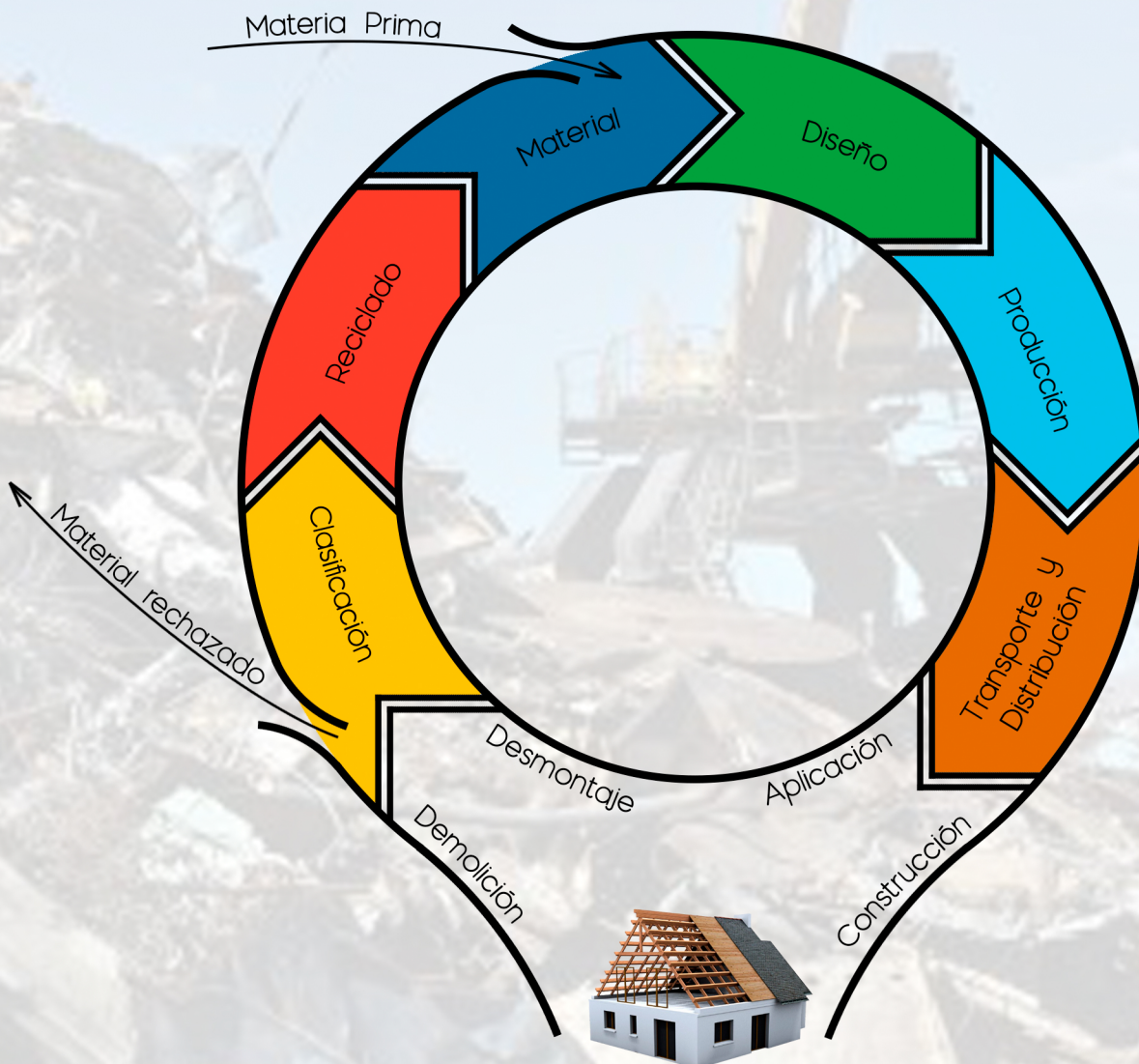


RECICLAR PARA CONSTRUIR

Materiales y propuestas constructivas en la arquitectura actual



1 PRÓLOGO Y AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a los pilares de mi vida, mis padres, por todo el apoyo que me han brindado desde pequeño, que para nada ha sido fácil, y valorar sus esfuerzos en transmitirme los mejores valores. A todas y cada una de vuestras lecciones, gracias.

También quiero destacar a mi pareja, por confiar en mí y por darme consejos que han hecho que mi camino no sólo sea el más correcto, sino el más fácil. Gracias por tu humor y por ser mi apoyo incondicional hasta en las situaciones más complicadas.

Y por último, dar las gracias a mi tutor Vicente López Mateu, por su constante orientación en la elaboración de este trabajo, por su paciencia y por sus consejos que me ha brindado cuando lo he necesitado.

A todos, muchas gracias.

2 RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

2.1 Resumen

La preocupación por las condiciones medioambientales y la relación con nuestro entorno es una de las cuestiones claves de la humanidad en su conjunto actualmente. Varios organismos internacionales nos vienen alertando en los últimos años de distintos problemas, como la contaminación de la atmósfera, del agua y del empeoramiento general de los ecosistemas y condiciones de vida en el planeta, con las consecuencias negativas para la salubridad y la calidad de vida de las personas.

Desde finales del siglo XX empezamos a ser conscientes de la magnitud del problema, y hoy en día la mayoría ya reconoce que los recursos naturales son finitos y la energía que empleamos en producirlos no puede malgastarse. Por ello, en los últimos años buscamos nuevos medios nuevas soluciones que aumenten las renovables, que reduzcan el impacto de su obtención y consumo sobre el entorno. Las recientes regulaciones de la UE siguen estos principios.

Entre los sectores productivos, el sector de la edificación que está relacionado con los inmuebles donde vivimos y llevamos a cabo nuestras tareas diarias, es una de las actividades que consumen una gran cantidad de recursos y energía. Esto sucede durante el proceso de construcción en sí, así como a lo largo de la vida útil de sus edificios, su mantenimiento y reparación, hasta su demolición final.

Todo esto nos lleva a la búsqueda de un nuevo planteamiento del ahorro, de la reutilización y del reciclaje propios de la llamada “economía circular”, procurando aplicarla a la arquitectura actual. La reutilización de materiales para nuevas construcciones y en la rehabilitación de las existentes es una solución que presenta muchas ventajas y en la que cabe explorar nuevas posibilidades.

En este sentido, el interés por los materiales de construcción reciclables, ya sea de otros procesos industriales o del propio edificio está creciendo tímidamente, pero en pocos años puede pasar a ser una necesidad. Sus ventajas son diversas, menor coste de las materias primas, reducción del transporte, de procesamiento y de vertidos los vertidos etc... Todo ello nos lleva a un menor impacto ambiental en todo el proceso constructivo.

Desde el punto de vista del desarrollo sostenible, se considera que los materiales reciclados y renovables reducen este impacto ambiental y son más respetuosos con el medio ambiente, ya que requieren menos energía para su procesamiento y transporte.

Por lo tanto, es un asunto clave que estudiar el uso y aplicaciones de estos materiales, para reconocer sus características, reducir su coste, establecer sus distintas cualidades, su durabilidad, sus aplicaciones, etc.; todo lo cual se puede implementar en las fases de elaboración de proyecto y ejecución de obras.

Según las opiniones de los expertos, queda mucho por avanzar y descubrir en este campo, por lo que se ha decidido investigar sobre una parte de esta cuestión. De este modo, el trabajo desarrollado tiene como objetivo reconocer cómo se puede mejorar la gestión de estos materiales y las nuevas soluciones constructivas creando una guía que mostrará a través de algunos ejemplos y proyectos de la arquitectura actual las distintas posibilidades de su utilización y los retos que se plantean.

Palabras Clave:

Sostenibilidad, economía circular en construcción, reutilización de materiales, reciclaje en Arquitectura

2.2 Summary

Concern for environmental conditions and the relationship with our environment is one of the key issues for humanity as a whole these days. In recent years, several international organizations have been alerting us about different problems, such as pollution of the atmosphere and water and in general the deterioration of the living conditions on the planet, as well as the negative consequences for health and the quality of people's lives.

From the end of XX Century we began to be aware of the magnitude of the problem. Most of us just recognise that natural resources are finite, and the energy we use to produce them cannot be wasted. For this reason, in recent years we have been looking for new or different resources. These new solutions trend increase renewables energies and reduce the impact of their production and consumption on the environment. The recent EU regulations are following these principles.

Among the productive sectors, the building sector that is related to the buildings where we live and carry out our daily tasks, is one of the activities that consume a large amount of resources and energy. This happens during the process of the construction itself, as well as throughout the useful life of its buildings, its maintenance and repair, until its final demolition.

All this leads us to search for a new approach to saving, reusing and recycling, inspired by the so-called "circular economy", trying to use it to the current architecture. The reuse of materials for new constructions and in the rehabilitation of existing ones is a solution that has many advantages and in which new possibilities should be explored.

In this sense, the interest in recyclable construction materials, either from other industrial processes or from the building itself is growing timidly, but in a few years it may become a necessity. Its advantages are diverse, lower cost of raw materials, reduction of transport, processing and discharges, discharges, etc. All this leads to a lower environmental impact along the building process.

From a sustainable development point of view, recycled and renewable materials are considered to reduce this environmental impact and are more environmentally friendly, as they require less energy for processing and transport. Therefore, it is a key issue to study the use and applications of these materials, to recognize their characteristics, reduce their cost, establish their different qualities, durability, applications, etc. All of this should be implemented in the project preparation and works execution phases.

According to the experts' opinions, there is much to advance and discover in this field. Thus, we have decided to investigate a part of this question. In this way, the work carried out aims to recognise how the management of these materials and new construction solutions can be improved, creating a guide that will show through some examples and projects of current architecture the different possibilities of their use and the challenges that arise.

Keywords

Sustainability, circular economy in construction, reusable materials, recycling in Architecture

ÍNDICE

1	PRÓLOGO Y AGRADECIMIENTOS	1
2	RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	2
2.1	Resumen	2
2.2	Summary	4
3	OBJETO Y OBJETIVOS	8
3.1	Planteamiento inicial	8
3.2	Relación con los ODS	8
4	HIPÓTESIS DE TRABAJO	10
5	INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	11
5.1	Antecedentes históricos del reciclaje	12
5.2	Revolución industrial y la construcción. Impactos y evolución	15
5.3	Planes y perspectivas futuras. Construcción y reciclaje	19
6	ECONOMÍA CIRCULAR EN CONSTRUCCIÓN	21
7	MEDICION Y CERTIFICACIÓN DEL USO DE RCD'S: CERTIFICADOS.	24
8	RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD's)	26
8.1	Conceptos y definiciones	26
8.2	C&DW en Europa	27
8.2.1	Introducción y visión general	27
8.2.2	Clasificación de los residuos. Códigos LER	27
8.3	RCD en España y Comunidad Valenciana	29
8.3.1	Comunidad Valenciana	32
9	NORMATIVA	33
9.1	Europea	33
9.2	Estatal	34
9.3	Autonómica	35
10	GESTIÓN DE LOS RCD	37
10.1	Agentes implicados	37
10.2	Métodos de estimación de los RCD	38
10.3	Procesos de gestión y valorización	41

11	RECICLAJE EN ARQUITECTURA EJEMPLOS ACTUALES	45
11.1	Introducción	45
11.2	Materiales reutilizables sin transformación	45
11.2.1	Estructura	46
11.2.2	Fachadas	48
11.2.3	Techos y cubiertas	51
11.2.4	Muros o tabiques	53
11.2.5	Cerramientos y suelos o pavimentos	55
11.2.6	Revestimientos	58
11.3	Materiales reutilizables	60
11.3.1	EC Acondicionamiento y cimentación	61
11.3.2	EE Estructuras	62
11.3.3	EF Fachadas	68
11.3.4	EI Instalaciones	73
11.3.5	ER Revestimientos	74
11.3.6	EN Aislamiento e Impermeabilizaciones	81
11.3.7	EP Particiones	88
11.3.8	Ejemplos de materiales reutilizables en arquitectura	90
12	RECAPITULACIÓN, RESUMEN Y DIFUSIÓN	100
12.1	Resumen	100
12.2	Difusión en red social	101
13	NUEVAS RETOS Y TENDENCIAS: DECONSTRUCCIÓN	107
14	CONCLUSIONES	108
15	FUTURAS VIAS DE INVESTIGACION-APLICACIÓN	109
16	BIBLIOGRAFÍA	110
17	ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	113

3 OBJETO Y OBJETIVOS

3.1 Planteamiento inicial

El fin del presente trabajo es reconocer y difundir la reutilización de materiales y soluciones constructivas como método sostenible de construir. Se pretende estudiar y determinar cuáles son las principales capacidades y posibilidades de reutilización de algunos elementos constructivos y materiales, respaldándolos con ejemplos de buenas prácticas en la arquitectura actual. De esta forma, se podrá analizar cada material de un modo más completo poniendo en valor su utilidad, todo ello enfocado en el ámbito territorial de Europa, España y Comunidad Valenciana.

Para cumplir estos objetivos, se realizará una búsqueda de información pormenorizada específica, es decir, temas relacionados con materiales reutilizables, sus posibilidades o ejemplos en la arquitectura actual que los utiliza. Toda la información encontrada, así como libros, páginas web, archivos digitales, normativas, artículos y demás deberá ser fiable y analizada para el posterior desarrollo del trabajo.

3.2 Relación con los ODS

Los ODS (Objetivos de desarrollo sostenible) fueron acordados por los líderes mundiales el 25 de septiembre de 2015. Son un conjunto de objetivos de cara al 2030, para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. Este trabajo tiene buena relación con los objetivos que los ODS tratan, pudiéndose corresponder con los puntos 9, 11, 12 y 13, siendo de forma más indirecta con los puntos 9 y 13.



Ilustración 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Fuente: www.un.org/sustainabledevelopment/

El punto 9 hace referencia a la importancia de inversión en infraestructuras para la evolución y progresión de la industria y su innovación. Los materiales reutilizables son novedosos y aún pertenecen a un mercado reducido, por lo que se debe de invertir en ello para su extensión, mejorar sus cualidades y crear una infraestructura sostenible.

El punto 11 (*Ciudades y comunidades sostenibles*) tiene que ver con la planificación y gestión urbanas dado el aumento continuado de la densidad de población, por ejemplo, en las ciudades. El reciclaje y la economía circular tienen un papel fundamental en cuanto a planificación y gestión de manera sostenible en las áreas urbanas que se debe implantar poco a poco, además de la reutilización como uso eficiente. Cabe destacar el punto 11.5 que tiene la siguiente redacción:

De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles.

El punto 12 (*Producción y consumo responsables*) es uno de los objetivos que más abarca este trabajo desde el punto de vista de la construcción sostenible y el uso de recursos naturales. Se trata de fomentar un consumo y producción sostenible, es decir, el uso de recursos y energía eficientemente sin que dañen el medio ambiente. Esto camina hacia una mejor calidad de vida para la sociedad, ahorro económico y mayor competitividad para reducir la pobreza. Entre las metas del objetivo, destaca el punto 12.5, el cual expresa:

De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización

Por último, el punto 13 recoge la problemática del cambio climático que afecta a la economía, a la calidad de vida y las comunidades. Las cuestiones de reciclaje y economía circular tienen como objetivo cuidar el medio ambiente, frenar el cambio climático y crear un mundo más sostenible.

4 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Es fácilmente reconocible la gran cantidad de Residuos de Construcción y Demolición (RCDs) que produce el sector de la construcción y sus consecuencias medioambientales. Frente a este problema, las posibilidades y cuestiones que se presentan son diversas. Tradicionalmente, estos residuos estaban destinados al vertedero, pero hoy en día hay soluciones para aprovechar lo que se consideraría a priori como un desecho o desperdicio.

Con la necesidad de adaptarse en el mundo ecológico, nace la arquitectura sostenible para reducir el impacto medioambiental. Entre sus principios, está el uso de materiales que minimicen la huella ambiental, así como la reutilización de desechos para la construcción. El reciclado de residuos es una de vías más sostenibles, que tiene como objetivo convertir la problemática de los desechos en una oportunidad. Esta “oportunidad” se traduce como el tratamiento, gestión y reutilización de los materiales desechados. Esto parece fácil, pero aparecen cuestiones como; ¿Cuál es el límite? O ¿Se pueden reciclar todos los residuos?

Por otro lado, a la hora de reutilizar materiales para construir nos encontramos con diferentes formas de reutilización. Podemos clasificar estos materiales en “Materiales reutilizables sin transformación” y “Materiales reutilizables con transformación”. Hay que entender que la aplicación de uno u otro es diferente. Asimismo, dentro de cada ámbito, cada material tiene sus condiciones de aplicabilidad, flexibilidad, eficacia, economía entre otros que se irán analizando a lo largo del trabajo.

Por lo tanto, la posible valoración de los materiales que pueden ser reutilizados para la construcción reconociendo sus posibilidades de uso y los requisitos es la hipótesis de este trabajo. Para ello, se realizará una búsqueda de ejemplos en la arquitectura actual para estudiar y concluir una valoración de su efectividad.

5 INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Según los indicadores generales de la economía actual, el progreso de los países está ligado al crecimiento económico e industrial, los cuales suponen la explotación de recursos finitos, lo cual resulta cada vez más “insostenible”. En un planeta finito, no es posible abastecer los recursos que necesita la explotación de forma indefinida. La construcción es uno de los sectores más consumidores de recursos a nivel mundial, además del volumen de residuos que genera. La arquitectura forma parte de este grupo y es responsable de su manera de actuar. Por tanto, su papel es fundamental para redirigir la situación actual hacia un mundo más sostenible.

La decisión de elegir el tema del presente trabajo nace de la inquietud que supone el impacto ambiental que sufre el planeta y la necesidad de un cambio en la mentalidad de la sociedad. Como método que nos encamina a la arquitectura sostenible, se opta por el estudio de reciclaje y la reutilización de materiales en construcción, ya que es un ámbito novedoso con mucha incertidumbre a la hora de su aplicación.

El objetivo es informar, explicar y mostrar las posibilidades de reutilización de materiales sostenibles, en este caso, los reutilizables. Por eso, mediante un estudio pormenorizado se realiza un acercamiento a estos materiales para, posteriormente, poner en conocimiento sus capacidades y realizar una primera divulgación general del mismo.

5.1 Antecedentes históricos del reciclaje

En mayor o menor medida, y de una forma u otra, el concepto de “reutilización” o de “reciclaje” ha estado presente en la historia de la humanidad, en una constante evolución. Para entender esto, habría que conocer su origen, ver cómo ha evolucionado y cómo evolucionará en el futuro.

Cabe pensar que todo empieza en el momento en que el ser humano empieza a conocer las diferencias entre los materiales, así como su composición y las reacciones a diferentes usos. Comienzan a ver que la transformación de los tejidos, piedras, metales o maderas no reaccionan de la misma forma que los elementos que componen la naturaleza.

Si nos situamos entre 12.000 y 10.000 años a. C. cuando las primeras colonias empezaron a tener un lugar fijo y los recursos que utilizaban eran mínimos, podemos entender, dados los escasos recursos y medios en aquel entonces, que realizar herramientas y útiles para el día a día no era algo sencillo. Por tanto, la primera opción siempre era la reutilización de los elementos ya existentes, sin importar su grado de deterioro y procurando economizar los recursos.

Durante la prehistoria fabricaban armas con huesos, maderas o piedras, la elaboración de estas piezas era costosa por sus escasos recursos y necesariamente estas iban a ser reutilizadas tanto cuanto pudieran. En esta postura, se puede decir que se “reutilizaba” más que “reciclaba”.

Con el tiempo, el material más reutilizado siempre ha sido el metal, porque era el más fácil de transformar, lo reciclaban y lo fundían para realizar nuevas piezas. Como ejemplo de ello, el histórico Coloso de Rodas construido de metal que fue destruido por un terremoto en 226 a. C.¹ y sus piezas fueron recicladas y fundidas para volver a utilizar el metal y crear armas.

Los romanos fueron una de las civilizaciones pioneras en el ámbito del reciclaje y desecho de residuos. Con el problema de los residuos generados en las poblaciones crearon las primeras leyes para regular los residuos generando vertederos en las afueras de las ciudades. En el ámbito de la construcción, reciclaban los trozos de

¹ (Rodríguez Rubio, 2015) - Esta tesis trata del reciclaje de materiales, centrándose en el escombros en la construcción.

cerámica para triturarlos y mezclarlos con cal para obtener material de construcción impermeable para construir depósitos de agua, termas romanas, calzadas, entre otros.²



Ilustración 2. Interior del balneario de Alhama de Murcia

Fuente: (González Soutelo, 2013) - ¿De qué hablamos cuando hablamos de balnearios romanos?

Como ejemplo de reutilización, en la ilustración anterior se muestra el interior del balneario de Alhama de Murcia, España, el cual es un balneario romano que fue reutilizado en época árabe cuya estructura fue realizada mediante la técnica “opus incertum”.³

En España, la reutilización de elementos, especialmente los sillares de las construcciones previas ha sido una amplia costumbre durante todas las épocas. Los árabes construyeron la Mezquita de Córdoba reutilizando los sillares de la Basílica de San Vicente Mártir, edificio sobre el que se levantó. Según la investigadora María José, (S Carroquino, 2013) nuestra cultura reciclaba los edificios como costumbre, por eso vemos en la catedral cristiana de Sevilla un campanario con gran parte almohade y su

² (Martín, 1999) - Artículo de revista publicado por el investigador de estudios urbanos y del medio ambiente y director de Ecoparque en el colegio Frontera Norte.

³ (González Soutelo, 2013) - ¿De qué hablamos cuando hablamos de balnearios romanos?

parte superior cristiana. También, en la basílica de San Miguel de Escalada en León, podemos ver piezas de origen romano (Basas, fustes, capiteles, y cimacios del aula) que son reutilizadas sin apenas reelaboración como explica Medina, M.⁴



Ilustración 3. Capitel reaprovechado en el conjunto episcopal. Terrassa.

Fuente: (Domingo, 2009)

Durante el Renacimiento, España requería material para la construcción de nuevas iglesias tras haber reconquistado recientemente la península a los musulmanes. Dependiendo la situación, la reutilización de los elementos decorativos no era colocarlos intactos en los nuevos edificios sino destruirlos para buscar los bloques o placas de mármol que interesaran para su colocación. Como indica Domingo, J. Á.⁵ en su libro, en Tarragona, donde la mayor parte de los elementos decorativos son de origen visigodo han sido realizados con mármol de Luni reutilizado. También durante la época del barroco, seguían reutilizando el mármol con el fin de aparentar cierta riqueza arquitectónica.

⁴ (Bolumburu, 2013) - Libro que relata el mundo medieval pero también aborda cuestiones sobre construcción.

⁵ (Domingo, 2009) – Publicación que trata sobre la reutilización de materiales decorativos durante la tardoantigüedad especializándose en la zona de Cataluña.



Ilustración 4. Campo de ánforas para drenaje en la Pza. de las Tenerías (Zaragoza).

Fuente: (Domingo, 2009) - Excavación arqueológica del solar de la plaza de las tenerías.

Desde un punto de vista más doméstico, en España, en el siglo XVIII, empiezan a aparecer los servicios municipales de limpieza, pero hasta un siglo después no comienzan a concienciarse de que los residuos orgánicos deben evitarse en la ciudad, orígenes de las principales enfermedades de la época.

5.2 Revolución industrial y la construcción. Impactos y evolución

Durante las últimas décadas, las condiciones ambientales de la Tierra han sufrido cambios que hemos visto reflejados en la variación del clima, su comportamiento más extremo y los consiguientes desastres naturales. El cambio climático es una realidad inquietante que se corresponde con el calentamiento global que sufrimos, así como el previsible aumento de nivel de los océanos por el deshielo de los polos debido al incremento de la temperatura superficial de la tierra.

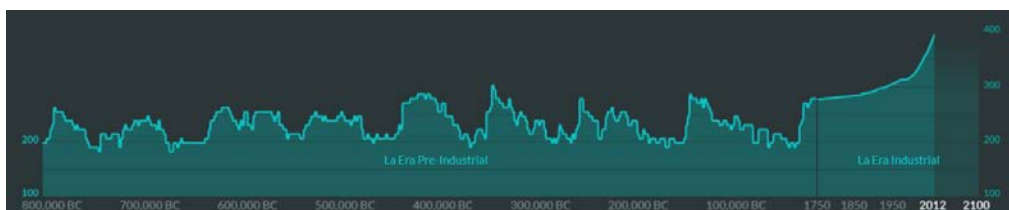


Ilustración 5. Niveles CO2 a lo largo de la historia de la tierra.

Fuente: www.globalcarbonatlas.org/



Ilustración 6. Niveles de CO2 durante la Era Industrial.

Fuente: www.globalcarbonatlas.org/

En cuanto a los niveles de CO2 globales, como podemos observar en las gráficas anteriores, a lo largo de la historia de la tierra (primera ilustración), han ido variando a lo largo de los años previos a la Era Industrial. Pero se puede apreciar la diferencia de cantidad de CO2 que surge con la Era Industrial (segunda ilustración), estos niveles se elevan de forma exponencial hasta día de hoy. En el año 2018 se alcanzó las 407,8 partes por millón (ppm), mientras que en 2017 fueron 405,5 ppm⁶.

Además, todo apunta a que durante el presente año 2020 (año en que se desarrolla este trabajo), a pesar de los efectos del COVID-19, se volverá a alcanzar un nuevo máximo de emisiones de CO2 según explica el director del Centro de Investigación Atmosférica de Izaña, Emilio Cuevas⁷.

⁶ (Organización Meteorológica Mundial, 2019) – Comunicado de prensa

⁷ Emilio Cuevas expresa “ni se nota ni se va a notar, sino que se va a alcanzar un nuevo máximo en los próximos días” en la revista Europa Press el 13 de abril de 2020 cuando le preguntan por los efectos del COVID-19 en el volumen de emisiones de CO2 en la atmósfera.

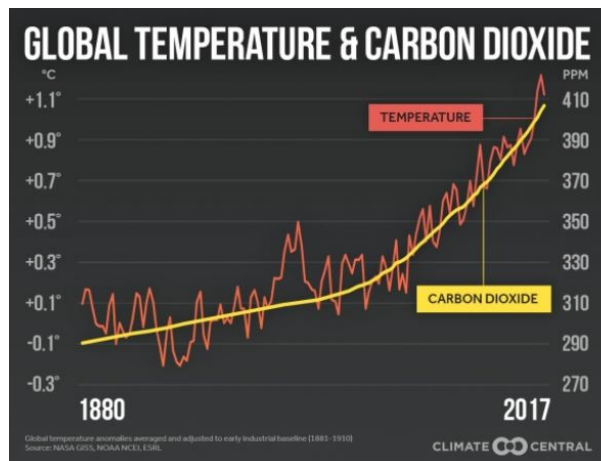


Ilustración 7. Relación de Temperatura global con niveles CO2

Fuente: www.climatecentral.org/

La ilustración previa muestra la correlación que existe entre el aumento de los niveles de CO2 con el aumento de la temperatura terrestre. Los gases de efecto invernadero que se encuentran en la atmósfera terrestre consiguen captar el calor de la luz solar y mantenerlo, y entre más CO2 haya, mayor temperatura habrá, es decir, calentamiento global. Los científicos evidenciaron este hecho y por ello los líderes del mundo acordaron limitar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los responsables de estos niveles de CO2 son muchos, pero entre ellos, siendo de los más influyentes encontramos el sector de la industria y la construcción, generando este último el 35% del CO2 que se vierte en la atmósfera y de cerca del 40% del consumo final de energía.⁸



Ilustración 8. Evolución de los niveles de CO2 en España.

Fuente: Inventario Nacional de GEI

⁸ (CELESTÍ VENTURA, 2019), presidente del colegio de aparejadores de Barcelona.

En el ámbito nacional (España), según el Inventario Nacional de GEI publicado por el ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, las emisiones de GEI (Gases de efecto invernadero) se han reducido desde la crisis del 2008 (Ilustración anterior), y desde hace unos años es algo constante. Esto evidencia que la construcción es uno de los sectores influentes más contaminantes, ya que la crisis afectó a este sector concretamente de forma considerable.⁹

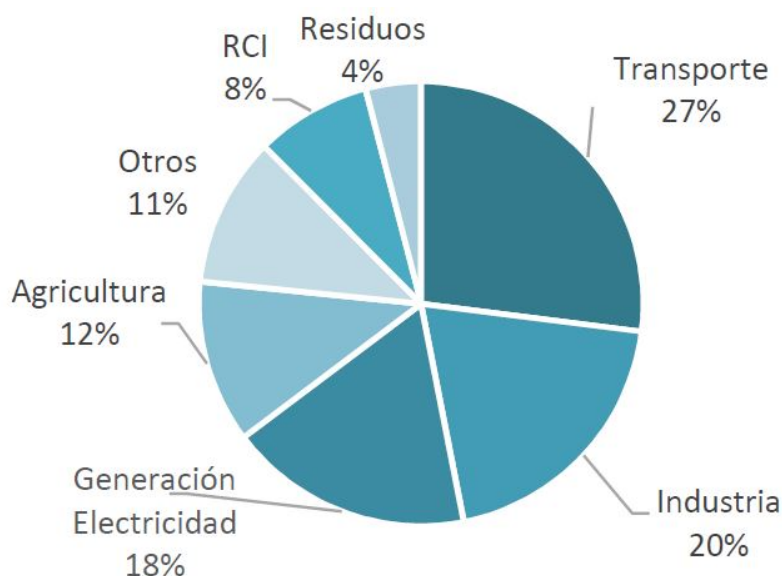


Ilustración 9. Gráfica de emisiones por sector en 2018.

Fuente: Inventario Nacional de GEI

La gráfica anterior, muestra los sectores que más gases de efecto invernadero producen. El transporte (27%) es el sector con más peso, seguido de las actividades industriales (20%). Por gases, el CO₂ supone un 80,7% de las emisiones totales de GEI. La construcción, aparentemente no es uno de los sectores más contaminantes, forma parte del sector “Industria” y para contabilizar su influencia en los niveles de GEI, se debe tener en cuenta que es un sector que incentiva e influye a otros sectores para su funcionamiento, así como el transporte y las industrias manufactureras.

Las emisiones de gases de efecto invernadero del sector de la construcción casi se han triplicado desde 1970 y actualmente la industria emplea cerca de un tercio del consumo mundial de energía, lo que la hace responsable de la tercera parte del total de emisiones directas e indirectas de CO₂ relacionadas con la energía. Además, este

⁹ (MITERD, 2020) - Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2020)

sector sigue incrementando la contaminación ambiental mediante la generación de los residuos y su consecuente degradación de la tierra. A nivel global, anualmente la industria utiliza alrededor de 3.000 millones de toneladas de materias primas naturales, las cuales representan entre el 40% y el 50% del flujo total de la economía mundial, para la fabricación de productos y elementos de construcción.¹⁰

Los edificios y su construcción son responsables del 39% de emisiones de carbono relacionadas con la energía, de las cuales, el 28% pertenece al mantenimiento de los edificios (calentarlo, enfriarlo, etc.), mientras que 11% restante es causado por los procesos de construcción del edificio y de la fabricación de los materiales que lo componen. («World Green Building Week 2019» 2019)

Todas las situaciones anteriormente expuestas vienen dadas por diversos factores. La evolución de la industria en las últimas décadas ha permitido una producción masiva de bienes a costes más económicos, lo que ha dado origen a economías de escalas debido al incremento de demanda. Este suceso ha traído muchas ventajas, así como el consumo de productos instantáneos que aportan comodidades a veces innecesaria.

Este tipo de consumo ha generado una evolución continua de la cultura del usar y tirar, donde se puede tomar como ejemplo que hace tan solo 30 años consumíamos menos de la mitad de plásticos que hoy en día. Esto no sólo es aplicable al uso de plásticos, sino al resto de ámbitos de consumo incluyendo la construcción.

5.3 Planes y perspectivas futuras. Construcción y reciclaje

El cambio para mejorar el medioambiente no sólo depende de los gobernantes, sino de la sociedad, que afortunadamente está poco a poco tomando conciencia de los problemas que conlleva el cambio climático, aunque para regular los niveles de emisiones de CO2 aún nos queda mucho camino que recorrer. Teniendo en cuenta que la construcción es uno de los sectores más influyentes mundialmente, es inevitable que sufra nuevos cambios y adaptaciones.

Con el fin de afrontar el impacto medioambiental que supone este sector, surge la arquitectura sostenible como nueva forma de construcción. El uso de las energías renovables ya sea para producir materiales dedicados a la construcción como para el

¹⁰ («¿Qué frena a las innovaciones verdes en la construcción?» 2017) – Ecoticias.

mantenimiento de los edificios, implicaría una gran disminución de los niveles de CO2 en la atmósfera.

Asimismo, disminuir la enorme cantidad de residuos de desecho o aprovecharlos para su reutilización con o sin una pequeña transformación son principios fundamentales de la llamada “economía circular” que, comprometida con la sostenibilidad tiene como objetivo que los productos, materiales y recursos se mantengan en la economía el mayor tiempo posible reduciendo así la generación de residuos.

En este punto, ya es una necesidad, y conseguir los objetivos de reducción de residuos y de gases contaminantes depende finalmente de nosotros. Por lo que de cara al futuro se plantea un cambio social donde las empresas deben de transformarse y adaptarse a estos objetivos.

Grandes potencias y expertos del mundo y de la UE realizan conferencias y comités sobre el medioambiente marcando sus objetivos y planes a medio y largo plazo, así como el plan de acción hacia una economía circular que se realizó en el año 2015 en la comisión europea. Estos son respaldados por numerosas normativas que se van actualizando obligando poco a poco a dirigir nuestras acciones hacia la sostenibilidad, así como a una economía circular.

A modo de ejemplo, durante el desarrollo de este trabajo ha sido aprobada la estrategia “España Circular 2030” el día 02/06/2020 por el consejo de ministros. Esta marca una serie de objetivos para el año 2030 a nivel nacional, entre ellos destacan reducir un 30% el consumo nacional de materiales y disminuir un 15% la producción de residuos, ambos tomando como referencia los datos del año 2010.¹¹ Hay numerosos planes, estrategias y normativas que promueven un menor impacto ambiental.

Afortunadamente, el mundo actual de la industria cuenta con numerosas soluciones y posibilidades de carácter sostenible a las que habría que adaptarse para tener un funcionamiento más respetuoso con el medio ambiente. Reutilizar o reciclar los materiales de construcción cuando se realiza un derribo o demolición de un edificio es una de las opciones más óptimas para reducir la contaminación y generar una economía circular.

El reciclaje puede ser infinito mientras que los recursos naturales son finitos. Dar una segunda vida a los materiales, cómo reutilizarlos, en qué y su eficacia, son cuestiones que afrontaremos a lo largo de este trabajo.

¹¹ (Gobierno de España, 2020) - El Gobierno aprueba la Estrategia Española de Economía Circular para reducir la generación de residuos y mejorar la eficiencia en el uso de recursos.

6 ECONOMÍA CIRCULAR EN CONSTRUCCIÓN

La economía circular es un concepto que rechaza el actual modelo económico lineal. El arquitecto y economista Walter R. Stahel, impulsaba esta filosofía a finales de los setenta proponiendo un nuevo modelo de “bucle cerrado”, una evolución del modelo previo “Cradle to cradle” (de la cuna a la cuna). Este modelo económico puede establecerse en diversos puntos:

- Utilizar la mínima cantidad de recursos primarios en aquellas situaciones que sea necesario, incluidos el agua y la energía.
- Reducir el uso de recursos no renovables y materias primas, priorizando el uso de materiales reciclados.
- Gestionar de forma eficaz los recursos utilizados, con el fin de mantenerlos en el anillo de mercado tantas veces cuanto sea posible y reducir así la generación de residuos.
- Reducir el impacto ambiental y potenciar una reestructuración y regeneración de los recursos naturales.

Por tanto, este modelo tiene como objeto hacer circular en anillo los recursos utilizados del mercado para así favorecer al sistema medioambiental reduciendo el uso de los recursos finitos y reduciendo los residuos que afecta al planeta y a nuestra calidad de vida.

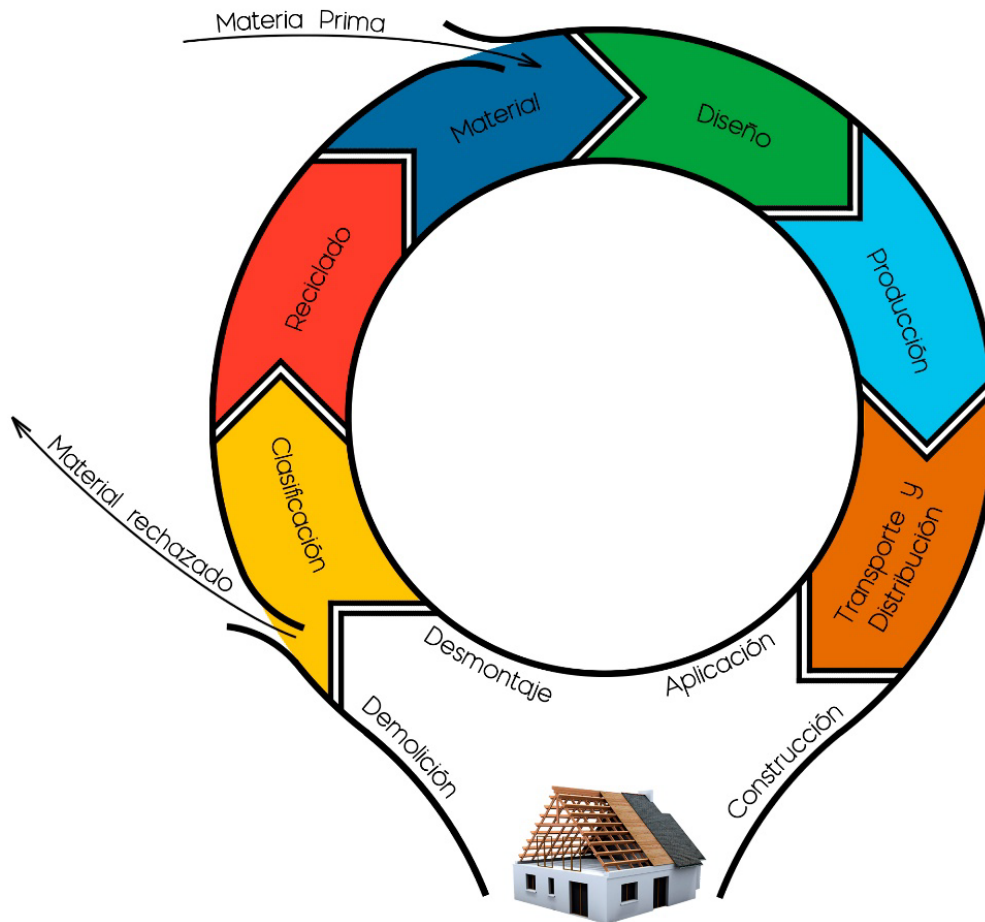


Ilustración 10. Esquema conceptual economía circular en construcción.

Fuente: Elaboración propia.

El esquema expuesto anteriormente representa de manera conceptual el proceso futuro del sector de la construcción, establecido por la economía circular. Comentando el esquema, la fase de diseño y producción juegan un papel muy importante, deben trabajar en conjunto planificando todo lo que sucede en la fase de aplicación y construcción después de haberse distribuido. En el proceso de estas fases, se aplicarán regulaciones y supervisiones por las distintas administraciones implicadas. Después de su aplicación o construcción, el usuario debe asegurar un mantenimiento parcial o total de lo aplicado con el fin de alargar su vida útil. Por último, en la fase posterior a la demolición o desmontaje aparece la gestión de RCD que trata de seleccionar o clasificar de forma pormenorizada los materiales para asegurar su reutilización o segundas oportunidades y conseguir reducir materiales desechados.

En Europa y, en particular, en España, la construcción supone uno de los sectores más potentes económicamente, que a su vez causa un gran impacto debido a la cantidad de recursos que moviliza.

Para entender la magnitud del problema, y a modo de ejemplo, podemos ver los datos que se presentaron en la comisión europea¹² con respecto a la construcción y el uso de los edificios durante el año 2014 en ámbito europeo:

- Representaban el 50% de los materiales que extraemos.
- Representaban el 50% de la energía que utilizamos.
- Representaban el 25% de agua que consumimos.
- Representaban el 25% de los residuos que generamos.

Por otro lado, durante el periodo (2011 – 2015), la generación de RCD en España implicaron:

- El 70% de los RCD producidos se gestionaron en gestores autorizados (plantas de tratamiento o vertederos), esto es, el 39% se ha reciclado, un 24% terminado depositado en el vertedero y un 7% se encuentran acopiados.
- El 30% restante se considera incontrolada o acabado en lugares no autorizados.

La Asociación Española de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición hizo la previsión de que durante el transcurso de este año 2020 un 70% de los RCD serían valorizados correctamente. Esta previsión tiene relación con la estrategia europea de gestión de residuos, la Estrategia de Construcción 2020. Pero, ¿Esto se está cumpliendo?, la cuestión es que durante el desarrollo del presente trabajo que se sitúa dentro del año 2020, por lo que aún no se disponen de datos para comprobarlo.

Con lo anteriormente expuesto, se puede ver que la construcción representa un sector con un gran uso de recursos naturales (no renovables). Por lo que regular su funcionamiento y transformarlo a las condiciones de una economía circular supondría una de las mayores claves para reducir el impacto ambiental y sus consecuencias. Así como tener la capacidad de ser independiente y mayor fortaleza frente a crisis económicas y ambientales.

¹² (Comisión Europea, 2014) Datos aportados en la comisión europea. Oportunidades para un uso más eficiente de los recursos en el sector de la construcción.

7 MEDICION Y CERTIFICACIÓN DEL USO DE RCD'S: CERTIFICADOS.

En el sector de la construcción, hay una serie de certificados que valoran los edificios o construcciones en diferentes aspectos. Los certificados pueden dividirse en dos tipos, en los obligatorios (Los cuales pueden ser unos requisitos mínimos para ser habitable o inspecciones de su estado en los posteriores años) y los no obligatorios (aquellos que, sin ser necesarios, valoran la calidad de la construcción en determinados aspectos).

Durante las últimas décadas, han ido apareciendo numerosos certificados que clasifican las obras por su calidad en determinados aspectos, así como en el uso de materiales de calidad, profesionalidad o empleo de materiales sostenibles. El objetivo de estos certificados es ordenar y catalogar los edificios entre sí, que además favorece su comercialización por destacar.

Actualmente, la sociedad se está responsabilizando con reducir la contaminación, por lo que se está empezando a valorar más los certificados de sostenibilidad. En España, entre las certificaciones más importantes y utilizadas se pueden encontrar PASSIVHAUS, LEED, BREEAM y VERDE.



Ilustración 11. Certificados sostenibles

Fuente: www.passivehouse.es/ - www.breeam.es/ - www.spaingbc.org/web/

En la certificación PASSIVHAUS, valoran las técnicas pasivas como, por ejemplo, reducir el contacto del edificio con el exterior o diseñar una ventilación natural para mejorar la climatización. Certifican las construcciones por su bajo consumo energético con diferentes niveles. Igualmente, de forma conceptual, la mayoría de certificados sostenibles, puntualizan las diferentes áreas en el proceso construcción o posterior mantenimiento del edificio dependiendo de su eficiencia, siendo una mayor puntuación, una mejor valoración.

Llegados a este punto, ¿Existe alguna forma de medir la reutilización de RCD's en la construcción? Se puede examinar que la reutilización de RCD en la construcción está valorada escasamente, es decir, se integra entre los puntos alcanzables de un determinado ámbito. Así pues, no hay un certificado específico que valore únicamente la reutilización de materiales.

0	0	0	Materiales y Recursos	Puntos Posibles:	19
S			Prerreq 1 Almacenamiento y Recogida de Reciclables		Requerido
S			Prerreq 2 Planificación de la Gestión de Residuos de Construcción y Demolición		Requerido
S			Prerreq 3 Reducción de Fuentes de PBT - Mercurio		Requerido
			Crédito 1 Reducción del Impacto en el Ciclo de Vida del Edificio		5
			Crédito 2 Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Declaraciones Ambientales Productos		2
			Crédito 3 Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Fuentes de Materias Primas		2
			Crédito 4 Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Componentes de los Materiales		2
			Crédito 5 Reducción de Fuentes de PBT - Mercurio		1
			Crédito 6 Reducción de Fuentes de PBT - Plomo, Cadmio y Cobre		2
			Crédito 7 Muebles y Accesorios Médicos		2
			Crédito 8 Diseño para Flexibilidad		1
			Crédito 9 Gestión de Residuos de Construcción y Demolición		2

Ilustración 12. Tabla de puntuaciones LEED

Fuente: <http://www.spaingbc.org/web>

Tomando como ejemplo la certificación LEED v4, en la ilustración anterior se muestra una de las tablas que completa la puntuación total. Podemos observar que el bloque de “Materiales y Recursos” puede sumar un máximo de 19 puntos de los 110 posibles que hay entre todos los bloques. Esto significa que representa algo menos de un 20% del total. Además, leyendo detenidamente las especificaciones de cada crédito de la tabla, se puede ver que el uso de materiales reutilizados o reciclados para la construcción o gestión de residuos de construcción y demolición están puntualizados en los créditos 1, 3, 7 y 9. La suma total de estos puntos es 11, que se traduce en un 10% de la puntuación total.

Esta observación muestra que la valoración por el uso de materiales reutilizables o reciclados, así como la gestión de residuos de construcción y demolición se puede considerar insuficiente. Esto puede tener su explicación en que es un ámbito novedoso, pero también porque las grandes industrias no se han adaptado a la reutilización de materiales, y por tanto, este tipo de construcción aún no está normalizada. Además, se puede entender que las grandes industrias tienen una gran influencia, pues quizás deban ser las que den el paso a promover este tipo de construcción.

8 RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD's)

8.1 Conceptos y definiciones

La reutilización y el reciclaje de los residuos de la construcción es uno de los mejores métodos para lograr alcanzar la sostenibilidad en el sector de la construcción. Los objetivos son claros, el residuo como tal, no debe entenderse como aquello que se pierde sino como una oportunidad, como un material, como un recurso. Esto es por tanto un desarrollo sostenible, que debe ser económicamente viable, socialmente beneficioso y responsable del entorno.

Actualmente debemos mejorar la organización y la valoración de los residuos, los cuales se desprecia una gran cantidad por persona al año y acaban en su mayoría en vertederos controlados o incontrolados. La opción más óptima y sostenible es la reutilización y el reciclaje.

La normativa española, en la cual se basa este trabajo, define RCD en el I Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006 como aquellos que “proceden en su mayor parte de derribos de edificios o de rechazos de los materiales de construcción de las obras de otras de nueva planta y de pequeñas obras de reformas en viviendas o urbanizaciones”. Además, el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, define RCD como “cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de “Residuo” incluida en el Art. 3.a) de la Ley 10/1998 de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición”

Los RCD son cualquier sustancia u objeto que se genera en una obra de construcción y demolición que están compuestos por mezclas heterogéneas de restos de hormigones, ladrillos, tierras, hierros, maderas, plásticos, cartones, papel... etc. Proviene de obras públicas y privadas, tanto de demoliciones, rehabilitaciones, reformas o nuevas construcciones. Se caracterizan por ser voluminosos, con alto índice de materias recuperables y reciclables.

8.2 C&DW en Europa

8.2.1 Introducción y visión general

La Unión Europea en su conjunto, produce uno de los mayores flujos de residuos a nivel global, pero no todos los países que forman la unión están en el mismo nivel, hay grandes diferencias. Además de las diferencias, no todos aplican la definición de RCD de la misma forma, esto significa que los materiales denominados RCD no son los mismos en todos los países. Es por eso que la UE elaboró una clasificación general para todos.

Asimismo, Europa presume de tener un alto potencial de reciclaje y reutilización de RCD. La tecnología y métodos de separación de los desechos que genera la construcción o demolición ha progresado hasta el punto de ofrecer una fácil accesibilidad de forma económica. De esta forma, Europa fomenta la valoración de estos recursos para guiar a todos los países hacia la economía circular y la sostenibilidad.

8.2.2 Clasificación de los residuos. Códigos LER

La siguiente clasificación procede de la a Lista Europea de Residuos (LER) presentada en la Decisión 2000/532/CE76 de la Comisión y posteriores versiones revisadas.¹³ Está estructurada en 20 capítulos que se identifican con dos cifras. Para localizar la fuente o actividad que genera el residuo hay que mirar en los capítulos del 01 al 12 o del 17 al 20. En nuestro caso nos concierne el capítulo 17 “Residuos de la construcción y demolición”.

Dentro de este capítulo, los materiales se agrupan en subapartados, y posteriormente se especifica el material en sí con una nomenclatura de 6 dígitos. La nomenclatura toma la siguiente estructura: “AB CD EF”, donde “AB” es en nuestro caso el capítulo 17 anteriormente justificado, “CD” clasifica los materiales por su forma de reciclaje o su composición, “EF” determina el material propiamente dicho.

¹³ (Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE, 2016)

Códigos LER (Capítulo 17):

17 - RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

- 17 01 - Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos
 - 17 01 01 - Hormigón
 - 17 01 02 - Ladrillos
 - 17 01 03 - Tejas y materiales cerámicos
 - 17 01 06 - Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas
 - 17 01 07 - Mezclas de hormigón, ladrillo, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código
- 17 02 - Madera, vidrio y plástico
 - 17 02 01 - Madera
 - 17 02 02 - Vidrio
 - 17 02 03 - Plástico
 - 17 02 04 - Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas
- 17 03 - Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados
 - 17 03 01 - Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
 - 17 03 02 - Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el punto anterior
 - 17 03 03 - Alquitrán de hulla y productos alquitranados
- 17 04 - Metales (incluidas sus aleaciones)
 - 17 04 01 - Cobre, bronce, latón
 - 17 04 02 - Aluminio
 - 17 04 03 - Plomo
 - 17 04 04 - Zinc
 - 17 04 05 - Hierro y acero
 - 17 04 06 - Estaño
 - 17 04 07 - Metales mezclados
 - 17 04 09 - Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
 - 17 04 10 - Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas
 - 17 04 11 - Cables distintos de los especificados en el punto anterior
- 17 05 – Tierra (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje
 - 17 05 03 - Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas
 - 17 05 04 - Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
 - 17 05 05 - Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
 - 17 05 06 - Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05
 - 17 05 07 - Balasto de vías férreas que contiene sustancias peligrosas
 - 17 05 08 - Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

- 17 06 - Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto
 - 17 06 01 - Materiales de aislamiento que contienen amianto
 - 17 06 03 - Otros materiales de aislamiento que consisten en sustancias peligrosas o contienen dichas sustancias
 - 17 06 04 - Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los puntos anteriores
 - 17 06 05 - Materiales de construcción que contienen amianto
- 17 08 - Materiales de construcción a base de yeso
 - 17 08 01 - Materiales de construcción a base de yeso contaminados con sustancias peligrosas
 - 17 08 02 - Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el punto anterior
- 17 09 - Otros residuos de construcción y demolición
 - 17 09 01 - Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
 - 17 09 02 - Residuos de construcción y demolición que contienen PCV (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a base de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB)
 - 17 09 03 - Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas
 - 17 09 04 - Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los puntos anteriores

8.3 RCD en España y Comunidad Valenciana

El efecto ambiental del sector de la construcción debido al exceso de RCD destinados al vertedero produce un impacto ambiental en los vertederos, ocupando grandes extensiones de terreno, un gran desperdicio de materias primas que podrían reutilizarse o reciclarse y la contaminación de un pequeño porcentaje de residuos peligrosos. Por tanto, su gestión es fundamental para reducir el consumo de recursos naturales, cuidar el medio ambiente y proteger la salud humana.

En la década de los 60, los biólogos Russel y Burch, lanzaron su libro “The Principle of Humane Experimental Technique” bajo el principio de las tres erres, las cuales son Reemplazar, Reducir y Refinar, con el fin de proteger a los animales. De la misma forma, esta regla ha evolucionado para la propuesta de hábitos de consumo de Greenpeace, la cual es conocida como “principio de las 3 R’s”, es decir, Reducir, Reutilizar y Reciclar.

Los principios de esta gestión según el artículo 1.1 de la Ley 10/1998, de Residuos son:

- Reducir la producción de residuos
- Reutilizar el máximo posible.
- Reciclar lo que no se pueda reutilizar.
- Seleccionar en origen los materiales reciclables o valorizables.
- Depositar en vertedero controlado todos aquellos residuos que no tengan valor económico.

Los RCD se gestionan en:

- Plantas de transferencia
- Plantas de valorización
 - Plantas fijas
 - Plantas móviles
- Vertederos controlados

Actualmente, España gestiona sólo un 25% de los RCD producidos en plantas autorizadas, por lo que está muy lejos de cumplir con los objetivos de desarrollo europeo, tales como la valorización del 70% de estos residuos para 2020. Países como Holanda, Alemania o Bélgica reciclan, recuperan o valorizan entorno al 80% de los RCD.¹⁴

¹⁴ (Fundación Conama, Council Green Building y RCD Asociación, 2018) - Congreso Nacional del Medio Ambiente.

GENERACIÓN DE RCD EN ESPAÑA, POR CCAA. Años 2001-2005 (t)

Comunidad Autónoma	2001	2002	2003	2004	2005
Andalucía	3.967.325	4.282.814	5.108.197	4.975.377	5.676.631
Aragón	834.389	863.833	878.548	977.159	1.243.264
Asturias	622.644	503.718	531.605	550.861	507.449
Baleares	764.734	447.627	554.286	647.755	624.919
Canarias	1.040.136	905.360	916.984	845.741	987.077
Cantabria	313.667	346.110	338.472	407.908	523.735
Castilla - La Mancha	1.692.880	1.725.011	2.200.492	2.780.939	3.152.178
Castilla y León	847.984	776.688	991.979	1.014.712	1.151.025
Cataluña	3.849.169	3.902.310	5.269.842	6.605.289	6.696.756
Comunidad Valenciana	3.317.168	3.478.278	3.940.082	4.329.468	4.695.185
Extremadura	403.727	471.290	417.801	483.612	575.564
Galicia	1.502.978	1.434.785	1.424.044	1.955.285	2.141.376
Madrid	2.514.038	2.605.870	2.621.149	2.647.511	3.439.181
Murcia	1.037.520	1.104.353	1.301.214	1.498.190	1.465.630
Navarra	221.758	273.077	295.891	387.039	321.721
País Vasco	1.124.044	621.181	822.472	1.031.423	1.187.941
Rioja (La)	156.431	232.564	203.541	455.115	418.787
Ceuta	0	0	0	0	10.885
Melilla	0	0	0	0	26.017
Total Nacional	24.210.592	23.974.868	27.816.601	31.593.383	34.845.320

Ilustración 13. Generación de RCD por comunidades.

Fuente: II Plan nacional de RCD¹⁵

Como vemos en la tabla anterior, en España, entre los años 2001-2005, la actividad constructora produjo un aumento en la generación de residuos. Los objetivos de reducir la generación de RCD frente al nivel de actividad no se han cumplido. Esto ha implicado consecuencias ambientales negativas, calificándose de insostenible en la actualidad.

Podemos observar que las tres comunidades que más residuos generan, en orden de mayor a menor son Cataluña, Andalucía y Comunidad Valenciana respectivamente. Si realizamos una pequeña indagación, se puede contemplar que Andalucía, por ejemplo, siendo la comunidad que mayor población tiene, no es la que más residuos genera, sino Cataluña, que es la segunda comunidad con mayor población. Asimismo, La Comunidad Valenciana ocupa el tercer lugar en cuanto a generación de residuos, pero es la cuarta comunidad con mayor población, después de Madrid.

¹⁵ (España. Consejo de Ministros, 2007) - Plan nacional integrado de residuos (PNIR) 2008-2015

8.3.1 Comunidad Valenciana

La cantidad de RCDs generada en la Comunidad Valenciana encabeza la lista siendo superada únicamente por Cataluña y Andalucía. Cabe decir que durante el incremento de la construcción entre los años 2002 a 2005, la generación de RCD aumentó un 8,4% y posteriormente ha ido descendiendo un 0,5% hasta 2015.

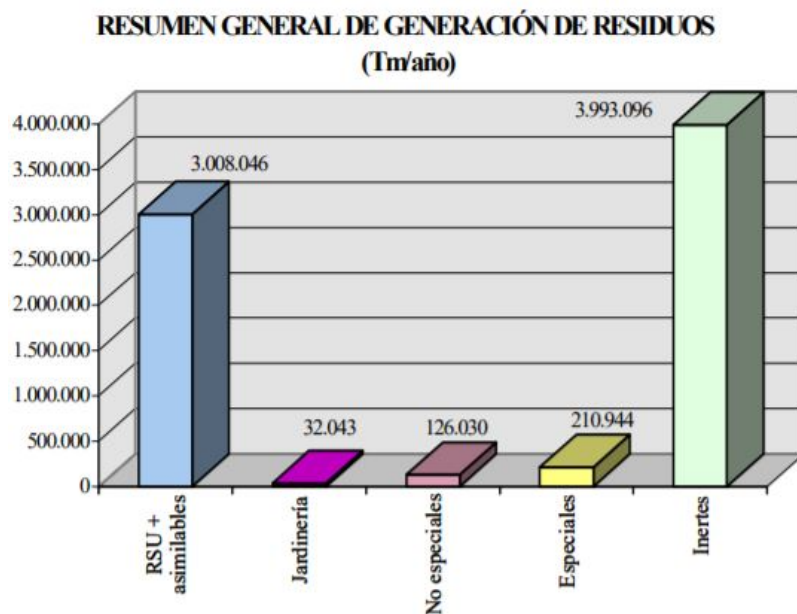


Ilustración 14. Gráfica de generación de residuos CV.

Fuente: Plan integral CV

En la Comunidad Valenciana, según el estudio de la Generalitat Valenciana para el plan integral de residuos ilustración anterior, la mayor parte de los residuos son los Inertes (RCD), los cuales no son peligrosos, no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. No son solubles, combustibles, biodegradables, tampoco afectan a otras materias con las que entran en contacto contaminándolas ni perjudican a la salud humana.

Tomando como referencia el País Vasco, una de las comunidades más avanzadas en cuanto a gestión de RCD ocupando el séptimo lugar en cantidad de población, pero el noveno lugar en la tabla de generación de residuos. Esto indica que hay comunidades, como la Comunidad Valenciana, que deben mejorar su gestión de RCD para reducir el impacto ambiental.

9 NORMATIVA

A continuación, se exponen las diferentes normativas, decretos y planes de obligado cumplimiento que regulan la generación, uso y gestión de los recursos de construcción y demolición en diferentes ámbitos (europeo, estatal y autonómico, en este caso Comunidad Valenciana). Se realizará una breve reseña de una selección de las normativas más recientes y aplicables en relación al presente trabajo en base a la asociación de RCD España.¹⁶

9.1 Europea

La UE agrupa un conjunto de países entre los que hay diferencias claras en los avances de desarrollo sostenible. Asimismo, se llevan a cabo acuerdos para cumplir una serie de objetivos mínimos a cumplir en determinadas fechas. Esto pretende garantizar que nadie se quede atrás y todos avancen en la misma línea, como una unidad.

Marco legislativo de residuos en la Unión Europea:

- DIRECTIVA (UE) 2018/851 PARLAMENTO EUROPEO CONSEJO de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos
- DIRECTIVA (UE) 2018/850 PARLAMENTO EUROPEO CONSEJO, 30 de mayo de 2018 que modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Decisión de la Comisión 2000/532/CE, que establece una lista de residuos de conformidad con la Directiva 75/442/CEE, y sus modificaciones, efectuadas mediante la decisión de la comisión 2001/119/CE.
- Decisión 738/2000 “Aplicación de la Directiva 1999/31”.
- Directiva 1999/31 “Vertido de Residuos”.
- Directiva 1996/61 “Prevención y Control integrados de la Contaminación –IPPC”.

Con respecto a “DIRECTIVA (UE) 2018/851”, modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos. En ella, se exponen los objetivos acordados en la comisión, entre los

¹⁶ (RCD Asociación, 2016) – Marco legislativo de residuos según rcdasociación.

cuales destaca que la gestión de residuos en la UE debe mejorarse y cambiar a una gestión sostenible. Para ello se deben perfeccionar y transformar muchos puntos, tales como mejorar la calidad del medio ambiente y proteger la salud humana. Se debe reducir el uso de los recursos naturales y promover los principios de la economía circular, así como el uso de la energía renovable, acrecentar la eficiencia energética y demás.

Para que la economía circular sea efectiva se deben tomar medidas (medidas y límites que en la directiva se especifican) sobre producción y consumo sostenibles para completar el ciclo de vida de los productos. Todo esto conlleva la reducción de emisión de gases de efecto invernadero.

Entre los métodos para garantizar los cambios de gestión hacia la sostenibilidad, se subraya que se deben crear oportunidades para los interesados y potenciar la economía circular aportando beneficios al medio ambiente para la reducción de gases y a la economía.

Los países, por tanto, deben cumplir con los objetivos que se marcan en la UE principalmente. La forma para cumplir estos objetivos dependerá de cada país, adoptando en cada caso las medidas que ellos acuerden.

9.2 Estatal

En España, se han ido desarrollando normativas y decretos para regular la gestión de residuos. Estas normas se aplican a nivel nacional y son de obligado cumplimiento por cada comunidad autónoma.

Legislación aplicable a los RCD en España:

- Orden APM/1007/2017, 10 octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron. Inerte adecuado.
- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- El Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados
- Real Decreto 105 / 2008 sobre producción y gestión de RCDs.
- El Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2008-2011.
- Real Decreto 1481 / 2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

El Real Decreto 105/2008, es una de las normas que más rige la gestión de RCD. Su finalidad es fomentar la prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización de los residuos de construcción y demolición para así impulsar el desarrollo sostenible en la construcción.

En esta norma se especifican las obligaciones de cada agente interviniente en la construcción. Administra las funciones y limita las funciones de los deberes de cada agente, así como el productor o el poseedor de los RCD. Entre las obligaciones más comunes, en su artículo 4. explica el contenido del estudio de gestión de residuos de construcción y demolición que se debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra. el cual debe realizarlo un arquitecto u otros técnicos que la legislación habilita, con conocimientos de construcción. Esta gestión está respaldada por la posterior Ley 22/2011.

9.3 Autonómica

Cada comunidad autónoma tiene la posibilidad de desarrollar su propia normativa dentro del marco común para cumplir con los fines que precisa el estado. Por lo que hay diferencias claras entre comunidades en cuanto a gestión de RCD se refiere.

En el caso de la Comunidad Valenciana, podemos observar que no posee normativas de gestión muy desarrolladas, por lo que se pueden tomar como referencia las normativas de otras CCAA.

Normativa de la Comunidad Valenciana:

- 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, o con fines de construcción.
- ORDEN 26/2014, de 30 de octubre, de la Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, por la que se aprueba el documento de desarrollo de las medidas articuladas en el Programa de Prevención del Plan Integral de Residuos de La Comunitat Valenciana
- Orden 18/01/02, Plan Zona I de Residuos de la Zona III y VIII (Corrección de errores en Orden 8/05/02)
- Orden 4/10/01, Plan Zonal de Residuos de la Zona I
- Orden 12/11/01, Plan Zonal de Residuos de la Zona XV
- Ley 10/2000, de Residuos de la Comunidad Valenciana. Requisitos salubridad

En el caso del DECRETO 200/2004, que complementa a la Ley 10/2000 (más completo), regula únicamente el uso final de los residuos inertes en obras de restauración, acondicionamiento y relleno, o con fines de construcción. Se especifican puntos como la utilización de los residuos inertes adecuados, declaraciones, autorizaciones o la tramitación del proceso.

Se puede contemplar que la Comunidad Valenciana no está muy avanzada en cuanto a gestión y valorización de RCD se refiere. Es por eso que en este trabajo se ha decidido tomar como referencia otras comunidades autónomas, así como el País Vasco.

10 GESTIÓN DE LOS RCD

Dada la abundante generación de residuos que genera el sector de la construcción, han ido apareciendo conceptos como la “economía circular”. Estos residuos generados, que pueden ser tratados para obtener materiales reciclados de calidad, deben gestionarse adecuadamente.

Anteriormente se ha mencionado que el Real Decreto 105/2008, el cual regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, obliga a realizar un estudio de gestión de residuos en las obras. En él se debe especificar los tipos y cantidades de residuos que se prevén generar, además de planificar las separaciones y gestiones de cada residuo.

10.1 Agentes implicados

Durante el proceso de gestión de los RCD, encontramos diversos agentes implicados, los cuales están especificados en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero. Estos son:

- **Productor:** Hace referencia a la persona que realiza una actividad que genera residuos de construcción y demolición o que efectúa operaciones de tratamiento previo, de mezcla u otro tipo que producen un cambio en la naturaleza o en la composición de los residuos. Es la persona titular de una licencia urbanística, o en su caso, el propietario del inmueble donde se realizan las obras (promotor de las obras).
Su deber es incorporar un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición en el proyecto de ejecución. También tener la fianza u garantía ante el ayuntamiento para garantizar los requisitos a cumplir que rige la licencia urbanística en relación con los RCD.
- **Poseedor:** Es aquella persona que ejecuta las operaciones de derribo, construcción, excavación u otras que producen residuos. También puede ser quien tenga los RCD en su poder y no se considere el gestor de ello. No serán poseedores los trabajadores que realizan actividades por cuenta ajena.
Entre sus obligaciones, deberá entregar los RCD a un gestor autorizado.
- **Gestor:** Persona autorizada que realiza operaciones de gestión de residuos pudiendo ser el mismo productor de ellos o no.

10.2 Métodos de estimación de los RCD

El CSCAE y el CGATE han estado trabajando por el mejoramiento de la gestión de RCD en España, incentivando la reutilización de materiales y su correcta gestión dirigiendo a España hacia la economía circular. Todo ello mediante procesos de diseño y la gestión de los Agentes intervinientes.

El estudio de gestión de residuos de construcción y demolición se lleva haciendo poco más de diez años, pero a día de hoy sigue creando cierta incertidumbre entre los técnicos. Además, las normativas actuales no detallan la elaboración del estudio, dando lugar a inexactitudes en los planes que se traducen en la no correspondencia con la realidad y, por tanto, una mala gestión de los residuos.

Con el fin de facilitar el desarrollo de este estudio, en el mercado software se pueden encontrar aplicaciones o herramientas para realizar el estudio de gestión, así como el programa CYPE, la aplicación “EEH Aurrezten” (Diseñada por el gobierno vasco) o la herramienta on-line que ofrece IVE.

También hay otros métodos recientes que consiste en la estimación de residuos que se van a generar en la obra mediante el BIM. En un artículo¹⁷ (Mercader Moyano et al., 2017) publicado por varios profesores de la universidad de Sevilla se explica una metodología para cuantificar los residuos de construcción y demolición que se prevé que se van a generar, pero con ciertas limitaciones en la actualidad. Sin embargo, concluyen que una herramienta complementaria a Revit con una base de coeficientes podría ayudar a generar la cantidad de residuos en tiempo real para así dar la posibilidad de tomar decisiones de diseño para una menor generación de residuos.

Uno de los problemas actuales es que los datos que manejan los programas para realizar el cálculo no son exactos, dado que usan unos ratios genéricos y orientativos a nivel nacional. En este punto cabe mencionar el reciente trabajo “RATIOS NACIONALES”¹⁸, en cuya guía se exponen una serie de tablas parametrizadas que se han desarrollado mediante datos contrastados con un trabajo de algo más de un año.

¹⁷ “Sistema BIM de cuantificación automática de los residuos de construcción y demolición”

¹⁸ “RATIOS NACIONALES” es una guía realizada por iniciativa de Helena Granados Menéndez en colaboración con el consejo superior de los colegios arquitectos de España. Ha sido presentada recientemente y expone una serie de tablas estudiadas para el cálculo de ratios por regiones climáticas.



Ilustración 15. Portada guía RATOS NACIONALES

Fuente: Guía ratios nacionales

La información que ofrecen las tablas de esta guía tiene como objetivo ser empleados para calcular unas ratios más exactas, todo esto es gracias a los numerosos datos recogidos de diferentes puntos del país. Para la elaboración de estas ratios se han desarrollado un conjunto de tablas comparativas que valoran los diferentes RCD producidos en función del peso (T/m²), Volumen (m³/m²), porcentajes % por familias de materiales, entre otras.

Tras un estudio pormenorizado de los datos obtenidos, se realiza una agrupación o clasificación de ellos dependiendo de la zona climática. Por tanto, se clasifican según el sistema constructivo y su situación en los mapas climáticos asociados. Esta clasificación responde a las diferencias constructivas entre zonas, como por ejemplo la mayor cantidad y por tanto mayor impermeabilización en zonas húmedas frente a otras

zonas más secas. Las ratios aplicables a la gestión de los RCD, para una mayor aproximación, se clasifican por las siguiente regiones geográfico-climáticas:

- Región Mediterránea Litoral
- Región Semiárida
- Región Oceánica
- Región Continental Norte
- Región Continental Sur

Las tablas que muestran, además de clasificarse por regiones, diferencian entre “Ratios aplicables a construcción” y “Ratios aplicables a demolición”.

RATIOS APLICABLES A CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIÓN RESIDENCIAL Y TERCIARIO
Región Mediterránea Litoral

Codigo LER	Tipo de Residuo	Porcentaje	Volumen	Peso
		%	m3/m2	T/m2
RATIOS GLOBALES		100	0,143	0,107
RCD: Naturaleza no pétreo				
Asfalto				
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	3,96	0,004	0,004
Madera				
17 02 01	Madera	3,14	0,010	0,003
Metales				
17 04 01	Cobre, bronce, latón			
17 04 02	Aluminio			
17 04 03	Plomo			
17 04 04	Zinc			
17 04 05	Hierro y acero			
17 04 06	Estaño			
17 04 07	Metales mezclados	1,41	0,002	0,002
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10			
Papel				
20 01 01	Papel-Cartón (codigo espejo)	1,87	0,015	0,002
Plástico				
17 02 03	Plástico	1,40	0,009	0,002
Vidrio				
17 02 02	Vidrio	0,82	0,002	0,001
Yeso				
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01	2,77	0,008	0,003
RCD: Naturaleza pétreo				
Arena Grava y otros áridos				
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de código 01 04 07	5,59	0,004	0,006
01 04 09	Residuos de arena y arcilla			
Hormigón				
17 01 01	Hormigón	26,29	0,020	0,028
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos				
17 01 02	Ladrillos			
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	31,40	0,032	0,034
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	10,85	0,011	0,012
RCD Mezclados				
17 09 04	RCD mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03	5,83	0,019	0,006
RCD Potencialmente peligrosos y otros				
Basuras				
20 02 01	Residuos biodegradables			
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	3,40	0,004	0,004
Potencialmente peligrosos				
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	1,27	0,002	0,001
Otros				

RATIOS APLICABLES A DEMOLICIÓN DE EDIFICACIÓN RESIDENCIAL Y TERCIARIO
Región Mediterránea Litoral

Codigo LER	Tipo de Residuo	Porcentaje	Volumen	Peso
		%	m3/m2	T/m2
RATIOS GLOBALES		100	0,849	0,945
RCD: Naturaleza no pétreo				
Asfalto				
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	0,10	0,001	0,001
Madera				
17 02 01	Madera	0,97	0,021	0,009
Metales				
17 04 01	Cobre, bronce, latón			
17 04 02	Aluminio			
17 04 03	Plomo			
17 04 04	Zinc			
17 04 05	Hierro y acero			
17 04 06	Estaño			
17 04 07	Metales mezclados	0,79	0,003	0,002
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10			
Papel				
20 01 01	Papel-Cartón (codigo espejo)			
Plástico				
17 02 03	Plástico	0,07	0,001	0,001
Vidrio				
17 02 02	Vidrio	0,13	0,001	0,001
Yeso				
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01	4,97	0,047	0,047
RCD: Naturaleza pétreo				
Arena Grava y otros áridos				
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de código 01 04 07			
01 04 09	Residuos de arena y arcilla			
Hormigón				
17 01 01	Hormigón	53,79	0,375	0,507
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos				
17 01 02	Ladrillos			
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	38,18	0,376	0,360
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.			
RCD Mezclados				
17 09 04	RCD mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03	0,48	0,019	0,006
RCD Potencialmente peligrosos y otros				
Basuras				
20 02 01	Residuos biodegradables			
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	0,10	0,001	0,001
Potencialmente peligrosos				
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	0,42	0,003	0,004
Otros				

Ilustración 16. Tablas Región Mediterránea Litoral

Fuente: RATIOS NACIONALES. Generación de residuos de construcción y demolición

Cabe destacar que las ratios obtenidos no dejan de ser orientativos que ayudan a mejorar el resultado del estudio de residuos de construcción y demolición que obliga el Real Decreto 105/2008, ya que aún se sigue trabajando en ello y cada caso puede tener particularidades. Además, es probable que en una próxima actualización del RD 105/2008 se detalle con mayor precisión la elaboración del estudio, así como la exposición de las ratios presentados en esta guía.

10.3 Procesos de gestión y valorización

La Ley 22/2011 y el Real Decreto 105 / 2008 especifican la inclusión de un Plan de gestión de residuos de construcción y demolición junto a proyectos de obra. El poseedor debe presentar a la propiedad de la obra el plan, con el estudio, coste y documentación acreditativa, que generalmente lo elabora el arquitecto.

De manera orientativa y sin detallar, se expone el proceso de gestión de los RCD dentro de una obra desde su inicio (cuando se generan) hasta su recogida¹⁹:

- El método de implantación del plan en obra se divide en cuatro reglas fundamentales:
 1. Todos los residuos que se generen han de separarse en las siguientes fracciones cuando de forma individualizada superen cantidades especificadas en el Real Decreto 105 / 2008:
 - a. Hormigón y escombros limpios
 - b. Ladrillos, tejas, cerámicos
 - c. Metal
 - d. Madera
 - e. Vidrio
 - f. Plástico
 - g. Papel y cartón
 2. En la construcción, como industria, es responsable de los residuos que produce, por lo que también es responsable de extraerlos y depositarlos debidamente en los contenedores convenientes para cada tipo de residuo en el punto limpio habilitado.
 3. Todo industrial u trabajador haya finalizado u acabe su tarea, debe dejar la zona barrida y limpia.
 4. Si un trabajador encuentra sin limpiar la zona donde tenga que intervenir, debe comunicárselo al encargado correspondiente de la obra.

¹⁹ (Martínez y Tomé, 2009) - Procesos indicados en el informe de gestión de residuos de construcción y demolición (RCDS): importancia de la recogida para optimizar su posterior valorización

De forma gráfica y conceptual, a continuación, se expone el proceso que se realiza en una planta de valorización de residuos de la construcción. Sabospa es una empresa alicantina de valorización de residuos y en su página web explica estos pasos:

1. Tras una clasificación de materiales en obra, el camión transporta el residuo hasta la planta autorizada correspondiente para proceder a su primer paso, identificación y peso total del material.



Ilustración 17. Paso 1 planta de valorización

Fuente: www.sabospa.com/

2. Tras una identificación del residuo, se acopia en una zona determinada para su posterior tratamiento.



Ilustración 18. Paso 2 planta de valorización

Fuente: www.sabospa.com/

3. Con la ayuda de maquinarias, se realiza una selección concreta de los residuos.

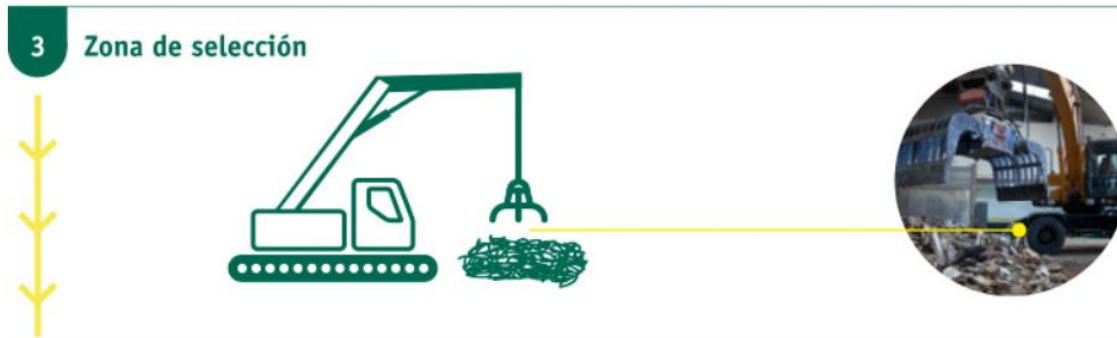


Ilustración 19. Paso 3 planta de valorización

Fuente: www.sabospa.com/

4. El residuo seleccionado se deposita en una cinta transportadora (Tolva) donde se procede a su clasificación mediante maquinaria o triaje manual.

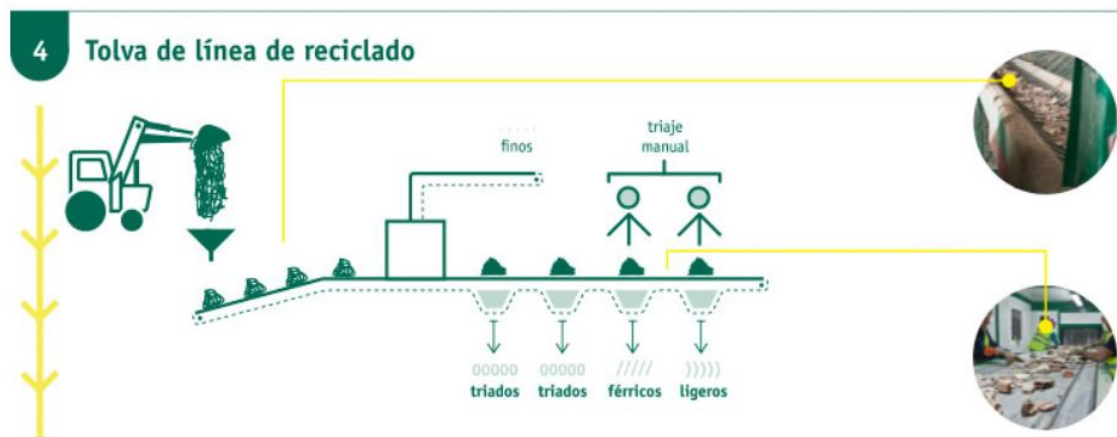


Ilustración 20. Paso 4 planta de valorización

Fuente: www.sabospa.com/

5. Tras la clasificación y limpieza de cada tipo de residuo, un pequeño porcentaje se considera orgánico o asimilable por lo que se trasladan a plantas de compostaje, vertederos o incineradoras. Por otro lado, en el caso de esta planta el material resultante a valorizar se tritura, así como la madera o materiales pétreos.

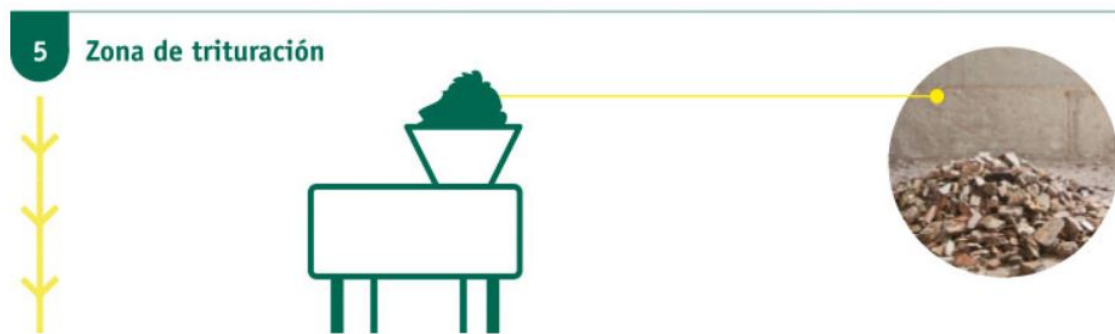


Ilustración 21. Paso 5 planta de valorización

Fuente: www.sabospa.com/

6. El producto final queda limpio y listo para su reutilización en obra.



Ilustración 22. Paso 6 planta de valorización

Fuente: www.sabospa.com/

11 RECICLAJE EN ARQUITECTURA EJEMPLOS ACTUALES

11.1 Introducción

A la hora de plantear o proyectar una construcción sostenible, en cuanto a materiales de construcción, encontramos dos tipos o formas básicas de reciclaje o reutilización.

Por un lado, podemos emplear materiales reutilizables sin transformación, esto es, el propio material u elemento que estaba destinado a un uso determinado y se reutiliza como material de construcción. Su nuevo uso puede o no coincidir con su origen, pero tiene una segunda oportunidad sin pasar por ningún tratamiento físico o químico. Este tipo tiene ventajas y desventajas en cuanto a la hora de trabajar con ellos o en cuestiones de contaminación medio ambiental.

Por otro lado, los materiales reutilizables que derivan generalmente de los residuos de construcción y demolición después de haber tenido un tratamiento específico. Los usos que pueden abarcar este tipo de materiales para la construcción son numerosos y su impacto ambiental es mucho menor que los materiales convencionales. Muchos de estos materiales están regulados por las normativas y su empleo puede ser valorado por certificados de sostenibilidad.

Se tratará cada tipo por separado, de esta forma se podrá comparar y ver las capacidades entre los materiales del mismo ámbito. Asimismo, se expondrán una serie de ejemplos de buenas prácticas con el fin de proporcionar una mejor descripción.

11.2 Materiales reutilizables sin transformación

En este apartado se abordan ejemplos de aquellos materiales que sin necesidad de ningún tipo de transformación pueden ser utilizados para la construcción de forma sostenible. De esta forma se puede decir que estos materiales forman parte del concepto de reutilización en su máximo esplendor.

Si bien es cierto que la flexibilidad de reutilización de los materiales limita sus posibilidades de uso y forma, pero no deja de ser una forma sostenible en la que poco a poco se introduce como nueva forma de construcción. Al fin y al cabo, son nuevas formas de trabajar y reinterpretación como nuevo método de construcción que dan lugar a sostenibilidad e interés arquitectónico.

11.2.1 Estructura

- **Edificio APROP, Barcelona**

El primer ejemplo de buenas prácticas que se expone se encuentra en Barcelona, se trata de un edificio de viviendas que forma parte del APROP (Alojamiento de proximidad provisionales) con 12 viviendas sociales de entre 1 (30m²) y 2 (60m²) habitaciones cada una. El edificio está formado por contenedores marítimos reciclados y se construyó en 4 meses con un presupuesto de sólo 940.000 euros.



Ilustración 23. Edificio APROP, Barcelona acabado

Fuente: www.barcelona.cat/

Se reutilizaron 16 contenedores, los cuales cumplen con la función de estructura y fachada, lo que significó una reducción del 58% de los residuos y un 32% de las emisiones de CO₂ de la obra. Además, cuenta con una certificación energética AA que se traduce en un consumo de entre cuatro y seis veces menos que un edificio convencional.

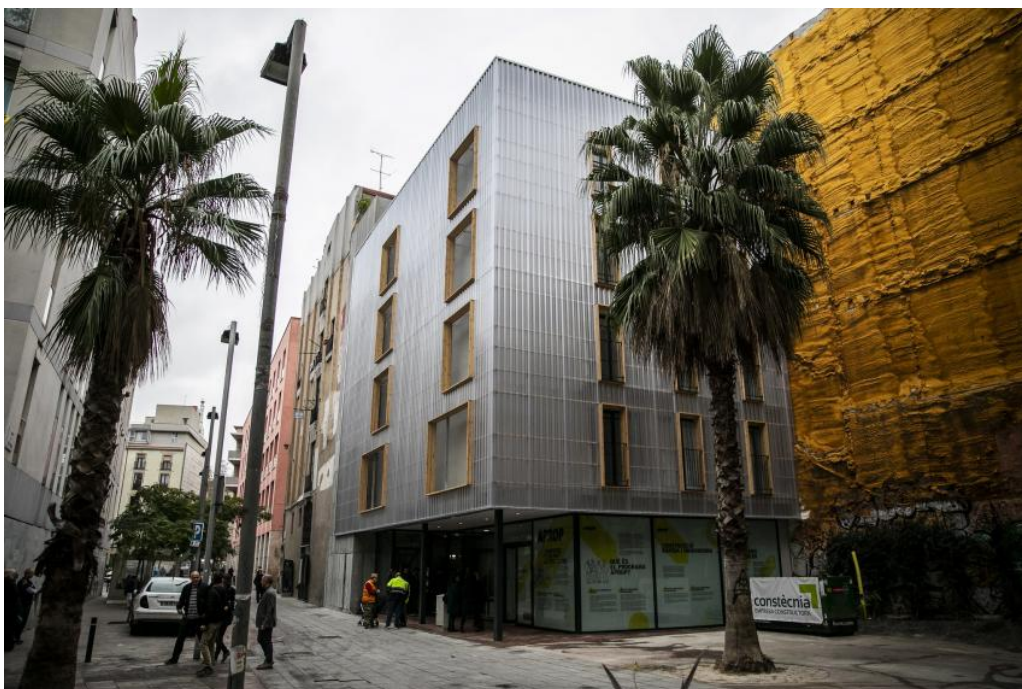


Ilustración 24. Edificio APROP, Barcelona acabado

Fuente: www.barcelona.cat/

Los contenedores tienen forma rectangular, por lo que su configuración modular puede no ser flexible en situaciones determinadas. Pero cabe destacar la integridad de los contenedores como estructura y fachada con el edificio, cumple con los objetivos y nada tiene que envidiar a la construcción convencional. Además, el ejemplo presume los reducidos plazos de obras, así como el ahorro económico tanto en la compra de materiales como en la mano de obra.

11.2.2 Fachadas

- **Museo de arte Naju - Hyunje Joo**

La fachada de este museo está construida con 1.500 cestas semitransparentes interpretándose como elemento arquitectónico flexible y no fijo. Esta envolvente permite realizar un control de luz y su material evoluciona a través del tiempo dotándole de carácter al conjunto.



Ilustración 25. Fachadas museo de arte Naju

Fuente: www.plataformaarquitectura.cl/

El edificio tiene una imagen moderna, que a simple vista da la sensación de estar utilizando materiales innovadores. Sin embargo, está hecho de un elemento muy común, no concebido como material de construcción. Su construcción permite que, de cara al futuro, estas cestas podrán ser desmontadas y reutilizadas para nuevos usos cuando el edificio sea demolido.

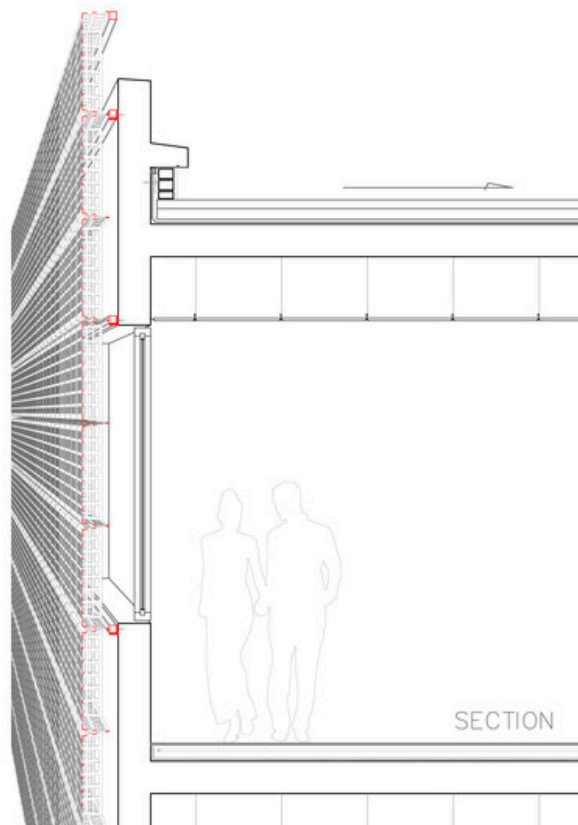


Ilustración 26. Sección constructiva fachada museo de arte Naju

Fuente: www.plataformaarquitectura.cl/

La reutilización de este elemento conlleva un ahorro económico. Sin embargo, añadiendo una pequeña observación, este uso no es algo estandarizado, por lo que las fijaciones o estructuras auxiliares quizás hayan tenido que ser adaptadas a la forma del elemento y, por tanto, elevado el precio final de la fachada.

- **Casa pública Kamikatz o Pub**

Este ejemplo se encuentra en Japón, en un pueblo que ha alcanzado ya una tasa del 80% de reciclaje. El edificio está construido con materiales sostenibles, pero destaca por una de sus fachadas, la cual está compuesta por ventanas de casas abandonadas, cubriendo hasta 8 metros de altura.



Ilustración 27. Fachada ventanas casa pública Kamikatz.

Fuente: www.diariodesign.com/

La reutilización de ventanas es una forma muy sostenible de realizar huecos, estas pueden ser desmontadas y reutilizadas tanto cuanto puedan. Esto supone un gran ahorro económico y además tiene la ventaja de que las ventanas son convencionalmente modulares, lo que facilita su empleo.



Ilustración 28. Interior casa pública Kamikatz.

Fuente: www.diariodesign.com/

Si bien es verdad, las ventanas que se puedan reutilizar actualmente se deben a construcciones antiguas las cuales no tienen las mismas prestaciones en cuanto aislamiento térmico y acústico comparadas con las que podemos encontrar en el mercado. Pero se puede hacer un esfuerzo por intentar emplearlas en nuevas construcciones o si fuera necesario, aplicar algún tipo de tratamiento para un mejor funcionamiento.

11.2.3 Techos y cubiertas

- **Casa alas Boeing 747**

A petición del cliente, que buscaba formas curvilíneas y femeninas, las alas de un avión han sido reutilizadas para componer la cubierta de la casa. Es autoportante y cumple con las condiciones estéticas en su conjunto, permitiendo un número escaso de apoyos para disfrutar de las vistas. Además, se reutilizaron más elementos de avión con el fin de caracterizar el proyecto.



Ilustración 29. Casa alas Boeing 747 exterior

Fuente: www.revistaestilopropio.com/

Entre sus ventajas, encontramos el ahorro económico que supone este uso. La cubierta está compuesta por un único elemento, sin más procesos constructivos, por lo que también supone un ahorro económico en la mano de obra y tiempo.



Ilustración 30. Casa alas Boeing 747 patio

Fuente: www.revistaestilopropio.com/

Este ejemplo puede parecer un tanto extremo, pero realmente demuestra las capacidades de reutilización que se pueden emplear. A veces, las mejores ideas son las más sencillas, sólo es cuestión de cambiar la forma de construir convencional.

11.2.4 Muros o tabiques

- **Proyecto REBRICK. Casa Tove**

El empleo del ladrillo en la construcción ha sido un elemento fundamental a lo largo de la historia. Sin embargo, a pesar de sus características positivas, su fabricación implica un uso intenso de energía (y en la demolición de los edificios, gran parte de los escombros (incluidos ladrillos) terminan desperdiciados en vertederos.

REBRICK es un proyecto financiado con fondos europeos cuyo objetivo es reutilizar los ladrillos para nuevas construcciones mediante un sistema de separación de escombros en la demolición. Cada ladrillo reutilizado ahorra 0,5 kilos de emisiones CO2 y la reducción de residuos. Según el estudio alcanzarían reducir 24000 toneladas de residuos en el segundo año.



Ilustración 31. Ladrillo amarillo para fachada

Fuente: <http://gamlemursten.dk/>

Gamle Mursten es la empresa danesa que gestiona el proyecto, indican que hay un proceso de separación en la demolición y un posterior lavado a máquina para la limpieza de los ladrillos. Cada tipo de ladrillo recibe un tratamiento diferente.

Poniendo en práctica este tipo de ladrillos, se puede encontrar la Casa Tove. En esta obra se han suministrado aproximadamente 30.000 ladrillos de color gris, que equivale a un ahorro de 15 toneladas de CO2.



Ilustración 32. Casa Tove exterior

Fuente: <http://gamlemursten.dk/>

El ladrillo reutilizado sigue teniendo sus propiedades iniciales, por lo que es una opción de reciclaje muy efectiva. A través de un pequeño tratamiento de limpieza, se obtiene un ladrillo que nada tiene que envidiar al ladrillo nuevo del mercado. Sigue teniendo las propiedades aislantes térmicas y acústicas que tanto caracterizan al ladrillo convencional.



Ilustración 33. Casa Tove exterior

Fuente: <http://gamlemursten.dk/>

Esta opción de reutilización es muy eficiente, pues se obtiene el ladrillo de cerámica que se ha usado a lo largo de la historia de la construcción. Además, este tipo de uso es sostenible, flexible y estético, pudiéndose elegir el ladrillo que más se adapte a las necesidades.

11.2.5 Cerramientos y suelos o pavimentos

- **Pallet House, Chile**

El cliente es un agricultor que precisaba una casa con las mayores comodidades posibles para un uso esporádico con la condición de que tuviera un bajo costo. Por ello, se ha optado por el uso de madera reutilizada de pallets de madera viejos para cumplir con todos los objetivos y condiciones. Se realizó una vivienda de 90m² de un dormitorio y un patio exterior en el extremo de la casa.



Ilustración 34. Pallet House / Cristián Irarrázaval Architects

Fuente: <https://www.architecturelab.net/>

Para el diseño del proyecto, partían de una cabaña en ruinas al que reformar y añadir nuevos espacios. Sin embargo, una de las mayores dificultades era conseguir un buen aislamiento que terminaron resolviéndolo forrando unas maderas de pino con un forrado de las maderas con un sistema de barrera anti-humedad para después añadir los pallets reutilizados. Con esto se consiguió crea una cámara de aire a modo de fachada ventilada que dotaba de un mayor aislamiento térmico a la casa. En cuanto al pavimento, este está ligeramente separado del suelo dejando ese espacio ventilado para evitar humedades.



Ilustración 35. Pallet House / Cristián Irarrázaval Architects

Fuente: <https://www.architecturelab.net/>

Finalmente construyeron una casa versátil, con un costo aproximado de 400\$ por m², realizada con materiales reutilizados y con unas funciones climatológica óptimas. En este caso, cabe destacar el uso del mismo tipo de material para varios elementos y funcionalidades, dando unos resultados prácticos y económicos.

11.2.6 Revestimientos

- **Restaurante Ribera, Valencia**

En este restaurante encontramos el techo formado por cajas de madera, las cuales caracterizan el espacio por la tradición de campos de naranjos del entorno. Estas cajas cumplen la función de falso techo y gracias a su material y su variada disposición dota de absorbente acústico al comedor.



Ilustración 36. Comedor restaurante Ribera.

Fuente: www.restaurantribera.com/

Cabe destacar que estas cajas pueden ser reutilizadas en un futuro para múltiples usos. Suponen un ahorro económico y su eficacia compite con los techos convencionales del mercado actual.



Ilustración 37. Acceso a baños restaurante Ribera.

Fuente: www.restaurantribera.com/

Los materiales u objetos reutilizables, como en este caso, tienen la imagen de no ser de calidad para la construcción y directamente se descarta su aplicación. Pero lo cierto es que se pueden obtener similares prestaciones que los materiales del mercado no sostenibles. Este uso se demuestra cada vez más, y en este ejemplo de buenas prácticas cumple con dos objetivos, la integración del proyecto con los aspectos sociales y culturales, a la vez que cumplir el requisito del aislamiento acústico.

11.3 Materiales reutilizables

Los RCD tratados en vertederos o plantas de reciclaje son transformados física o químicamente para reactivar su utilidad y dotarles de una segunda vida. De esta forma, la reutilización del propio material reciclado da lugar a una mayor flexibilidad para múltiples posibilidades de uso.

A continuación, se incorpora una lista de materiales reciclados clasificados por capítulos de obra, cuyos capítulos se corresponden con la base de precios del País Vasco. Se trata de la guía²⁰ (Ihobe, 2016) para el uso de materiales reciclados en construcción creada por Ihobe donde todos los materiales son para edificación de obra nueva o rehabilitación. Con este método se puede identificar las partes constructivas del edificio y sus posibles materiales reciclados a usar.

Además, posteriormente se expondrán varios ejemplos de buenas prácticas que aclaran o muestran los distintos materiales de reutilización en uso.

²⁰ Guía elaborada por Ihobe con la colaboración de LKS Ingeniería y Ecoingenium en el País Vasco.

11.3.1 EC Acondicionamiento y cimentación

ÁRIDOS RECICLADOS
<p>1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:</p> <p><i>Material granular procedente del tratamiento de materiales inorgánicos utilizados para la construcción. Entre los RCD, es el principal producto de valoración.</i></p> <p><i>Gran parte de los RCD son considerados inertes. Están compuestos entre el 75% y 95% de materiales de naturaleza pétreo.</i></p> <p><i>Se pueden clasificar en “áridos reciclados procedentes de hormigón” y “áridos reciclados mixtos”</i></p>
<p>2) USOS Y APLICACIONES:</p> <p><i>Sus aplicaciones son múltiples, tantas como los áridos naturales, dadas sus propiedades similares.</i></p> <p><i>Entre las aplicaciones reguladas por la orden de 12 de enero de 2015:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><i>-Como material granular en construcción de carreteras, explanadas, terraplenes, entre otras obras.</i><i>-Como material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada.</i><i>-Como material granular en urbanización de áreas industriales o residenciales, siempre bajo superficie sellada.</i><i>-Como ahorro en la ejecución de capas estructurales de firmes de carreteras.</i>
<p>3) NORMATIVA ASOCIADA:</p> <ul style="list-style-type: none"><i>-MARCADO CE</i><i>-Norma para el dimensionado de firmes de carretera del País Vasco.</i><i>-Orden de 12 de enero de 2015, de la consejera de medio ambiente y política territorial del gobierno vasco establece los requisitos para la utilización de los áridos reciclados procedentes de la valoración de residuos de construcción y demolición.</i>

11.3.2 EE Estructuras

PILARES, VIGAS Y VIGUETAS

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Existen varios tipos de acero utilizables para estructuras de acero tales como aceros aleados, soldables de grano fino, con resistencia mejorada a la corrosión, de alto límite elástico o resistencia mejorada a la deformación en la dirección perpendicular.

El acero para barras corrugadas proviene de otros productos como automóviles, trenes, barcos, componentes de edificios, máquinas... etc. Estos son clasificados y los desechos seleccionados se prensan para ser reutilizados como sustitutos del hierro.

2) USOS Y APLICACIONES:

Este material es uno de los más reciclables, su fundición y transformación para realizar elementos para nuevos usos pueden ser empleados como estructuras de pilares, vigas y viguetas.

Por su composición natural y fácil manipulación le convierte en un material muy provechoso y adaptable a una economía circular.

Materiales con más de un 80% de materia prima de origen reciclado.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-Instrucción de acero estructural (EAE)

-UNE-EN 10340:2008. Aceros moldeados para usos estructurales.

-UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012 Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales.

-UNE-EN 10343:2010. Aceros para temple y revenido para su uso en la construcción. Condiciones técnicas de suministro.

-UNE-EN 10219:2007 Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino.

-UNE-EN 10025:2006. Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.

-UNE-EN 10210-1:2007. Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado y de grano fino.

-UNE-EN 10164:2007 Aceros de construcción con resistencia mejorada a la deformación en la dirección perpendicular a la superficie del producto. Condiciones técnicas de suministro.

ARMADURAS DE ACERO RECICLADO

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Acero para la elaboración de armaduras pasivas, es decir, barras rectas o rollos de acero corrugado soldable, alambres de acero corrugado o grafilado soldable o alambres lisos de acero soldable.

Tipos de acero.

-B400S y B500S, B400SD y B500SD para acero corrugado.

-B500T y B400T para acero de alambres.

El acero reciclado procede de la chatarra de otros productos del mismo material como de edificios, automóviles, trenes, etc. Se someten a la separación seleccionada, se prensan y se trasladan a la acería para ser reutilizados como hierro.

2) USOS Y APLICACIONES:

Este material es uno de los más reciclables, su fundición y transformación para realizar elementos para nuevos usos que pueden ser empleados para armar hormigón armado y cimentaciones de obra pública y civil. Siempre de forma pasiva, sin cargar.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-Instrucción de acero estructural (EHE-08)

-UNE-EN 36066:2011 Alambón de acero no aleado, destinado a la fabricación, por deformación en frío, de alambres lisos o corrugados para armaduras de hormigón armado.

-UNE-EN 10080:2006 Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.

-UNE-EN ISO 15630:2011 Aceros para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo.

CEMENTO

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

El sector cementero procura mejorar las características técnicas del material con adiciones activas en sus productos para así reducir el impacto ambiental. Asimismo, procuran valorizar subproductos industriales y otros tipos de residuos como adición al clinker que de otra forma acabarían en el vertedero. Además, las adiciones que normalmente se emplean son residuos industriales o residuos agroalimentarios cuyo ámbito está en desarrollo por proyectos de investigación.

2) USOS Y APLICACIONES:

Se emplea como materia prima para morteros y hormigones para realizar estructuras, fachadas, suelos, acabados...etc.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-UNE-EN 197-1:2011 Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.

-UNE-EN 14216:2015 Cemento. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación.

-UNE 80303-1:2013 Cementos con características adicionales. Parte 1: Cementos resistentes a los sulfatos.

-UNE 80303-2:2011 Cementos con características adicionales. Parte 2: Cementos resistentes al agua de mar.

-UNE 80304:2006 Cementos. Cálculo de la composición potencial del clinker pòrtland.

-UNE-EN 413-1:2011 Cementos de albañilería. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad.

HORMIGÓN CON ESCORIAS SIDERÚRGICAS

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Esta industria genera gran cantidad de residuos, por cada tonelada fundida se produce unos 150Kgs de escoria. La economía circular da soluciones a este problema como, por ejemplo, reutilizando el material como material granular en hormigones. Las denominadas escorias negras son efectivas para su utilización en hormigones.

2) USOS Y APLICACIONES:

Las aplicaciones de los áridos reciclados en construcción es tan amplio como las de los hormigones naturales dado que sus características son similares. Se pueden utilizar en hormigones in situ o en prefabricados.

El hormigón estructural EHE define el hormigón reciclado como el proveniente del machaqueo de residuos de hormigón y permite una dosificación de hasta un 20%.

Los áridos siderúrgicos reciclados son materiales apropiados en la EHA siempre y cuando se garantice las características técnicas. Por lo que pueden utilizarse en hormigones estructurales y no estructurales.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-Instrucción sobre Hormigón Estructural EHE.

- En el caso de elementos prefabricados:*

-UNE-EN 1520:2011. Componentes prefabricados de hormigón armado de áridos ligeros con estructura abierta con armadura estructural y no estructural.

-UNE-EN 15258:2009. Productos prefabricados de hormigón. Elementos de muros de contención.

-UNE-EN 12794:2006+A1:2008/AC:2009. Productos prefabricados de hormigón. Pilotes de cimentación.

-UNE-EN 14991:2008. Productos prefabricados de hormigón. Elementos de cimentación.

-UNE-EN 15037-1:2010. Productos prefabricados de hormigón. Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla.

-UNE-EN 13747:2006+A2:2011. Productos prefabricados de hormigón. Prelosas para sistemas de forjados.

U-NE-EN 13224:2012. Productos prefabricados de hormigón. Elementos para forjados nervados.

-UNE-EN 13225:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales.

-UNE-EN 14992:2008+A1:2012. Productos prefabricados de hormigón. Elementos para muros.

-UNE-EN 13225:2005/AC:2007. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales.

HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE ÁRIDO RECICLADO

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

El árido reciclado proviene del tratamiento de materiales inorgánicos utilizados previamente en la construcción y es el principal producto de valorización de la parte pétreo de los RCD.

Este material sustituye una parte proporcional de los áridos que provienen de la cantera. En función del uso, se usarán áridos reciclados procedentes de hormigones en hormigones estructurales o áridos mixtos los cuales tienen parte de material cerámico o albañilería de arcilla en hormigones no estructurales.

2) USOS Y APLICACIONES:

Los hormigones con áridos reciclados pueden ser tantas como las de los hormigones naturales. Pueden ser in situ o prefabricadas.

En hormigones estructurales, sólo se permite la utilización de fracción gruesa (>4mm) del árido reciclado de hormigón en dosis especificadas en el anexo 15 del EHE (<20%). No se recomienda la utilización de árido reciclado en hormigones de alta resistencia, ya que las propiedades del árido afectan a la calidad del hormigón.

El artículo 5 de la orden de 12 de enero de 2015 limita las posibilidades de empleo de áridos reciclados y los diferencia entre aplicaciones ligadas y no ligadas. Las ligadas son aquellas que utilizan un elemento conglomerante junto con el árido para su funcionamiento.

La orden posibilita el uso de áridos reciclados con conglomerantes hidráulicos como material granular para la fabricación de hormigón tanto estructural como no estructural, incluidos los prefabricados.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-Instrucción sobre Hormigón Estructural EHE.

- En el caso de elementos prefabricados:*

-UNE-EN 1520:2011. Componentes prefabricados de hormigón armado de áridos ligeros con estructura abierta con armadura estructural y no estructural.

-UNE-EN 15258:2009. Productos prefabricados de hormigón. Elementos de muros de contención.

-UNE-EN 12794:2006+A1:2008/AC:2009. Productos prefabricados de hormigón. Pilotes de cimentación.

-UNE-EN 14991:2008. Productos prefabricados de hormigón. Elementos de cimentación.

-UNE-EN 15037-1:2010. Productos prefabricados de hormigón. Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla.

-UNE-EN 13747:2006+A2:2011. Productos prefabricados de hormigón. Prelosas para sistemas de forjados.

-UNE-EN 13224:2012. Productos prefabricados de hormigón. Elementos para forjados nervados.

-UNE-EN 13225:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales.

-UNE-EN 14992:2008+A1:2012. Productos prefabricados de hormigón. Elementos para muros.

-UNE-EN 13225:2005/AC:2007. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales.

HORMIGÓN DE ÁRIDO RECICLADO NO ESTRUCTURAL

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

El árido reciclado proviene del tratamiento de materiales inorgánicos utilizados previamente en la construcción y es el principal producto de valorización de la parte pétreo de los RCD.

Este material sustituye una parte proporcional de los áridos que provienen de la cantera. En función del uso, se usarán áridos reciclados procedentes de hormigones en hormigones estructurales o áridos mixtos los cuales tienen parte de material cerámico o albañilería de arcilla en hormigones no estructurales.

2) USOS Y APLICACIONES:

Los hormigones con áridos reciclados pueden ser tantas como las de los hormigones naturales. Pueden ser in situ o prefabricadas.

El artículo 5 de la orden de 12 de enero de 2015 limita las posibilidades de empleo de áridos reciclados y los diferencia entre aplicaciones ligadas y no ligadas. Las ligadas son aquellas que utilizan un elemento conglomerante junto con el árido para su funcionamiento.

La orden posibilita el uso de áridos reciclados con conglomerantes hidráulicos como material granular para la fabricación de hormigón tanto estructural como no estructural, incluidos los prefabricados.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

- La ORDEN de 12 de enero de 2015, de la Consejera de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco establece los requisitos para la utilización de los áridos reciclados procedentes de la valorización de residuos de construcción y demolición. Los anexos I y II establecen las condiciones ambientales y técnicas (Anexo I.A.1 y I.B.1) para su utilización, así como los criterios y frecuencias de control de producción (Anexo II.A).

- Para aplicaciones ligadas se exigen las siguientes condiciones:*

Condiciones ambientales

-No se requieren. La orden valida ambientalmente la utilización de áridos reciclados procedentes de la valorización de residuos de construcción y demolición en la fabricación de las aplicaciones ligadas con conglomerante hidráulico.

Condiciones técnicas

-Los límites de aceptación de árido reciclado de hormigón para la fabricación de hormigón NO estructural se ajustará a lo establecido en el anexo 18 de la Instrucción de Hormigón Estructural.

-Límites de aceptación de árido reciclado mixto para aplicaciones de hormigón NO estructural se podrá basar en las recomendaciones publicadas en los apartados correspondientes del documento «Investigación prenormativa de áridos mixtos procedentes de RCDs» editada por IHOBE-CEDEX-Dpto de Transportes en el año 2010.

Criterios y control de producción

-Los áridos reciclados para la fabricación de hormigón dispondrán del marcado CE sobre la base de la norma armonizada UNE EN 12620, cumpliendo al menos las condiciones exigidas a un sistema para la certificación de la conformidad 2+.

11.3.3 EF Fachadas

BLOQUE DE HORMIGÓN DE ÁRIDO RECICLADO
<p>1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:</p> <p>Los bloques se dividen en baja y alta densidad, desde los 521 a los 1950 kg/m³. Pueden contener los diferentes residuos:</p> <ul style="list-style-type: none">-Árido reciclado proveniente de la valoración de la parte pétreo de los RCD.-Celulosa reciclada de periódicos, guías, boletos de lotería, y lodos de la industria papelera. <p>La conductividad de este material está entre el 0,5 y el 1,4 W.m./K, para un elemento de 14cm de espesor. Además, poseen un buen aislamiento frente a ruido entre estancias internas.</p>
<p>2) USOS Y APLICACIONES:</p> <p>Su aplicación principal es como elementos de cierre para:</p> <ul style="list-style-type: none">-Estructuras-Fachadas-Particiones-Muros-etc.
<p>3) NORMATIVA ASOCIADA:</p> <ul style="list-style-type: none">-MARCADO CE-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGUN NORMA 13501-1 (clasificación A1)-UNE-EN 771:2011 Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería.-UNE-EN 772-15:2000 Métodos de ensayo de piezas para fábricas de albañilería.-UNE 127771-3:2008 Requisitos de los bloques de hormigón (áridos densos y ligeros) y sus condiciones de suministro y recepción. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 771-3.-UNE-EN ISO 8990:1997 Determinación de las propiedades de transmisión térmica en régimen estacionario. Métodos de la caja caliente guardada y calibrada.

LADRILLOS PUZOLÁNICOS

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Están compuestos de residuos de procesos industriales, como el Filler de Aluminio y las Cenizas Volantes de Carbón, con aditivos como el cemento y la cal.

Reducen el impacto en el medio por la explotación de recursos naturales y evitan acabar en el vertedero gran parte de residuos industriales. Permiten reducir hasta un 80% las emisiones de CO2 al reducir la energía necesaria en el proceso.

La tecnología que implica es sencilla, barata y accesible en el mercado.

2) USOS Y APLICACIONES:

Se pueden utilizar en las mismas aplicaciones que los ladrillos convencionales que no incorporan materiales reciclados.

Es apto para cerramientos exteriores e interiores.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

- *MARCADO CE*

- *NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO*

SEGUN NORMA 13501-1 (clasificación A1)

- *UNE-EN 771:2011 Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería.*

- *UNE-EN 772-15:2000 Métodos de ensayo de piezas para fábricas de albañilería.*

- *UNE-EN ISO 8990:1997 Determinación de las propiedades de transmisión térmica en régimen estacionario. Métodos de la caja caliente guardada y calibrada.*

PUERTAS DE ACERO

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Existen puertas tanto de exterior como de interior para realizarlas con materiales reciclados. El material reciclado de una puerta se encuentra principalmente en la hoja, pero puede incluirse también tanto en los herrajes como en el vidrio si se da el caso.

Las puertas con hoja de acero, su material reciclado resulta de la chatarra de otros productos elaborados en acero. Su proceso de obtención y clasificación determinan la reducción de materias primas y de energía.

2) USOS Y APLICACIONES:

Las puertas de acero reciclado pueden usarse tanto para exterior como para interior:

- Puertas de entrada*
- Puertas de garaje*
- Puertas cortafuego*
- Puertas de seguridad*

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-UNE-EN 1634:2010 Ensayos de resistencia al fuego y de control de humo de puertas y elementos de cerramiento de huecos, ventanas practicables y herrajes para la edificación.

-UNE-EN 15269:2011 Extensión de la aplicación de los resultados de ensayo de resistencia al fuego y/o control de humos para puertas, persianas y ventanas practicables, incluyendo sus herrajes para la edificación.

-UNE-EN ISO 10077:2010 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica.

-UNE-EN ISO 12567:2011 Comportamiento térmico de puertas y ventanas. Determinación de la transmitancia térmica por el método de la caja caliente.

-UNE-EN 14220:2007 Madera y materiales derivados de la madera para ventanas exteriores, hojas de puertas exteriores y cercos de puertas exteriores. Requisitos y especificaciones.

-UNE-EN 14221:2007 Madera y materiales derivados de la madera para ventanas interiores, hojas de puertas interiores y cercos de puertas interiores. Requisitos y especificaciones.

-UNE-EN 12208:2000 Ventanas y puertas. Estanquidad al agua. Clasificación.

-UNE-EN 12207:2000 Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Clasificación.

PUERTAS MADERA

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Existen puertas tanto de exterior como de interior para realizarlas con materiales reciclados. El material reciclado de una puerta se encuentra principalmente en la hoja, pero puede incluirse también tanto en los herrajes como en el vidrio si se da el caso.

Las puertas con hoja de madera, su material reciclado resulta de residuos de:

- Residuos de astillas y virutas de serrería*
- Residuos de astillas y virutas de limpieza y desbroce de bosques*
- Otro tipo de residuos de madera que son astillados*

Para contribuir a la sostenibilidad, se recomienda el uso de puertas sin formaldehidos, pinturas ni barnices. La madera no reciclada deberá de provenir de bosques gestionados de manera sostenible.

2) USOS Y APLICACIONES:

Las puertas de madera reciclada pueden usarse tanto para exterior como para interior:

- Puertas de entrada*
- Puertas de garaje*
- Balconeras*
- Puertas de interior*

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-UNE-EN 1634:2010 Ensayos de resistencia al fuego y de control de humo de puertas y elementos de cerramiento de huecos, ventanas practicables y herrajes para la edificación.

-UNE-EN 15269:2011 Extensión de la aplicación de los resultados de ensayo de resistencia al fuego y/o control de humos para puertas, persianas y ventanas practicables, incluyendo sus herrajes para la edificación.

-UNE-EN ISO 10077:2010 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica.

-UNE-EN ISO 12567:2011 Comportamiento térmico de puertas y ventanas. Determinación de la transmitancia térmica por el método de la caja caliente.

-UNE-EN 14220:2007 Madera y materiales derivados de la madera para ventanas exteriores, hojas de puertas exteriores y cercos de puertas exteriores. Requisitos y especificaciones.

-UNE-EN 14221:2007 Madera y materiales derivados de la madera para ventanas interiores, hojas de puertas interiores y cercos de puertas interiores. Requisitos y especificaciones.

-UNE-EN 12208:2000 Ventanas y puertas. Estanqueidad al agua. Clasificación.

-UNE-EN 12207:2000 Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Clasificación.

CARPINTERÍAS CON VIDRIO RECICLADO

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

El vidrio es un material excelente para el reciclaje, ya que puede reciclarse innumerables veces sin perder sus propiedades. La mayor parte de vidrio que se recicla está destinado a la fabricación de nuevos envases y una reducida parte a materiales de construcción.

Puede emplearse como agregado al cemento, como producto de aislamiento o como agregado en ladrillos y productos cerámicos sanitarios, entre otros usos. El más habitual, para superficies acristaladas de la envolvente.

2) USOS Y APLICACIONES:

En construcción, el vidrio reciclado se puede emplear en:

- Carpintería interior*
- Carpintería exterior*
- Mamparas*
- Muros cortina*
- Etc...*

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-UNE-EN 1279-5:2006+A2:2010. Vidrio para la edificación. Unidades de vidrio aislante. Parte 5: Evaluación de la conformidad

-UNE-EN 410:1998 Vidrio para la edificación. Determinación de las características luminosas y solares de los acristalamientos

-UNE-EN ISO 140- 3:1995 Atenuación acústica al ruido aéreo directo

-UNE-EN 12758:2002 Aislamiento acústico al ruido aéreo directo

-UNE-EN 13501-2:2009+A1:2010 Resistencia al fuego

-UNE-EN 13501-5:2007 Comportamiento al fuego exterior

-UNE-EN 1063:2001 Resistencia al impacto de bala

-UNE-EN 13541:2001 Resistencia a la explosión

-UNE-EN 356:2001 Resistencia a la efracción

-UNE-EN 12600:2003 Resistencia al impacto de un cuerpo pendular

-UNE-EN ISO 12567-1:2011 Comportamiento térmico de puertas y ventanas. Determinación de la transmitancia térmica por el método de la caja caliente. Parte 1: Puertas y ventanas completas.

11.3.4 El Instalaciones

LUMINARIAS
<p>1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:</p> <p><i>Pueden ser elaboradas de diferentes formas y materiales: Aluminio, hacer, termoplástico, vidrio, tela, etc. Por lo que los métodos de fabricación y origen de la materia prima son muy variados. Asimismo, los materiales que se empleen deben cumplir:</i></p> <ul style="list-style-type: none">-Resistir el ambiente en que trabaja la luminaria-Tener un diseño que permita disipar el calor que genera la lámpara y soportar la temperatura-Disponer de propiedades para protección eléctrica <p><i>La luminaria se encarga de controlar y distribuir la luz emitida por la lámpara, por lo que su diseño es muy importante en eficiencia energética.</i></p>
<p>2) USOS Y APLICACIONES:</p> <p><i>En el mercado podemos encontrar numerosos tipos de luminarias:</i></p> <ul style="list-style-type: none">-Luminarias de superficie y suspendidas-Empotradas-Downlights-Proyectores y carriles-Líneas de luminarias-Etc.
<p>3) NORMATIVA ASOCIADA:</p> <ul style="list-style-type: none">-MARCADO CE-Directiva 2014/30/UE de compatibilidad electromagnética (CEM)-Directiva 2006/95/CE de Baja Tensión (LVD)

11.3.5 ER Revestimientos

PANELES DE CEMENTO RECICLADO
<p>1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:</p> <p><i>Este elemento es una solución convencional a la hora de aplicar un revestimiento interior o exterior con altas prestaciones de resistencia al fuego o humedad.</i></p> <p><i>Pueden tener un porcentaje de material reciclado en su composición. Existen paneles que añaden al cemento cenizas volátiles y que emplean vidrio reciclado como áridos ligeros.</i></p>
<p>2) USOS Y APLICACIONES:</p> <p><i>Dadas sus buenas características en resistencia a la humedad, pueden utilizarse en exterior o interiores con altos niveles de exigencia, así como en piscinas. Además, algunos fabricantes aplican un tratamiento hidrófugo para aumentar más su resistencia a la humedad.</i></p> <p><i>Tienen forma de placa de diferentes grosores y tamaños que se fijan mecánicamente a una superficie o subestructura.</i></p>
<p>3) NORMATIVA ASOCIADA:</p> <p><i>-DIT ETA-07/0087</i></p> <p><i>-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1 (Las placas de yeso se engloban dentro de la categoría A1: NO COMBUSTIBLE)</i></p> <p><i>-COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO SEGUN EN-ISO-11925-2.</i></p> <p><i>-EHE: El EHE permite utilizar cenizas volantes como adición en la fabricación del hormigón, únicamente con cementos tipo CEM I, ya que anteriormente en la fabricación del cemento tipo CEM I no se ha utilizado ninguna adición. Por lo contrario, en la fabricación de cemento, los cementos CEM II, CEM IV y CEM V pueden llevar en su composición adiciones de cenizas volantes, por lo que no pueden volver a ser adicionadas en la composición del hormigón.</i></p>

MOSAICO DE VIDRIO

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Los mosaicos de vidrio se elaboran a partir de polvo de vidrio cuyo origen puede ser vidrio reciclado. Puede tener la coloración deseada y se presentan pegados por la cara vista a hojas de papel.

2) USOS Y APLICACIONES:

Pueden tener diferentes formatos y acabados y están destinados a las siguientes aplicaciones:

- Revestimiento de paredes
- Revestimiento de suelos
- Baños
- Piscinas
- Spas

3) NORMATIVA ASOCIADA:

No existe.

BALDOSAS CERÁMICAS

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Las baldosas de cerámica están hechas de arcilla, arena de cuarzo y agua.

En el mercado podemos encontrar baldosas que integran materiales reciclados como fibra de vidrio, material proveniente del reciclado de otras piezas cerámicas o diversos compuestos de origen plástico. De esta forma se reduce la necesidad de arena y materiales ferrosos.

2) USOS Y APLICACIONES:

Estos suelos pueden aplicarse para los mismos usos que una baldosa convencional, a pesar de ser de materiales reciclados no afecta a sus características.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

- MARCADO CE
 - UNE-EN 1344:2002. Adoquines de arcilla cocida. Especificaciones y métodos de ensayo
 - UNE-EN 1745:2002 Fábrica de albañilería y componentes para fábrica. Métodos para determinar los valores térmicos de proyecto
 - UNE-ENV 12633:2003 Método para la determinación del valor de la resistencia al deslizamiento/resbalamiento de los pavimentos pulidos y sin pulir
 - NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1
- (Según CTE-SI los materiales que se utilicen en suelos interiores habitualmente ocupados han de tener una clasificación EFL)

SUELOS DE COMPOSITE RECICLADO

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Son materiales sintéticos mezclados que forman un compuesto. Están formados por moléculas de distintos elementos donde se mezclan materiales de origen natural y artificial. Cuando en esta mezcla se integran materias primas de origen reciclado dan lugar a los composites reciclados.

Existen composites que mezclan partículas de madera y de resina termoplástica (WPC). En la mezcla de este tipo se pueden integrar madera y plásticos reciclados. El porcentaje de madera en la mezcla varía entre el 50% y el 80%.

2) USOS Y APLICACIONES:

Este tipo de suelos que imitan la madera se suelen utilizar para exteriores por sus características de estabilidad dimensional y mantenimiento en comparación con los suelos de madera natural.

A diferencia de la madera natural, no presenta alabeos en las piezas y tiene mayor estabilidad dimensional. Apenas producen variaciones mediante la absorción de humedad, sin embargo, sí por cambios de temperatura por lo que se deben realizar juntas de dilatación. No se corroen, son resistentes a la putrefacción y al ataque del agua salada. Son sensibles a la acción del sol, se oscurecen, pero no precisan tratamiento frente a ataque de hongos, insectos...etc

Como aspecto negativo, pueden producir descargas de electricidad estática.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1 (Según CTE-SI los materiales que se utilicen en suelos interiores habitualmente ocupados han de tener una clasificación EFL)

-UNE-EN 317:1994 Tableros de partículas y tableros de fibras. Determinación de la hinchazón en espesor después de inmersión en agua

-UNE-EN 321:2002 Tableros derivados de la madera. Determinación de la resistencia a la humedad bajo condiciones de ensayo cíclicas

-UNE-EN 318:2002 Tableros derivados de la madera. Determinación de las variaciones dimensionales originadas por los cambios de humedad relativa

MOQUETAS DE NYLON RECICLADO

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Las moquetas pueden componerse de materiales de origen natural o artificial. Entre los principales materiales que lo componen, el nylon, por la resistencia de sus hebras.

En el mercado podemos encontrar soluciones innovadoras de alfombras y moquetas con nylon reciclado de alfombras desechadas. Algunos fabricantes poseen un servicio de reincorporación de sus productos obsoletos en alfombras y moquetas nuevas.

2) USOS Y APLICACIONES:

Las aplicaciones de este material son las mismas que una moqueta de composición convencional.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-UNE-EN 14041:2005. Recubrimientos de suelo resilientes, textiles y laminados. Características esenciales

-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1. (Según CTE-SI los materiales que se utilicen en suelos interiores habitualmente ocupados han de tener una clasificación EFL)

-UNE-EN 13893:2003 Recubrimientos de suelo textiles, laminados y resilientes. Medición del coeficiente de fricción dinámico en superficies de suelo secas

-La norma UPEC –obligatoria en algunos países europeos - califica la calidad y las condiciones de las moquetas. La letra U indica el desgaste mecánico debido al uso, la P establece la resistencia de la moqueta al punzamiento, la E el comportamiento al agua, y la C la sensibilidad ante agentes químicos, como los productos de limpieza. Cada letra se acompaña de una numeración del 0 al 4. Cuanto mayor es el valor, más resistente es la moqueta en cada uno de los parámetros de la clasificación

MORTERO AUTONIVELANTE RECICLADO

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

El mortero autonivelante posee una consistencia muy baja que hace que se auto nivele. Su origen reciclado varía entre el aglomerante, la arena o las adiciones:

-Aglomerante: Cemento de cenizas volantes, árido siderúrgico procedente de escorias de acería, humo de sílice...etc

-Adiciones: Polímeros reciclados que proporcionan mayor aislamiento, residuos industriales...etc

-Arenas: Arenas de origen reciclado proveniente de RCDs, del reciclado de la industria del vidrio...etc

2) USOS Y APLICACIONES:

Este mortero se aplica para la preparación de pavimentos tanto de interior como de exterior. Adecuado para rehabilitación de suelos. Especiales para suelos radiantes de alta conductividad térmica.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1 (clasificación A1)

-UNE-EN 13454-1:2006. Aglomerantes, aglomerantes compuestos y mezclas hechas en fábrica para suelos autonivelantes a base de sulfato de calcio.

-UNE-EN 13813:2014 Mortero para recrecidos y acabados de suelos. Propiedades y requisitos.

SUELOS SINTÉTICOS RECICLADOS

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

En la categoría de suelos plásticos, abarcan aquellos de linóleo o PVC-vinilo.

En el mercado podemos encontrar soluciones innovadoras que incorporan en su composición, un porcentaje relevante de material reciclado. En los suelos de PVC, se pueden incorporar una parte de PVC reciclado. En los suelos de linóleo se pueden incorporar otros residuos como la madera (serrín).

2) USOS Y APLICACIONES:

La aplicación de estos suelos se realiza mediante pegado con adhesivo o machihembrado.

Se venden en forma de losetas o rollo:

-Losetas: Son rígidos con variedad de formatos y colores. Son estables frente a agentes químicos, resistentes a la abrasión, fáciles de limpiar y mantener. Tienen baja conductividad.

-Rollo: Permiten cubrir grandes dimensiones, anchos de 2m a 4m con longitudes de 20m a 25m. Su espesor varía entre 2mm y 5mm. Resultan agradables visualmente y al tacto. Son fáciles de limpiar y tienen buena adherencia, sin embargo, su capacidad resistente disminuye proporcionalmente pudiendo llegar a punzonarse.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-UNE-EN 14041:2005. Recubrimientos de suelo resilientes, textiles y laminados. Características esenciales

-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1

-UNE-EN 13893:2003 Recubrimientos de suelo textiles, laminados y resilientes. Medición del coeficiente de fricción dinámico en superficies de suelo secas

-UNE-EN 717-1:2006 Tableros derivados de la madera. Determinación de la emisión de formaldehído. Parte 1: Emisión de formaldehído por el método de la cámara. (Clases de emisión en E1, E2)

TECHOS DE ALUMINIO RECICLADO

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Son piezas prefabricadas que se componen de acero, aluminio...etc. Pero contienen un porcentaje de materia prima reciclada.

Dentro de los posibles metales, varían sus densidades y peso propio. Los techos de aluminio son ligeros (1,5kg/m²), mientras que los de acero poseen mayor porcentaje de huecos (3,5 kg/m²).

Estos sistemas mejoran el aislamiento térmico y acústico de los espacios.

2) USOS Y APLICACIONES:

Estos falsos techos son registrables para acceder a las instalaciones. En el mercado podemos encontrar una amplia variedad de acabados y colores para adaptarse a las necesidades de los espacios.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-UNE-EN 13964:2006 Techos suspendidos. Requisitos y métodos de ensayo.

-UNE-EN 13964:2006/A1:2008. Techos suspendidos. Requisitos y métodos de ensayo.

-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1. de A1 a F.

FIBRA MINERAL RECICLADA

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Estos techos se componen de celulosa, algodón, fibras textiles, aditivos y aglutinantes. Dependiendo de su densidad, reduce en mayor o menos proporción el aislamiento acústico y mejora la absorción acústica.

Son sensibles a la humedad, por lo que limita la ubicación de su uso.

2) USOS Y APLICACIONES:

Su aplicación convencional es como falso techo desmontable. En el mercado podemos encontrar una gran variedad de diseños y formas que permiten adaptarse a las diferentes necesidades acústicas y estéticas del espacio.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-UNE-EN 13964:2006 Techos suspendidos. Requisitos y métodos de ensayo

-UNE-EN 13964:2006/A1:2008. Techos suspendidos. Requisitos y métodos de ensayo

-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1. de A1 a F

11.3.6 EN Aislamiento e Impermeabilizaciones

LÁMINA ASFÁLTICA RECICLADA

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Estas láminas están formadas por dos capas de recubrimiento asfáltico (Betún modificado con polímeros y carga mineral), separadas por una armadura (normalmente de fibra de vidrio o fieltro de poliéster) que asegura su estabilidad y características mecánicas manteniendo la flexibilidad.

Existen polímeros de origen reciclado al betún que mejora las características ambientales del producto disminuyendo el consumo de materias prima (recursos naturales).

2) USOS Y APLICACIONES:

La aplicación de este reciclado no encuentra diferencia con las láminas convencionales, por lo que se puede emplear tanto para impermeabilización de muros en contacto con terreno como sobre rasante.

Su forma de sujeción, conserva las 3 variantes:

-Colocación sobre superficie horizontal protegida por acabado pesado

-Adherida al soporte mediante aplicación de calor

-Fijadas mecánicamente.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-DETERMINACIÓN DE LA ESTANQUIDAD AL AGUA SEGÚN EN-1928

-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1 (Las láminas asfálticas suelen alcanzar una categoría A: NO INFLAMABLES)

-COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO SEGUN EN-ISO-11925-2

LÁMINA PVC RECICLADO

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Son láminas sintéticas a base de PVC plastificado cuyos porcentajes de PVC reciclado sustituyendo la materia prima (Cloruro de sodio o sal común y petróleo) varían.

Para mejorar las características mecánicas, las láminas de PVC se forman de dos capas con una armadura interior de fibra de poliéster, fibra de vidrio o similar.

2) USOS Y APLICACIONES:

La aplicación de este reciclado no encuentra diferencia con las láminas convencionales, por lo que se puede emplear para impermeabilizar cubiertas (planas o inclinadas) o para muros (exteriores o en contacto con terreno). Son resistentes a la intemperie y a los rayos UVA.

Se presentan en rollos y se sujetan por fijación mecánica.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-DETERMINACIÓN DE LA ESTANQUIDAD AL AGUA SEGÚN EN-1928

-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1 (Las láminas asfálticas suelen alcanzar una categoría A: NO INFLAMABLES)

-COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO SEGUN EN-ISO-11925-2

-UNE-EN 13956:2006 Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características

CELULOSA RECICLADA

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

El aislamiento por celulosa reciclada procede de papel ya utilizado que es mezclado con diferentes aditivos (sal borax, ácido bórico u otros) para obtener propiedades ignífugas y antifúngicas.

Su densidad varía en función del método de aplicación seleccionado, normalmente ronda entre los 25-70 kg/ m³. Este material posee buenas características para el aislamiento térmico, acústico y control de las condensaciones. Su conductividad térmica varía según la densidad, pero se encuentra entre los 0,037-0,041 W/m.K.

Su permeabilidad es alta, que también depende de su densidad y método de aplicación. Se pueden sellar los poros para reducir su permeabilidad.

2) USOS Y APLICACIONES:

Se pueden emplear en seco, en húmedo o en paneles de celulosa reciclada mediante tres técnicas (insuflado, proyectado o solapado).

Es aplicable a: Forjados-Falsos techos, Tabiquería, Instalaciones, etc.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1 (Los productos de celulosa suelen alcanzar una categoría A: NO INFLAMABLES)

-NBN B 24-213. Determinación de la porosidad abierta, densidad aparente o bruta, densidad de matriz y del contenido de humedad en saturación del material.

-UNE-EN ISO 12570. Prestaciones higrotérmicas de los productos y materiales para edificios. Determinación del contenido de humedad mediante secado a elevadas temperaturas.

-UNE-EN ISO 12571:2015 Prestaciones higrotérmicas de los productos y materiales para edificación. Determinación de las propiedades de sorción higroscópica. (ISO 12571:2013).

-UNE-EN ISO 12572:2002 Prestaciones higrotérmicas de los productos y materiales para edificios. Determinación de las propiedades de transmisión de vapor de agua. (ISO 12572:2001).

-UNE-EN 12086:1998 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de las propiedades de transmisión del vapor de agua.

-UNE-EN ISO 15148:2003 Comportamiento higrotérmico de los materiales y productos de edificación. Determinación del coeficiente de absorción de agua por inmersión parcial. (ISO 15148:2002).

LANA DE ROCA

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Existen dos tipos de lanas minerales: lana de vidrio y lana de roca. El aislamiento de lana de roca se fabrica a partir de roca basáltica, otras rocas y aglutinantes. Los residuos generados en el proceso de elaboración se vuelven a introducir en el proceso para su aprovechamiento.

Posee buenas características de aislamiento térmico y acústico. Su conductividad térmica está en torno a los 0,031 - 0,050 W/m.K.

La densidad es muy variable: 40-200 kg/m³

La permeabilidad al vapor de agua (μ) = 1

2) USOS Y APLICACIONES:

Se pueden presentar en formatos como paneles, mantas u otros. Varían espesores, densidades pueden tener diferentes revestimientos. Es aplicable a todo:

-Cubiertas

-Cerramientos verticales

-Forjados

-Tabiques

-Instalaciones

-Etc.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO

SEGÚN NORMA 13501-1

-UNE-EN 13162:2013 PRODUCTOS AISLANTES TÉRMICOS PARA APLICACIONES EN LA EDIFICACIÓN. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE LANA MINERAL (MW). ESPECIFICACIÓN.

-ISO TR 15226 BUILDING PRODUCTS – TREATMENT OF ACOUSTICS IN PRODUCT TECHNICAL SPECIFICATION

-UNE-EN 12667:2002 Materiales de construcción. Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor de flujo de calor. Productos de alta y media resistencia térmica.

LANA DE VIDRIO

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Existen dos tipos de lanas minerales: lana de vidrio y lana de roca. El aislamiento de lana de vidrio se fabrica a partir de arena, feldespato, carbonatos, borax, vidrio de reciclaje y vidrio de reciclaje del proceso.

Posee buenas características de aislamiento térmico y acústico. Su conductividad térmica está en torno a los 0,031 - 0,050 W/m.K.

La densidad es muy variable: 18-50 kg/m³

La permeabilidad al vapor de agua (μ) = 1

2) USOS Y APLICACIONES:

Se pueden presentar en formatos como paneles, mantas u otros. Varían espesores, densidades pueden tener diferentes revestimientos. Es aplicable a todo:

-Cubiertas

-Cerramientos verticales

-Forjados

-Tabiques

-Instalaciones

-Etc.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1

-UNE-EN 13162:2013 PRODUCTOS AISLANTES TÉRMICOS PARA APLICACIONES EN LA EDIFICACIÓN. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE LANA MINERAL (MW). ESPECIFICACIÓN.

-ISO TR 15226 BUILDING PRODUCTS – TREATMENT OF ACOUSTICS IN PRODUCT TECHNICAL SPECIFICATION

-UNE-EN 12667:2002 Materiales de construcción. Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor de flujo de calor. Productos de alta y media resistencia térmica.

LANAS MINERALES

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Existen dos tipos de lanas minerales: lana de vidrio y lana de roca. Todas las lanas minerales son productos fonoabsorbentes, por lo que pueden aplicarse para aislamiento térmico y acústico.

Se recomienda su uso donde se precise una gran resistencia mecánica o presencia de altas temperaturas.

Pueden presentarse con otros elementos como placas de yeso o láminas asfálticas.

2) USOS Y APLICACIONES:

Se pueden presentar en formatos como paneles, mantas u otros. Varían espesores, densidades y pueden tener revestimientos adicionales. Es aplicable a todo:

-Elementos divisorios

-Trasdosados

-Falsos techos

-Instalaciones

-Etc.

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1

-UNE-EN 13162:2013 PRODUCTOS AISLANTES TÉRMICOS PARA APLICACIONES EN LA EDIFICACIÓN. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE LANA MINERAL (MW). ESPECIFICACIÓN

-ISO TR 15226 BUILDING PRODUCTS – TREATMENT OF ACOUSTICS IN PRODUCT TECHNICAL SPECIFICATION

AISLAMIENTO POLIESTIRENO EXTRUIDO (XPS)

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

El poliestireno extruido (XPS) es una espuma rígida, aislante, de carácter termoplástico y de estructura celular cerrada. Se elabora a partir de resina de poliestireno y aditivos.

Está dotado de buenas características como aislamiento térmico, acústico y buena resistencia mecánicas. Su conductividad térmica varía entre un 0,029 - 0,039 W/m.K.

La densidad es variable: 32-39 kg/m3.

La absorción de agua del XPS es prácticamente nula. La permeabilidad al vapor de agua (μ) = 100-220.

2) USOS Y APLICACIONES:

Se presenta en paneles, de diferentes espesores y densidades que pueden tener revestimientos. Es aplicable a todo:

- Cubiertas*
- Fachadas*
- Suelos*
- Puentes térmicos*
- Etc.*

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-UNE-EN 13164:2013 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS)

-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1. Clase E

-ISO TR 15226 BUILDING PRODUCTS – TREATMENT OF ACOUSTICS IN PRODUCT TECHNICAL SPECIFICATION

-COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO SEGÚN EN-ISO-11925-2

-UNE-EN 12667:2002 Materiales de construcción. Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor de flujo de calor. Productos de alta y media resistencia térmica.

11.3.7 EP Particiones

TABLEROS DE MADERA RECICLADA
<p>1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:</p> <p><i>Muchos de los tableros de madera no maciza que se utilizan en construcción tienen un alto porcentaje de madera reciclada.</i></p> <p><i>El material reciclado se origina del proceso de elaboración de madera en serrerías y empresas del sector y que se aprovecha en forma de astillas, virutas, serrín, etc. Estos se incorporan en el alma interior de los tableros aglomerados y se termina con una lámina por una o ambas caras.</i></p> <p><i>Como punto sostenible, se recomienda la utilización de tableros con bajas emisiones sin pinturas o barnices que emitan compuestos orgánicos volátiles.</i></p>
<p>2) USOS Y APLICACIONES:</p> <p><i>Tienen numerosas aplicaciones, normalmente se utilizan como elementos constitutivos de particiones interiores, revestimientos verticales interiores, mamparas o elementos decorativos y también como tableros para mobiliario a medida.</i></p>
<p>3) NORMATIVA ASOCIADA:</p> <p><i>-MARCADO CE</i></p> <p><i>-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1 (Según CTE-SI los paneles de madera que se utilicen en techo o paredes de espacios habitualmente ocupados han de tener una clasificación C-s2,d0)</i></p> <p><i>-UNE-EN 717-1:2006 Tableros derivados de la madera. Determinación de la emisión de formaldehído. Parte 1: Emisión de formaldehído por el método de la cámara. (Clases de emisión en E1, E2)</i></p>

PANEL DE YESO Y PAPEL RECICLADO

1) DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

La familia de este tipo de placas se compone de un núcleo interior compuesto de yeso laminado y dos capas de cartón (Y acabados: natural por delante y papel duro por detrás).

La buena resistencia a compresión de estas placas viene dada por el yeso y la flexión por la celulosa del cartón. Esta celulosa es reciclada a partir de papel reciclado pre y post consumo.

2) USOS Y APLICACIONES:

Se utilizan comúnmente como revestimiento interior de techos y paredes. Se presenta en forma de placas, paneles o tableros industrializados de ancho estándar 1,20m y diferentes espesores y longitudes.

Poseen buenas características térmicas, acústicas e ignífugas que pueden llegar a mejorarse aumentando espesores de los acabados...etc

3) NORMATIVA ASOCIADA:

-MARCADO CE

-UNE-EN 520:2005+A1:2010; Placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo

-Solo para placas en techos suspendidos: UNE-EN 14246:2007. Placas de escayola para techos suspendidos. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo

-NORMATIVA EUROPEA EUROCLASES DE REACCIÓN AL FUEGO CLASIFICACIÓN AL FUEGO SEGÚN NORMA 13501-1 (Las placas de yeso se engloban dentro de la categoría A: NO INFLAMABLES)

-COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO SEGÚN EN-ISO-11925-2

-UNE-EN 12667:2002 Materiales de construcción. Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor de flujo de calor. Productos de alta y media resistencia térmica.

-Factor de moisture bafflein

11.3.8 Ejemplos de materiales reutilizables en arquitectura

- **Impermeabilización de cubiertas mediante neumáticos**

En México, la empresa a3p ha desarrollado una forma de reciclar los neumáticos transformándolos en materiales impermeabilizantes, principalmente para cubiertas, lo denominan “Imperllanta”.



Ilustración 38. Cubierta impermeabilizada con Imperllanta.

Fuente: www.a3p.mx/

Gracias a sus componentes de hule, son flexibles y duraderos, por lo que se pueden aplicar en casos como en juegos infantiles, jardines, columpios y numerosos usos más. El empleo de este reciclado supone un gran ahorro económico y es tan eficiente como los impermeabilizantes convencionales del mercado.

Sistema básico

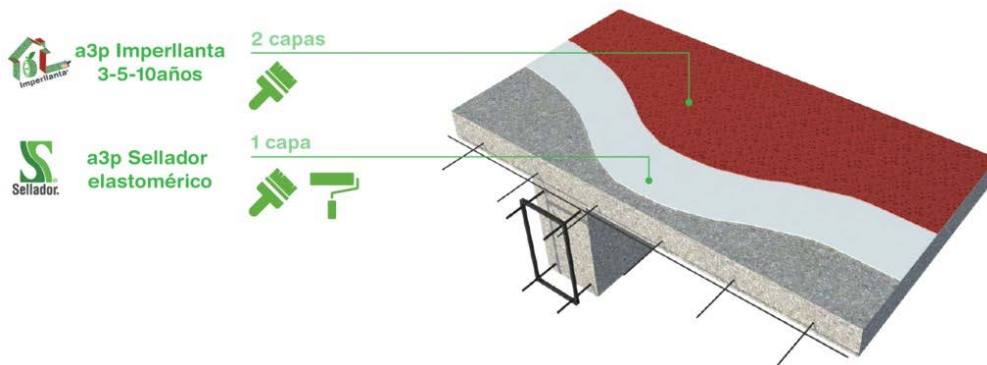


Ilustración 39. Proceso constructivo Imperllanta

Fuente: www.a3p.mx/

Este material es menos resistente y más caro que los convencionales, pero pueden ser empleados en muchos casos. Además, para incentivar su uso, la administración pública debería poner en valor su empleo en construcciones nuevas con ayudas económicas o reconocimientos sostenibles.

- **Casa Upcycle**

Este proyecto fue un experimento para poner a prueba las posibilidades de reducción de carbono mediante los materiales de construcción reciclados. Se concluyó una reducción del 86% con respecto a una casa mediante una construcción convencional. Además de conseguir una eficiencia en su consumo energético con métodos pasivos y demás, han puesto en práctica numerosos materiales reciclados y transformados que aportan una gran calidad.



Ilustración 40. Casa Upcycle / Lendager Arkitekter.

Fuente: www.plataformaarquitectura/

Entre los materiales reciclados utilizados, destaca la estructura portante está formada por dos contenedores prefabricados, el techo y la fachada están compuestos de latas de aluminio reciclado. Los paneles de la fachada están hechos de papel reciclado, el cual está presionado y tratado con calor. El pavimento de la cocina son baldosas de corcho.



Ilustración 41. Casa Upcycle / Lendager Arkitekter.

Fuente: www.plataformaarquitectura/

Los materiales reciclados en construcción tienen la imagen de ser poco estéticos y dar la sensación de poca calidad. Sin embargo, podemos observar que este ejemplo puede estar a la altura de proyectos de diseño contemporáneo tradicionales. Bajo mi punto de vista, con un buen ejercicio de uso de los materiales reciclados, se pueden realizar obras del mismo nivel de calidad y diseño que con la arquitectura convencional a la que estamos acostumbrados. Sólo es cuestión de re-pensar un nuevo tipo de construcción.

- **Vivienda unifamiliar geodésica y autosuficiente.**

En esta ocasión se expone una de las viviendas sostenibles diseñada por Ecoprojecta, quienes están muy comprometidos con el medio ambiente. Cuentan con numerosos reconocimientos y premios y realizan talleres, charlas y publicaciones en cuanto a construcción sostenible.

La vivienda ubicada en Murcia, España, consta de dos cúpulas geodésicas de 8 metros de diámetro que dan lugar a 85m² de hogar, con salón-cocina, un dormitorio y un aseo. Ideal para una pareja.

Su construcción destaca por la utilización de materiales naturales para dar un ambiente sano. Entre los materiales se pueden encontrar:

- Madera para la estructura y cerramientos
- Celulosa natural para aislamiento térmico
- Mortero de cal para la envolvente
- Pintura de base mineral



Ilustración 42. Vivienda unifamiliar geodésica y autosuficiente.

Fuente: www.ecoprojecta.es

Una de las claves sostenibles de este caso, está en el diseño de la propia cúpula. Dada su forma, permite cubrir un gran volumen en el interior con una menor cantidad de estructura. Esto se transmite en una reducción material y, por ende, ahorro económico.

Podemos observar la importancia de la forma, que evita malgastar material que no resulta necesario y puede ser destinado a otros usos. Este ejemplo de bioconstrucción pone a prueba los materiales naturales y reciclados de forma exitosa. Los materiales naturales deben carecer de tratamiento para ser sanos y ecológicos.



Ilustración 43. Vivienda unifamiliar geodésica y autosuficiente.

Fuente: www.ecoprojecta.es

Por otro lado, gracias a su diseño, el consumo energético es mínimo. Ofrece una renovación del aire, aislamiento térmico alto y calefacción mediante calderas de biomasa que dotan a esta vivienda ser prácticamente autosuficiente.

Este ejemplo, pone en práctica la importancia del propio diseño para conseguir el menor impacto ambiental. Es posible que el acabado en forma de cúpula tenga desventajas en cuanto a espacios desaprovechados, ya que el mobiliario comercial suele ser recto y una estantería o armario alto no se podría adosar a la pared. Además, el diseño del techo no dispone de falso techo por lo que las luminarias y sus instalaciones quedan descubiertas. Asimismo, no deja de ser un ejemplo a seguir para dirigirnos hacia un mundo más sostenible.

- **Ejemplos de Poliestireno Expandido (EPS)**

El poliestireno expandido es un material sintético producido a partir del petróleo, está formado por 98% de aire y 2% de plástico, por lo que es un material ligero y es 100% reciclable. Dadas sus características, generalmente es usado para revestimientos decorativos y sistemas de aislamiento. A continuación, se van a exponer ejemplos en los que se ha empleado hasta un 98% de EPS reciclado.



Ilustración 44. Poliestireno Expandido, rodapié y molduras

Fuente: www.santaluziamolduras.com.br/

Para revestimientos decorativos, este material puede emplearse para rodapié, molduras y revestimientos, siendo numerosos los acabados, colores y texturas. Como ejemplo, la ilustración anterior muestra un rodapié y molduras con un aspecto elegante y de calidad. La forma, tamaño y diseño que puede tener este material como revestimiento decorativo le dota de flexibilidad dando lugar a muchas posibilidades.



Ilustración 45. Poliestireno Expandido, aislante térmico

Fuente: www.cimentoitambe.com.br/

El empleo de EPS para sistema de aislamiento de muros ha sido muy empleado en países como EEUU y China por las propiedades de flexibilidad que este tiene frente a huracanes y terremotos. Además, es un buen aislamiento térmico y se adapta con facilidad a otros elementos constructivos, como la madera, hierro, aluminio u hormigón (como podemos observar en la ilustración anterior).

El EPS reciclado es un material manipulable, que se puede adaptar a las necesidades constructivas que se requiera y está dotado de un aislante térmico excelente. Sin embargo, su comercialización es escasa dado que su precio de venta es muy reducido y los costes de almacenamiento y transportes son muy altos por sus grandes dimensiones.

- **Ejemplos de ladrillos PET**

Este tipo de ladrillos están elaborados con partículas de plástico PET derivados del reciclado de envases de bebidas, a los que se añade cemento Portland y se moldea con maquinaria. El resultado son unos ladrillos de color gris, que gracias a su textura superficial irregular y rugosa, facilita la aplicación de mortero como revestimiento.



Ilustración 46. Ladrillos PET

Fuente: www.ecologiaverde.com/

Además de ser un ladrillo ecológico, destaca por su ligereza, su resistencia frente al fuego y sus características como aislante térmico, ya que puede ser hasta cinco veces más aislante que un ladrillo convencional, lo que supone poder construir muros de menor espesor. Sin embargo, no pueden ser utilizados en cerramientos como elemento estructural.



Ilustración 47. Ejemplo de vivienda en construcción ladrillos PET

Fuente: www.ecologiaverde.com/

Para la fabricación de cada ladrillo son necesarias diez botellas de plástico de dos litros y su coste es algo superior al del ladrillo convencional. Pero a esto hay que valorar su reducido impacto ambiental, así como la reducción del uso de materias primas

y su larga durabilidad, pues puede tardar unos 500 años en descomponerse. Este tipo de ladrillo es ideal para la construcción de viviendas como en los ejemplos de las ilustraciones.



Ilustración 48. Ejemplo de vivienda acabada ladrillos PET

Fuente: www.conceptosplasticos.com/

Estos ejemplos de buenas prácticas se ubican en Colombia, donde la empresa “conceptos plásticos” pone en práctica este material centrándose en construir viviendas para las familias más necesitadas. Aseguran que su construcción es fácil, comparable a las piezas LEGO, por lo que no es necesario una mano de obra de personas cualificadas reduciendo así el coste final de la ejecución de la obra. El precio de las viviendas ronda los 4.500 euros y pueden estar listas en 4 semanas.

12 RECAPITULACIÓN, RESUMEN Y DIFUSIÓN

12.1 Resumen

La reutilización de materiales ha estado presente a lo largo de toda nuestra historia como una solución que permitía extender el aprovechamiento de los. Con la llegada de la era industrial, aumentó la disponibilidad de medios y materias primas, que hacía menos necesario este tipo de actuaciones.

Sin embargo, y por otro lado, se produjeron una serie de efectos derivados del aumento de la actividad, sobre todo por los desechos y desperdicios generados. Esta situación en los últimos años es especialmente dramática por los efectos que está produciendo sobre el planeta, el agotamiento de los recursos. La reutilización y el reciclado ya no son una solución sino más bien una necesidad.

La construcción es uno de los sectores más contaminantes a nivel global, ya que su funcionamiento implica el desarrollo de otros sectores como el transporte o las industrias manufactureras. Es por eso que se considera que, para la reducción de los efectos contaminantes y la contención del uso de materias primas, se deba intervenir en este sector. Para ello, debemos esforzarnos para cambiar y adaptarse a las nuevas formas de construir ecológicamente que ya hay en práctica.

Con el fin de mejorar las condiciones climáticas y la calidad de vida humana, líderes mundiales se reúnen en comisiones, conferencias y otros acontecimientos para concienciarse y acordar objetivos de desarrollo sostenible. En el caso de la unión europea se promueve la consolidación de la economía circular, donde cada país debe cumplir estos objetivos en determinadas fechas marcando sus propias normativas.

Los certificados de sostenibilidad, generalmente realizan una valoración de cada ejemplo mediante la suma total de diferentes aspectos de carácter sostenible. Por lo que en la actualidad no se dispone de un certificado que valore únicamente el uso de materiales reutilizados o reciclados, así como la gestión de residuos de construcción y demolición. Con esto se conseguiría potenciar el uso de materiales reutilizables creando una mayor competencia en el sector.

Para controlar y organizar la gestión de residuos de construcción y demolición, se han ido estableciendo normativas, clasificaciones, guías, entre otros documentos informativos tanto en el ámbito europeo como puede ser la clasificación de los residuos mediante los códigos LER como a nivel Estatal como puede ser la obligación de realizar un plan de residuos de construcción y demolición en las obras.

En el presente trabajo, se han estudiado dos formas de reutilizar materiales para construir: por un lado, con materiales reutilizables sin transformación y, por otro lado, materiales reutilizables con algún proceso intermedio. Ambos son respetuosos con el medio ambiente pero sus diferencias se encuentran en la utilización del propio material y por ende sus ventajas y desventajas tanto en uso como resultados.

Los materiales reutilizables sin transformación se consideran el propio material u elemento que estaba destinado a un uso determinado y se reutiliza como material de construcción con otro uso o función diferente. Este tipo de uso es el más sostenible, ya que no se produce ningún cambio físico o químico en el material para emplearse, sin embargo, sus dimensiones o formas que ya están determinadas limitan su adaptación a las distintas situaciones o requisitos. Es por eso que este método requiere de un esfuerzo de diseño para reinterpretar y optimizar su aplicación.

Esto requiere por parte de los arquitectos y otros técnicos que intervienen en el Proyecto cierta sensibilidad y formación a la vez que grandes dosis de imaginación. Se han encontrado numerosos ejemplos, aunque la mayoría dispersos y poco conocidos o con escaso reconocimiento.

Por otro lado, los materiales reutilizables son aquellos materiales reciclados que han sido tratados física o químicamente para obtener un material “limpio” y aprovechable. El empleo de este tipo de materiales consume más recursos que el anterior, pero posee la ventaja de ser más flexible y dar más posibilidades de uso a la hora de construir. Se debe poner en valor y fomentar este tipo de aplicación, ya que actualmente están considerados como materiales de construcción de escasa calidad y difícil aplicación.

Los ejemplos de buenas prácticas expuestos muestran las posibilidades de uso y aplicación de algunos de los diversos materiales de construcción reutilizables. No hay mejor forma para manifestar sus capacidades que mostrando casos reales y ver las técnicas de uso que se han usado en la arquitectura actual. Todo ello con el objetivo de dar a conocer nuevas formas de construir sostenibles para cuidar el medioambiente.

12.2 Difusión en red social

Uno de los objetivos de este trabajo es dar a conocer nuevas formas de construir con materiales reutilizables, ya que actualmente se observa un escaso uso de ellos en el sector de la construcción, quizás, por la falta de información y confianza en estos

materiales. Por tanto, se ha decidido hacer uso de redes sociales, para poder dar visibilidad e informar sobre los aspectos más importantes de este ámbito.

La red social elegida para realizar la difusión, ha sido Instagram, la cual es popular entre los más jóvenes. El motivo de orientarse a un público joven se encuentra en la concienciación de un público que vivirá las consecuencias de la contaminación global y la necesidad de cambiar los hábitos actuales por unos más sostenibles.



Ilustración 49. Perfil de Instagram

Fuente: @reciclarparaconstruir

Se trata de compartir información tanto de las consecuencias ambientales de la construcción como de las posibilidades de construcción sostenible desde el punto de vista del uso de materiales reutilizables para construir. Para ello, se comparte información contrastada sobre el impacto ambiental de la construcción, además de publicar ejemplos de la arquitectura actual que se adaptan a reducir este impacto, así como la utilización de materiales reutilizables.

En la ilustración anterior muestra el perfil de Instagram creado, donde podemos ver que el nombre es @reciclarparaconstruir, el cual se debe utilizar en la aplicación para encontrarlo. También podemos ver el número de publicaciones hasta la fecha, así como el número de seguidores y seguidos por la cuenta. Cabe destacar que se puede acceder a la aplicación mediante ordenador o smartphone, siendo esta última opción más adecuada para tener un acceso total a sus posibilidades, dado que la plataforma está ideada para el uso mediante esta vía.

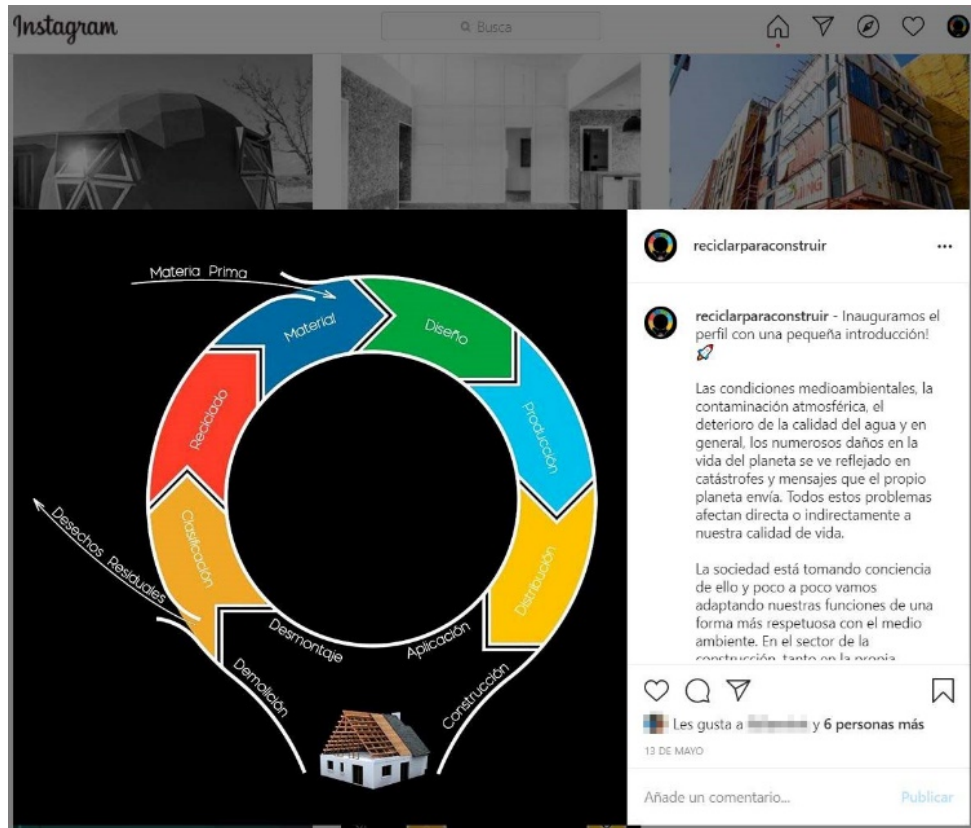


Ilustración 50. Primera publicación de Instagram

Fuente: @reciclarparaconstruir

El uso de esta plataforma ha sido reiterado desde su primera publicación (ilustración anterior) el 13 de mayo de 2020, el cual se presenta con una introducción del perfil. Desde entonces se ha ido compartiendo información que también podemos encontrar en el presente trabajo. Al igual que en este trabajo, se ha seguido una evolución, siendo las primera publicaciones información general del impacto ambiental del sector de la construcción, y posteriormente ejemplos de la arquitectura actual que hayan empleado materiales reutilizables.

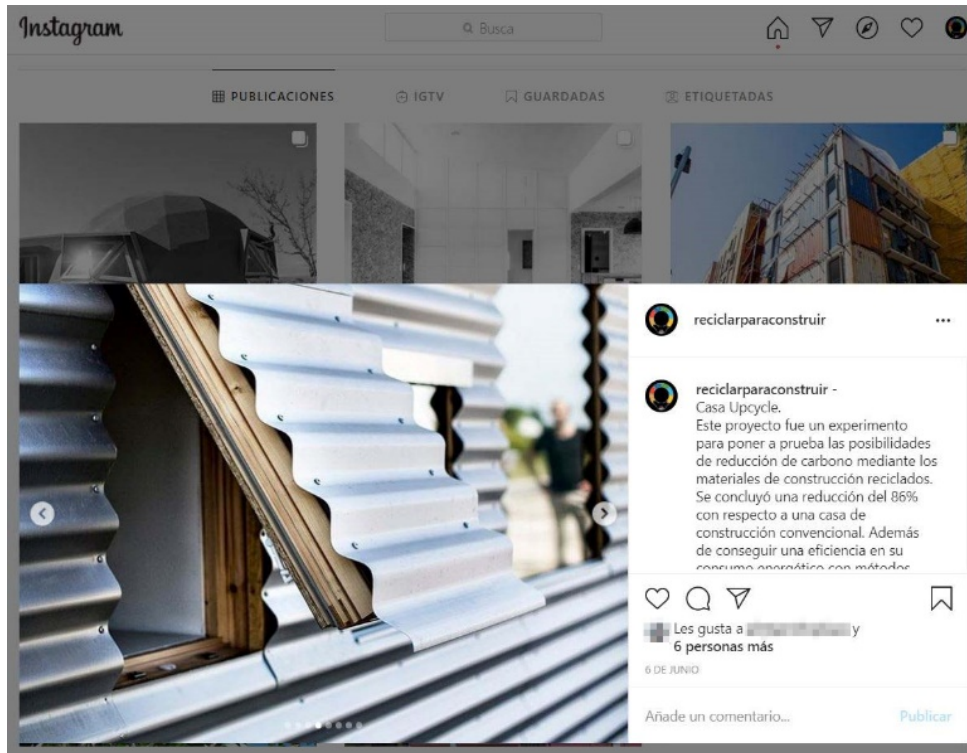


Ilustración 51. Publicación ejemplo materiales reutilizables

Fuente: @reciclarparaconstruir

Las publicaciones de los ejemplos de buenas prácticas, como en el caso de la expuesta previamente, constan de una breve descripción del proyecto y sus materiales reutilizables, acompañada de fotos que ayudan a visualizar los materiales de los que están compuestos los ejemplos. Una vez publicado, los seguidores pueden compartirla con otros usuarios, comentarlo o señalar que les gusta.

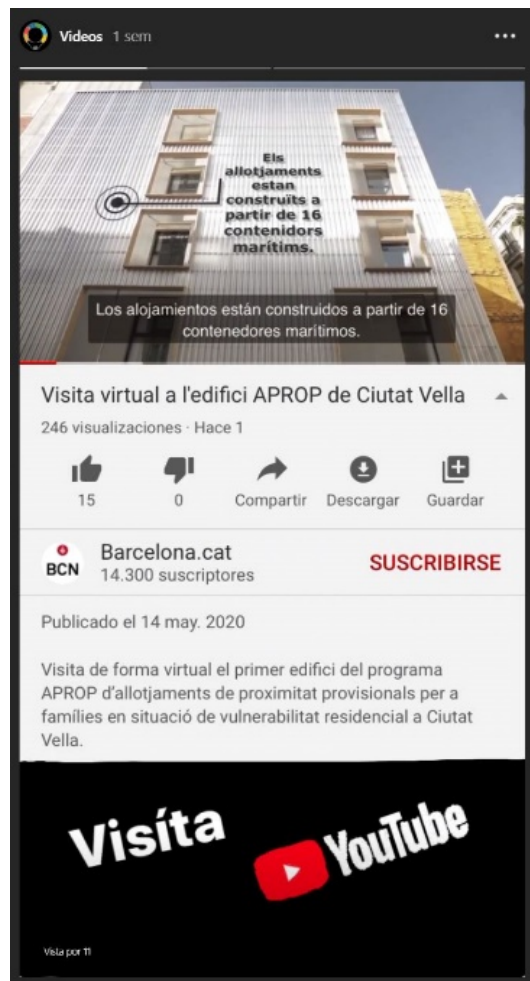


Ilustración 52. Historia de Instagram ²¹

Fuente: @reciclarparaconstruir

Por otro lado, también se han realizado “historias”, las cuales son publicaciones que desaparecen pasadas 24 horas, el uso de ellas se ha destinado a difundir información adicional relacionada, como compartir publicaciones interesantes de otros perfiles, así como videos de YouTube.

El perfil ha creado cierto interés, así como a seguidores de Suramérica los cuales también incentivan el uso de materiales reutilizables. Por tanto, es muy probable que el perfil continúe realizando publicaciones con el fin de crecer y darse a conocer para motivar el uso de los materiales sostenibles de construcción, así como sus posibilidades de uso y capacidades mediante ejemplos de la arquitectura.

²¹ Esta ilustración se muestra en vertical dado que es una captura de pantalla desde la aplicación móvil de Instagram.

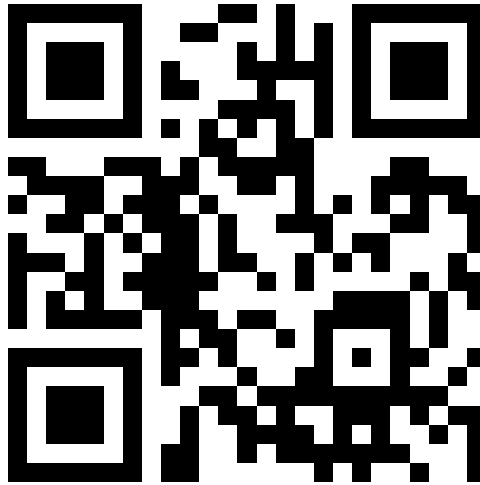


Ilustración 53. Código QR perfil de Instagram

Fuente: @reciclarparaconstruir

Por último, se facilita un código QR mediante el cual se accede directamente al perfil @reciclarparaconstruir de Instagram.

13 NUEVAS RETOS Y TENDENCIAS: DECONSTRUCCIÓN

En los últimos años se está produciendo un nuevo fenómeno relacionado con estas cuestiones que se denomina “deconstrucción”. Consiste fundamentalmente en el desmontaje ordenado de un edificio o construcción en general para utilizar o reutilizar cada uno de sus elementos.

Esto requiere una planificación y organización general de partida en un proyecto específico que tenga en cuenta las características de las soluciones constructivas y materiales que forman un edificio, las cuales pueden ser muy variables.

Países con mayor tradición y experiencia en soluciones parcial o totalmente prefabricadas tienen varios estudios e investigaciones actualmente, como en Estados Unidos, donde la mayoría de la construcción es ligera y se realiza en seco.

Es un campo o faceta interesante, aunque dada la extensión y su poca aplicación en nuestro entorno, no se ha considerado como parte de este trabajo, dado que requeriría un estudio específico.

14 CONCLUSIONES

A lo largo del trabajo se ha ido analizando diferentes ámbitos en relación a la producción y gestión de RCD's, así como al de materiales reutilizables y se puede concluir que la posibilidad de crear una economía circular y emplear materiales reutilizables en construcción es un objetivo alcanzable. Sin embargo, aún quedan muchos aspectos que desarrollar, así como mejorar las capacidades de los materiales reutilizables o la ampliación de variedad con nuevos materiales para construcción.

Los materiales empleados en los ejemplos de buenas prácticas que se han ido mostrando en el trabajo han demostrado ser capaces de estar a la altura de los materiales convencionales que han estado utilizando hasta ahora. La imagen de baja calidad o desconfianza hacia ellos que socialmente está inculcada se refuta mediante los ejemplos de arquitectura actual expuestos, mostrando ser capaces de proporcionar una calidad y un aspecto presumibles. Por tanto, se puede afirmar que se puede hacer no solo buena construcción, sino buena arquitectura.

Como ventajas hay que destacar principalmente que el uso de estos materiales ayuda a reducir el consumo de materias primas y genera una menor contaminación atmosférica. El empleo de estos, persigue el concepto de la economía circular, es decir, prolongar la vida útil de los materiales, dotarles de una segunda oportunidad y evitar que acaben en vertederos.

Como desventajas encontramos que aún no hay una variedad en el mercado para que estos materiales sostenibles puedan competir entre ellos o con los materiales convencionales. Por lo general son algo más caros y en algunos casos aún no son tan efectivos como el material utilizado habitualmente no sostenible.

Además, el empleo de estos materiales tiene escaso reconocimiento todavía, tanto por su pequeña puesta en valor por parte de los certificados sostenibles, por la falta de una regulación específica como el insuficiente apoyo por parte de las entidades públicas para promover el empleo de estos materiales.

Actualmente existen proyectos y estudios que trabajan por innovar el uso de materiales reutilizables con el objetivo de crear una sostenibilidad ambiental. No obstante, para ello es necesario la colaboración ciudadana y el apoyo de las grandes entidades para cambiar el actual sistema inestable.

15 FUTURAS VIAS DE INVESTIGACION-APLICACIÓN

Mi interés por la construcción sostenible me anima a intentar aplicar los conocimientos obtenidos durante el desarrollo de este trabajo en trabajos próximos, así como enfocar mi Trabajo Final de Máster en un ámbito respetuoso en cuanto a materiales reutilizables y reciclables.

También, de cara a mi futuro laboral aspiro a poner en práctica y desarrollar los trabajos de forma respetuosa con el medio ambiente. Además, teniendo en cuenta que es un tema novedoso y específico puede ser oportuno formar parte de la investigación y mejoramiento de materiales sostenibles para la construcción.

16 BIBLIOGRAFÍA

¿Qué frena a las innovaciones verdes en la construcción? [en línea], 2017. [Consulta: 2 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.ecoticias.com/sostenibilidad/135767/Que-frena-a-las-innovaciones-verdes-en-la-construccion>.

BOLUMBURU, B.A., 2013. *Mundos medievales: espacios, sociedades y poder: homenaje al Profesor José Ángel García de Cortázar y Ruiz de Aguirre* [en línea]. S.I.: PUBliCan. Historia. ISBN 9788481026504. Disponible en: https://books.google.es/books?id=3HEsX_vuekC.

CELESTÍ VENTURA, 2019. Otra edificación es posible. [en línea]. [Consulta: 1 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/natural/cambio-climatico/20191209/472044680712/cumbre-clima-madrid-construccion-edificios-sostenibles.html>.

COMISIÓN EUROPEA, 2014. Oportunidades para un uso más eficiente de los recursos en el sector de la construcción. *EUR-Lex* [en línea], pp. 1-21. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52014DC0445>.

DOMINGO, J., 2009. (2009) - J. Á. Domingo, «La reutilización de material decorativo clásico durante la tardoantigüedad y el altomedioevo en Cataluña», in *Butlletí Arqueològic*, V, 32, 2009, pp. 795-848. ,

ESPAÑA. CONSEJO DE MINISTROS, 2007. II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2008-2015 (II PNRCDD). *Boletín Oficial del Estado* [en línea], vol. 2015, pp. 441. Disponible en: http://www.cepco.es/Uploads/docs/pnir_anexo_06.pdf.

FUNDACIÓN CONAMA, COUNCIL GREEN BUILDING y RCD ASOCIACIÓN, 2018. Economía Circular en el ámbito de la construcción. *Congreso Nacional del Medio Ambiente 2018* [en línea], pp. 1-63. Disponible en: http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs2018/6_final.pdf.

GOBIERNO DE ESPAÑA, M. para la T.E. y el R.D., 2020. El Gobierno aprueba la Estrategia Española de Economía Circular para reducir la generación de residuos y mejorar la eficiencia en el uso de recursos. *Nota de Prensa*,

GONZÁLEZ SOUTELO, S., 2013. ¿De Qué Hablamos Cuando Hablamos De Balnearios Romanos? La Arquitectura Romana En Los Edificios De Baños Con Aguas Mineromedicinales En Hispania. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología*, vol. 39, no. 2013, pp. 123-150. ISSN 02111608. DOI 10.15366/cupauam2013.39.006.

IHOBE, 2016. Guía para el uso de reciclados en materiales construcción. ,

MARTIN, M., 1999. Reciclaje de desechos sólidos en América Latina. *Frontera Norte*, vol. 25, pp. 1-25.

MARTÍNEZ, C. y TOMÉ, M., 2009. Gestión de residuos de construcción y demolición (RCDS): importancia de la recogida para optimizar su posterior valorización. *Congreso nacional del medio ambiente (España)* [en línea], Disponible en: http://www.concretonline.com/pdf/09rcd/art_tec/conamaRCD14.pdf.

MERCADER MOYANO, P., RAMÍREZ DE ARELLANO-AGUDO, A., CÓZAR-CÓZAR, E. y RUESGA-DÍAZ, D.J., 2017. Sistema BIM de cuantificación automática de los residuos de construcción y demolición. *Estudios del hábitat*, vol. 15, no. 2, pp. 024. ISSN 2422-6483. DOI 10.24215/24226483e024.

MITERD, 2020. Informe de Inventario Nacional. [en línea]. S.I.: Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/es-2020-nir_tcm30-508122.pdf.

ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL, 2019. La concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera alcanza un nuevo récord. [en línea]. S.I.: [Consulta: 7 septiembre 2020]. Disponible en: <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-concentración-de-gases-de-efecto-invernadero-en-la-atmósfera-alcanza>.

PROTOCOLO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA UE, 2016. Construcción y demolición en la UE. *Comisión Europea* [en línea], Disponible en: <https://static.construible.es/media/2017/11/protocolo-gestion-residuos-construccion-demolicion-ue.pdf>.

RCD ASOCIACIÓN, 2016. Legislación - Marco legislativo. [en línea]. [Consulta: 7 septiembre 2020]. Disponible en: <http://www.rcdasociacion.es/documentacion/legislacion>.

RODRÍGUEZ RUBIO, E., 2015. «RECICLAJE DE MATERIALES» ESCOMBRO EN LA CONSTRUCCIÓN. , pp. 89.

S CARROQUINO, M.J., 2013. Reciclaje de edificios en desuso. *CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS_COA UNIZARR* [en línea]. [Consulta: 24 agosto 2020]. Disponible en: <https://coaunizar.wordpress.com/2013/10/26/reciclaje-de-edificios-en-desuso/>.

World Green Building Week 2019. [en línea], 2019. [Consulta: 2 septiembre 2020]. Disponible en: <https://gbce.es/evento/world-green-building-week-2019/>.

17 ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible.	8
Ilustración 2. Interior del balneario de Alhama de Murcia.....	13
Ilustración 3. Capitel reaprovechado en el conjunto episcopal. Terrassa.	14
Ilustración 4. Ánforas para drenaje en la Pza. de las Tenerías (Zaragoza).	15
Ilustración 5. Niveles CO2 a lo largo de la historia de la tierra.	15
Ilustración 6. Niveles de CO2 durante la Era Industrial.	16
Ilustración 7. Relación de Temperatura global con niveles CO2	17
Ilustración 8. Evolución de los niveles de CO2 en España.....	17
Ilustración 9. Gráfica de emisiones por sector en 2018.....	18
Ilustración 10. Esquema conceptual economía circular en construcción.....	22
Ilustración 11. Certificados sostenibles	24
Ilustración 12. Tabla de puntuaciones LEED	25
Ilustración 13. Generación de RCD por comunidades.....	31
Ilustración 14. Gráfica de generación de residuos CV.	32
Ilustración 15. Portada guía RATOS NACIONALES	39
Ilustración 16. Tablas Región Mediterránea Litoral	40
Ilustración 17. Paso 1 planta de valorización	42
Ilustración 18. Paso 2 planta de valorización	42
Ilustración 19. Paso 3 planta de valorización	43
Ilustración 20. Paso 4 planta de valorización	43
Ilustración 21. Paso 5 planta de valorización	44
Ilustración 22. Paso 6 planta de valorización	44
Ilustración 23. Edificio APROP, Barcelona acabado	46
Ilustración 24. Edificio APROP, Barcelona acabado	47
Ilustración 25. Fachadas museo de arte Naju.....	48
Ilustración 26. Sección constructiva fachada museo de arte Naju.....	49
Ilustración 27. Fachada ventanas casa pública Kamikatz.	50
Ilustración 28. Interior casa pública Kamikatz.	51
Ilustración 29. Casa alas Boeing 747 exterior	52
Ilustración 30. Casa alas Boeing 747 patio	52
Ilustración 31. Ladrillo amarillo para fachada	53

Ilustración 32. Casa Tove exterior	54
Ilustración 33. Casa Tove exterior	55
Ilustración 34. Pallet House / Cristián Irarrázaval Architects	56
Ilustración 35. Pallet House / Cristián Irarrázaval Architects	57
Ilustración 36. Comedor restaurante Ribera.....	58
Ilustración 37. Acceso a baños restaurante Ribera.....	59
Ilustración 38. Cubierta impermeabilizada con Imperllanta.....	90
Ilustración 39. Proceso constructivo Imperllanta	91
Ilustración 40. Casa Upcycle / Lendager Arkitekter.....	92
Ilustración 41. Casa Upcycle / Lendager Arkitekter.....	93
Ilustración 42. Vivienda unifamiliar geodésica y autosuficiente.....	94
Ilustración 43. Vivienda unifamiliar geodésica y autosuficiente.....	95
Ilustración 44. Poliestireno Expandido, rodapié y molduras	96
Ilustración 45. Poliestireno Expandido, aislante térmico.....	97
Ilustración 46. Ladrillos PET	98
Ilustración 47. Ejemplo de vivienda en construcción ladrillos PET	98
Ilustración 48. Ejemplo de vivienda acabada ladrillos PET	99
Ilustración 49. Perfil de Instagram.....	102
Ilustración 50. Primera publicación de Instagram.....	103
Ilustración 51. Publicación ejemplo materiales reutilizables	104
Ilustración 52. Historia de Instagram	105
Ilustración 53. Código QR perfil de Instagram.....	106