición y descontaminación fomentando modelos de economía circular*. Webinar de AEDED, ponentes desde distintos puntos de España. [Webinar AEDED y BBCONSTRUMAT: Transformación de espacios mediante demolición y descontaminación - AEDED](#)

8. Medios de comunicación

- I. El País. (2019, 3 abril). *Las 50 plantas de España que contaminan más con CO 2*. Cinco Días. https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/04/02/companias/1554207426_395244.html
- II. Las provincias (2016, 16 noviembre). *Crean una plataforma online para denunciar escombreras ilegales en Valencia*. Las Provincias. <https://www.lasprovincias.es/valencia-ciudad/201611/16/crean-plataforma-online-para-20161116124920.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
- III. Romero, S. (2022, 4 enero). *¿Puede la industria del hormigón realmente volverse neutra en carbono para 2050?* El Confidencial. https://www.elconfidencial.com/medioambiente/ciudad/2022-01-04/cemento-hormigon-emisiones-co2-sostenible_3098260/
- IV. Ideal. (2022, 12 enero). *El Puerto de Almería rellena la Piscina con los residuos de las casetas de pescadores demolidas*. <https://www.ideal.es/almeria/almeria/puerto-almeria-rellena-20220112172943-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

- V. De Almería, D. (2021, 8 noviembre). *Restos del derribo de las naves de pescadores, para rellenar La Piscina del Puerto de Almería*. Diario de Almería. https://www.diariodealmeria.es/finanzasagricultura/demolicion-casetas-pescadores-Piscina-Puerto-Almeria_0_1627338221.html
- Mesones, J., & Brualla, A. (2021). La construcción, en alerta: el 40% de las empresas ha cancelado o paralizado obras por el encarecimiento de los materiales. *El economista*. <https://www.eleconomista.es/inmobiliaria/noticias/11433153/10/21/La-construccion-en-alerta-el-40-de-las-empresas-ha-cancelado-o-paralizado-obras-por-el-encarecimiento-de-los-materiales.html>

9. Gobierno de España y organismos autonómicos

- I. Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia del Gobierno de España (coord.). *España 2050: Fundamentos y propuestas para una Estrategia Nacional de Largo Plazo*. Madrid: Ministerio de la Presidencia (2021). [*200521-Estrategia_Espana_2050.pdf \(lamoncloa.gob.es\)](https://www.lamoncloa.gob.es/estrategia/Espana_2050.pdf)
- II. Ministerio de Fomento. (2021, 10 agosto). *Código Estructural*. Agencia Estatal del Boletín Oficial del Estado. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2021-13681>
- III. Junta de Andalucía. (2018, 3 marzo). #RAEEPedia: ¿Conoces cuál es la jerarquía de residuos? Raee Andalucía. <https://www.raeeandalucia.es/actualidad/raeepedia-conoces-cual-es-jerarquia-residuos>
- IV. Ministerio para la transición ecológica y reto demográfico & Subdirección General de Economía Circular. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. (2021). *PLAN DE ACCIÓN DE ECONOMÍA CIRCULAR 2021-2023*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/plan_accion_eco_circular_def_nipo_tcm30-529618.pdf
- V. Ministerio para la transición ecológica y reto demográfico. (2018, abril). *Principales objetivos de la UE para una economía baja en residuos y circular*. <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/carpeta-informativa-del-ceneam/novedades/objetivos-ue-economia-circular.aspx>
- VI. MITECO. (2023). *REGLAMENTO REACH*. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/reglamento-reach/>
- VII. Gobierno de Navarra. (2021). *PLAN DIRECTOR DE ELIMINACIÓN DEL AMIANTO EN NAVARRA*. <https://oprec-navarra.com/wp-content/uploads/2021/02/PD-eliminacion-amianto.pdf>
- VIII. Ministerio para la transición ecológica. (2018). *Guía de Rehabilitación de huecos mineros*. MITECO. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/guia_rehabilitacion_huecos_mineros_web_tcm30-487268.pdf

10. Gremios profesionales

- I. AEDED & dMol. (2021). Premio demolición 2021. Remodelación del Estadio Santiago Bernabéu Desamiantado y Desmontaje de cubiertas. AEDED. https://www.aeded.org/cms/files/AEDED_Premio-Demolicion-2021_dMol.pdf

- II. Asegre (2023). Novedades legislativas del sector residuos que toman forma en 2023. Asegre. <https://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/466597-Novedades-legislativas-del-sector-residuos-que-toman-forma-en-2023.html>

11. Empresas privadas

- I. Iberdrola. (2022). Principios y acciones regulatorias de la descarbonización energética que contribuyen a un marco sostenible y eficiente para combatir el cambio climático. <https://www.iberdrola.com/conocenos/energetica-del-futuro/descarbonizacion-economia-principios-acciones-regulacion>
- II. DEME Group. (2011). *Site remediation for the London Olympics*. Recuperado 6 de marzo de 2023, de <https://www.deme-group.com/projects/site-remediation-london-olympics>

12. Fuentes procedentes de organismos internacionales a nivel global

- I. UNFCCC. (2015). *¿Qué es el acuerdo de París?* <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>
- II. UNFCCC. (2021). *El Pacto de Glasgow para el clima - Principales resultados de la COP26*. <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>

13. Fuentes de organismos de países no europeos

- I. Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. (2014). *PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA DEMOLICIÓN*. CMIC. <https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20ORCD%20Completo.pdf>