



Estudis monogràfics





L'economia circular al sector de la construcció

Jaume Ferrer Marrades¹

1. Introducció

S'ha presentat recentment el projecte Economia circular Espanya (ECE), que ha dut a terme un conjunt de persones i institucions (v. nota a peu de pàgina) al llarg dels dos darrers anys. El projecte ECE ha permès identificar la situació actual, les oportunitats i les prioritats en matèria d'economia circular en onze sectors de l'economia espanyola, i ha comptat amb la participació de més de cent empreses i associacions sectorials. La finalitat del projecte ECE és servir de suport a l'Estratègia Espanyola d'Economia Circular 2030 (EEEC 2030), aprovada recentment pel Congrés i desenvolupada pel Govern espanyol a través d'un conjunt de plans i de mesures.

Les conclusions del projecte ECE s'han distribuït a les administracions i al sector privat, i estan disponibles al enllaç següent: https://drive.google.com/drive/folders/1eu5HjZ4Hn8Zsnw_89Peefbt-3S0j2YoJ?hl=es

L'economia circular és un dels pilars del Pacte Verd Europeu (*European Green Deal*) i del programa NextGenerationEU (2020).

L'EEEC 2030 estableix unes fites ambicioses respecte del 2010. Algunes d'aquestes fites són:

- la millora de la intensitat (PIB) en el consum net de materials (30 %) per unitat de producció;
- la reducció de la generació de residus (15 %);
- la reducció dels residus alimentaris (50 %);
- la millora de la reutilització dels residus municipals (+10 %);
- la millora de l'eficiència en el consum de l'aigua (+10 %), i
- la reducció dels gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) (< 10 M de tones equivalents CO₂)

A més, recentment el Congrés ha aprovat la nova Llei de residus del 2022, un dels pilars fonamentals de l'economia circular.

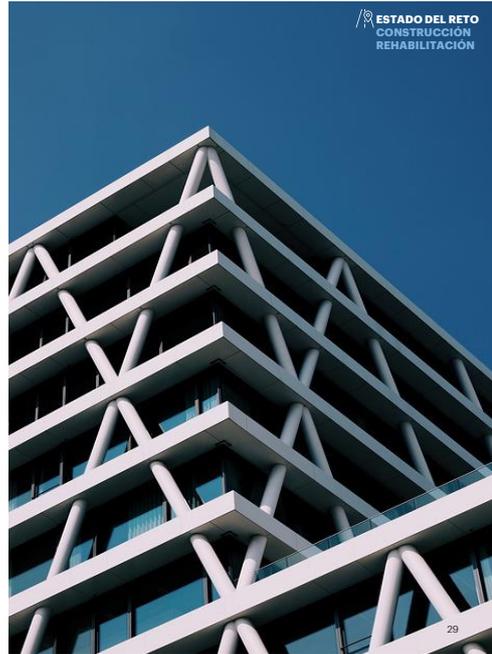
Al seu torn, per raó del seu pes sobre el PIB, l'impacte social i també el consum de recursos naturals i energètics, el sector de la construcció (edificis nous, rehabilitació i infraestructures) és fonamental per tal d'aconseguir una transició eficaç cap a l'economia circular.

¹ Jaime Ferrer (coordinador), Accenture (Nino Ferreria, Álvaro Remón i equip d'experts), Càtedra d'Economia Circular i Sostenibilitat del TecnoCampus Mataró i la Universitat Pompeu Fabra (Mar Isla); Càtedra UNESCO de Sostenibilitat de la Universitat Politècnica de Catalunya (Jordi Morató i Brent Villanueva); Fundació per a la Sostenibilitat Energètica i Ambiental (Joan Batalla i Manuel Villa). Projecte Economia circular Espanya, 2022.

EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN ES ESTRATÉGICO PARA LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

Características del sector:

- Incluye actividades **inmobiliarias**, de **infraestructuras** y **estructuras industriales**
- Comprende **+ 1,3 millones de trabajadores indirectos**
- Aporta **-5% del PIB** en España
- Se espera un **crecimiento**: 3,5% (2022), 3% (2023)



Fuente: ElEconomista (2021). "La construcción es una industria que está en retroceso y necesita ganar productividad."



Tot i que el Pla de Recuperació, Transformació i Resiliència (PRTR) aprovat pel Govern central inclou mesures importants en matèria d'habitatge social, mobilitat i rehabilitació energètica dels edificis, considerem que l'èxit de l'EEEC 2030 exigirà una sèrie de mesures addicionals en el sector de la construcció, que es comenten en aquest article.

SE HAN IDENTIFICADO LOS SIGUIENTES ASPECTOS RELEVANTES PARA LA POLÍTICA DE VIVIENDA EN EL PLAN DE RECUPERACIÓN (PRTR):

REFORMA	OBJETIVO	HITOS
 <p>IMPLEMENTACIÓN DE LA AGENDA URBANA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reforzar la relación bilateral con los municipios en materia de Agenda Urbana • Garantizar la colaboración entre el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) • Impulsar la calidad de la Arquitectura y del entorno construido como elemento básico de la calidad de vida de las personas • Dotar a los municipios de una normativa básica y común para todo el territorio nacional fomentando la igualdad • Regulación de las políticas de vivienda como servicio público de interés general. Blindaje de la función social de la vivienda. Promover el desarrollo de los parques públicos de la vivienda. Refuerzo del derecho de una vivienda digna a precio asequible. Refuerzo de la planificación y cooperación interadministrativa en la materia. Transparencia e información en las operaciones inmobiliarias de vivienda 	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Foro Ciudades, como foro permanente e institucionalizado de encuentro y colaboración, el 21/07/2020 • Ley de Arquitectura y Calidad del Entorno Construido Iniciado proceso de participación pública 10/11/2020 • Orden Ministerial de accesibilidad en los espacios públicos urbanizados. Trámite de audiencia e información pública finalizado 26/06/2020 • Finalizada la fase de consulta pública previa 15/11/2020 • Iniciado el proceso participativo sobre la futura Ley por el derecho a la vivienda 23/11/2020
 <p>ACTUALIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA A LARGO PLAZO PARA LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN EL SECTOR DE LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia a largo plazo para apoyar la renovación de los parques naturales nacionales de edificios residenciales y no residenciales, tanto públicos como privados, transformándolos en parques inmobiliarios con alta eficiencia energética y descarbonizados antes de 2050, facilitando la transformación económicamente rentable de los edificios existentes en edificios de consumo de energía casi nulo 	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia presentada a la Comisión Europea el 6 de julio de 2020
 <p>PROGRAMA DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dar un impulso a la sostenibilidad de la edificación mediante actuaciones que van desde cambios en la envolvente térmica, a la sustitución de instalaciones de generación térmica con combustibles de origen fósil por generación térmica basada en fuentes renovables como la biomasa, la geotermia, la solar térmica, la bomba de calor, o la generación eléctrica renovable para el autoconsumo y la incorporación de tecnologías de regulación y control, así como la mejora en la eficiencia energética en la iluminación. Presta especial atención a los colectivos vulnerables. Dotado con 300 M€ para proyectos presentado hasta 31/07/2020. Da continuidad a los programas, PAREER - CRECE y PAREER II (entre octubre de 2013 y diciembre de 2018) y que contaron con un presupuesto conjunto de 404 M€ 	<ul style="list-style-type: none"> • Real Decreto 737/2020, de 4 de agosto, por el que se regula el programa de ayudas para actuaciones de rehabilitación energética en edificios existentes y se regula la concesión directa de las ayudas de este programa a las comunidades autónomas y ciudades de Ceuta y Melilla



Copyright © 2021. All rights reserved 21

2. Reptes de la transició «verda» en matèria de construcció

El sector de la construcció presenta un dels balanços mediambientals més negatius dels sectors de l'economia, per causes com ara el baix aprofitament del parc d'edificis (habitatges i oficines), les emissions de GEH, l'ocupació creixent d'un sòl cada vegada més escàs, el consum de recursos naturals verges i el seu impacte nociu en els ecosistemes.



EL IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR ES MUY RELEVANTE: GENERA 40% DE LAS EMISIONES, ENVÍA LA MITAD DE MATERIALES DE DEMOLICIÓN A VERTEDEROS, ACUMULA 3,4M DE VIVIENDAS VACÍAS E INVADE CADA VEZ MÁS TERRITORIO



Copyright © 2021. All rights reserved 30

Atès el pes del sector de la construcció en l'economia, a manca d'un canvi de paradigma, no seran factibles l'increment significatiu de la ràtio de PIB/recursos primaris, la reducció dels recursos verges, la reutilització dels residus ni l'assoliment dels objectius de reducció de les emissions de GEH previstos a l'EEEC 2030.

LA ECONOMÍA CIRCULAR ES UNA PALANCA EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL SECTOR

- El **aumento de la productividad** desde 2007 fue resultado de la **caída del peso relativo** de la construcción en el PIB
- La **productividad de los recursos (PIB/CMI) apenas ha cambiado** en los últimos 10 años, a pesar de los avances tecnológicos (maquinaria pesada, drones y visión por ordenador, tecnologías de industrialización disponibles)
- Existe una necesidad de **invertir en tecnología y digitalización** para mejorar productividad



Fuente: El Economista (2021). "La construcción es una industria que está en retroceso y necesita ganar productividad."

Copyright © 2021. All rights reserved 31

3. Què és l'economia circular?

L'economia circular busca maximitzar el valor aportat a la societat, preservant el capital natural, amb una utilització mínima dels recursos primaris, optimitzant l'ús dels materials i dels productes, millorant l'efectivitat del sistema i minimitzant les anomenades *deseconomies externes* (p. ex., l'exhauriment dels recursos naturals, la contaminació —de l'aire, dels mars, acústica, lumínica—, la congestió, les emissions de GEH, la destrucció dels ecosistemes).

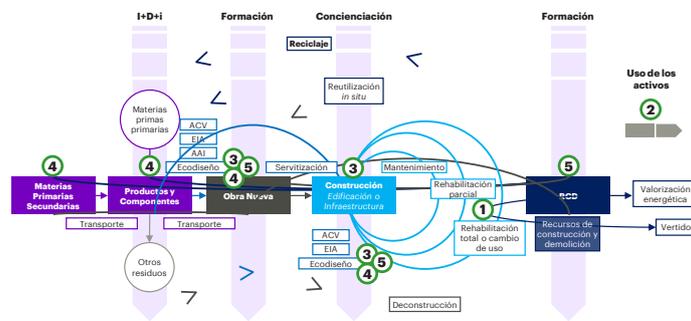


LA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN PERSIGUE MAXIMIZAR EL USO Y REAPROVECHAMIENTO DE EDIFICIOS Y RECURSOS REDUCIENDO EL IMPACTO AMBIENTAL

Aspectos clave:

- 1 **Eco diseño** orientado al **alargamiento de vida útil** de edificios mediante **rehabilitación (y con materiales reciclables)**
- 2 **Aprovechamiento más elevado** del parque existente mediante fórmulas de **alquiler y "coworking" (entre otras)**
- 3 **Eco diseño** minimizando impacto energético y de recursos, (**uso de construcción "seca" industrializada**) en **nueva obra y en rehabilitación.**
- 4 Empleo de **nuevos materiales** de larga vida industrializados **a base de recursos recuperados y valorizados.**
- 5 **Deconstrucción** facilitada en fase de (eco) diseño

Cadena de valor de la construcción y rol de la economía circular



Fuente: Fundación Conama. Congreso Nacional del Medio Ambiente (2018). Grupo de trabajo GT-6. 'Economía circular en el sector de la construcción.'

Copyright © 2021. All rights reserved 26

L'economia circular es basa en cinc bones pràctiques que es comencen a aplicar en diversos sectors de l'economia espanyola, inclòs el de la construcció industrialitzada.

LOS MODELOS DE NEGOCIO PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR

Se han evaluado **cinco modelos de negocio que constituyen los motores de la economía circular** (junto a la mejora en la eficiencia de procesos con el fin de minimizar el consumo de recursos).

El estudio aporta información sobre **el grado de adopción** de dichos modelos de negocio en la industria española en la actualidad y **las proyecciones a 3 años, según más de 100 empresas y asociaciones sectoriales pertenecientes a 11 sectores**



RECURSOS RENOVABLES Y DE AHORRO

Uso de energías bio/renovables o materiales potencialmente renovables (ej. maderas, cementos ecológicos, hormigones ecológicos), redes energéticas "prosumidoras" inteligentes.



PRODUCTO COMO SERVICIO

Fomento del alquiler, formulas colaborativas de alquiler (ej. Cooperativas de alquiler con derecho de uso sobre suelo público, promociones públicas con financiación mixta...)



PLATAFORMAS USO COMPARTIDO

Incremento del uso de viviendas mediante modelos colaborativos de uso, acceso o propiedad, vivienda colaborativa...



EXTENSIÓN VIDA ÚTIL

Diseño orientado a la prolongación de la vida de edificios mediante rehabilitación y mantenimiento orientados a la durabilidad y la eficiencia energética



RECUPERACIÓN DE RECURSOS

Recuperación de materiales usados o energía proveniente de residuos (ej. aceros y fibras recicladas, áridos reciclados y otros para uso en la construcción o en otros sectores)



Extracto informe "Circular Advantage: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth". Accenture 2015

Copyright © 2021. All rights reserved 7



... A SU VEZ, SON IMPORTANTES PARA LA TRANSICIÓN HACIA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, UN CONJUNTO DE DIRECTIVAS E INICIATIVAS VOLUNTARIAS DE EMPRESAS Y ASOCIACIONES (Ejemplos)

- **Marcado CE** establecido por el "Reglamento Europeo para la comercialización de productos de construcción" (el cual facilita sugerencias de uso en materia de sostenibilidad de materiales con información sobre su composición o si están exentos de agentes contaminantes)



- **Certificados propios** que emiten industrias comercializadoras de materiales sobre su procedencia y composición (componentes reciclados, huella ecológica, durabilidad, potencial de reciclaje. Por ejemplo:



- El instituto de certificación "Cradle to Cradle" (c2ccertified.org/get-certified/cradle-to-cradle-certified-version-4)



- **Organismos de apoyo a la innovación y certificación ambiental en tecnologías de la construcción como el ITeC (Barcelona) que opera en toda España y en varios (<https://itec.es/servicios>).**



- La plataforma "Building as Material Banks" (www.bamb2020.eu) operando en 7 países, elabora informes sobre regulaciones dirigidos a la UE y estados así como actúa como laboratorio y banco de prueba de modelos y tecnologías de construcción circular y registros de materiales.



- la plataforma [www.madaster](http://www.madaster.com) (registro y pasaporte de materiales) que opera en Benelux y Alemania principalmente.



- Las plataformas de reventa de materiales de 2ª y 3ª vida https://excessmaterialsexchange.com/en_us/



Copyright © 2021. All rights reserved 22

Vegem-ne alguns exemples:

- L'estalvi i l'ús de recursos de fonts renovables.

Exemples: l'ecodisseny orientat a l'estalvi de recursos i d'energia, el disseny per a l'estalvi energètic, materials de construcció basats en bioderivats, xarxes energètiques intel·ligents «prosumidores», alimentades per fonts renovables.

- La recuperació de recursos (o la valorització dels residus).

Exemples: la construcció amb materials reciclables (p. ex., acer, fustes laminades, panells de fibra, plàstics reciclables, vinils reciclables), fonts d'energia basades en residus orgànics (p. ex., hidrogen verd, biogàs).

- L'ampliació de la vida útil.

Exemples: ecodisseny «per durar», facilitant el manteniment i la substitució dels components de la construcció, l'extensió de la vida dels equips de generació i de les instal·lacions, la rehabilitació energètica.

- Els productes i els actius com a servei.

Exemples: equips i bateries d'emmagatzematge d'energia renovable mantingudes per l'industrial proveïdor.

- Les plataformes d'ús compartit.

Exemples: models residencials col·laboratius (p. ex., cooperatives «nòrdiques» de dret d'ús, el disseny flexible orientat al cotreball).

Moltes entitats oficials i privades estan desenvolupant directives, creant bancs de materials i implementant certificacions de bones pràctiques en matèria de construcció sostenible (en l'àmbit de la Unió Europea).

4. Casos reals de construcció sostenible a Espanya

A l'apartat següent, es comparteixen casos de bones pràctiques al nostre país.

LA REHABILITACIÓN IMPACTA EN LA EXTENSIÓN DE LA VIDA ÚTIL Y EL AHORRO ENERGÉTICO



PILARES



REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

CASOS

Destacan dos modelos de negocio que ya se han replicado en varios países: el modelo estadounidense PACE (el europeo EURO PACE) y el enfoque holandés Energiesprong.

- **PACE (Property Assessed Clean Energy) y EURO PACE** proporciona servicios integrados de rehabilitación energética para el mercado residencial, permitiendo a los propietarios de viviendas recibir financiación para cubrir el 100% de los costes iniciales de un proyecto de rehabilitación. La responsabilidad es asegurada con la propiedad y se paga a través de un impuesto adicional sobre la propiedad, normalmente en plazos prolongados (de hasta 20 años), lo que hace que los reembolsos sean más asequibles. Es importante destacar que la responsabilidad permanece en la propiedad si hay un cambio de propietario.
- **La iniciativa holandesa Energiesprong** comenzó con un programa de innovación financiado por el gobierno y se propone lograr rehabilitaciones energéticas para conseguir edificios de consumo casi nulo de (principalmente) casas adosadas.
- Su objetivo es hacerlo mediante la reestructuración de la cadena de valor, instalaciones rápidas y el uso de materiales prefabricados. Energiesprong aplica contratos de rendimiento energético, en los que la mayor parte del coste se cubrirá con facturas de energía más bajas, mientras que el rendimiento se garantiza dentro del contrato.
- La iniciativa está diseñada para apoyar la rehabilitación profunda de las viviendas hasta un nivel de consumo energético casi nulo, que ofrece una instalación rápida, largas garantías de rendimiento y un conjunto de parámetros de calidad ambiental interior. **Las obras suelen incluir el uso de fachadas prefabricadas, paneles fotovoltaicos y una bomba de calor.**



Copyright © 2021. All rights reserved 60

LOS MATERIALES RECICLABLES Y RENOVABLES Y LAS ENERGÍAS RENOVABLES TIENEN UNA IMPORTANCIA CRECIENTE EN LA CONSTRUCCIÓN (1/2)



PILARES EN EL SECTOR ENERGÉTICO



DISEÑO ECOSOSTENIBLE



AHORRO ENERGÉTICO

FACILITADORES

- **Criterios de diseño:** selección de materiales y de técnicas constructivas, orientación de edificios, fachadas ventiladas, sistemas de ventilación natural y de fuente energética renovable, sistemas de persianas y paravientos, sistemas de calefacción y AC.
 - **Edificio Platinum (Poble Nou, Barcelona)** obtiene 1a puntuación mundial en arquitectura sostenible (101 puntos en el rating "Leed Green Building") por su diseño eficiente en consumo de agua y energía.
 - **Construcción con certificación Leed Gold: restauración saludable, trazabilidad y proximidad.** Ej. Hotel Empuries.
 - **Edificio Media TIC (22@ en Barcelona)** por el uso de materiales industrializados y minimización de consumos energéticos
-
- **Implementación de medidas de ahorro de energía:** detectores de movimiento, desconexión automática de aparatos electrónicos, aprovechamiento luz natural y uso de energía solar y bombillas de bajo consumo y control diario de consumo energético. Controles energéticos y de consumo de agua que ha permitido mejorar la calificación energética de emisiones de CO₂.



Copyright © 2021. All rights reserved 58



LOS MATERIALES RECICLABLES Y RENOVABLES Y LAS ENERGÍAS RENOVABLES TIENEN UNA IMPORTANCIA CRECIENTE EN LA CONSTRUCCIÓN (2/2)

PILARES EN EL SECTOR ENERGÉTICO



MATERIALES RENOVABLES Y RECICLABLES



FACILITADORES

- **Ecurban Barcelona (oficinas)**. Materiales reciclables, libres de productos tóxicos. Ahorro energético mediante cubierta de placas solares y de un tejado verde que se encarga de absorber el agua de la lluvia para reaprovecharla en otros usos. Complejo 45 grados orientado al sur, recibe luz solar durante todo el año. Otros elementos: la ventilación natural, el sistema de persianas y paravientos y las fachadas con enredaderas verdes. **La combinación permite ahorrar entre el 30 y el 40% de la energía en relación con otros edificios similares.**
- **Edificio Cooperativa La Borda** (28 viviendas, 3.000 m²) de Barcelona **enteramente construido en madera laminada.**
- **Proyecto LIFE ReNatural NZEB (Extremadura)**. Programa de nuevas viviendas sociales y de rehabilitación en toda la CA. Al utilizar **materiales naturales** como la cáscara de arroz (subproducto agroindustrial que puede reemplazar el aislamiento en cámaras y cubiertas), kenaf (planta fibrosa con propiedades acústicas y térmicas) y cenizas de biomasa (numerosas investigaciones señalan que puede reemplazar el 25% del cemento en hormigones y morteros de construcción) reducirá hasta un 60% las emisiones de CO₂ derivadas de la propia construcción del edificio. Además, también utilizará bloques de tierra comprimida extraída del propio terreno colindante a la obra para ahorrar las emisiones de CO₂ que generaría su transporte. Para la cubierta, flores y vegetales, que absorben dióxido de carbono y sirven de aislamiento natural.
- **La sociedad pública VISESA está construyendo en Hondarribia 65 viviendas sociales con estructura de madera laminada (CLT)**. Se trata, hasta la fecha, de la obra más grande de este tipo en España y, sin duda, de un hito importantísimo en el desarrollo de este sistema constructivo en nuestro país. Además, los paneles de CLT están fabricados por Egoín, con pino radiata de bosques locales.
- **Wittywood**: edificio (4.100 m²) inteligente en Barcelona de espacios colaborativos "coworking" **íntegramente en madera**

Copyright © 2021. All rights reserved 59

LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA ES UNA PRÁCTICA MUY EXTENDIDA EN EUROPA QUE COMIENZA A IMPLANTARSE EN ESPAÑA (2/2)

Permitiendo diseño orientado a ahorro y materiales reciclables o renovables como el acero, paneles de fibra, madera, etc.



PILARES



PASAPORTES DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN I INICIATIVAS DE REVENTA CIRCULAR



CASOS

- **Mercado CE** regulado por el Reglamento Europeo para la comercialización de productos de construcción (el cual facilita sugerencias de uso en materia de sostenibilidad de materiales con información sobre su composición o si están exentos de agentes contaminantes).
- **Certificados propios** que emiten industrias comercializadoras de materiales sobre su procedencia y composición (componentes reciclados, huella ecológica, durabilidad, potencial de reciclaje).
- La plataforma "**Building as Material Banks**" (www.bamb2020.eu) operando en 7 países, elabora informes sobre regulaciones dirigidos a la UE y estados así como actúa como laboratorio y banco de prueba de modelos y tecnologías de construcción circular y registros de materiales.
- La **plataforma [www.madaster](http://www.madaster.com)** (registro y pasaporte de materiales) que opera en Benelux y Alemania sobretodo.
- La constructora **www.construcia.com** aplica una metodología **Cradle to Cradle Certified™** a sus obras generando pasaportes de materiales y aplicando conceptos de economía circular.
- Las **plataformas de reventa de materiales** https://excessmaterialsexchange.com/en_us/

Copyright © 2021. All rights reserved 62



LOS INDUSTRIALES HAN AVANZADO MUCHO EN RECUPERACIÓN DE RECURSOS Y EN USO DE RECURSOS RENOVABLES

PILARES



RECUPERACIÓN Y USO DE RENOVABLES

CASOS

Tarkett Transforma revestimientos en fin de vida en nuevos revestimientos. Entre 2010 y 2020 recogieron más de 109.000 toneladas como parte de su programa "Restart" take-back and recycling" en tres continentes. Tienen 9 centros de reciclaje integrados en sus plantas de producción. **Tarkett** ha desarrollado una tecnología capaz de separar los dos componentes principales de las losas de moqueta (hilo y soporte) permitiendo preservar el 95% de la pureza del hilo (para que la empresa Aquafil pueda reciclar el hilo de poliamida 6 y luego transformarlo en hilo de nylon regenerado ECONYL®) Trabajan con **Ikea** en proyectos de reciclaje de suelos en fin de vida.

Faveton Terracota (empresa española) Fabrica revestimientos de paredes con materiales reciclables (terracota) usando procesos de producción introduciendo medidas de ahorro energético y de uso de fuentes renovables.

Caviti (empresa española) fabrica forjados sanitarios y otros materiales, a base de polipropileno reciclado

Vescom Fabrican revestimientos murales, tapicerías y telas para cortinas. Trabajan en colaboración para los proveedores y clientes para optimizar la eficiencia en materiales y consumo energético (exigiendo certificaciones 140001 a los proveedores). Utilizan certificaciones FSC (Forest Stewardship Council) para asegurar que el papel proviene de bosques gestionados en modo sostenible.



Copyright © 2021. All rights reserved 63

LA UTILIZACIÓN DE ACTIVOS INMOBILIARIOS COMO SERVICIO CONTRIBUYE A UN MEJOR APROVECHAMIENTO DEL PARQUE DE VIVIENDAS EN MODO ASEQUIBLE



PILARES



PROMOCIONES PÚBLICO PRIVADAS DE ALQUILER

CASOS

- **En general las promociones privadas de alquiler sobre suelo público (VPO)** permiten abaratar acceso a la vivienda maximizando el aprovechamiento del parque (se trate pisos vacíos o nuevos).
- **El modelo vasco de alquiler social es una buena práctica en nuestro país** (promociones de rehabilitación, movilización del parque vacío y nueva construcción público privada) El Gobierno vasco maneja un parque de 13.340 viviendas de alquiler social, de las que 7.000 son propias y el resto privadas. Además, de las 4.600 viviendas protegidas que promociona en la actualidad, 2.000 serán para alquiler. Mientras en el conjunto de España la vivienda protegida encadena años a la baja, en el País Vasco el esfuerzo económico va en aumento con más de 300 millones anuales, sin contar el esfuerzo tributario en exenciones y desgravaciones.
- <https://www.lavanguardia.com/economia/20200111/472836373513/vivienda-con-conciencia-social.html>
- **Entrepatis (Madrid)** <https://www.entrepatis.org/promociones/> Promoción cooperativa privada del alquiler sobre suelo público con canon de derecho de uso.
- **Ayuntamiento de Barcelona:** convenios con cooperativas de derecho de uso (<https://www.cohabitac.cat/es/convenios>) con el fin de levantar hasta 1.000 viviendas (<https://www.inmodiario.com/200/28935/barcelona-alia-promotores-cooperativas-ampliar-enviviendas-parque-protgido.html>).
- Bajo dicho sistema, la promoción es privada pero el ayuntamiento ofrece el suelo público a un canon asequible con el fin de abaratar costes de alquiler. Los usuarios tienen derecho de transmisión del derecho a descendientes pero no de venta a terceros. La administración puede ofrecer potenciales garantías a inversores (ej. avales de morosidad). Para bajar costes de financiación. Frecuentemente son ofrecidos por una cooperativa con varios proyectos operativos, para abaratar costes de financiación de nuevos proyectos.



Copyright © 2021. All rights reserved 64

LA "VIVIENDA COLABORATIVA" Y EL "COWORKING" SON EJEMPLOS DE PLATAFORMAS DE USO COMPARTIDO EN EL SECTOR

PILARES	CASOS
 <p>"COWORKING"</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wittywood: edificio (4.100 m²) inteligente en Barcelona de espacios colaborativos "coworking" íntegramente en madera. • Estrategias de "co working" dinámico planeadas por empresa para minimizar usos de espacio combinando teletrabajo con reservas JIT de espacio por los empleados. • "Coworking" Torre D'Alta con materiales, instalaciones y equipos de iluminación de bajo consumo y elevado índice de materiales biosostenibles y/o reciclados (certificado "Cradle to Cradle" (Construcia).
 <p>VIVIENDA COLABORATIVA O "COHOUSING"</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es un tipo de comunidad cohesionada por su forma de entender la relación entre <u>vida privada y vida común</u>. Está formada por viviendas privadas y una dotación importante de servicios comunes. Está planeada y gestionada por sus residentes, según el modelo que ellos mismos deciden, lo que les permite definir el proyecto según sus necesidades específicas reales. Para conseguir un coste moderado las viviendas, aún contando normalmente con equipamiento completo, suelen reducir su superficie habitual para dedicarla a los espacios comunes. • El hecho de que quienes viven en el edificio formen parte del proceso de diseño permite que se priorice una mejora de la sostenibilidad y la eficiencia energética y, por lo tanto, supone un confort y un ahorro en el futuro.



Copyright © 2021. All rights reserved 65

5. Integració de la cadena de valor: condició necessària per a la construcció circular

L'economia circular exigeix actuar en règim de col·laboració durant totes les fases clau d'una obra: ecodisseny industrialitzat, producció i logística de components, muntatge a l'obra, cicle de vida útil i desmuntatge i reciclatge.

L'impacte del grau de «circularitat» depèn de la fase inicial d'ecodisseny, en què l'edifici o la infraestructura es dissenya per assegurar-ne la durabilitat, estalviant energia i materials (fins i tot fent una aportació neta d'energia) i perquè el manteniment i el desmuntatge siguin factibles, des del punt de vista econòmic i mediambiental, emprant el màxim nombre de materials reciclables o recuperats.

LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA CONSTRUCCIÓN EXIGE ACTUAR EN TODAS LAS ETAPAS DE LA CADENA DE VALOR CIRCULAR

Aspectos clave de la EC en la construcción (de edificios nuevos o en rehabilitación) (1/2)



DISEÑO E INDUSTRIALIZACIÓN

Diseño orientado a uso de materiales, ecológicos o reciclables, a economía de materiales, a flexibilidad en usos y en sustitución de materiales y a ahorro energético. (Ej. dobles fachadas, control de flujos de aire, orientación, instalaciones de equipos renovables, etc.).

Sistemas BIM que permiten diseño colaborativo con proveedores, industrialización e integración de las cadenas de suministro.



PRODUCCIÓN

Producción de materiales y premontajes en fábrica

Producción de componentes (ej. perfiles de acero, o de madera laminada, placas y paredes) **siguiendo procesos industrializados, asegurando calidad certificada en origen. Regeneración de tejido industrial del país.** Los bosques orientados a madera para la construcción son sumideros de CO₂.

Pre ensamblajes

Ensamblajes de paredes "sandwich" (secciones de estructura y revestimiento) y o de módulos en tres dimensiones, en modo secuenciado (JIT) **según proceso de montaje en obra minimizando empleo de recursos y acortando tiempos en más del 60%.**

Residuos

Niveles mínimos de mermas debido a **diseño con alta precisión** (CAD y BIM) y a la **producción industrializada de componentes** (vs. construcción tradicional).

Transporte y Logística

Ratios elevados de fuerza/peso y de utilización cúbica minimizan impacto ambiental (transporte en paredes "sandwich" apiladas 2D).



Copyright © 2021. All rights reserved 37



LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA CONSTRUCCIÓN EXIGE ACTUAR EN TODAS LAS ETAPAS DE LA CADENA DE VALOR

Aspectos clave de la EC en la construcción (de edificios nuevos o en rehabilitación) (1/2)



MONTAJE EN OBRA

Montaje final en obra 3-4 veces **más rápido y "seco"**; con mínimo impacto ambiental (en suelo, en residuos, en sonoridad y sin consumo de agua).



CICLO DE VIDA

Durabilidad

Las estructuras de acero galvanizado y de madera tienen **mayor durabilidad que los edificios mismos, de ahí que sean reutilizables.**

Mantenimiento

El **mantenimiento es mínimo** en las estructuras de acero. Los paneles de fibra son **reemplazables y reciclables al final de su vida útil.**

Eficiencia energética en vida

Son clave: fachadas ventiladas diseñadas de manera óptima, la selección de materiales, el control de flujos de aire y la generación renovable.

Flexibilidad

Edificios diseñados en previsión de flexibilidad en usos cambiantes, fuentes de energía, uso de tecnologías de la información.



DESMONTAJE Y RECICLADO

Desmontaje fácil y ecológico

Desmontaje ágil y sin escombros de estructuras de acero, los paneles "sandwich" y **componentes en general.**

Reciclabilidad

Tasas de reciclado superiores al 90% para las estructuras de acero ligero y **del 100%** para las de madera. Las paredes de fibra (ej. celulosa, fibrocemento) **son reciclables así como pueden usar celulosa ya reciclada.**

Reutilizabilidad

Estructuras y revestimientos así como placas y elementos de pared reutilizables



Copyright © 2021. All rights reserved 38

El Green Building Council ha definit un conjunt d'indicadors per tal de facilitar la gestió de la transició a l'economia circular.

EL GREEN BUILDING COUNCIL HA ELABORADO UNA AMPLIA SERIE DE INDICADORES PARA MEDIR LA CIRCULARIDAD DEL SECTOR (dentro de cada capítulo)



INDICADORES A CORTO PLAZO

1. HUELLA DE CO₂
2. DEMANDA DE ENERGÍA EN FASE DE USO
3. COMPLEMENTO: ENERGÍA PRIMARIA SOBRE CICLO DE VIDA
4. COMPLEMENTO: CONSUMO ENERGÉTICO REAL EN PARQUE EDIFICADO POR HAB. Y EN 5 DEL PIB
5. CONSUMO DE AGUA
6. CONSUMO DE MATERIALES
7. GENERACIÓN DE RESIDUOS
8. NÚMERO DE PRODUCTOS CON ACV
9. TASA DE REHABILITACIÓN Y REFORMA
10. TASA DE DEMOLICIÓN PREVIA A NUEVA PLANTA
11. TASA DE INVERSIÓN EN REHABILITACIÓN

INDICADORES A LARGO PLAZO

1. VOLUMEN DE NEGOCIO DEL SECTOR DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS
2. INTENSIDAD DE USO DE EDIFICIOS PÚBLICOS
3. VOLUMEN DE NEGOCIO DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN RECICLADOS SOBRE / RCD RECICLADOS



FUENTE: https://gbce.es/wp-content/uploads/2020/04/Informe-indicadores-EC-GBCe_v1912.pdf

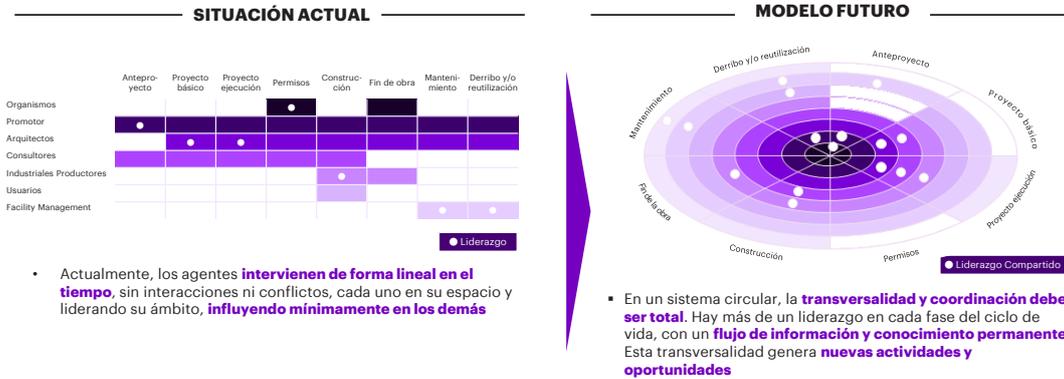
Copyright © 2021. All rights reserved 43

El *modus operandi*: els objectius de circularitat, de compressió de terminis i de minimització d'errors exigeixen una col·laboració estreta entre els participants actors al llarg de la cadena de valor.

En definitiva, amb la finalitat de comprimir els terminis de lliurament i d'economitzar i reutilitzar els recursos, la construcció basada en els principis de l'economia circular exigeix l'estandardització, la industrialització, el reciclatge i el desenvolupament col·laboratiu dels projectes d'obra implicant-hi tots els agents des del principi (p. ex., promotors, dissenyadors, arquitectes, experts en materials, industrials, constructors), incorporant tècniques ja utilitzades a la indústria manufacturera des de fa dècades (p. ex., el *lean management*, el disseny col·laboratiu, la gestió JIT de les cadenes de subministrament, l'excel·lència en els processos...).

LA ECONOMÍA CIRCULAR TRANSFORMARÁ TODA LA CADENA DE VALOR DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

El proyecto de obra pasa a ser punto de unión de los distintos agentes, modificando procesos y parámetros de diseño buscando maximizar el ciclo de vida, la economía de recursos y energía y el potencial de reciclaje, facilitando el fin de vida, trabajando en colaboración con proveedores



Fuente: GBCe (Green Building Council España). 'Economía circular en la edificación.'

Copyright © 2021. All rights reserved 39

6. Importància de les tecnologies industrialitzades de construcció

Els sistemes de construcció industrialitzada són una condició necessària per a la sostenibilitat, basada en els principis de l'economia circular, en facilitar l'ecodisseny modular energèticament sostenible, l'optimització en l'ús dels recursos, la selecció de materials reciclables i una construcció majoritàriament «seca» (minimitzant el consum d'aigua i l'impacte ambiental en obra).

Des del punt de vista del repte social, la construcció industrialitzada permet controlar els costos i minimitzar els terminis d'execució de les obres. No obstant això, les tècniques de construcció industrialitzada estan molt menys esteses a Espanya (per sota de l'1 %) que a la majoria dels països de la Unió Europea (p. ex., a Holanda i als països nòrdics la majoria dels habitatges nous es construeixen amb tecnologies industrialitzades).

LOS SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS BASADOS EN MATERIALES RECICLABLES, SON MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN AUGE EN EUROPA



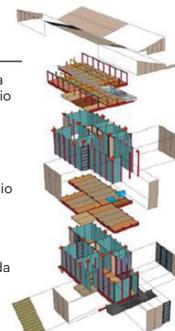
ASPECTOS CLAVE DE LOS SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS

- **Diseños flexibles** (o "abiertos") orientados a **ecoeficiencia** energética y de materiales sostenibles y reciclables.
- **Modularidad** (encajes escalables, montables y desmontables)
- **Materiales reciclables de alta duración** (ej. **aceros galvanizados, maderas laminadas, paredes sándwich a base de paneles de fibra prefabricados, pinturas y aislamientos sostenibles...**)
- **Aislamientos térmicos** y de sonido de alto rendimiento
- **Construcción seca** sin agua ni residuos en obra



VENTAJAS

- **Diseño integrado** con proveedores industriales asegura velocidad, uso óptimo de materiales y menor desperdicio
- **Eficiencia en procesos** industriales y montaje
- **Calidad en origen** asegurada en fábrica (certificada)
- **Velocidad** de ejecución 4 veces superior
- Mayor **aprovechamiento** por m² (disminución de espacio muerto)
- **Flexibilidad** de usos en ciclo de vida (cambios en distribución)
- **Menor consumo** energético y agua durante ciclo de vida



❖ Sin embargo, en **España, la construcción industrializada sólo supone un 1% del total**

❖ La **Plataforma para Industrialización de Viviendas (PIV)** considera **fundamental que España se aproxime a los niveles de construcción industrializada de otros países europeos** (9% Alemania, 50% Holanda, ≈100% Suecia, ≈100% Reino Unido)

❖ No obstante, debido a las **múltiples ventajas que ofrecen** y las **crecientes exigencias de eficiencia energética y medioambiental**, las viviendas industrializadas han empezado a despegar preveyéndose un **mayor impulso del desarrollo dichas tecnologías de construcción**



Fuente: El País (2020). 'Por qué no exportar las casas fabricadas en España.'; Construible.es; Alimarket.es

Copyright © 2021. All rights reserved 45

La construcció industrialitzada es basa en materials reciclables (p. ex., estructures d'acer, laminats de fusta, panells de fibres reciclables, revestiments reciclables... Els formigons recuperats i el bioformigó estan en fase incipient).

CADA TIPO DE MATERIAL USADO EN LA CONSTRUCCIÓN TIENE UN IMPACTO ECOLÓGICO DIFERENTE

Es esencial analizar el impacto y uso de cada tipo de material

	 NIVEL DE IMPACTO ECOLÓGICO	 MATERIALES	 USOS
	POSITIVO ALTO	<ul style="list-style-type: none"> Madera (tratada, procesada, certificada y reciclada) Adobe (ladrillo de barro sin cocer secado al sol) 	<ul style="list-style-type: none"> Pilares, jácenas, vigas, paredes de maderas laminadas (tratadas industrialmente)
	POSITIVO MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> Hormigón reciclado Hormigón biológico Hormigón fotocatalítico Cementos ecológicos Acero (en caliente y galvanizado ligero) Fibras (paneles) Barro Cocido (Arcilla calentada a menos de 950°C) Plásticos alternativos Corcho aglomerado 	<ul style="list-style-type: none"> Estructuras y paredes Estructuras y paredes Ej. pavimentos Hormigones Estructuras, forjados Paredes exteriores e interiores (ej. paneles sandwich, paredes interiores) Muros, fachadas y tejas Sistemas de calefacción, conductos y drenaje Aislamiento de viviendas
	VARIABLE	<ul style="list-style-type: none"> Plásticos y aislantes (convencionales vs. ecológicos) Pinturas (convencionales vs. ecológicos) Revestimientos 	<ul style="list-style-type: none"> Aislantes, tuberías (ej. polietileno), fontanería e instalaciones de calefacción (polibutileno). Los revestimientos pueden ser reciclables (ej. vinilo, terracota)
	INTERMEDIO	<ul style="list-style-type: none"> Piedra (solo en zonas próximas a piedra abundante) Aluminio 	<ul style="list-style-type: none"> Estructura, paredes exteriores y/o interiores. Su valor ambiental proviene de la durabilidad pero no de la extracción. El aluminio es reciclable y se usa mucho en ventanas y otros elementos.
	NEGATIVO	<ul style="list-style-type: none"> Hormigón convencional Hormigón armado convencional Cemento (caliza y arcilla) 	<ul style="list-style-type: none"> Estructuras, paredes exteriores Estructuras, paredes exteriores, pavimentos Elemento del hormigón



Copyright © 2021. All rights reserved 47

EJEMPLOS DE SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS PARA UNA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



Estructuras de acero ligero, paredes de fibras



Hormigón prefabricado



Contenedor modificado



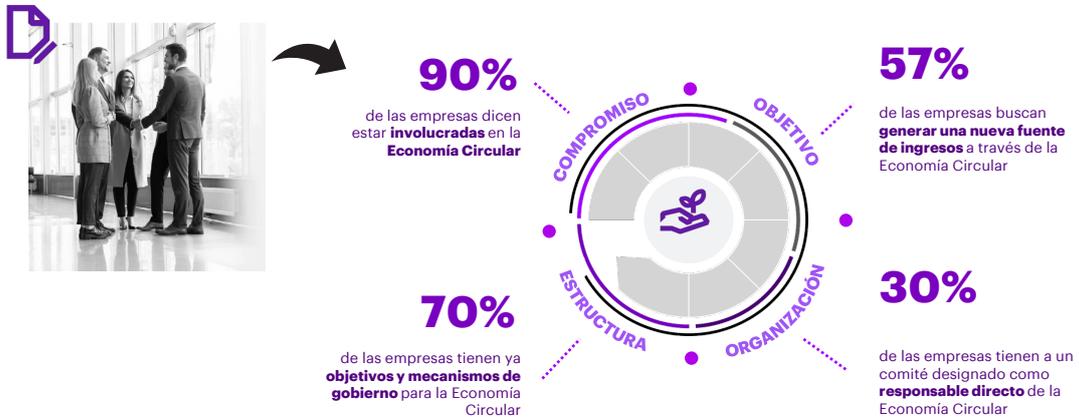
Madera laminada

7. Situació actual de la construcció circular a Espanya

La majoria de les empreses del sector consultades durant el projecte ECE manifesten que són plenament conscients dels reptes de la construcció sostenible i que han començat a adoptar objectius i plans d'economia circular.



RESULTADOS CLAVE DEL ESTUDIO



Resultado de las encuestas a empresas y patronales del sector de la construcción

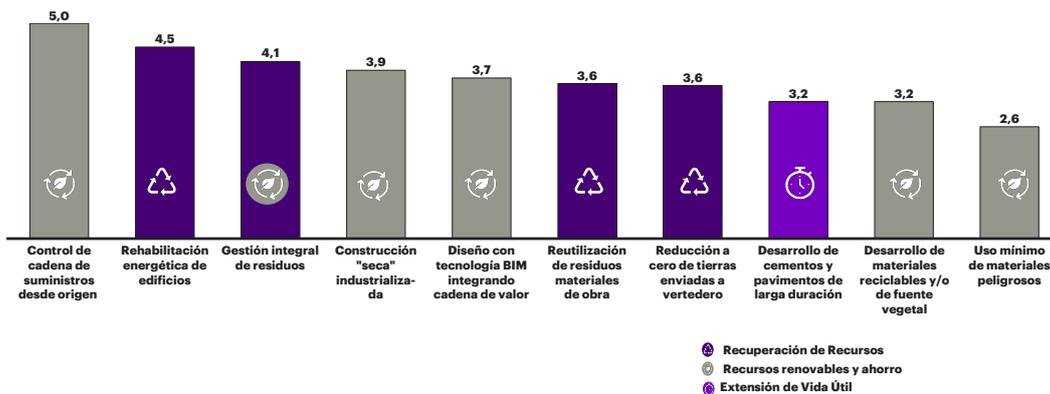
Copyright © 2021. All rights reserved 67

Les empreses consultades anuncien que estan adoptant i/o que potenciaran una sèrie de millors pràctiques indispensables per a l'economia circular, com ara el disseny basat en programari BIM (*Building Information Modelling*), que facilita el desenvolupament col·laboratiu entre els dissenyadors i els industrials, el control de les cadenes de subministrament, els passaports de materials, la construcció industrialitzada o «seca», la rehabilitació energètica, el desenvolupament de nous materials (bioderivats, biociments) i la valorització i el reaprofitament dels materials (p. ex., acers, formigó, enderroc, terra).

EN LOS PRÓXIMOS 3 AÑOS COBRARÁN IMPORTANCIA:

... El control de la cadena de suministros de materiales, (apoyado en diseño BIM y pasaportes de materiales), la rehabilitación energética de edificios y la construcción industrializada o "seca". Se avanzará en el desarrollo nuevos materiales y se aprovecharán los materiales de obra

Potencial de generación de valor de las iniciativas en los próximos 3 años - 1: muy bajo a 5: muy alto



Resultado de las encuestas a empresas del sector de la construcción

Copyright © 2021. All rights reserved 71

8. Barreres al canvi cap a la construcció circular

Malgrat el que hem exposat abans, les empreses apunten importants barreres al canvi (externes i internes) i en destaquen les següents:



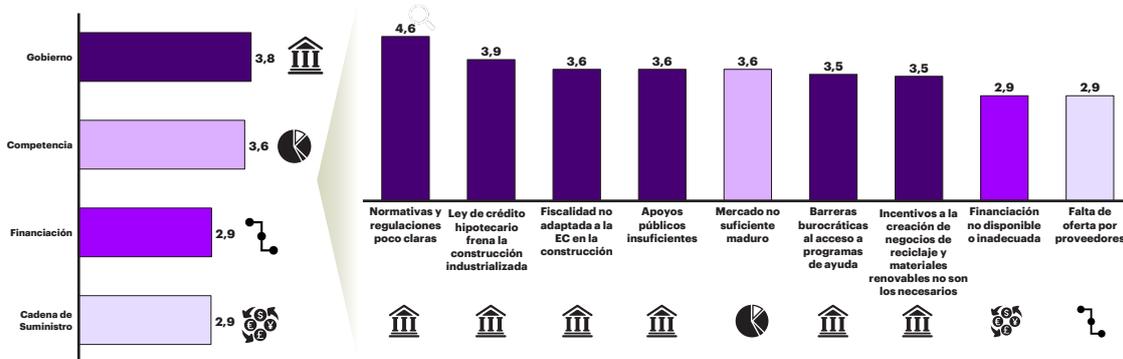
- La regulació i les normatives no fomenten la construcció industrialitzada, basada en la incorporació de materials reciclables (s’haurien d’exigir en percentatges creixents amb el temps). Les promocions públiques (VPO) encara no inclouen les exigències de l’economia circular industrialitzada.
- La Llei del crèdit hipotecari és un obstacle a la construcció industrialitzada (com que l’execució és molt més ràpida, les aportacions de quotes mensuals per als avançaments exigits al comprador s’han de fer en un període de temps molt més breu).
- La fiscalitat no afavoreix la utilització de materials reciclables ni la seva producció per part dels recicladors.
- El finançament al constructor no considera els materials a la fàbrica com a garantia bancària (en la construcció industrialitzada, fins al 80 % del valor es genera en fàbriques d’industrials i no a l’obra).
- El desenvolupament de l’oferta de materials circulars és molt insuficient.
- Les pimes del sector encara no entenen la construcció industrialitzada.
- Existeix el repte de la requalificació de la força de treball en tots els camps (executius, tècnics de l’administració, comandaments intermedis i operaris).

...SE PERCIBE QUE LAS NORMATIVAS Y REGULACIONES SON POCO CLARAS PARA FAVORECER LA SOSTENIBILIDAD

...La Ley de crédito hipotecario, frena la construcción industrializada, la fiscalidad no favorece la construcción sostenible al no potenciar el uso de materiales reciclados ni los negocios de reciclaje y nuevos materiales. En general los apoyos públicos a la construcción eco sostenible industrializada, son percibidos como insuficientes.



Nivel de relevancia de las barreras externas - 1: muy bajo a 5: muy alto



Resultado de las encuestas a empresas del sector de la construcción

Copyright © 2021. All rights reserved 76

9. Les tecnologies

Les empreses consultades són conscients de la importància de les noves tecnologies (4.0) per tal d’avançar cap a la construcció circular (p. ex., sistemes BIM, tecnologies de fabricació i logística JIT, la internet de les coses, les dades massives, la intel·ligència artificial, la traçabilitat i els passaports de materials, les tecnologies de valorització dels materials, les xarxes energètiques «prosumidores», la robòtica, la impressió 3D...).



10. Ajudes i suports públics

Les peticions de suport directe relacionades amb la construcció sostenible es concentren sobretot en les iniciatives següents:

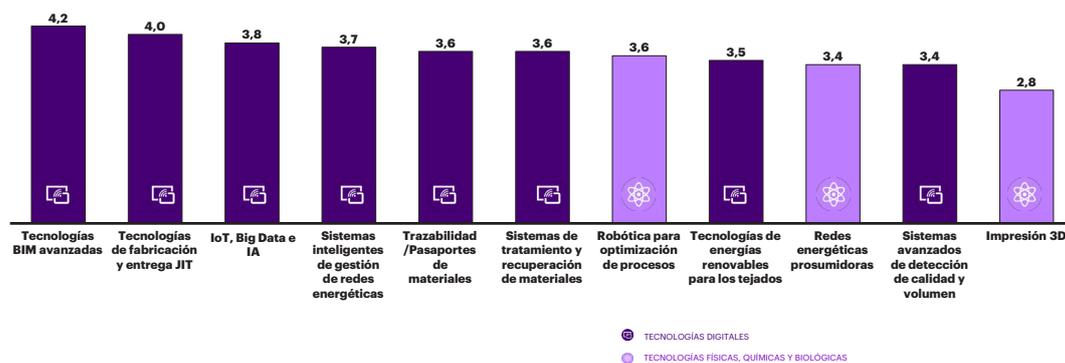
- Les promocions VPO amb criteris de sostenibilitat (promocions amb tecnologies d'economia circular).
- La baixada de l'IVA dels materials circulars.
- La reforma del finançament per a la construcció sostenible (p. ex., el crèdit constructor i hipotecari).
- Suports fiscals a la inversió en construcció ecosostenible (promotors i finançadors).
- Suports fiscals a la «internalització» de costos externs associats a la recuperació i a la valorització dels recursos.
- La pujada de l'IVA als materials verges, amb substituïts possibles (compensada per les baixades uniformes de les quotes a la Seguretat Social, amb la finalitat d'aconseguir un efecte dissuasiu, sense haver d'incrementar la càrrega fiscal).
- Ajudes a R+D en tecnologies de construcció industrialitzada circular.

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE: LAS TECNOLOGÍAS MÁS RELEVANTES



... el BIM (diseño y gestión colaborativas de la cadena de suministros), las tecnologías 4.0 (IOT, IA, Blockchain, robótica, 3D), las redes energéticas inteligentes, la trazabilidad mediante pasaportes de materiales reciclados así como las tecnologías de valorización de materiales de construcción.

Potencial de las iniciativas de tecnología en los próximos 3 años - 1: muy bajo a 5: muy alto



Resultado de las encuestas a empresas del sector de la construcción

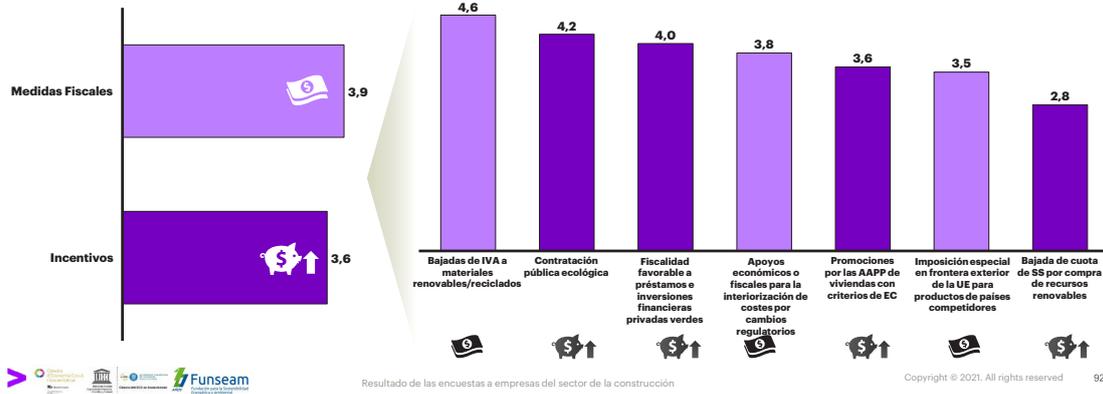
Copyright © 2021. All rights reserved 83



EN CUANTO A APOYOS, CABE DESTACAR LA UTILIDAD DE LAS SIGUIENTES INICIATIVAS

...las bajadas de IVA a materiales renovables, la contratación y promociones verdes, las subvenciones a las inversiones en tecnologías circulares y los apoyos fiscales a la interiorización de costes ambientales

Utilidad iniciativas de la administración pública - 1: muy bajo a 5: muy alto



11. Importància de la col·laboració publicoprivada

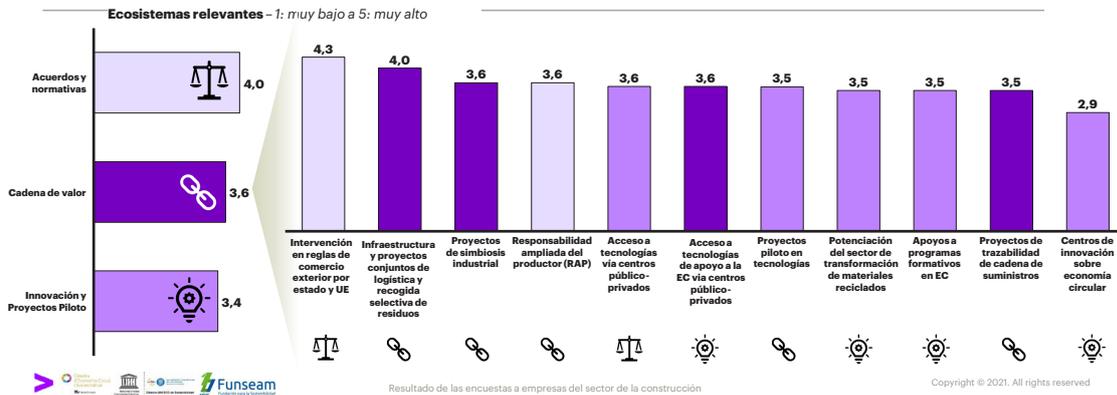
Existeix un consens entre els experts i les empreses consultades segons el qual la transició a la construcció circular no es podrà fer de manera «incremental», sinó que requerirà acords del sector (i una col·laboració publicoprivada intensa) en àmbits com els següents:

- Desenvolupament de xarxes de recuperació i valorització de residus i materials.
- Regles comunes internacionals (UE) en matèria de reciclatge i fiscalitat en les fronteres exteriors.
- Acords de responsabilitat ampliada de productors (RAP), que es tradueixin en reformes del Codi tècnic de l'edificació (CTE).
- Projectes de simbiosi industrial i energètica.
- Accés a les tecnologies mitjançant centres i iniciatives publicoprivades i projectes pilot.
- Formació i requalificació de la mà d'obra
- Suports al sector transformador de materials
- Projectes de traçabilitat i passaports de materials



EMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN RECLAMAN COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA EN LAS SIGUIENTES ÁREAS:

... **intervención en reglas internacionales sobre normas de reciclaje y fiscalidad en frontera, potenciar las redes de recogida y clasificación de residuos de construcción, proyectos de simbiosis industrial y energética, los acuerdos RAP (promotores, constructores, industriales y AAPP) para incorporar materiales recuperados, el desarrollo de oferta de materiales circulares, I+D y pilotos de trazabilidad de materiales y en nuevos materiales, los centros de transferencia de tecnologías a pyme, los programas de formación....a todos los niveles (universidad, FP y pymes)**



Les experiències pilot en temes innovadors són una condició necessària per accelerar l'adopció d'economies d'escala.

LAS EMPRESAS ENCUESTADAS OPINAN QUE HAY RECORRIDO DE MEJORA EN MATERIA REGULATORIA DE PROMOCIONES VERDES ORIENTADAS AL ALQUILER

La **regulación actual no favorece la construcción sostenible industrializada: el crédito constructor funciona mediante certificaciones de obra, mientras que la construcción industrializada se produce 80% en la fábrica y 20% en la obra** donde se ejecuta muy rápidamente (hay que habilitar que los componentes en fábrica puedan ser usados en garantía, y eso exige asegurar su trazabilidad relacionándola con obras finalistas).

...Además, el **crédito hipotecario exige entradas por el comprador**. La edificación industrializada acorta mucho los plazos de construcción, por lo que el **comprador** (persona física o jurídica) **debe aportar la cuota inicial en mensualidades más altas al ser en plazos más cortos**.

Existen dos soluciones posibles: **1) crear una figura de "inquilino temporal con opción automática de compra"** (sigue pagando cuota como alquiler mientras ocupa la vivienda, la cual cuenta como cuota de entrada) o **2) fomentar mucho más el alquiler** (ej. toda promoción con dinero público aunque sea el mínimo deberá ser sólo de alquiler), en cuyo caso no existe el problema.

El **código técnico de la construcción penaliza la construcción eco-industrializada**. Las soluciones estándar no precisan controles externos, y todo lo que significa **innovación está castigado con ensayos que no facilitan su desarrollo**. La **legislación hipotecaria y financiera** (crédito constructor) **también la penaliza**. Las licitaciones públicas de vivienda y edificios públicos no exigen construcción eco-industrializada, ni tan solo en una proporción (como tampoco las promociones público privadas)

No hay ayudas suficientes a la promoción público-privada de alquiler la cual podría cubrir el 100% de la demanda de vivienda asequible con costes razonables si las AAPP se centraran en suelo y garantías bancarias y el sector privado en financiar el resto.

12. Recomanacions a les administracions públiques (central, autonòmiques i locals)

La transició exigeix que les administracions intervinguin en set àmbits (amb la col·laboració del sector privat) i adoptin les bones pràctiques corresponents a cada àmbit:

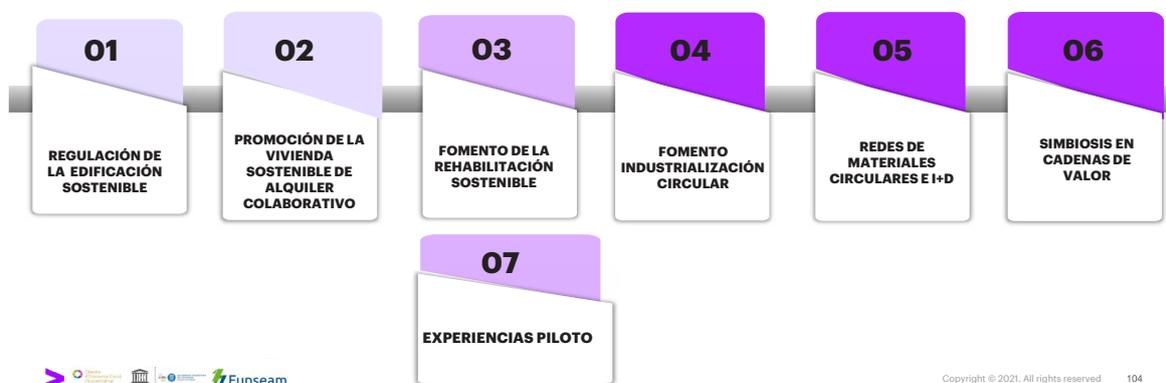
1. Regulacions que afavoreixin les promocions publicoprivades i la construcció ecosostenible
2. Promocions de lloguer col·laboratiu



3. Rehabilitació energètica i sostenible
4. Foment de la construcció industrialitzada
5. Foment del sector dels materials circulars
6. Simbiosis en cadenes de valor complementàries
7. Experiències pilot en temes clau (v. apartat 16)

EL FOMENTO DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EXIGE AVANZAR EN MÚLTIPLES ÁREAS DE DECISIÓN COLABORANDO ENTRE ADMINISTRACIONES Y SECTOR PRIVADO

La agenda de la edificación circular en España exige abordar las 6 áreas clave junto a proyectos piloto que generen confianza necesaria para conseguir niveles de adopción a escala necesaria.



Les intervencions de les administracions hauran de ser de caràcter «holístic», en comptes d'actuacions parcials, en l'àmbit d'empresa, de sector i de cadena de valor:

Àmbit de projecte i empresa. En primer lloc, les autonomies i les administracions locals han de mirar d'accelerar la transició cap a la sostenibilitat a cadascuna de les promocions i donar-hi suport en l'àmbit de cada empresa de construcció i promotora (p. ex., exigint-los el consum d'energies renovables, l'ecodisseny, l'ús de materials circulars, la minimització i la recuperació dels residus).

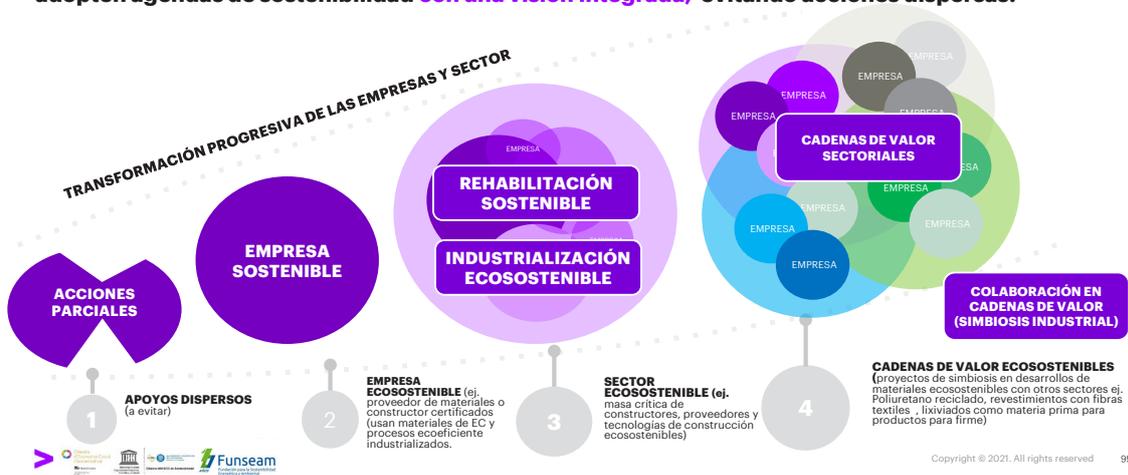
Àmbit de sector. En segon lloc, cal afavorir la transició en l'àmbit sectorial (p. ex., desenvolupament d'accions d'R+D i bancs de materials, legislació en matèria d'industrialització i foment dels materials circulars, programes de formació i de transferència de coneixement a les pimes, foment de les exportacions entre les empreses de construcció industrialitzada).

Àmbit de cadena de valor. En tercer lloc, cal fomentar la col·laboració entre les cadenes de valor (p. ex., cercar la simbiosi entre els sectors de la construcció, energètic, del plàstics, metal·lúrgic, dels bioderivats, etc.).



ENFOQUE PROPUESTO PARA ACELERAR LA TRANSICIÓN: INTERVENCIONES SIMULTÁNEAS A NIVEL DE EMPRESA, DE SECTOR Y DE CADENAS DE VALOR

La administración debe concentrar sus apoyos para **que empresas, sectores y cadenas de valor, adopten agendas de sostenibilidad con una visión integrada, evitando acciones dispersas.**



13. Quatre pilars indispensables per assegurar l'èxit de la transició a l'economia circular en la construcció

L'èxit de la transició a la construcció sostenible requereix actuar simultàniament en quatre dimensions (la demanda, l'oferta, la innovació i la transferència de coneixement, i les infraestructures compartides).

Es produeix un cercle viciós atès que, d'una banda, l'absència de demanda circular impedeix el desenvolupament de l'oferta industrialitzada sostenible i, de l'altra, l'absència d'oferta constitueix un obstacle al creixement de la demanda de tecnologies de construcció ecosostenibles circulars.

Aquest cercle viciós només es pot «trencar» amb una acció decidida per part del regulador i de les administracions que combini mesures com la reforma del codi tècnic de l'edificació, la introducció d'exigències d'economia circular a les promocions VPO i d'altres actuacions paral·leles (p. ex., bancs de materials, ajudes fiscals als materials circulars, suport a la inversió en tecnologies d'economia circular i, com succeeix en altres països, l'exigència creixent de materials reciclats i recuperats també a les obres privades, i no tan sols a les de promoció pública).



EL MARCO DE COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA PARA EL IMPULSO DE LA REINDUSTRIALIZACIÓN Y DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Impulso de Demanda (APP)	Impulso de Oferta (APP)	Sistema de Innovación (APP)	Ecosistemas (APP)
<ul style="list-style-type: none"> Código de construcción sostenible. Normativa del residuo industrial recuperado Reforma de normativa del crédito promotor e hipotecario Normas obligatorias de incorporación de materiales reciclables y de origen natural en obras privadas y públicas Ayudas fiscales y financiación de introducción de materiales recuperados, reciclados y/o más eficientes en GEI IVA diferenciado por tipos de materiales (recuperados o vírgenes) Impulso del sistema de garantías de componentes y recambios, de trazabilidad digital (pasaporte europeo) y de documentación asociados Campañas de sensibilización del mercado sobre construcción industrializada y sostenible 	<ul style="list-style-type: none"> Ayudas financieras a inversiones por empresas de construcción industrializada y sostenible (ej. diseño modular, BIM, digitalización IoT, impresión 3D, robótica para corte, ...). Fomento de la rehabilitación energética circular con materiales reciclables industrializados y soluciones tecnológicas de ahorro de energía Ayudas financieras a reconversión de Pyme hacia la construcción circular industrializada Implantación de RAP Promotor. Fomento del alquiler colaborativo (en APP) Promoción de bancos de componentes y pasaportes de materiales 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo a I+D+i en tecnologías 4.0 Apoyo a I+D+i en reciclaje y valorización de componentes y materiales de mayor dificultad de reciclaje (ej. plásticos, composites, residuos,) I+D+i en mejoras de productividad en fabricación y recuperación de componentes (ej. 3D, robótica, IA, IoT) Apoyo a I+D+i en nuevos materiales de larga duración. I+D+i en tecnología de trazabilidad de materiales (ej. blockchain) 	<ul style="list-style-type: none"> Fomento del sector forestal orientado a la construcción industrializada, combinando con desarrollo de ecosistemas rurales sostenibles. Fomento de alianzas para exportación por empresas de construcción industrializada, ingenierías y proveedores de tecnologías Fomento de fusiones entre Pyme del sector de construcción industrializada para conseguir economías de escala.



Copyright © 2021. All rights reserved 100

També són fonamentals les ajudes directes i les desgravacions fiscals a les inversions en tecnologies circulars i els incentius bonus-malus en els acords de responsabilitat ampliada del productor (RAP), com passa a França, on, a partir d'una dimensió, les empreses aporten recursos a un fons paritari de finançament de projectes de transformació sostenible, aportació que va minvant a mesura que l'empresa progressa, d'acord amb un full de ruta de sostenibilitat (p. ex., eficiència energètica, recuperació de materials...).

Caldrà potenciar l'R+D+i i la transferència de coneixements, especialment entre les pimes. Són prioritàries les ajudes a la innovació en àrees que constitueixen colls d'ampolla per a l'economia circular, com les tecnologies 4.0 (p. ex., la IdC i la IA per al disseny modular, la robòtica de substitució, el foment de passaports de materials aplicant tecnologia de cadena de blocs (en anglès, *blockchain*) per a la traçabilitat circular, la fabricació de proximitat en 3D, les tecnologies de recollida i valorització, fent èmfasi en els reciclatges complexos (com els plàstics i compòsits, l'aprofitament d'enderrocs, el formigó a base de reciclats) i en els nous materials (p. ex., bioderivats, biociments). Els centres de transferència d'innovació i de formació per a pimes, en col·laboració amb les comunitats autònomes i amb les patronals del sector, són l'instrument fonamental perquè les pimes no es quedin enrere.

Pel que fa a les infraestructures, cal potenciar la xarxa de recollida i els centres de tractament de residus (per a cada tipus de component de la construcció que s'hagi de reciclar), amb la capacitat i les qualitats necessàries per complir amb l'EEEC 2030, a uns costos i a una escala competitiu. La potenciació de xarxes energètiques intel·ligents col·laboratives entre empreses de sectors complementaris, infraestructures i edificis (comercials, residencials i públics) té molt recorregut per fer, si bé les noves normatives en faciliten el desenvolupament.

14. El repte de l'accés a l'habitatge i la construcció ecosostenible

L'accés a un habitatge assequible és plenament abordable combinant la construcció sostenible industrialitzada amb fórmules de promoció publicoprivada.

Espanya és un dels països europeus en què una part molt significativa de la població afronta grans dificultats per accedir a un habitatge digne, a un cost assequible. Des del punt de vista social, l'accés a un habitatge assequible passa per crear una oferta en què el cost del lloguer o de la



hipoteca no superi el 30-34 % dels ingressos del nucli familiar o del resident individual. Sense perjudici que a tots els països desenvolupats hi ha sectors altament vulnerables minoritaris, que requereixen una atenció especial per part de les administracions públiques, la majoria dels impediments o de les barreres d'accés a l'habitatge a Espanya es poden abordar amb un canvi en el paradigma de la construcció i de les promocions públiques d'habitatge social.

Avui dia, existeixen solucions tecnològiques (industrialitzades) i fórmules mixtes de promoció, amb la mobilització de capital privat, que podrien satisfer la major part de la demanda no satisfeta, amb la restricció financera abans esmentada, i alhora assolir les fites de sostenibilitat ambiental.

Es tracta de canviar el paradigma constructiu a favor de la industrialització de la nova construcció i de la rehabilitació, i utilitzar fórmules col·laboratives entre les administracions i el sector privat, creant els estímuls adequats.

ADEMÁS, EXISTE UN RETO DE ACCESO A LA VIVIENDA EL CUAL EXIGE SOLUCIONES ECONÓMICA Y MEDIOAMBIENTALMENTE SOSTENIBLES

... El reto no es abordable sin combinar la iniciativa público-privada con sistemas de construcción ecosostenibles y que cuyo coste no supere el 30% de los ingresos familiares

Mercado Potencial de Viviendas Asequibles

- El 75% de los hogares no puede permitirse cuotas o alquileres mensuales superiores a **800 euros mensuales**.
- La franja más numerosa, solo puede pagar de **400 a 600 euros**.
- Un 30% no puede pagar más de **300 euros/mes**.

Distribución de hogares y personas (%) según ingresos mensuales netos regulares (España, 2016)

	Hogares (%)	Personas (%)
Hasta 499 euros	4,47	3,48
De 500 a 999 euros	18,32	13,59
De 1.000 a 1.499 euros	21,24	19,28
De 1.500 a 1.999 euros	16,94	16,78
De 2.000 a 2.499 euros	12,99	14,14
De 2.500 a 2.999 euros	10,4	12,22
De 3.000 a 4.999 euros	12,72	16,36
5.000 euros o más	2,92	4,14
Total	100	100



Fuente: Laboratorio de Alternativas. "El parque público y protegido de viviendas en España: un análisis desde el contexto europeo."

Copyright © 2021. All rights reserved 33

Sempre que el sector públic concentri les seves aportacions de recursos en la facilitació de sòl i els avals i en l'adequació de la regulació per a la construcció industrialitzada, el sector privat es podria encarregar d'impulsar suficients projectes de construcció d'obra nova i de rehabilitació per tal de donar resposta al repte de la demanda d'habitatge a Espanya abans del 2030 (+ 2,65 milions de nous habitatges), amb uns costos de lloguer que compleixen amb la restricció de no superar el 34 % dels ingressos de les famílies remunerant adequadament els capitals privats.

En canvi, fins ara el model de promoció d'habitatge social a Espanya ha estat mal concebut, pel fet que les administracions han invertit la major part dels seus escassos recursos principalment en obra pública, amb la qual cosa l'impacte en el desenvolupament de l'oferta d'habitatge social s'ha situat entre els més baixos dels 27 estats de la UE.



LA CONSTRUCCIÓN ECO-INDUSTRIALIZADA (REHABILITACIÓN O NUEVA) PERMITE CUBRIR NECESIDADES DE LA MAYORÍA DE CIUDADANOS

Siempre que los apoyos públicos se concentren en la producción de suelo, en avales y garantías, el sector privado podrá obtener rentabilidades aceptables ofreciendo alquileres asequibles (30% o inferiores a renta de mayoría de segmentos de ingresos)

A la vez que se fomenta la industria de materiales y de la construcción eco-sostenible permitiendo ritmos acelerados de construcción con esquemas de financiación adecuados bajo fórmulas de promoción público-privada

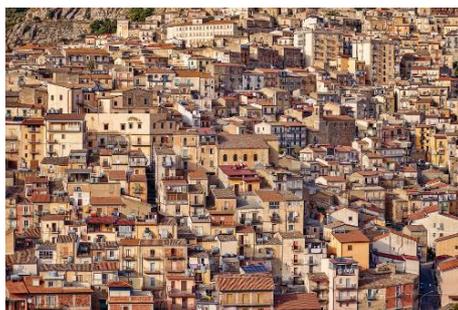
- **Para atender las necesidades residenciales presentes y futuras hasta el 2030 sería necesario incrementar el parque de vivienda asequible en unos 2,65 millones de nuevas unidades** (hasta el 15% de las viviendas principales).

1,29 mi. de personas destinan más del **40% de ingresos a pago de alquileres o hipotecas**

La media del país es de **32% de los ingresos**

- **Los instrumentos de promoción de vivienda protegida han fallado** (el % es el más bajo de Europa)

Los ayuntamientos y CCAA apostaron por modelos intensivos en recursos públicos de propiedad (de ahí la baja producción) en lugar de **apostar por fórmulas mixtas (público-privadas) de alquiler que permiten distribuir los recursos públicos entre un mayor número de promociones.**



Fuente: Laboratorio de Alternativas. 'El parque público y protegido de viviendas en España: un análisis desde el contexto europeo.'

Copyright © 2021. All rights reserved 46

Tanmateix, les tecnologies de construcció industrialitzada donen l'oportunitat de proporcionar habitatge (i equipaments socials) de qualitat, a uns preus que cobreixen les necessitats de la majoria de la població (amb una aportació reduïda dels recursos públics).

Per tant, és fonamental aprofitar el Pla de reconstrucció de la UE basant-se en quatre de les prioritats que marca: suport a les tecnologies ecosostenibles; suport a la reindustrialització; reforç dels sistemes de salut pública, i suport a la cohesió regional, per poder afrontar diversos reptes alhora (social, mediambiental i industrial), i així contribuir a reconvertir el sector de la construcció i el teixit industrial associat.

Els motors clau són:

- Tecnologies industrialitzades d'edificació, que escurcen els terminis d'obra entre una tercera i una quarta part, i garanteixen les qualitats i els costos objectiu (promoció de 400 apartaments de 70 m² = 1 any per menys de 1.000 euros/m², exclouent-ne el sòl).
- Compatibilitat amb els objectius de sostenibilitat ambiental (estalvi energètic, reciclatge i reutilització dels materials).
- Promoció publicoprivada, amb una separació nítida dels rols (sector públic: sòl, garanties i finançament mínim; sector privat: 85-90 % de finançament).
- Règims diferents segons el seu objectiu públic: habitatges per a rendes baixes-mitjanes, habitatges per a la població més vulnerable, equipaments socials.
- Lloguers potencials de 350-400 euros al mes (habitatges de 66 m², de dues habitacions).
- Compliment de la normativa del CTE i de les normatives urbanístiques.
- Fabricació nacional dels components essencials.



15. Programes i iniciatives pilot: condició per accelerar la transició i generar credibilitat

L'acceleració de la transició requereix dur a terme iniciatives i experiències pilot impulsades per l'Administració, en col·laboració amb el sector privat, en una sèrie d'àmbits, amb la finalitat d'adquirir confiança i aconseguir economies d'escala. Cal destacar els àmbits següents (la llista no és exhaustiva):

1. Mercats i passaports de materials
2. Ús de tecnologies de cadena de blocs per a la traçabilitat dels materials
3. Millors pràctiques de desmuntatge i reciclatge de materials (per tipus de material)
4. Homologacions i certificacions de producció circular
5. Disseny i fabricació col·laboratiu amb tecnologies BIM
6. Metodologies compartides de mesurament de l'impacte ambiental (petjada de GEH, consum de materials) i criteris de repercussió dels costos externs (recollida, recuperació, valorització) en els costos de les obres (com a part de les RAP de la construcció).
7. Certificacions «verdes», incloent-hi les de l'economia circular.
8. Solucions innovadores de lloguer col·laboratiu.
9. Tallers permanents de sostenibilitat en la construcció.
10. Instal·lacions com a servei.

PROYECTOS PILOTO (ejemplos)

07

<p>Solución Blockchain de pasaporte de materiales</p> <p>Baja transparencia y trazabilidad de los materiales empleados (ej. placas de fibra, aceros, revestimientos, fachadas)</p> <p>Prueba de solución "blockchain" para pasaporte de materiales</p>	<p>Instalaciones como servicio</p> <p>Componentes de alto valor con mucho riesgo para el valor residual del edificio</p> <p>Pruebas de concepto sobre gestión vida útil de equipos de instalaciones del edificio</p>	<p>Diseño y fabricación colaborativos (BIM, IOT...)</p> <p>Disponibilidad de nuevas tecnologías colaborativas que integran diseño, con producción y entrega JIT a obra</p> <p>Pruebas integradas de beneficios en plantas industriales de materiales y componentes integrando con diseño colaborativo en BIM</p>	
<p>Mercados de materiales secundarios eficientes</p> <p>La mayoría de los materiales se reciclarán después del desmontaje</p> <p>Crear este mercado y permitir ciclos de reciclado de mayor valor</p>			<p>Certificación "verde" de proyectos de obra</p> <p>La certificación circular y energética es compleja. Los métodos no son uniformes ni están estandarizados</p> <p>Convocatoria a centros de investigación, empresas de diseño e industriales a presentar un modelo</p>
<p>Mejores prácticas de desmontaje y reciclado</p> <p>En España el uso de residuos de construcción suele ser de "bajo valor"</p> <p>Prueba de métodos de desmontaje, tratamiento y reciclado</p>	<p>Talleres de sostenibilidad en construcción</p> <p>Los talleres jugarán un papel más importante para el desarrollo de la EC</p> <p>Convocatoria a centros de investigación, empresas de diseño e industriales a explorar distintos escenarios y proyectos</p>		<p>Piloto de alquiler colaborativo</p> <p>En España la mayoría de proyectos cooperativos han sido de propiedad</p> <p>Proyecto colaborativo de alquiler con construcción eco-sostenible industrializada (evaluación de costes, impacto ambiental) con entidades promotoras VPO y cooperativas</p>
<p>Homologaciones para producción circular</p> <p>Salvo metales y algún revestimiento el % de material reincorporado al proceso productivo es bajo.</p> <p>Homologaciones crecientes de materiales en mercado español</p>	<p>Descarbonización energética Circularidad de materiales Optimización de vida útil Mejora en la utilización</p>		<p>Impacto ambiental de construcción eco sostenible circular</p> <p>La duración y huellas de CO₂, agua y consumo de materiales de sistemas industrializados son inferiores</p> <p>Modelización de impacto de construcción industrializada con diferentes escenarios de reciclaje en %</p>



Copyright © 2021. All rights reserved 113



RESUMEN DE RECOMENDACIONES PARA LA TRANSICIÓN A LA EDIFICACIÓN SOSTENIBLE EN ESPAÑA

Los planes de apoyo a la vivienda sostenible en España hasta la fecha se han centrado en potenciar la rehabilitación energética, las normas de residuos, el uso de energía renovable y la movilidad compartida inteligente.

La transición a la **edificación circular** exige apostar por **estrategias específicas en relación con las palancas siguientes**:



Marco regulatorio y acuerdos RAP (responsabilidad del promotor y constructor) que introduzcan **objetivos crecientes de sostenibilidad** (ej. % de materiales reciclados etc.) así como en **normativas de comercio de materiales recuperados** y de **garantías de materiales importados**. **Reformas en legislación de financiación para potenciar construcción industrializada** (ej. trazabilidad de "propietario" de materiales en fábrica, para garantías, ...ley hipotecaria)



Apoyo a la **rehabilitación sostenible (energética e industrializada)** para optimizar consumo de recursos y energía, el desmontaje, la reutilización y el reciclaje.



Apoyo a construcción industrializada (nueva y en rehabilitación). **Estímulos a demanda**: obligatoriedad en licitaciones privadas y públicas incluyendo componentes reciclados. **Estímulos a oferta**: fiscalidad y líneas de financiación, apoyo a bancos de materiales reciclados, fusiones de empresas)



Potenciación de **ecosistemas colaborativos** (Administraciones, promotores privados, empresas de construcción, industriales, ingenierías, empresas energía, diseñadores) mediante programas específicos en ámbitos diversos: ej. proyectos piloto de trazabilidad y nuevos materiales, eco-diseño industrializado.



Apoyo al **I+D y transferencia de tecnologías de materiales** (circulares y de larga duración), y en **técnicas de construcción sostenible** (ej. eco-diseño modular en BIM, uso de materiales industrializados reciclados, ahorro energía y agua, construcción seca, tecnologías de trazabilidad, impresión 3D, ... Nuevos materiales)



Apoyo a **formación** en los ámbitos citados (con **énfasis en planes de estudios para EC y transferencia de conocimientos a PYME**)



Apoyo al alquiler colaborativo (ej. modelo público-privado y cooperativas de alquiler) de manera a multiplicar las **promociones apalancadas con recursos públicos limitados**



Tenint en compte el pes del sector en l'economia i en la societat en general, l'oportunitat està servida. Si no l'aprofiten les nostres empreses i administracions, les inevitables normatives europees que s'aniran adoptant progressivament al nostre país afavoriran altres empreses radicades lluny de casa nostra, a costa de la base industrial pròpia.

Per tant, és indispensable que el sector es posi al dia i treballi conjuntament amb les administracions.



**Diputació
Barcelona**

Àrea de Desenvolupament
Econòmic, Turisme i Comerç

Recinte Maternitat. Pavelló Mestral
Travessera de les Corts, 131-159
08028 Barcelona