

# Guía para la descarbonización de la rehabilitación

Soluciones para la rehabilitación de edificios de viviendas con criterios de descarbonización y resiliencia urbana



**Guía para la descarbonización de la rehabilitación.**

Soluciones para la rehabilitación de edificios  
de viviendas con criterios de descarbonización  
y resiliencia urbana

**Abril del 2025**

**Coordinación**

Instituto Municipal de la Vivienda y Rehabilitación de  
Barcelona

Fundación BIT Habitat

































































**Redacción**

Jordi París - París Camps Arquitectura, SLP

[habitatge.barcelona](https://habitatge.barcelona)

[bithabitat.barcelona](https://bithabitat.barcelona)

# Índice

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
La descarbonización del parque edificado	5
Cambio climático y vulnerabilidad humana	6
Objetivos de esta guía	7
  <b>OBJETIVO 1: AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICOS</b>	<b>9</b>
Estrategia 1: Mejora del aislamiento de las fachadas	9
Sistema 1: Aislamiento por el exterior adherido al muro    	10
Sistema 2: Fachada ventilada    	10
Sistema 3: Pinturas térmicas de capa fina     	10
Sistema 4: Aislamiento trasdosado por el interior    	11
Sistema 5: Relleno de cámaras de aire existentes    	11
Sistema 6: Láminas térmicas de capa fina    	11
Estrategia 2: Mejora de los cerramientos exteriores	12
Estrategia 3: Reducción de las infiltraciones por fachada	12
Estrategia 4: Protecciones solares exteriores	13
Estrategia 5: Aislamiento de las cubiertas	13
Sistema 1: Losa filtrante    	14
Sistema 2: Losa no filtrante    	14
Estrategia 6: Sombreado de las cubiertas	15
Estrategia 7: Electrificación de los edificios	16
Sistema 1: Bombas de calor    	16
Sistema 2: Cocinas eléctricas    	17
Sistema 3: Vehículo eléctrico    	17
Estrategia 8: Reducción del consumo eléctrico de los edificios	18
Sistema 1: Duchas con recuperador de energía   	18
Estrategia 9: Producción de energías renovables	18
Sistema 1: Paneles fotovoltaicos en cubierta    	19
Sistema 2: Paneles fotovoltaicos en fachada    	19
Estrategia 10: Sistemas que integran varias soluciones	20
Sistema 1: Sistema de fachada fotovoltaica     	20
Sistema 2: Sistema integrado de fachada y clima     	20

	<b>OBJETIVO 2: ECONOMÍA CIRCULAR Y ENERGÍA INCORPORADA</b>	<b>21</b>
	Estrategia 1: Valorización de las preexistencias	22
	Estrategia 2: Diseño de espacios flexibles y evolutivos	22
	Estrategia 3: Materiales y sistemas de bajo carbono incorporado	23
	Sistema 1: Materiales renovables y reciclados   	23
	Sistema 2: Construcción en madera   	24
	Sistema 3: Hormigón de bajo contenido en CO <sub>2</sub>   	24
	Estrategia 4: Uso de sistemas de construcción industrializada	25
	<b>OBJETIVO 3: RESILIENCIA Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<b>26</b>
	Estrategia 1: Reducción del efecto isla de calor	26
	Sistema 1: Materiales reflectantes en fachadas y cubiertas    	27
	Sistema 2: Cubiertas ajardinadas tradicionales    	27
	Estrategia 2: Captación y reutilización del agua de lluvia	28
	Sistema 1: Cubiertas aljibe   	28
	Sistema 2: Cubiertas ajardinadas aljibe    	29
	Estrategia 3: Reducción del consumo de agua	30
	Sistema 1: Grifos de bajo consumo de agua   	30
	Sistema 2: Duchas circulares   	30
	Sistema 3: Inodoros de bajo consumo de agua   	30
	<b>OBJETIVO 4: MEJORA DE LA SALUD</b>	<b>31</b>
	Estrategia 1: Reducción de la contaminación urbana	31
	Sistema 1: Losas fotocatalíticas   	32
	Sistema 2: Paneles fotocatalíticos   	32
	Sistema 3: Pinturas exteriores fotocatalíticas   	33
	Estrategia 2: Reducción de la contaminación interior de los edificios	33
	<b>OBJETIVO 5: BIODIVERSIDAD Y BIOFILIA</b>	<b>34</b>
	Estrategia 1: Incorporación de vegetación en los edificios	34
	Sistema 1: Vegetación en cubiertas y fachadas   	35
	Estrategia 2: Diseño biofílico	35



# INTRODUCCIÓN

## LA DESCARBONIZACIÓN DEL PARQUE EDIFICADO

Todos los sectores de la sociedad tienen el objetivo común de descarbonizarse para cumplir con los objetivos comprometidos en las diversas agendas internacionales, estatales y locales en materia de neutralidad climática.

El sector de la edificación representa en torno al 40 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> y, por lo tanto, tiene un potencial enorme en lo que respecta a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la que nos hemos comprometido como sociedad (55 % para 2030 en la Unión Europea). Según la estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España (ERESEE 2020, p. 199), en 2030 el consumo residencial de combustibles fósiles debe reducirse un 35 % y tiene que desaparecer en 2050.

La descarbonización del sector de la edificación es un gran reto, pero también puede convertirse en una oportunidad para generar nuevos modelos de construir y habitar. En este sentido, reconociendo las complejas implicaciones en la toma de decisiones en el entorno construido (contrapartidas y cobeneficios), es necesario aproximarse con una visión amplia que considere el ciclo de vida completo del carbono (incorporado y operativo) y, al mismo tiempo, los efectos en la sociedad (bienestar, toxicidad, condiciones laborales y de confort, entre otros) y en la economía más allá de los costes directos a corto plazo (impacto cuantitativo y cualitativo en el trabajo, gastos y tipo de mantenimiento, impacto en la productividad o costes de seguridad y salud).

Para descarbonizar hay que reducir las emisiones de la forma más amplia posible e incidiendo en todos los vectores que tiendan a reducir, efectivamente, el impacto en el CO<sub>2</sub>. La evolución y la normativa están progresando hacia una visión sistémica de los elementos que repercuten en la reducción de las emisiones del sector, a pesar de que algunas normas aún no tienen esta visión global. En esta guía proponemos soluciones para producir un impacto en todos los vectores descarbonizadores, tanto los directos como los indirectos.

En este sentido, hay que remarcar que actualmente en España el carbono incorporado supone un tercio de las emisiones de la edificación, aproximadamente. La tecnología y las estrategias para mitigar las emisiones durante la fase operativa están muy desarrolladas y esto hace muy posible que, reduciendo la demanda y transitando hacia una generación de energía limpia y renovable, prácticamente podamos eliminar las emisiones de esta fase. Ahora bien, teniendo en cuenta tanto los objetivos previstos de construcción y rehabilitación como los cambios de instalaciones previstos, se estima que las emisiones globales del sector residencial en España seguirán aumentando durante los próximos años en el caso del carbono incorporado (lo que se emite en la producción de materiales, construcción, rehabilitación y demolición del edificio), lo que supondrá más del 50 % de las emisiones acumuladas por el sector durante los próximos 30 años<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Ref. Green Building Council.

La evolución de los parámetros descarbonizadores del sector edificado a lo largo del tiempo ha sido la siguiente:

#### ❖ Reducción de la demanda energética

Inicialmente, el esfuerzo por reducir emisiones se entendía como disminuir la energía en la fase de uso de los edificios, y aquí es donde las actuales normativas tienen más impacto.

Gran parte de las rehabilitaciones, especialmente las que reciben ayudas, ya incorporan este vector, aunque desgraciadamente todavía hay una parte importante de las rehabilitaciones que hacen puro mantenimiento y no reducen la demanda.

#### ❖ Reducción del consumo energético de la construcción

Más recientemente, se está haciendo énfasis en rebajar las emisiones durante la fase de construcción o reforma (energía incorporada a los materiales, a los sistemas constructivos). Tampoco se está aprovechando lo suficiente el potencial de este elemento descarbonizador. El mercado ofrece soluciones, pero suelen ser, en promedio, algo más caras a corto plazo que las

que emiten más CO<sub>2</sub>, y se acostumbra a optar, sistemáticamente, por soluciones con menos energía incorporada, ya que las ayudas no suelen incluir la energía incorporada sino la reducción de la demanda.

#### ❖ Generación de energía renovable

También se ha ido destacando que era necesario integrar energías renovables para compensar, al menos parcialmente, los consumos. En este sentido, las rehabilitaciones en general no aprovechan mucho este potencial (marquesinas fotovoltaicas, etc.).

#### ❖ Modelo de ciudad

Finalmente, existe toda una serie de estrategias de descarbonización indirectas que consisten en poner las condiciones para garantizar que el modelo de las ciudades sea un modelo de futuro. Son las estrategias vinculadas a la resiliencia urbana, la salud y el bienestar de la ciudadanía, que deben permitir la continuidad del modelo urbano, que es el que emite menos CO<sub>2</sub><sup>2</sup>.

## CAMBIO CLIMÁTICO Y VULNERABILIDAD URBANA

Las ciudades son el modelo urbano que emite menos CO<sub>2</sub> y, por tanto, para descarbonizarlas no podemos prescindir de este tipo de agrupaciones urbanas, sino que debemos impulsarlas.

Para garantizar el éxito y la continuidad de las agrupaciones densas, especialmente en un momento en que nos dirigimos hacia episodios cada vez más frecuentes de fenómenos meteorológicos extremos, es clave mejorar factores como la resiliencia urbana (efecto isla de calor, el drenaje y aprovechamiento del agua de lluvia, etc.), la salud de la población y la biodiversidad urbana. Debemos garantizar que las ciudades sean saludables, confortables y sostenibles.

Esto hay que hacerlo, también, a partir de integrar todos estos factores en todas las reformas de edificios existentes. Solo desde

una visión sistémica que incluya todas las estrategias descarbonizadoras (las directas y las indirectas) se podrá incidir globalmente en la descarbonización del sector residencial. Cada inversión en una rehabilitación de edificio que no vaya en la línea de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> entendida como un proceso sistémico será una ocasión perdida, ya que impedirá una rehabilitación en esta línea durante muchos años.

Barcelona dispone del Plan Clima, una hoja de ruta para hacer una ciudad climáticamente neutra y bien adaptada al cambio climático para el año 2030.

Esta guía aborda con mayor profundidad las propuestas y soluciones constructivas disponibles para incidir en la máxima descarbonización posible del parque edificatorio.

## OBJETIVOS DE ESTA GUÍA

Esta guía aporta consejos prácticos que permiten orientar, más allá de la normativa vigente, las reformas de los edificios en la línea de la descarbonización y adaptación al cambio climático, desde una óptica práctica y operativa a la hora de tomar decisiones. Se centra, sobre todo, en actuaciones en un contexto de clima mediterráneo como el de Barcelona, aunque gran parte de los análisis y las propuestas se pueden extrapolar a otras latitudes.

Para la transición (por la escala, urgencia y necesidad de recursos y capacidades) deben participar todos los agentes, y por eso son necesarios recursos que apoyen la acción diversa de las partes implicadas. La guía se dirige a industria, profesionales, Administración y ciudadanía para que cada uno, desde su nivel de responsabilidad, pueda ir incorporando en el mayor grado posible las prácticas que vayan en la línea de la descarbonización y la resiliencia urbana, bajo la premisa de que toda rehabilitación que no impacte en estos vectores de una forma clara será una oportunidad perdida. La voluntad es que pueda ser útil tanto para una administración pública que se plantee la redacción de un pliego de condiciones hasta para una comunidad de propietarios que se proponga hacer obras en su edificio, pasando por gremios profesionales y técnicos especializados.

Ha sido elaborado por la Fundación BIT Habitat, en colaboración con el Instituto Municipal de la Vivienda y Rehabilitación (IMHAB) en el marco del proyecto europeo URBANEW, un proyecto multiagente de soluciones innovadoras para la regeneración urbana. URBANEW forma parte del programa piloto de la misión europea “100 ciudades climáticamente neutras e inteligentes para 2023” de la Unión Europea, de la que Barcelona forma parte. El proyecto promueve una transformación sistémica para que los sectores residencial, comercial y de la edificación pública y privada reduzcan su huella de carbono y sean eficientes energéticamente.

La mayoría de las soluciones recogidas aquí son fruto de un llamamiento a la participación en el “Marketplace de soluciones innovadoras en rehabilitación baja en carbono” de las empresas del sector, en el marco de la Jornada URBANEW “Innovando en la rehabilitación de edificios para la descarbonización”, celebrada en abril de 2024, en la que varias organizaciones presentaron soluciones concretas en la línea de los objetivos establecidos en el proyecto.

En este sentido, para que se produzca la transformación es necesario que haya unas industrias que innoven y encuentren soluciones a los problemas planteados, y también es necesario que los promotores — públicos o privados — conozcan y apliquen dichas soluciones. La falta de demanda es un factor limitante de la innovación, y la falta de soluciones adecuadas frena una posible demanda. Uno de los principales objetivos de esta guía también es desbloquear esta situación y aportar, a través de la divulgación y la capacitación, los incentivos a la industria para innovar, y a los impulsores de reformas para utilizar la innovación aplicada.

La guía se organiza a partir de cinco objetivos interrelacionados que permiten activar al máximo la descarbonización y la regeneración urbana sostenible en todos los sentidos.



**Objetivo 1:**  
**Ahorro y eficiencia energéticos**



**Objetivo 2:**  
**Economía circular  
y energía incorporada**



**Objetivo 3:**  
**Resiliencia y adaptación  
al cambio climático**

















**Objetivo 4:**  
**Mejora de la salud**



**Objetivo 5:**  
**Diversidad y biofilia**

Estos objetivos se concretan sucesivamente en estrategias y estas, en sistemas, que son los sistemas constructivos concretos aplicables en cada caso.

Cada uno de los sistemas va acompañado de unos iconos que indican visualmente sus características y su potencial.

 <b>Ahorro y eficiencia energéticos</b>	<b>Inversión:</b>				
 <b>Economía circular y energía incorporada</b>	reducida		media		elevada 
 <b>Resiliencia y adaptación al cambio climático</b>	<b>Descarbonización:</b>				
 <b>Mejora de la salud y el confort</b>	reducida		media		elevada 
 <b>Biodiversidad y biofilia</b>					
 <b>Activador de comunidad</b>					
 <b>Adaptable al contexto</b>					
 <b>Innovación</b>					

Esta guía pretende ser una base, que será actualizada y enriquecida en futuras ediciones por todos los agentes del sector, para resultar lo más útil y operativa posible y contribuir a la descarbonización a la que nos hemos comprometido.





# OBJETIVO 1: AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICOS

Las rehabilitaciones energéticas disponen de una herramienta razonablemente buena: el Código técnico de la edificación, que en los últimos tiempos ha ido aumentando los requisitos de los edificios con respecto a la eficiencia energética en fase de uso, y que en su apartado HE de ahorro de energía determina las condiciones para reducir su consumo.

Esta normativa estatal todavía no se ha actualizado según la nueva Directiva europea (UE) 2024/1275 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2024, relativa a la eficiencia energética de los edificios, ya en vigor. Dicha directiva exige, entre otros requisitos, que los edificios existentes se conviertan en edificios de cero emisiones antes del año 2050, por lo que habrá que realizar una rehabilitación masiva de la mayor parte del parque edificado antes de esa fecha. Esto implica que cualquier reforma efectuada a partir de ahora que no vaya en esta línea será una ocasión perdida y una mala inversión a medio plazo.

En una rehabilitación no se puede determinar la orientación del edificio y, a menudo, tampoco la posición de las aberturas de la fachada, pero hay muchas posibles acciones a realizar para alcanzar los objetivos de la directiva. Y no se debe olvidar que toda rehabilitación tiene un impacto directo en la mejora de la salud, la confortabilidad y la calidad de vida de los habitantes. A continuación, damos algunos ejemplos de estrategias y soluciones para implementar.

## 01 ESTRATEGIA 1

### Mejora del aislamiento de las fachadas

Las fachadas son unos elementos clave para reducir el consumo energético en fase de uso de un edificio, y mejorarlas en edificios existentes suele presentar unas dificultades que hay que tener presentes.

La mejor forma para incorporar aislamiento a una fachada es por el exterior, con una piel continua que proteja el edificio tanto desde el punto de vista térmico como de estanqueidad. Esta piel continua debe permitir que toda la superficie quede protegida y evitar dejar zonas desprotegidas, como el nivel de los forjados. El hecho de aislar por fuera también permite que los edificios con muro cerámico mantengan la inercia térmica en el interior y aumenta su confort. El hándicap es que a menudo las fachadas de tejidos urbanos consolidados tienen algún grado de protección o elementos singulares que hacen difícil o imposible la aplicación de este tipo de soluciones.

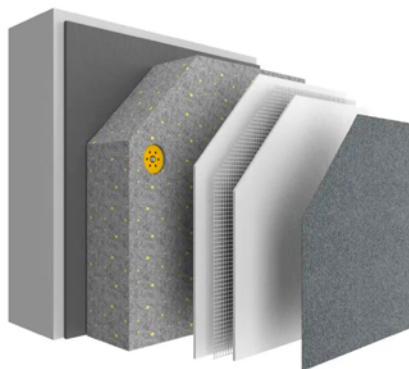
El aislamiento de un muro se puede hacer por la cara interior o por el exterior. Siempre que sea posible, se aislará por el exterior, dado que es la forma más eficiente para reducir puentes térmicos y, además, no se disminuye la superficie útil interior. De todos modos, a veces hacerlo por el exterior no es posible, a menudo por la presencia de elementos existentes que hay que conservar.

## 01 E1 SISTEMA 1



### Aislamiento por el exterior adherido al muro

- ❖ Habitualmente conocido con el nombre de SATE.
- ❖ Paneles aislantes adheridos a la fachada acabados con una malla y mortero de acabado.
- ❖ Existen sistemas de SATE con materiales de bajo impacto ambiental (corcho, mortero de cal, etc.) que suelen ser algo más caros.
- ❖ La opción de aislamiento con lana de roca, a base de basalto, presenta unas prestaciones superiores a los aislamientos derivados del petróleo: elevada permeabilidad al vapor de agua y propiedades ignífugas y acústicas.



Arrevol.com

## 01 E1 SISTEMA 2



### Fachada ventilada

- ❖ Sistema de fachada con cámara ventilada, industrializada y montada en seco.
- ❖ El aislamiento se sitúa dentro de una cámara de aire ventilada.
- ❖ Acabado exterior con varios materiales posibles (cerámico, pétreo, metálico, madera, etc.).
- ❖ En fachadas que reciben radiación solar, este sistema funciona mejor que un SATE, ya que la cámara ventilada reduce el sobrecalentamiento de la fachada.
- ❖ La normativa actual (CTE-SI) obliga a un comportamiento ignífugo de los materiales para evitar la propagación del fuego por la cámara. Existen soluciones constructivas que garantizan el comportamiento ignífugo.



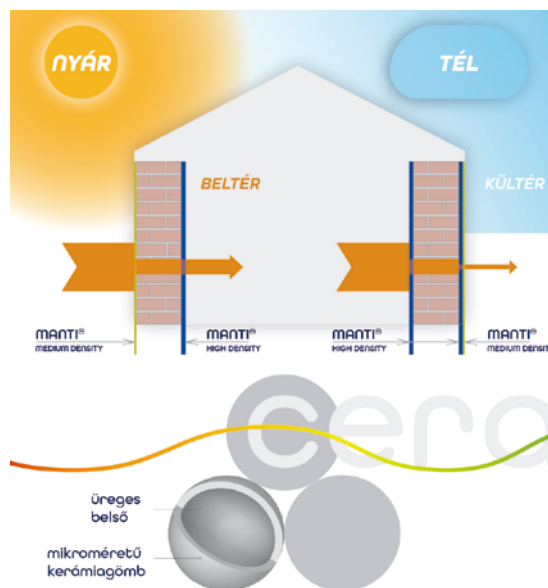
Rehabilitación energética de una fachada existente mediante un entramado ligero de madera, Tallfusta

## 01 E1 SISTEMA 3



### Pinturas térmicas de capa fina

- ❖ Pinturas reflectantes solares que permiten evitar el sobrecalentamiento de superficies de fachada o cubierta mediante el bloqueo de la radiación solar en las superficies opacas. Ofrecen pinturas transparentes especiales para edificios históricos.
- ❖ No pueden sustituir al aislamiento térmico en edificios de viviendas, puesto que bloquean la captación de temperatura por radiación también en invierno.
- ❖ Son útiles para preservar del calor los edificios que tengan la fachada protegida por motivos patrimoniales.



Manti.hu<sup>3</sup>

#### 01 E1 SISTEMA 4



##### Aislamiento trasdosado por el interior

- ❖ Trasdosado en la cara interior de la fachada con paneles (placas de cartón yeso, de cemento con fibras, etc.) que generan una cámara no ventilada con aislamiento térmico.
- ❖ Reduce la superficie útil interior de los edificios y no resuelve los puentes térmicos en el nivel de los forjados, que deberán solucionarse con aislamientos adicionales, ya sea con la misma solución en falso techo o con sistemas de capa fina.
- ❖ Disponibilidad de materiales de aislamiento con mayor o menor impacto ambiental (soluciones con buena relación calidad/precio como la lana de roca u otras soluciones más sostenibles y en general más caras, como la celulosa, el corcho, la lana o el algodón).



Arrevol.com

#### 01 E1 SISTEMA 5



##### Relleno de cámaras de aire existentes

- ❖ Sistema adecuado cuando la cámara tiene una dimensión suficiente, de al menos 10 centímetros, es continua y limpia.
- ❖ Conviene comprobar posteriormente con una cámara térmica que se haya conseguido un buen aislamiento de la cámara de aire.
- ❖ Existen varios materiales inyectables, como perlas de poliestireno expandido grafitadas, borras de lana mineral, corcho, lana, algodón o fibras de celulosa. Convendrá elegir las que tengan menos impacto ambiental y, en el caso de la celulosa, que garanticen una buena durabilidad a largo plazo.
- ❖ No resuelve los puentes térmicos de la zona del forjado (suelo y techo), que deben solucionarse con aislamientos convencionales, al menos en la zona del techo, incorporando un falso techo con aislamiento en una franja de 1 metro hacia el interior. Para garantizar la supresión total del puente térmico, también se debería aislar esta franja de 1 metro en el suelo.



URSA

#### 01 E1 SISTEMA 6



##### Láminas térmicas de capa fina

- ❖ Láminas multicapa de un espesor aproximado de 1 centímetro, equivalente a aislamientos térmicos convencionales de mayor espesor.
- ❖ No sirve como acabado exterior ni se puede dejar visto en el interior sin terminar, como en el caso de las pinturas térmicas.
- ❖ Es una buena solución para el aislamiento desde el interior, ya que no reduce mucho la superficie útil interior y facilita eliminar puentes térmicos en ambas caras del forjado.
- ❖ Algunos industriales tienen soluciones que, además de aislar térmicamente, bloquean el gas radón, tal y como requiere el CTE actualmente en algunos casos en contacto con el terreno.



Air-bur Termic

## 01 ESTRATEGIA 2

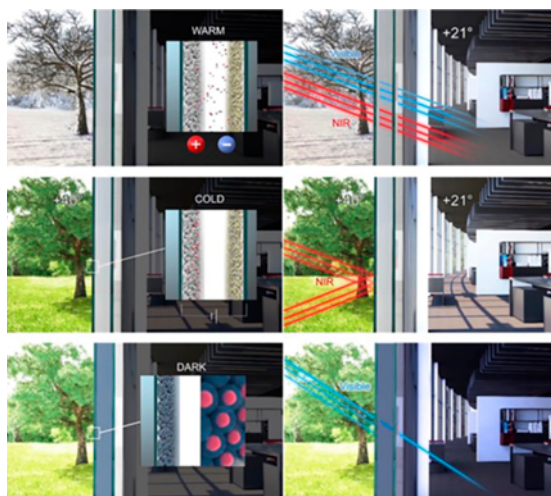
### Mejora de los cerramientos exteriores

Los cerramientos son otro de los elementos que mejorar para reducir los consumos energéticos de la envolvente. La normativa CTE-HE ya lo regula, y cumplir con la versión actual de esta normativa es suficiente para mejorar claramente este parámetro.

Hay que ajustar bien el factor solar del cristal, para evitar el efecto invernadero, por un lado, pero sin prescindir demasiado de la radiación solar térmica en invierno. Habrá que estudiarlo orientación por orientación.

Más allá de lo que marca la normativa para el ahorro energético, conviene que los cristales de un mismo cerramiento separados por una cámara de aire tengan espesores diferentes para proteger más eficientemente el interior en cuanto a acústica se refiere. Cada grosor de vidrio protege mejor a una frecuencia determinada, y conviene que los dos cristales sean diferentes para no generar un puente acústico en alguna frecuencia en concreto.

Se están desarrollando sistemas de cristales capaces de activar o desactivar el paso de buena parte de la radiación solar según las necesidades de cada instante, aunque estos sistemas por ahora todavía no han llegado a comercializarse a precios competitivos.



Proyecto Smart Dynamic Glazing for ZEB envelopes, Leitat Technological Center

## 01 ESTRATEGIA 3

### Reducción de las infiltraciones por fachada

Es necesario asegurarse de que todas las superficies en contacto con el exterior son estancas al aire para evitar fugas térmicas que aumenten el consumo de climatización. Esto debe ir acompañado de un buen sistema de ventilación para garantizar la buena calidad del aire interior.

Los sistemas que se pueden utilizar son masillas elásticas para los muros o cintas adhesivas para las juntas y encuentros con cerramientos. Es preciso cerciorarse de que los materiales son de bajo impacto ambiental y con pocas emisiones de compuestos orgánicos volátiles.



Dycon



## 01 ESTRATEGIA 4

### Protecciones solares exteriores

La instalación de persianas, aleros, lamas fijas, lamas venecianas o toldos permite proteger los edificios, estática o dinámicamente, de la radiación solar.

En cuanto a sistemas fijos, en orientaciones hacia el sur, las lamas horizontales o aleros (proporción 1:1) son lo más adecuado para garantizar el paso de la radiación solar en invierno y proteger el edificio en verano, cuando el sol está más alto.

En orientaciones con componente este y oeste, las protecciones horizontales

combinadas con las verticales suelen ser una buena opción.

Los sistemas activos dependerán de un buen sistema de gestión, ya sea automática o manual. La gestión automática dispone de un modo ausencia en el que el edificio regula la radiación solar recibida durante todo el día para que, cuando la persona usuaria llegue a casa, esta esté en las mejores condiciones. Debe contar con un sistema de gestión automatizado que tenga modo ausencia (piloto automático) y modo de control manual.

## 01 ESTRATEGIA 5

### Aislamiento de las cubiertas

Las cubiertas son la otra superficie relevante de los edificios a la hora de protegerlos térmicamente y, por lo tanto, deben aislarse correctamente para disminuir la demanda energética de los edificios. En esta guía nos centramos en cubiertas planas, que son la gran mayoría de las cubiertas existentes en los edificios de viviendas de Barcelona.

Hay que tener en cuenta que se trata de una superficie muy expuesta a la radiación solar, especialmente en verano. Una primera fase de cualquier reforma es el estudio del edificio por reformar, y uno de los estudios más importantes que hay que hacer es el de los elementos estructurales, que, entre otras cosas, nos tiene que decir si la estructura soporta un incremento de sobrecargas o no.

También debe indicarnos si las cargas propias se pueden reducir o no, ya que es posible que, aunque los elementos estructurales no se puedan sobrecargar, la eliminación de una cubierta a la catalana permita incorporar nuevos elementos que aumenten significativamente las prestaciones de la cubierta.

En caso de que se puedan incorporar nuevos elementos, habrá que priorizar añadir una cubierta ajardinada aljibe, que, además, aporta aislamiento térmico y acústico, resiliencia urbana, biodiversidad, etc.

En caso de que no exista la posibilidad de utilizar elementos pesados, se deberá

garantizar el aislamiento con soluciones ligeras, procurando que, aparte del aislamiento y la estanqueidad de la cubierta, los sistemas instalados aporten también unas buenas prestaciones en cuanto a mantenimiento.

Las cubiertas tradicionales con baldosa cerámica tienen un mal mantenimiento, ya que, al no contar con aislamiento, sufren muchos movimientos por dilatación, presentan muchas juntas y las goteras acaban por aparecer. Esto hace que en muchas se haya instalado una tela impermeabilizante adicional, que también ofrece una durabilidad escasa y provoca que cubiertas accesibles se acaben usando como cubiertas solo para mantenimiento.

Siempre que la sobrecarga lo permita, es conveniente que se aproveche la reforma de la cubierta no solo para incorporar aislamiento, sino también para permitir la captación de agua de lluvia e instalar jardines, aunque esto implique eliminar el peso de capas preexistentes, como las de cámaras de ventilación de tipo cubierta a la catalana, que tenían todo el sentido en cubiertas sin aislamiento, pero que no tienen demasiado en una cubierta aislada.

Véase la descripción de estos elementos en los ámbitos sobre resiliencia y biodiversidad.

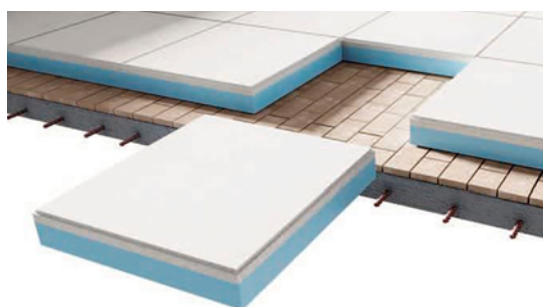
## 01 E5 SISTEMA 1



### Losa filtrante

- ❖ Consiste en una losa transitable que incorpora el aislamiento térmico en la propia pieza, que se monta en seco —sin mortero— y que protege la tela impermeable directamente. Al montarse en seco, se puede quitar la losa y acceder al mantenimiento de la tela impermeable sin tener que repicar la cubierta. Tiene mayor durabilidad y menor mantenimiento que una solución tradicional con tela autoprotégida a la intemperie o protegida por baldosas cerámicas, y facilita una mejora del aislamiento sin tener que añadir una nueva capa de hormigón.
- ❖ La losa está compuesta por una capa de hormigón drenante adherida al aislamiento y su tamaño es de 50x50 centímetros, lo que la hace manejable para instalarla y extraerla para realizar mantenimiento, si es necesario. Es una solución bastante ligera, ya que no es necesario incorporar ningún nuevo *planché* ni capa de compresión. La solución está formada por una tela impermeable, protegida por geotextiles, y la losa filtrante ligera que incorpora el aislamiento en la propia pieza.
- ❖ Las losas filtrantes son compatibles con un uso comunitario de la cubierta, ya que protegen la tela y, al ser depositadas sobre la cubierta presente, son compatibles con las pendientes preexistentes. El acabado, al ser poroso, se ensucia con cierta facilidad.

- ❖ Para garantizar un buen drenaje del agua, se debe tener la precaución de hacer canales en las losas próximas a los sumideros, cortando tiras de aislamiento en el reverso de dichas losas. Si no se hace, en caso de aguaceros se puede acumular temporalmente agua en la superficie del pavimento y las losas filtrantes pueden llegar a flotar.
- ❖ Una de las ventajas de este sistema es que los desagües quedan protegidos, por lo que es más difícil que se inunde la cubierta. Hay que vigilar con la planicidad de la base y la colocación para evitar que las losas se agrieten.
- ❖ De las diversas alternativas que hay en el mercado, recomendamos losas con espesores de la capa de hormigón poroso de 35 milímetros como mínimo. Los aislamientos disponibles suelen ser de 4 a 6 centímetros.



Losa Danolosa, de Danosa

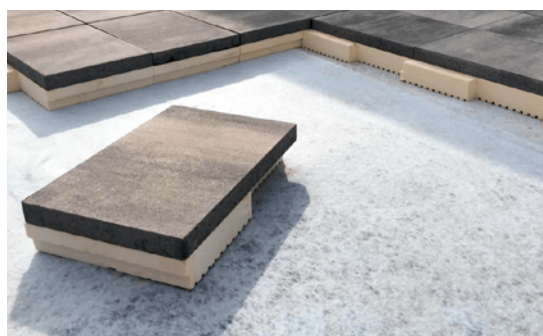
## 01 E5 SISTEMA 2



### Losa no filtrante

- ❖ Alternativa similar a la anterior, pero, en lugar de hacerse con losas de hormigón drenante y, por tanto, poroso y ligero, se hace con losas de hormigón más denso. En este caso, como la pieza no tiene porosidad, es necesario facilitar el desagüe en los puntos de recogida (haciendo un agujero en la losa o dejando canales de recogida perimetrales con rejillas o gravas).
- ❖ Tiene la ventaja, respecto a la anterior, de que el pavimento, al ser menos poroso, presenta un acabado más limpio y duradero y no aparecen fisuraciones con el uso. Otro de sus beneficios es que el aislamiento presenta machihembrados que hacen más monolíticas las piezas de

pavimento y, a cambio, se dificulta un poco su mantenimiento y aumenta su precio y peso unitario, respecto a las drenantes.



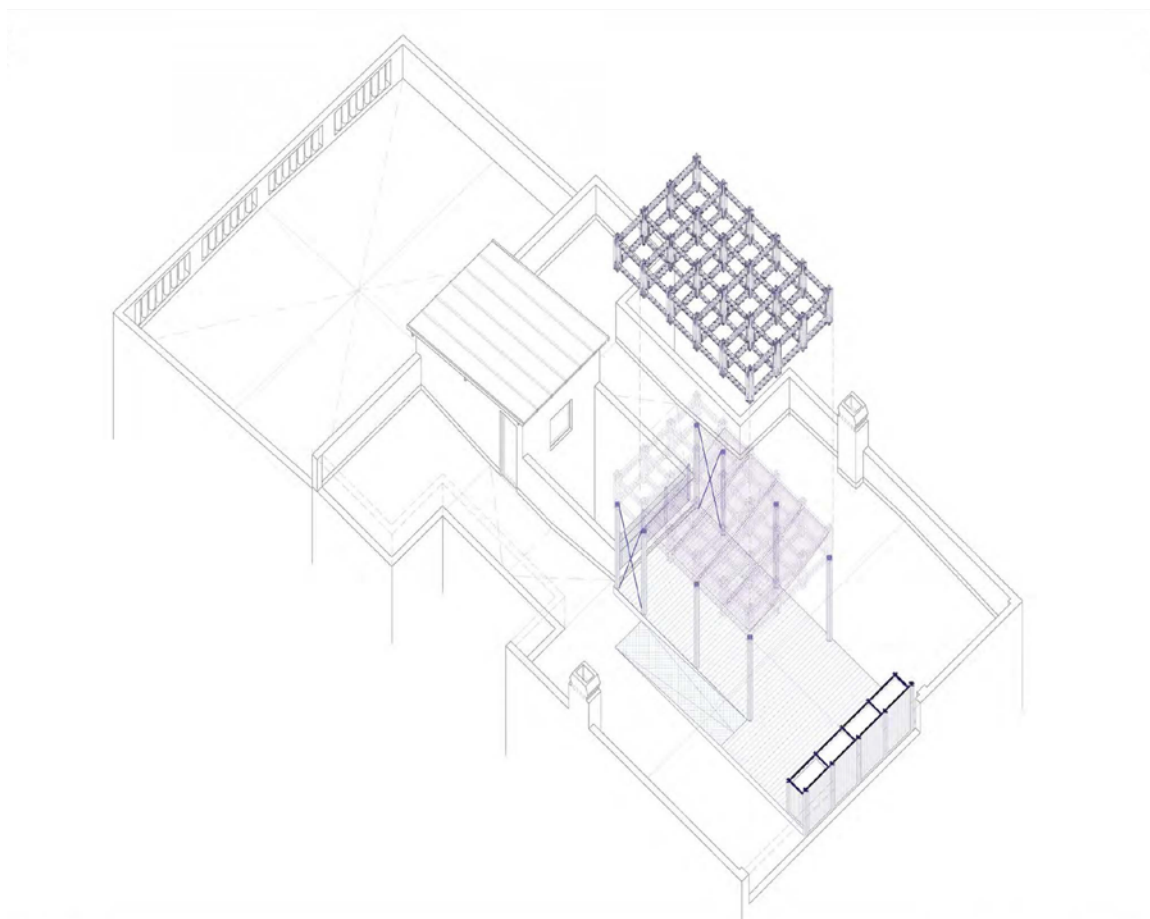
Losa Infinity, de Breinco

## 01 ESTRATEGIA 6

### Sombreado de las cubiertas

Aparte del aislamiento de las cubiertas, para mejorar el comportamiento de la cubierta conviene incorporar elementos de sombreado, si es posible con paneles fotovoltaicos, lo que permite obtener las siguientes ventajas:

- ❖ Proteger la cubierta de la radiación solar.
- ❖ Convertir una superficie para la producción de energías renovables sin ocupar espacio en cubierta.
- ❖ Activar el uso de la cubierta como espacio comunitario.
- ❖ Minimizar el efecto isla de calor.



Proyecto "Reviure els terrats" (revivir los terrados).  
Grupo de investigación REARQ-UPC, asociación Oasiurbà, grupo de  
investigación CRIT-UB y grupo de investigación GICITED-UPC

## 01 ESTRATEGIA 7

### Electrificación de los edificios

La electrificación de los edificios consiste en eliminar los sistemas que producen emisiones directas como el gas natural, el diésel o el butano. Esta es una condición necesaria para reducir efectivamente las emisiones de CO<sub>2</sub>, especialmente cuando la red eléctrica esté descarbonizada. La mayor eficiencia de los sistemas con base de electricidad debería permitir pasar de los consumos actuales de energía primaria (en Cataluña, 286 TWh en 2023) a consumos mucho más reducidos en 2050 gracias a la electrificación (120 TWh).

En este sentido, la Directiva europea de eficiencia energética prohíbe, a partir del 2026, la instalación de sistemas basados en combustibles fósiles y deberán sustituirse las calderas existentes antes del 2035. Por supuesto, es conveniente adelantarse a esta prohibición en todas las reformas que se hagan a partir de ahora para tender hacia la descarbonización.

Las ventajas adicionales de la electrificación son más seguridad a la hora de eliminar combustibles de las viviendas y la reducción de las emisiones de gases en el interior de las ciudades.

#### 01 E7 SISTEMA 1

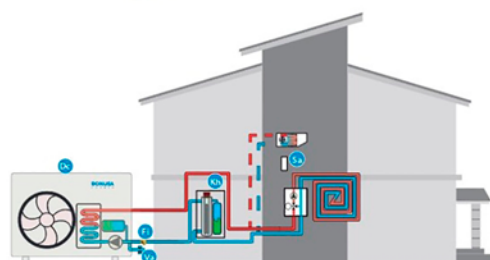


#### Bombas de calor

- ❖ Las bombas de calor tienen un rendimiento del orden del 300 % en comparación con una calefacción convencional, que ofrece un rendimiento del 90 %.
- ❖ Producen energía para las unidades de clima y también agua caliente sanitaria (ACS) y son un elemento clave para la electrificación y la descarbonización posterior del parque construido. Pueden ser aerotérmicas (intercambio con el aire) o geotérmicas (intercambio con el terreno).
- ❖ Las bombas de calor geotérmicas son más eficientes, pero más caras que las aerotérmicas, puesto que deben conectarse con circuitos soterrados a gran profundidad que intercambian temperatura con el terreno. Las bombas aerotérmicas, en la mayoría de los casos, tienen una relación inversión-ahorro superior a las geotérmicas. Hay que estudiar caso por caso para determinar la idoneidad de cada sistema concreto, ya que dependerá del tipo de terreno, de la disponibilidad de intercambio con el exterior, etc.
- ❖ Los sistemas comunitarios consisten en un circuito de recirculación y contadores térmicos en el acceso de cada vivienda. Para viviendas ocupadas permanentemente, son más eficientes que las bombas de calor individuales, pero para viviendas ocasionales (segundas residencias) tienen un consumo basal que puede ser importante.
- ❖ Existen sistemas individuales con unidades interiores equivalentes a una caldera de gas grande y unidades

exteriores también de tamaño compacto que se pueden instalar en una galería, por ejemplo. Esto hace que los requisitos de espacio no sean muy diferentes a los de las calderas de gas y que se puedan incorporar en viviendas existentes sin muchos problemas.

- ❖ En caso de sistemas comunitarios, será necesario un espacio centralizado para situar la bomba de calor de producción de clima (en el exterior o con una ventilación destacada si se trata de bomba aerotérmica), y una pequeña unidad interior equivalente a una caldera de gas grande.
- ❖ Tanto en un caso como en el otro, hay que tener en cuenta que el sistema debe garantizar una temperatura puntual para el agua caliente que elimine el riesgo de legionela.
- ❖ Se recomienda que el sistema esté provisto de un circuito basado en agua o algún otro líquido no contaminante para evitar problemas de fugas ocasionales que puedan dañar el medioambiente o la salud.



Domusa Calefacción



## 01 E7 SISTEMA 2



### Cocinas eléctricas

- ❖ El otro elemento donde tradicionalmente se ha utilizado gas son las cocinas, que también conviene sustituir por cocinas eléctricas.
- ❖ Para reducir los consumos eléctricos hay que elegir cocinas de inducción, en las que, a pesar de ser más caras que las de vitrocerámica, el sobrecoste se amortiza con el uso.

## 01 E7 SISTEMA 3



### Vehículo eléctrico

- ❖ Un coche de combustión tiene un consumo de 60 kWh cada 100 kilómetros, mientras que el de un eléctrico es de 16 kWh. Incorporar cargadores de potencia media en los edificios para la carga de los coches eléctricos reduce las emisiones, no solo porque facilita el uso de coches eléctricos, sino también porque los cargadores domésticos tienen un consumo más eficiente que los sistemas basados en una potencia elevada. Para reducir emisiones, conviene salir de la vivienda o del trabajo con la batería cargada y solo utilizar cargadores ultrarrápidos en desplazamientos largos.
- ❖ La incorporación de cargadores eléctricos en los aparcamientos se puede convertir en una oportunidad adicional para

descarbonizar, si las baterías de los coches se coordinan con una gestión automatizada con la red eléctrica. Se pueden utilizar las baterías de los vehículos aparcados para reducir la punta de demanda eléctrica de los edificios, haciendo que la red sea más estable y se reduzca la dependencia de las centrales de ciclo combinado y, por tanto, las emisiones. Esto también permite un ahorro para la comunidad que se conecte.

- ❖ Más allá de los coches eléctricos, se debe prever la posible instalación de cargadores para otros vehículos eléctricos, como bicicletas, patinetes o motocicletas.



Endolla Barcelona

## 01 ESTRATEGIA 8

### Reducción del consumo eléctrico de los edificios

Además de electrificar los consumos de los edificios, hay que reducirlos con posibles estrategias como las siguientes:

- ❖ Seleccionar electrodomésticos y luminarias de bajo consumo (A, A+, etc.).
- ❖ Diseñar el cuadro eléctrico para que sea sencillo dejar la vivienda en modo ausencia (solo con una línea activa, la que controle la nevera, la seguridad, etc.), idealmente con un interruptor fuera del cuadro para más facilidad.
- ❖ Separar la línea de iluminación de zonas oscuras de la de las zonas cercanas a las ventanas, para poder activar solo aquellas necesarias.
- ❖ Incorporar detectores de presencia en espacios comunes o pasillos de la vivienda.
- ❖ Instalar sistemas automatizados de control de elementos o un posible sistema domótico que controle la presencia, la climatización y la radiación e iluminación naturales.
- ❖ Montar recuperadores de energía en el aire de ventilación y en el agua caliente sanitaria.

#### 01 E8 SISTEMA 1



#### Duchas con recuperador de energía

- ❖ Permiten el aprovechamiento del calor residual del agua caliente de la ducha gracias a un intercambiador que precalienta el agua fría hasta a unos 12 °C.



Zypho

## 01 ESTRATEGIA 9

### Producción de energías renovables

Una estrategia clave para la descarbonización es la implantación masiva de sistemas de producción de energía renovables. La densidad de las ciudades hace difícil la autosuficiencia energética, por mucho que se reduzca la demanda y se instale un gran número de generadores de energías renovables; aun así conviene montar la máxima cantidad posible para reducir la dependencia energética del resto del territorio. Para aumentar la eficiencia de la red es conveniente que donde exista mayor demanda se ubique, al menos, parte de la producción.

El sistema que se adapta más fácilmente a un entorno urbano son los paneles fotovoltaicos, por versatilidad y facilidad de mantenimiento. Cabe destacar que en los últimos años el coste de estas soluciones ha caído sensiblemente, y amortizarlas cada vez es más sencillo. Hay empresas especializadas en financiar y montar paneles fotovoltaicos sin que la persona usuaria tenga que hacer ninguna inversión.

## 01 E9 SISTEMA 1



### Paneles fotovoltaicos en cubierta

- ❖ Las cubiertas de los edificios tienen un potencial enorme para alojar paneles fotovoltaicos, ya sea directamente sobre la cubierta o en marquesinas fotovoltaicas. Tienen una ventaja adicional: reducen la radiación solar sobre la cubierta de los edificios y mejoran su comportamiento en verano.
- ❖ La solución sobre la cubierta es la más económica, pero dificulta su aprovechamiento para otros usos (espacio de encuentro, cubiertas ajardinadas, etc.).
- ❖ En cubiertas inclinadas, los paneles fotovoltaicos directamente sobre la cubierta son una buena solución, especialmente en cubiertas bien orientadas. Con poca radiación solar directa también se produce energía, pero la eficiencia, como es natural, disminuye. Conviene hacer cálculos para valorar el retorno económico de la inversión, pero, en general, no es necesario que la orientación sea excelente para que el retorno sea adecuado.
- ❖ Los paneles fotovoltaicos en marquesina deberían ser la solución priorizada en cubiertas planas, siempre que sea posible, ya que no hipotecan la cubierta del edificio. Es necesario comprobar las condiciones que impone la ordenanza de aplicación. También hay que tener en cuenta la estructura del edificio para implantar la marquesina con garantías.
- ❖ Hasta hace poco, buena parte de las normativas urbanísticas hacía muy difícil su instalación, pero cada vez están más permitidas, a menudo con alguna restricción menor (no situarlas a 3 metros de la fachada, etc.).
- ❖ Cabe destacar los paneles fotovoltaicos bifaciales, que captan energía por ambas caras, lo que los hace aún más eficientes. En cuanto a innovación, en el mercado también hay paneles fotovoltaicos móviles que permiten orientar los sensores hacia la máxima radiación posible en cada momento.



Solar Innova

## 01 E9 SISTEMA 2

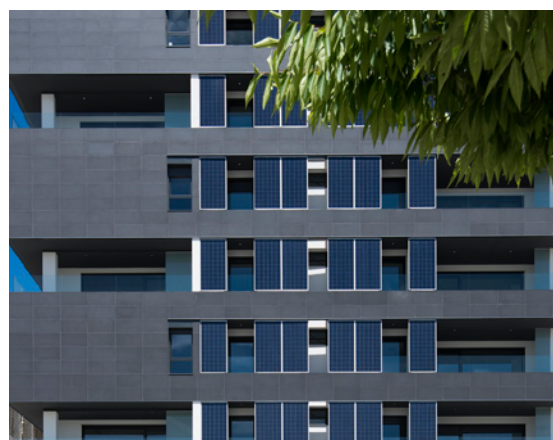


### Paneles fotovoltaicos en fachada

- ❖ Las fachadas tienen, en general, un aprovechamiento solar mucho menor que las cubiertas, ya que suelen estar menos expuestas a la radiación solar.
- ❖ En algunos casos, la inversión de energía fotovoltaica en fachada tiene sentido y se puede implantar tanto en vertical como en marquesinas.

En el caso de una rehabilitación, por su complejidad, es lógico, sobre todo cuando se actúa globalmente en la fachada o si se trata de una pared medianera.

- ❖ El mantenimiento suele ser más complejo que el de una instalación en cubierta.



Abaigar.com

## 01 ESTRATEGIA 10

### Sistemas que integran varias soluciones

Se han desarrollado diversas soluciones, con un diferente grado de maduración, que integran una combinación de sistemas que mejoran la eficacia energética de los edificios.

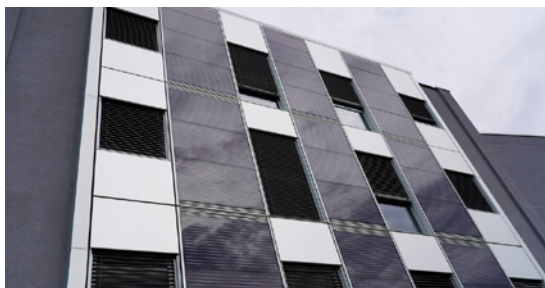
Son sistemas industrializados que resuelven varias cuestiones a la vez y que, en general, combinan una mejora sustancial con una afectación muy escasa en los interiores de los edificios de viviendas, lo que facilita que las obras se puedan ejecutar sin desalojar a los vecinos.

#### 01 E10 SISTEMA 1



##### Sistema de fachada fotovoltaica

- ❖ Hay sistemas que integran el aislamiento y la producción fotovoltaica en fachada, como Plug-N-Harvest, una solución industrializada adaptable a cualquier tipo de edificio con gestión inteligente y diseñada con parámetros de economía circular. Es fruto de un proyecto europeo de investigación.



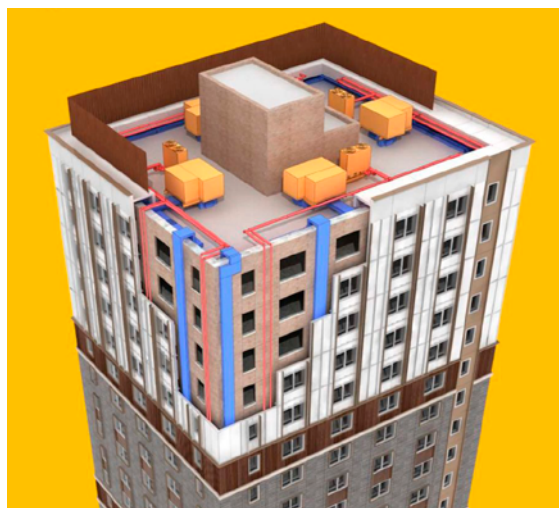
Fuente: Proyecto europeo H2020 Plug-N-Harvest. Kit de soluciones para fachadas modular e industrializado. Aiguasol, EIG, Picharchitects, García-Faura, Agencia de la Vivienda, entre otros

#### 01 E10 SISTEMA 2



##### Sistema integrado de fachada y clima

- ❖ Sistema modular desarrollado en Nueva York que integra una nueva piel de fachada aislante y un sistema de ventilación y climatización por fachada totalmente electrificado que aporta el aire a través de las ventanas.
- ❖ Es un sistema concebido específicamente para edificios de viviendas comunitarias.
- ❖ La climatización consiste en bombas de calor situadas en cubierta (o en el sótano, si son geotérmicas), un circuito calefactante y refrigerante con agua, y unidades integradas en el nuevo grosor de fachada.
- ❖ La única interferencia en la obra interior es eliminar las antiguas ventanas, una vez que la nueva fachada ya está montada.
- ❖ Las ventanas no se pueden abrir para ventilar y, por lo tanto, la ventilación depende de la continuidad del suministro eléctrico.



Hydronic Shell Technologies





## OBJETIVO 2: ECONOMÍA CIRCULAR Y ENERGÍA INCORPORADA

Una buena gestión de los recursos materiales debe permitir reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y conseguir que los recursos materiales tengan el máximo de ciclos de vida y no se agoten.

Esta gestión se puede obtener mediante el impulso de la economía circular y la minimización de la energía incorporada de los materiales utilizados.

La primera reflexión en cuanto a la economía circular es si se pueden alcanzar los objetivos (confort, salud, funcionalidad, etc.) con menos materiales. A veces se usan soluciones que no aportan valor añadido por el simple hecho de que se han utilizado toda la vida. Esto permitirá usar los recursos (económicos, materiales, temporales) para lo que realmente aporte valor añadido.

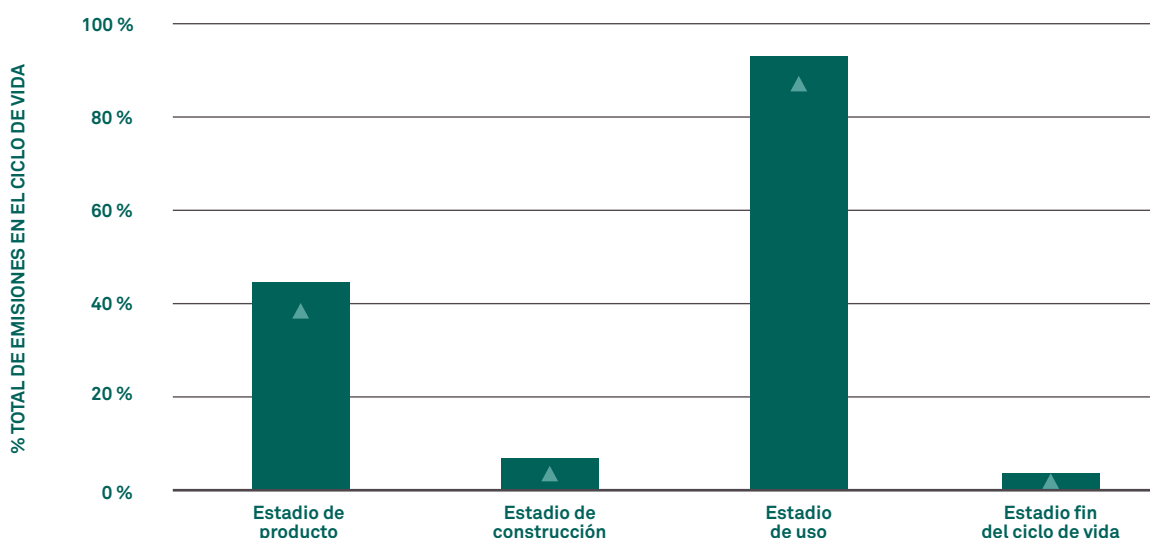
¿Es realmente imprescindible que una vivienda tenga falso techo en todas partes, por ejemplo? ¿Hay que sustituir una cabina de ascensor antigua o se puede recuperar? Aunque una puerta de acceso a la finca no esté catalogada, ¿por qué no se prioriza su mantenimiento en lugar de sustituirla por una nueva? ¿Podemos aprovechar las tierras de una excavación en la propia

parcela? ¿O unos perfiles de acero de un cobertizo que se tenga que desmontar para reforzar unas viguetas?

Después, hay que seleccionar los materiales de bajo impacto, certificados, si es posible, y que tengan la calidad suficiente para ser reutilizados, reciclados y, finalmente, recuperados. También es necesario optar por soluciones duraderas y que no pasen fácilmente de moda.

Los materiales de construcción emiten CO<sub>2</sub> en su fabricación y montaje y, por lo tanto, hay que ser muy selectivo con el tipo y el número de materiales utilizados con el fin de reducir el impacto de CO<sub>2</sub> de las rehabilitaciones.

En general, esto implica utilizar soluciones en seco que aporten las máximas prestaciones con el mínimo material posible, y priorizar materiales de bajo impacto en CO<sub>2</sub>, como la madera o materiales con una elevada reciclabilidad.



Siebert S. et al. (2019)

## 02 ESTRATEGIA 1

### Valorización de las preexistencias

Toda rehabilitación implica un ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que derribar un edificio y hacer otro nuevo supone emitir CO<sub>2</sub> en el transporte y la producción de los materiales y en la ejecución de las obras. En una reforma, por el contrario, todos los materiales que no se descartan para el nuevo edificio ya no emiten nuevo CO<sub>2</sub>.

Dicho esto, en una reforma se pueden minimizar las emisiones si se mantienen todos los materiales y sistemas existentes que todavía aporten suficiente valor.

Es conveniente que las tasas de residuos en los vertederos no sean demasiado económicas para incentivar el máximo reaprovechamiento razonable de los materiales.

Un cerramiento de madera que esté en buenas condiciones, por ejemplo, se puede reparar y se le pueden incorporar vidrios térmicamente eficientes en lugar de sustituirla por un cerramiento de aluminio. Conviene no descartar, por defecto, ningún elemento sin tener claro que mantenerlo es económica o funcionalmente inviable.

La valorización de las preexistencias debe permitir obtener los mejores resultados con los mínimos nuevos recursos posibles.

## 02 ESTRATEGIA 2

### Diseño de espacios flexibles y evolutivos

Más allá de las estrategias para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a corto plazo, también conviene tener en cuenta el largo plazo en cada una de las actuaciones, ya que las emisiones de CO<sub>2</sub> también deben limitarse de cara al futuro.

Por lo tanto, hay que minimizar la necesidad de nuevas reformas (y, por lo tanto, de más emisiones) a medio plazo. Esto implica que todas las reformas se anticipen al máximo a posibles nuevos usos y necesidades para reducir la obsolescencia prematura de las actuaciones.

Para conseguirlo, es necesario que las reformas sean lo más flexibles posible en la distribución de sus espacios para facilitar cambios de uso con las mínimas reformas posibles.

También conviene utilizar componentes y materiales de calidad que permitan un buen mantenimiento y una buena durabilidad.

## 02 ESTRATEGIA 3

### Materiales y sistemas de bajo carbono incorporado

Cuanto menos carbono sea necesario para implantar un componente y los materiales que lo forman, más se reducirán las emisiones en fase de obra.

Para hacer una selección de materiales de bajas emisiones, conviene tener en cuenta las ecoetiquetas (ISO 14024) y las declaraciones ambientales de producto, DAP (ISO 14025).

Las DAP se pueden consultar en la web de las agencias certificadoras (AENOR, etc.), de entidades para la sostenibilidad (la plataforma de materiales del GBCE) o de las propias empresas.

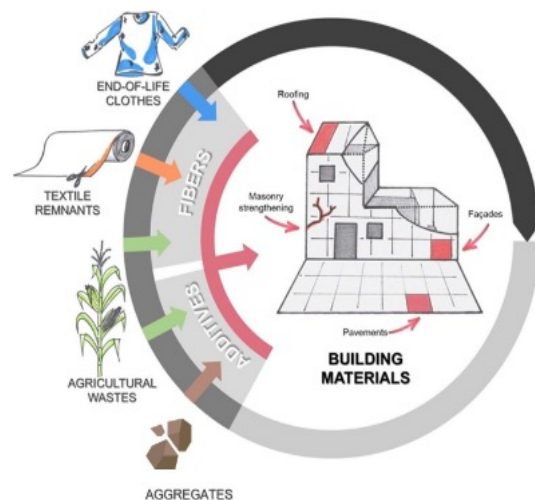
También es aconsejable hacer uso de las herramientas de análisis del ciclo de vida para cuantificar el impacto del proyecto en cuanto a emisiones durante todo el ciclo de vida (TCQi GMA, One Click LCA, etc.).

Los materiales provenientes del reciclaje son una buena opción para reducir las emisiones.

Hay materiales que presentan unas emisiones elevadas debido a su proceso de fabricación. En el caso del hormigón, por ejemplo, el sector está haciendo esfuerzos para obtener hormigones con menor

impacto en CO<sub>2</sub> utilizando cementos que, por ahora, reducen las emisiones alrededor del 25 %.

Para recurrir a soluciones materiales de bajo impacto, hay que seleccionar la versión con menos emisiones posibles de cada material.



Cementex, material de construcción con utilización de residuos textiles y agrícolas, Universidad Politécnica de Cataluña

## 02 E3 SISTEMA 1



### Materiales renovables y reciclados

Existen varios sistemas que incorporan materiales renovables de origen natural o provenientes del reciclaje de otros materiales previos. Ejemplos de buenas prácticas:

- ❖ Utilizar acero 100 % reciclado.
- ❖ Usar materiales certificados como la madera o el bambú para garantizar que se extrae de producciones sostenibles con replantación.
- ❖ Emplear aislamientos renovables como corcho, celulosa, fibras mixtas de cáñamo y cal, lana de oveja, etc.
- ❖ Priorizar sistemas que incorporen un porcentaje elevado de materiales o elementos reciclados (en pavimentos, textiles, mobiliario, etc.).

❖ Ejemplos en esta guía: 01 E1 S1, 01 E1 S4, 02 E3 S2, etc.



AislaEcoTres

## 02 E3 SISTEMA 2



### Construcción en madera

- ❖ La madera presenta una huella de carbono positiva, ya que por lo general atrapa más carbono del que se emite al producirla y transportarla.
- ❖ Es conveniente que sea de proximidad, para evitar que las emisiones de transporte impacten negativamente en este balance, y certificada, con replantación (PEFC, FSC).
- ❖ Es cierto que la madera, tarde o temprano, devolverá el CO<sub>2</sub> capturado al ambiente (quemándose o pudriéndose), pero ahora mismo es un material que permite “secuestrar” el CO<sub>2</sub> y dar tiempo a resolver la emergencia climática en espera de que, cuando este CO<sub>2</sub> se libere, ya se haya podido revertir.
- ❖ Existen sistemas de construcción en madera que cubren prácticamente todos los elementos constructivos: estructura, fachadas, aislamientos, acabados, etc., excepto cimientos y contenciones.
- ❖ Cabe destacar su ligereza, que sobrecarga poco la estructura existente.
- ❖ En rehabilitación suelen ser necesarios, más bien, materiales de acabado que elementos estructurales (véase 01 E1 Sistema 2).

- ❖ En la reparación de forjados preexistentes de viguetas de madera conviene utilizar paneles de madera prefabricados para el refuerzo mediante una capa de compresión de madera contralaminada (CLT) en lugar de usar la capa de compresión tradicional en hormigón. Este sistema permite una mejor conexión con la madera existente, su instalación en seco y reversibilidad y facilidad de reparación.



BCNstructures

## 02 E3 SISTEMA 3



### Hormigón de bajo contenido en CO<sub>2</sub>

- ❖ Actualmente, la industria del hormigón está desarrollando hormigones que reducen el carbono incorporado alrededor del 20 % respecto a los hormigones convencionales.
- ❖ Utiliza áridos reciclados y materiales complementarios al cemento, y se produce parcialmente con energías renovables.
- ❖ Es un desarrollo necesario, ya que el hormigón es un material insustituible en muchos elementos de las obras (cimientos, contenciones, etc.).
- ❖ El material más complicado de descarbonizar del hormigón es su base, el cemento. La asociación europea del cemento Cembureau se comprometió a pasar de los 667 kg CO<sub>2</sub>/t de cemento de 2017 a 550 en 2050.

- ❖ Otros cementos aún en proceso de desarrollo buscan emisiones todavía más bajas en carbono.



Molins

## 02 ESTRATEGIA 4

### Uso de sistemas de construcción industrializada

La incorporación de sistemas de construcción industrializada tiene muchas ventajas, algunas de las cuales impactan directamente en la economía circular. Una de ellas es la reducción de la generación de residuos en obra. La producción en un taller permite optimizar los recursos (materiales, energéticos, agua, etc.) y reducir drásticamente la cantidad de residuos en la obra.

Cuanto menos se construye *in situ*, más se mitigan sus inconvenientes (humos, residuos, ruidos, tiempo de ejecución, riesgo de seguridad y salud, etc.). Además, en los casos en que las personas residentes siguen ocupando las viviendas durante la reforma, disminuyen notablemente las molestias que ocasionan las obras convencionales.

Además de estos aspectos, la construcción industrializada crea puestos de trabajo de mayor valor añadido, impulsa la economía industrial local y facilita la utilización de sistemas y productos exportables, reproducibles y potencialmente descarbonizadores.

Véanse ejemplos de sistemas industrializados en esta misma guía: 01E1S2, 01E5S1, 01E5S2, 01E10S1, 01E10S2, 03E1S2, 03E2S1, 03E2S2, etc.

El Instituto Municipal de la Vivienda y Rehabilitación de Barcelona ha puesto en marcha, en los últimos años, sistemas constructivos industrializados para acelerar la construcción de vivienda pública en la ciudad. Se puede obtener más información consultando el *Qüestions d'Habitatge*, núm. 24.







## OBJETIVO 3: RESILIENCIA Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Tal como se apuntaba en la introducción, para descarbonizar nuestra sociedad es clave que el modelo urbano de ciudad densa y compacta, que es el que produce menos emisiones, sea un modelo de futuro y pueda resistir los efectos del cambio climático.

Esto implica, sobre todo, hacer resilientes las ciudades tanto en lo relativo a la temperatura como a los episodios de lluvias torrenciales y de sequía. Hoy en día, las normativas de edificación no suelen tener en cuenta estos parámetros, aunque algunas nuevas ordenanzas locales sí los empiezan a regular. Por ejemplo, en nuestras ciudades podemos asistir a la inauguración de edificios de color oscuro o, incluso, negros que se convierten en un punto de aumento de la temperatura urbana.

También podemos observar que casi ninguna de las rehabilitaciones de los edificios de viviendas recoge y reaprovecha el agua de lluvia. Esto minimizaría el consumo de agua de boca para regar o para los inodoros y evitaría saturar la red de alcantarillado en casos de lluvias torrenciales, lo que reduciría el riesgo de accidentes e impediría que las plantas de tratamiento de aguas residuales dejen de depurar cuando se producen lluvias abundantes.

Se han hecho, y se están haciendo, esfuerzos en infraestructuras contra la sequía y en grandes depósitos de contención, pero no se han activado todavía los propios edificios como clave en origen para controlar dichos procesos.

Existen soluciones técnicamente viables y económicamente eficaces para resolver todas estas cuestiones a escala de edificio. Esto permitirá hacer frente, con las máximas garantías posibles, a un futuro climáticamente inestable y, por tanto, mantener el modelo de ciudad y su eficiencia en emisiones.



### 03 ESTRATEGIA 1

#### Reducción del efecto isla de calor

Este es un punto clave para mantener el confort en las ciudades. El aumento de las temperaturas es uno de los factores de incremento de la mortalidad en las ciudades, y este incremento de las temperaturas es considerable respecto al resto del territorio que las rodea.

Las consecuencias del aumento de temperaturas se describen en abundantes estudios científicos<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Ejemplos de estudios publicados por ISGlobal: "El calor causó más de 47.000 muertes en Europa en 2023, la segunda mayor carga de la última década", 12.8.2024; "La mortalidad relacionada con el calor podría haber superado las 70.000 muertes en Europa en 2022", 21.11.2023; "El calor récord del verano de 2022 causó más de 61.000 muertes en Europa", 10.7.2023; "Más del 4 % de la mortalidad estival en las ciudades europeas es atribuible a las islas de calor urbanas", 1.2.2023; "El cambio climático aumentará la mortalidad atribuible a las temperaturas en Europa si no se aplican medidas severas de mitigación", 8.7.2021; "En España, las temperaturas altas ya son más letales que el frío para las personas con enfermedades respiratorias", 20.5.2020.

### 03 E1 SISTEMA 1



#### Materiales reflectantes en fachadas y cubiertas

- ❖ Es una solución que en una rehabilitación suele ser económica o incluso tener coste cero, motivo por el que debería estar presente en cualquier rehabilitación.
- ❖ Consiste en elegir colores o soluciones que tengan un índice de reflectancia solar (SRI) elevada para todas las superficies expuestas a la radiación solar. Se produce, por lo general, con colores más bien claros; a mayor reflectancia, menor absorción del calor.
- ❖ Si se trata de pinturas, no es necesario que sean especiales, pero deben tener certificado el índice SRI, que suele estar disponible en las webs de las industrias que lo han certificado.
- ❖ Un ejemplo extremo son las pinturas térmicas del apartado 01 E2 Sistema 3.
- ❖ En cuanto a sistemas constructivos, encontramos todo tipo de piezas de acabado, como losas de hormigón, cerámica, etc.

- ❖ Se recomienda un índice SRI mínimo de 70 en cubiertas con inclinación inferior al 15 %, SRI 50 en cubiertas con más inclinación, y SRI 30 en pavimentos transitables y fachadas expuestas.



París Camps Arquitectura

### 03 E1 SISTEMA 2



#### Cubiertas ajardinadas tradicionales

- ❖ Las cubiertas ajardinadas reducen el efecto isla de calor al evitar la absorción de temperatura y humidificar el ambiente, basándose en el mismo efecto que provoca que la vegetación de los alrededores de las ciudades haga disminuir la temperatura respecto a los núcleos urbanos.
- ❖ Es una solución que encarece la reforma de una cubierta, pero aporta mejoras tanto en lo relativo a resiliencia como a salud y biodiversidad.
- ❖ Existen dos tipos de cubiertas ajardinadas: con o sin recogida de agua. En este apartado nos centramos en las cubiertas ajardinadas sin aljibe, o tradicionales, y en el siguiente apartado (03 E2) describiremos las cubiertas ajardinadas aljibe, que aportan ventajas adicionales.
- ❖ Las cubiertas ajardinadas tradicionales se componen de un sustrato de tierra sobre un elemento drenante, a menudo capaz de retener parcialmente el agua con una

lámina en forma de huevera. Hay láminas con doble bandeja que permiten una mayor acumulación de agua.

- ❖ El problema de mantenimiento de las cubiertas ajardinadas tradicionales es que es necesario revisar a menudo los sumideros de desagüe, ya que, si no, es posible que las obturen restos de vegetación y que la cubierta se acabe inundando. Este problema se resuelve con una solución de cubierta vegetal aljibe.



ZinCo

### 03 ESTRATEGIA 2

## Captación y reutilización del agua de lluvia

El cambio climático tiende a agravar los episodios de sequía y a aumentar las lluvias torrenciales. En climas como el mediterráneo, donde estos efectos ya se producen de forma natural, los episodios tienden a ser cada vez más graves y frecuentes, y esto hace que las ciudades tengan que gestionar estos escenarios de la mejor manera posible. Captar y reutilizar el agua de lluvia en los propios edificios es clave para minimizar los efectos devastadores de las lluvias torrenciales y reducir el consumo que los edificios hacen del agua de boca para regar o para las descargas de los inodoros.

La captación y utilización del agua de lluvia es una estrategia tradicional, visible todavía en algunas masías antiguas a través de un aljibe que recoge el agua de lluvia para usarla posteriormente.

Es difícil añadir nuevos depósitos en las plantas inferiores de los edificios consolidados de viviendas, ya que suelen estar ocupados por locales o aparcamientos, pero hay un lugar donde se pueden instalar aljibes: la cubierta y las terrazas exteriores.

Si el agua se utiliza para el riego por goteo, no hacen falta tratamientos específicos, pero se recomienda potabilizarla con un depósito específico antes de enviarla a los depósitos de los inodoros.



Hydronic Shell Technologies

### 03 E2 SISTEMA 1



## Cubiertas aljibe

- ❖ Las cubiertas aljibe son cubiertas con un pavimento flotante convencional y con una lámina impermeable perimetral que remonta por encima del pavimento, de modo que se genera una piscina que puede acumular de 10 a 40 centímetros de agua, dependiendo de la capacidad portante de la estructura existente (o reforzada).
- ❖ Lo ideal es acumular 40 centímetros de agua, que equivalen a 400 litros/m<sup>2</sup>. Teniendo en cuenta que en Barcelona llueve, de media, unos 600 litros/m<sup>2</sup>, con una capacidad de acumulación de 400 y si se va consumiendo regularmente para riego o inodoros, se puede llegar a aprovechar, virtualmente, la totalidad del agua caída sobre el edificio.
- ❖ Por supuesto, no todos los edificios están preparados para esta sobrecarga y habrá que estudiar caso por caso para alcanzar el máximo poder de acumulación posible. Una estrategia es aprovechar también las terrazas exteriores, aunque no llueva, para acumular por decantación el máximo de agua total sin penalizar los forjados.
- ❖ Si el pavimento flotante cubre el pavimento y no se dejan piezas abiertas, el agua no se pudre ni genera problemas de aparición de insectos, tal y como ocurre con los aljibes tradicionales.
- ❖ Dentro del aljibe, uno o varios bajantes cortados marcan el nivel máximo de lámina de agua. Como el pavimento flotante (si está bien construido) es impermeable al paso de hojas y bolsas de plástico, estas cubiertas tienen una garantía de no inundabilidad mucho mayor que las cubiertas con sumideros a la vista.
- ❖ El agua, siempre a la sombra, se mantiene a unas temperaturas más estables que el pavimento en una cubierta tradicional, y hace que la lámina impermeable se conserve en mejores condiciones. Se puede incrementar este efecto utilizando losas filtrantes, como las detalladas en el apartado 01 E5.
- ❖ Es un sistema de construcción en seco y, por lo tanto, es sencillo hacer el mantenimiento al vaciar la cubierta y desmontar puntualmente las losas de pavimento flotante sin tener que hacer obras ni derribar ningún elemento.
- ❖ En cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub>, hay poco ahorro directo, aunque el agua de boca requiere energía (especialmente si se obtiene por un proceso de desalinización).



## Cubiertas ajardinadas aljibe

- ❖ Las cubiertas ajardinadas aljibe son una evolución del sistema anterior (03 E2 S1), pero añadiéndole una capa de tierra (a partir de 10 centímetros) sobre las losas del pavimento flotante.
- ❖ Es una solución que aporta un conjunto muy completo de ventajas ambientales: permite que la cubierta tenga la capacidad de recoger el agua y reutilizarla, reduce el efecto isla de calor y potencia la biodiversidad, además de tener un mantenimiento fácil y durabilidad. Evita la generación de cría de mosquitos y la inundabilidad de la cubierta.
- ❖ Unas láminas geotextiles se sitúan sobre las losas y bajan entre sus juntas hasta el aljibe. Sirven para evitar que la tierra caiga al agua y permiten que, por capilaridad, el agua vaya empapando la tierra. El riego se puede suplementar con un goteo adicional que coja agua del aljibe, una solución indicada especialmente para espesores de tierra importantes.
- ❖ El sistema debe disponer de una válvula o electroválvula que incorpore agua al aljibe en caso de que el nivel se sitúe por debajo de un mínimo (5 centímetros, por ejemplo). Esto evita que el aljibe se vacíe y las plantas se sequen. Este punto de entrada de agua debe contar con un contador (preferiblemente conectado al sistema de gestión) para computar el consumo de agua de emergencia.
- ❖ Conviene identificar la posición de los bajantes y la válvula situada debajo de las losas para facilitar su mantenimiento. Si estos elementos están bajo la tierra, se aconseja no plantar plantas con raíces expansivas al menos hasta 1 metro de distancia.
- ❖ Hay que poner un elemento de separación entre la tierra y las losas (una platina metálica u otros).
- ❖ Existen soluciones de cubierta aljibe a base de bandejas de plástico superpuestas: la superior con tierra y plantas y la inferior con espacio para la recogida de aguas. La capacidad de recogida es muy inferior a los aljibes con pavimento flotante, y con el régimen de lluvias del clima mediterráneo se pueden vaciar pronto.
- ❖ Aunque no es un sistema muy extendido, en Barcelona ya hay edificios con cubiertas ajardinadas aljibe que hace años que recogen el 100 % del agua de lluvia en cubierta para alimentar los jardines y los inodoros del edificio con éxito.



París Camps Arquitectura

### 03 ESTRATEGIA 3

## Reducción del consumo de agua

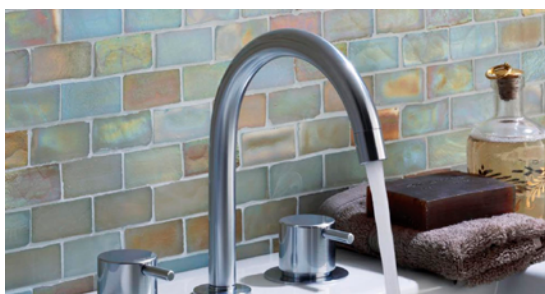
Más allá de actuar en origen captando el agua de lluvia para utilizarla, conviene reducir los consumos en todos los elementos terminales de consumo del agua.

#### 03 E3 SISTEMA 1



### Grifos de bajo consumo de agua

- ❖ Grifos con aireadores: permiten reducir entre el 30 % y el 90 % del agua. Aunque la mayor parte de los grifos ya están equipados con aireadores, hay que comprobar que sean eficientes. Es necesario prever un mantenimiento de descalcificación.
- ❖ Reguladores de flujo: permiten limitar el caudal y obtener, según el caso, ahorros de hasta el 70 %. En duchas, por ejemplo, pueden limitar la salida a 6-8 litros/minuto. También pueden ir incorporados a la alcachofa de la ducha.
- ❖ Grifos automáticos: evitan la salida de agua cuando no es necesario y llegan a ahorros de hasta el 50 %. Pueden ser mecánicos o con sensor fotoeléctrico.



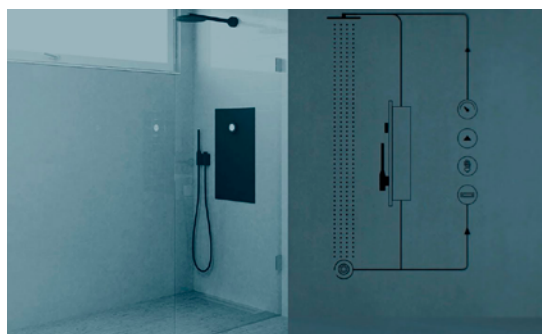
Diario Ara

#### 03 E3 SISTEMA 2



### Duchas circulares

- ❖ Están dotadas de un mecanismo de recirculación y filtrado inmediato del agua que permite ahorrar hasta un 90 % del agua. Algunos modelos reutilizan la misma agua hasta siete veces. Pueden disponer de una aplicación para monitorizar el consumo de energía.
- ❖ Se debe tener en cuenta la limpieza de los filtros.



Orbital

#### 03 E3 SISTEMA 3



### Inodoros de bajo consumo de agua

- ❖ Los inodoros con doble descarga permiten ahorrar entre el 30 % y el 60 % del consumo.
- ❖ Los modelos de inodoro sin brida necesitan un 50 %-70 % menos de agua y son más fáciles de limpiar, aunque suelen ser más caros.
- ❖ El depósito a presión es un dispositivo que funciona con agua a presión, que limpia con más eficacia y ahorra hasta un 60 % del consumo de agua.
- ❖ Los urinarios también reducen el consumo, especialmente los de alta eficiencia, aunque no son muy utilizados en el ámbito residencial.



Flushmate





## OBJETIVO 4: MEJORA DE LA SALUD

En el momento de plantear una rehabilitación, también conviene tener en cuenta la mejora de la salud y el confort tanto de las personas que habitarán el edificio como del entorno.

La reducción de la contaminación interior y exterior de los edificios es una clave para la mejora y el mantenimiento del modelo urbano densificado, que es el modelo que emite menos CO<sub>2</sub>. Optimizar las condiciones de salud en las ciudades facilita la descarbonización de la sociedad.

Numerosos estudios vinculan la contaminación y la salud, y se debe poner de manifiesto que los edificios tienen un potencial de reducción de la contaminación urbana que hasta ahora casi no se está aprovechando.

La contaminación produce una mortalidad demostrada científicamente que las ciudades y sus edificios pueden y deben minimizar<sup>5</sup>.

### 04 ESTRATEGIA 1

#### Reducción de la contaminación urbana

Los edificios pueden reducir la contaminación de las ciudades, aunque hasta ahora lo hacen en un grado muy inferior al que podrían llegar a alcanzar. Es necesario incorporar, en el máximo de edificios que se reformen, el potencial de limpieza del aire que los edificios pueden aportar.

Los edificios pueden limpiar el aire de las ciudades activando sus superficies de intercambio: las fachadas y las cubiertas. Esto se puede lograr con dos estrategias:

- ❖ Recubriendo los edificios de superficies fotocatalíticas que descompongan la contaminación en partículas más pequeñas e inocuas.
- ❖ Incorporando vegetación a los edificios, ya sea en la cubierta o en las fachadas.

En este capítulo analizaremos la primera vía, y en el próximo capítulo ("Biodiversidad y biofilia") abordaremos la incorporación de vegetación a los edificios.

La fotocatalisis es una reacción química mediante la cual los elementos constructivos típicos, tales como pavimentos, túneles, aparcamientos, muros de interior y exterior y envolventes de edificación, tratados con dióxido de titanio (catalizador) adquieren propiedades descontaminantes y autolimpiadoras en presencia de luz natural o artificial. En estas condiciones, la superficie fotocatalizada transforma los gases contaminantes, como los dióxidos de nitrógeno (NOx), los óxidos de azufre (SOx)

<sup>5</sup> Algunos estudios publicados por ISGlobal sobre contaminación y salud en las ciudades: "La exposición prenatal a sustancias químicas ambientales se relaciona con cambios en el crecimiento infantil", 18.10.2023; "La exposición a plastificantes en el embarazo se asocia con menores medidas volumétricas en el cerebro y menor cociente intelectual en la infancia", 28.9.2023; "Un experimento natural muestra la relación entre contaminación atmosférica y obesidad infantil", 3.8.2023; "La exposición prolongada a la contaminación atmosférica se asocia con la COVID-19 grave", 24.5.2023; "Un nuevo estudio proporciona un recurso único para entender cómo las exposiciones ambientales en los primeros años de vida afectan a nuestra salud", 21.11.2022; "Los niños y niñas son más vulnerables, incluso antes de nacer, y sufren más problemas de salud que los adultos a consecuencia de los factores ambientales", 10.11.2022; "Un estudio sugiere que la contaminación atmosférica, sobre todo en los primeros cinco años de vida, se relaciona con cambios estructurales en el cerebro", 23.9.2022; "Las personas jóvenes más expuestas a la contaminación atmosférica doméstica presentan una peor función pulmonar", 23.6.2022; "Preadolescentes expuestos a altos niveles de contaminación atmosférica en sus primeros años de vida muestran cambios en la conectividad cerebral", 15.6.2022; "Vinculan una mayor exposición a dióxido de nitrógeno con niveles más altos de biomarcadores de la enfermedad de Alzheimer en el cerebro", 16.12.2021; "Las ciudades europeas podrían evitar hasta 114.000 muertes adicionales cada año cumpliendo las nuevas recomendaciones de la OMS sobre calidad del aire", 11.11.2021; "El rendimiento cognitivo y el estrés empeoran durante los días de mayor contaminación en Barcelona", 14.9.2021; "Un estudio relaciona los problemas de conducta en la infancia con la exposición al humo del tabaco y a la densidad del tráfico antes de nacer", 26.4.2021; "Un estudio muestra las ciudades europeas con mayor mortalidad relacionada con la contaminación del aire", 20.1.2021.

o los compuestos orgánicos volátiles (COV), en nitritos y nitratos inocuos, fácilmente evacuables por el agua de lluvia.

La fotocatalisis, que se inventó en Japón hace más de cuarenta años, surge como respuesta a la contaminación ambiental provocada principalmente por el tráfico rodado de las grandes ciudades, que también tiene efectos adversos sobre la calidad del aire en interiores. No solo posee un efecto descontaminante probado, sino que, además, puede reducir significativamente los costes de mantenimiento y limpieza, puesto que las sustancias fotocatalíticas impiden la acumulación de suciedad en la superficie más que las no tratadas, y reducen los

malos olores debido a su carácter biocida y organoléptico.

La Asociación Ibérica de Fotocatálisis ha elaborado un libro blanco donde detalla los sistemas fotocatalíticos, los ensayos y las aplicaciones. También promueve el certificado “Producto con actividad fotocatalítica”.

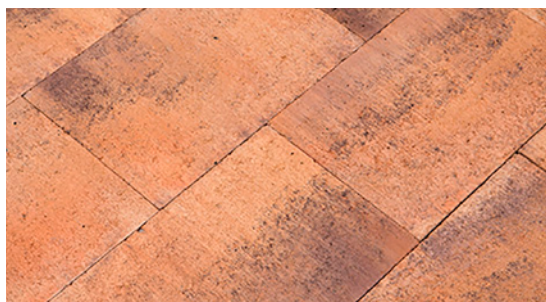
Se puede encontrar todo tipo de materiales con acabado fotocatalítico. A continuación detallamos los más adecuados para rehabilitaciones de edificios residenciales.

#### 04 E1 SISTEMA 1



##### Losas fotocatalíticas

- ❖ En el mercado hay losas y adoquines de hormigón con acabado fotocatalítico con certificación.
- ❖ Las losas se pueden colocar como pavimento o como acabado de fachada (tanto si es ventilada como si no).
- ❖ No presentan ninguna diferencia aparente con los modelos equivalentes no fotocatalíticos y se instalan exactamente del mismo modo.
- ❖ Algunas producen reducciones certificadas de  $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}$  alrededor del 30 % en calles concretas. A la reducción de la contaminación de estas calles hay que añadirle el efecto que hace el movimiento del aire al llevar el aire más limpio a otras zonas de la ciudad. En ausencia de viento, la mejora del aire podría llegar al 70 %.



Breinco

#### 04 E1 SISTEMA 2



##### Paneles fotocatalíticos

- ❖ Los paneles cerámicos porcelánicos, los paneles metálicos vitrificados y los paneles y morteros con base de cemento también pueden tener un acabado fotocatalítico y se pueden utilizar como acabado de fachada o fachada ventilada, así como en el acabado interior.



Tectónica

## Pinturas exteriores fotocatalíticas

- ❖ Las pinturas fotocatalíticas se pueden utilizar para paramentos exteriores como una pintura convencional. Ofrecen una gama de colores variada y también existen varios tipos de pinturas, con base de silicato, de cal, etc. Ayudan a degradar contaminantes como los óxidos de nitrógeno y de azufre ( $\text{SO}_2$ ), el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), el monóxido de carbono (CO), disolventes, formaldehídos, etc.
- ❖ Mantienen el paramento limpio durante más tiempo que las pinturas convencionales.
- ❖ Por supuesto, hay que tener la precaución de volver a pintar siempre con el mismo tipo de pintura para mantener el efecto.



ZinCo

## 04 ESTRATEGIA 2

### Reducción de la contaminación interior de los edificios

La reducción de la contaminación interior de los edificios es central para mejorar la salud de las personas que los habitan. Aunque no tienen una afectación tan grande en la descarbonización, ni directa ni indirectamente, se debe tener muy en cuenta cuando se efectúe una reforma integral de los edificios.

A continuación, listamos algunas aplicaciones para mejorar el aire interior del edificio:

- ❖ Los materiales fotocatalíticos detallados anteriormente pueden instalarse también en el interior de los edificios para reducir la contaminación interior. Pueden rebajar:
  - ❖ la contaminación de los vehículos que entre al ventilar el edificio
  - ❖ la contaminación orgánica emitida por los materiales: compuestos orgánicos volátiles (COV)
  - ❖ los virus y bacterias humanas (resfriados, gripe, COVID-19, etc.)
- ❖ Mejorar los sistemas de ventilación y filtrado del aire también mejora su calidad. Algunos filtrados también son fotocatalíticos.
- ❖ La elección de los materiales del mobiliario, las pinturas o las colas que se utilizan en la reforma o posteriormente permite minimizar las emisiones de compuestos químicos perjudiciales para la salud, como los COV o los formaldehídos. En cuanto a TCOV (totales de COV), se deberían buscar unas emisiones inferiores a  $1 \text{ g/m}^3$ , y en cuanto a formaldehídos, de menos de  $50 \text{ mg/m}^3$ .



## OBJETIVO 5: BIODIVERSIDAD Y BIOFILIA

Para impulsar la biodiversidad, la salud y la resiliencia urbana hay que ir llenando las calles y los parques de vegetación.

De todos modos, para que esta transformación y, por lo tanto, sus efectos sean realmente relevantes, es necesario incorporar una gran superficie construida urbana que, hasta ahora, no se ha activado mucho en este sentido: la superficie de los edificios residenciales.

Si en cada rehabilitación se ajardinan cubiertas y fachadas, no solo se promoverá la biodiversidad urbana, en un momento en que la biodiversidad va disminuyendo en todo el planeta. También se impactará muy positivamente en la resiliencia urbana y en la salud de las personas, que son objetivos que se han tratado anteriormente.

Todo ello hará que las ciudades sean más habitables y, como consecuencia, se mantendrá intacto su potencial descarbonizador<sup>6</sup>.

### 05 ESTRATEGIA 1

#### Incorporación de vegetación en los edificios

Es viable incorporar vegetación de manera estructural en los edificios, tanto en cubiertas como en fachadas, pero hasta ahora no se ha considerado necesario y, por lo tanto, la normativa no lo regulaba.

Hasta este momento, las pocas normativas que había (algunas de cumplimiento voluntario, como las certificaciones ambientales) se ocupaban más de la extensión de las superficies vegetales que de la calidad y el potencial, pero, afortunadamente cada vez hay más criterios cualitativos que se incorporan a los cuantitativos.

Actualmente, ya existen ordenanzas urbanas que regulan la incorporación de cubiertas y fachadas ajardinadas con unas condiciones suficientes para que sean realmente activas desde el punto de vista ambiental, como la Ordenanza ambiental del MPGM del 22@ de Barcelona. Esta ordenanza activa la vegetación de una forma específica para que cumpla parámetros del ciclo del agua, de calidad de la vegetación y de activación de la biodiversidad, entre otros.

<sup>6</sup> Algunos estudios publicados por ISGlobal sobre las ventajas de incorporar espacios naturalizados en las ciudades son: "Los niños y niñas que viven en barrios más verdes presentan una mejor función pulmonar", 17.7.2024; "Los espacios verdes residenciales se asocian con un mayor peso al nacer", 24.1.2023; "La jardinería puede ayudar a reducir el riesgo de cáncer y mejorar la salud mental, según un estudio", 12.1.2023; "Vivir en zonas más verdes se asocia con una mejor salud mental y menor consumo de medicamentos", 5.12.2022; "Los entornos urbanos con más vegetación se asocian a mejores comportamientos de salud en la infancia", 13.7.2022; "Vivir cerca de zonas verdes reduce en un 16 % el riesgo de sufrir un ictus", 15.3.2022; "Un estudio halla que los niños y niñas que viven y estudian cerca de espacios verdes sufren menos estrés oxidativo", 1.3.2022; "Los niños y niñas con mayor exposición a la contaminación del aire y menor exposición a espacios verdes tienen un 62 % más de riesgo de padecer TDAH", 24.2.2022; "Vivir cerca de espacios verdes podría ser beneficioso contra los síntomas del síndrome premenstrual", 2.12.2021; "El aumento de los espacios verdes en las ciudades podría evitar muchas muertes prematuras", 28.4.2020.



## Vegetación en cubiertas y fachadas

- ❖ La incorporación de vegetación en las cubiertas debe permitir la máxima activación posible del edificio en términos de biodiversidad, así como la retención de agua y la reducción del efecto isla de calor. El sistema que lo resuelve de una forma más completa es la cubierta ajardinada aljibe (03 E2 Sistema 2).

- ❖ Conviene plantar especies de bajo consumo hídrico, preferentemente autóctonas o adaptadas, para reducir el consumo de agua.

Aunque en nuestro clima lo ideal sería tener aproximadamente 40 centímetros de agua y 30 centímetros de tierra de promedio, a menudo el estado de los edificios

- ❖ hará que esto no sea posible sin una gran reinversión.

A partir de 20 centímetros de agua y 10 centímetros de tierra ya empiezan a producirse efectos relevantes en cuanto a resiliencia urbana, salud, ahorro de agua y biodiversidad.

Para la vegetación en fachadas, el mercado ofrece varios sistemas tecnológicos de muro verde que suelen ser caros y con un mantenimiento costoso. En cambio, unas plantas trepadoras con mallas de apoyo son un sistema sencillo y económico que se puede instalar sin problemas, ya sea con plantas en el suelo o en jardineras de una cierta profundidad (de unos 50 centímetros).



París Camps Arquitectura

## 05 ESTRATEGIA 2

### Diseño biofílico

La biofilia consiste en la incorporación de características naturales a los espacios para tener una experiencia saludable e impulsar el bienestar.

En esta guía no se entra en detalle en este punto, ya que tiene un impacto menor en la descarbonización del parque edificado, pero lo apuntamos porque las dinámicas biofílicas pueden aportar valor a las rehabilitaciones en la línea de la sostenibilidad ambiental y la mejora social.

La biofilia se puede conseguir de varias maneras. La más directa es incorporar elementos naturales a los edificios, que es el objeto del apartado anterior, pero también se logra con otras estrategias de diseño:

- ❖ Un diseño que impulse la presencia de la luz natural y las vistas al exterior
- ❖ Una iluminación biodinámica o circadiana para adaptar el color de la luz interior al transcurso de la jornada
- ❖ Superficies interiores con elementos masivos sin aislar (forjado, pavimentos, etc.) para activar la inercia térmica y almacenar temperatura de una forma confortable y eficiente
- ❖ Priorización de materiales naturales frente a los sintéticos (acabados, mobiliario, etc.)
- ❖ Espacios que tengan un buen equilibrio entre orden y complejidad (distribuciones, texturas, recorridos, etc.) para evitar los espacios anodinos y también los innecesariamente complejos

IN  
BARCELONA  
OVA

**B** Institut Municipal  
de l'Habitatge  
i Rehabilitació



Funded by  
the European Union



NET  
ZERO  
CITIES

