

Imatge del programa  
construcció@ relatiu  
al cicle de vida dels  
productes

## Descarbonització de l'edificació

Tot sembla indicar que per fi es donen unes condicions més favorables per dur a terme un procés que va amb dècades de retard amb un escenari de transformació postpandèmia i amb l'experiència recent d'un repte sanitari que també ha estat complex, perillós i global

David Alemany Gambau / © Fotos: Chopo i diversos

**E**l parc d'edificis és responsable aproximadament del 36% de les emissions de CO<sub>2</sub> de la Unió Europea, així com del consum del 50% dels materials extrets, del 50% de l'energia, del 33% de l'aigua i del 33% de la generació dels residus (dades aproximades que poden variar segons la font). Ens trobem per tant, davant d'un sector que

és clau en qualsevol estratègia de reducció d'emissió de gasos amb efecte d'hivernacle, principalment del CO<sub>2</sub> que dona nom als conceptes de descarbonització i al de petjada de carboni, al qual ens referirem més endavant.

Per tal d'entendre la magnitud del problema i situar-lo en context,

cal entendre que les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle només són un aspecte de tots els que considera el concepte de petjada ecològica (no confondre amb petjada de carboni). El càlcul de petjada ecològica permet comparar en hectàrees globals la superfície que demanda una població amb la qual disposa (biocapacitat). Aques-



Manifestació contra el canvi climàtic

Ens trobem davant d'un sector que és clau en qualsevol estratègia de reducció d'emissió de gasos amb efecte d'hivernacle, principalment del CO<sub>2</sub>

ta superfície inclou elements com terres de conreu/pastura, terrenys edificats, superfície forestal, àrees per absorbir els residus/emissions, etc. Si la demanda de béns i serveis supera el que poden regenerar els ecosistemes d'una regió o el planeta totalment, aleshores hi ha un problema de dèficit.

Segons l'ONU, l'actual consum de recursos naturals requereix de gairebé dos planetes, quan evidentment només n'existeix un. En aquest sentit, és important tenir en compte que la reducció de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle no és l'única limitació que ha d'afrontar el sector de l'edificació, per la qual cosa cal veure-ho com una oportunitat de reduir la petjada ecològica en general.

D'altra banda, en una societat globalitzada, cal recordar que en algunes regions del món, així com en alguns barris de la majoria de les ciutats més desenvolupades, encara hi ha mancances pel que fa a donar resposta a les necessitats més bàsiques, com pot ser la de gaudir d'unes condicions d'habitabilitat acceptables. Per tant, és necessari un equilibri entre qualitat de vida (mesurada amb indicadors

L'actual consum de recursos naturals requereix gairebé dos planetes, quan evidentment només n'existeix un

com l'Índex de Desenvolupament Humà) i petjada ecològica a nivell local i global. Aquesta idea es troba recollida a l'Agenda 2030 per al Desenvolupament Sostenible (Objectius de Desenvolupament Sostenible), impulsada per l'ONU.

### ■ Un dels majors reptes de la humanitat

Des de fa unes dècades, l'ésser humà s'enfronta a un dels reptes més grans de la seva existència, que és el de fer front a un dels impactes ambientals causat per ell mateix, de més magnitud, més complex, més incert i més perillós per a la vida tal com l'ha conegut. Ens referim al canvi climàtic provocat per l'emissió de gasos amb efecte d'hivernacle com a conseqüència de l'activitat humana. En aquest sentit, i després de diversos intents previs, l'Acord de París de 2015 és una fita important, ja que estableix mantenir l'augment de la temperatura mitjana mundial molt per sota de 2°C respecte als nivells preindustrials, i prosseguir els esforços per limitar aquest augment de la temperatura a 1,5°C respecte als nivells preindustrials.

Fent una mica de memòria històrica, cal recordar que el Grup Inter-governamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC) va ser creat l'any 1988 per facilitar avaluacions integrals de l'estat dels coneixements científics, tècnics i socioeconòmics sobre el canvi climàtic, les seves causes, possibles repercussions i estratègies de resposta. Més tard, el 1992, va ser adoptada la



Incendis forestals arreu del món

Convenció Marc de Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic, que estableix l'objectiu últim d'estabilitzar les concentracions de gasos amb efecte d'hivernacle a l'atmosfera a un nivell que impedisís interferències antropogèniques perilloses en el sistema climàtic. Per tant, la Humanitat, a través de la ciència, fa almenys 30 anys que és oficialment coneixedora d'un problema que s'ha anat dilatant i agreujant en el temps, sense fer-hi front de forma decisiva, com sí es va fer amb l'adopció del Protocol de Montreal l'any 1987 per restringir les substàncies que estaven reduint la capa d'ozó.

A Catalunya, les afectacions del canvi climàtic ja són presents i aniran agreujant-se en les pròximes dècades. Els augments de temperatura i les onades de calor, que afecten la salut, cada vegada són més freqüents, accentuats a les ciutats per l'efecte illa de calor. L'augment del risc d'inundacions, de pèrdua de platges, de períodes de sequera i d'incendis forestals també és palès en els darrers anys. La pèrdua de biodiversitat o el possible empitjorament de la qualitat de l'aire a causa de la variació del clima, en poden ser altres conseqüències. Tot això té i tindrà encara més repercussió en àmbits com: el socioeconòmic, el sistema sanitari, les infraestructures, l'agricultura, la pesca, etc. Les

Declaracions d'Emergència Climàtica, com la que van declarar recentment el Govern de Catalunya o l'Ajuntament de Barcelona, intenten alertar en l'àmbit local sobre aquest problema.

### ■ Emissió de gasos amb efecte d'hivernacle

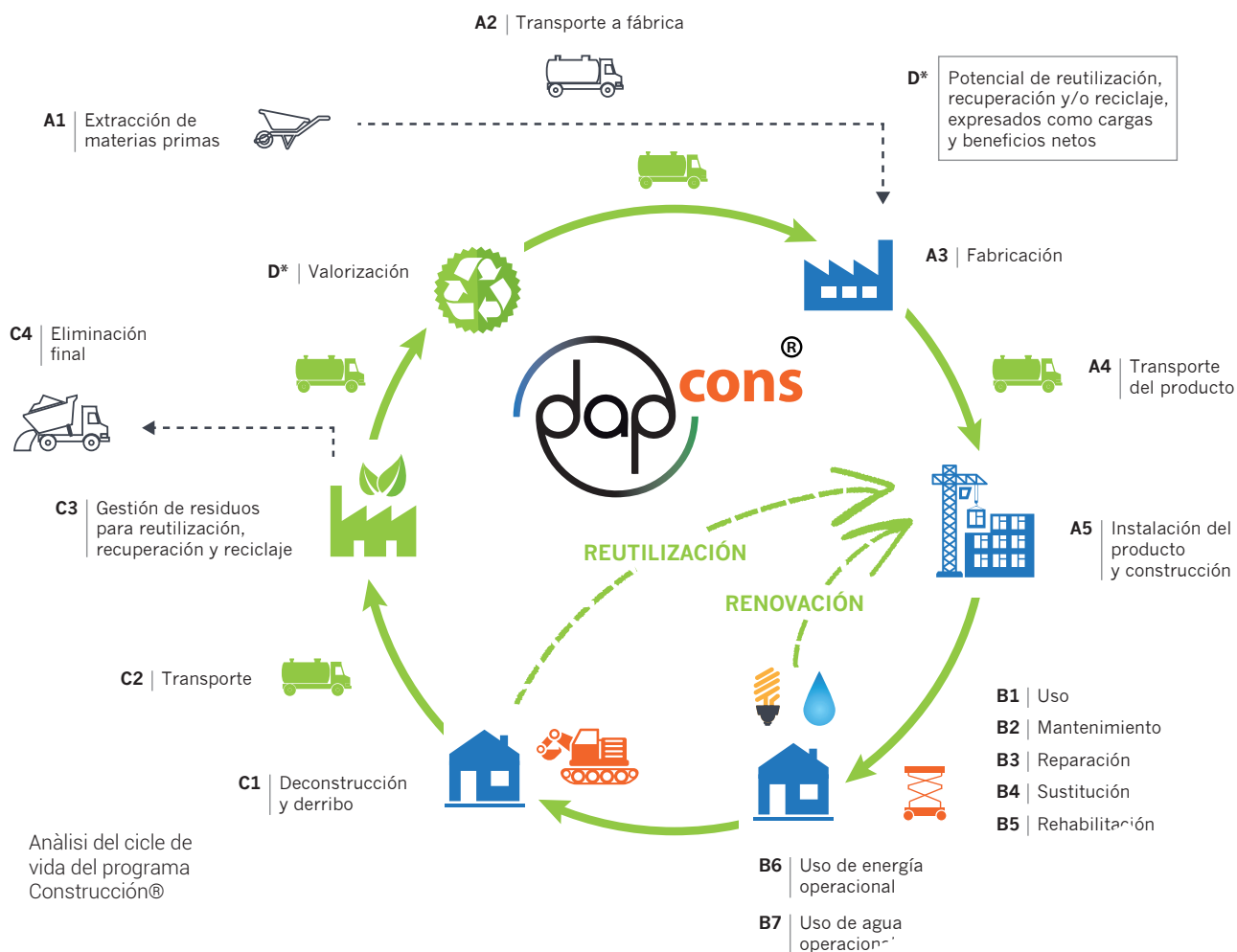
Pel que fa a la quantitat de gasos amb efecte d'hivernacle emesos, es mesura en massa de CO<sub>2</sub> equivalent (Kg CO<sub>2</sub>eq), la qual cosa s'anomena "petjada de carboni", i pot contenir els sis gasos amb efecte d'hivernacle que recull el Protocol de Kyoto: diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>), metà (CH<sub>4</sub>), òxid de nitrogen (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarburs (HFC), perfluorcarburs (PFC), i hexafluorur de sofre (SF<sub>6</sub>).

Si ens fixem en el sector de l'edificació, que és el que ens ocupa, cal distingir principalment entre dos tipus d'emissions de CO<sub>2</sub>eq: les operatives i les incorporades (*embodied*). Tot i que les primeres poden ser del voltant del 72% en un edifici convencional, l'altre 28% de les segones és una quantitat important. Com a emissions incorporades, es poden considerar les associades als materials i als processos de construcció durant tot el seu cicle de vida de l'edifici. Les emissions relacionades amb els consums de l'edifici per al seu funcionament serien les operatives.

També cal tenir en compte que a mesura que les emissions operatives es redueixen gràcies a la reducció dels consums en els edificis més eficients, la proporció de les incorporades augmenta. És important identificar l'abast quan es parla d'emissions, ja que existeixen altres tipus d'emissions, com les dels desplaçaments dels usuaris des de i fins a l'edifici, que també poden estar relacionades amb el sector de l'edificació.

L'economia circular es pot definir com aquella en la qual el valor dels productes, materials i recursos es mantenen a l'economia durant el major temps possible

Els reptes de reducció d'emissions de CO<sub>2</sub> i en general els de reducció de la petjada ecològica dels edificis ja han estat recollits en el Pacte Verd Europeu, que estableix un full de ruta per fer d'Europa un continent climàticament neutre el 2050, dissonar creixement econòmic de l'ús de



Les Declaracions Ambientals de Producte (DAP) basades en una anàlisi del cicle de vida són essencials per conèixer els impactes ambientals dels materials

recursos i que no hi hagi indrets ni persones que es quedin enrere. Els Plans d'Economia Circular de la UE (de 2015 i 2020), així com la *Estrategia Española de Economía Circular, España Circular 2030*, també recullen aspectes de descarbonització de l'economia que poden estar

relacionats amb el sector de l'edificació. L'economia circular, contràriament a la lineal, es pot definir com aquella economia en la qual el valor dels productes, els materials i els recursos es mantenen a l'economia durant el temps més gran possible, i en la qual es redueix al mínim la generació de residus.

### ■ Anàlisi del Cicle de Vida (ACV)

Si hem de destacar una de les eines més potents de les quals disposem avui en dia per avaluar la petjada de carboni i per tant, el potencial de descarbonització dels edificis en el marc de l'economia circular, és l'Anàlisi del Cicle de Vida (ACV). Es tracta d'una recopilació i avaluació de les entrades, les sortides i els impactes ambientals potencials d'un sistema del producte a través del seu cicle de vida.

A més del CO<sub>2</sub>eq, permet mesurar i avaluar altres impactes que també són rellevants en el sector de l'edificació: acidificació, eutrofització, reducció de la capa d'ozó, formació d'ozó troposfèric, ecotoxicitat, esgotament de recursos naturals, consum d'aigua, generació de residus, etc. Cal tenir en compte que tots aquests impactes són indicadors de problemes majors, com poden ser els danys als ecosistemes (pèrdua d'habitats) i a la salut humana.

L'ACV s'hauria de començar en fase d'avantprojecte i avaluar totes les etapes i mòduls del cicle de vida de l'edifici tot establint l'objectiu, l'abast, realitzant l'inventari del cicle de vida, l'avaluació i, finalment, la interpretació dels resultats. La realització del ACV es troba estandarditzada per diverses normes ISO i EN per tal que les dades siguin el més comparables possi-

bles, tot i que aquesta dificultat en l'accessibilitat i la comparabilitat de les dades és també una de les seves principals limitacions. Les Declaracions Ambientals de Producte (DAP), basades en un ACV, també són essencials per conèixer els impactes ambientals dels materials.

A més, la descarbonització també forma part de dues eines que està desenvolupant la Comissió Europea: *EU Taxonomy* i *Level(s)*. La primera és un sistema de classificació que estableix un llistat d'activitats sostenibles per al medi ambient i és important per tal de facilitar les inversions sostenibles i dur a terme

el Pacte Verd Europeu. La segona és un marc d'avaluació i informació que ofereix un idioma comú sobre el rendiment en sostenibilitat dels edificis a Europa. A les taules següents es mostren els objectius que consideren cadascun d'aquests sistemes.

Objectius de <i>EU Taxonomy</i>
Mitigació del canvi climàtic
Adaptació al canvi climàtic
Sostenibilitat i protecció dels recursos hídrics i marins
Transició a una economia circular
Prevenició i control de la contaminació
Protecció i restauració de la biodiversitat i dels ecosistemes

Macroobjectius de <i>Level(s)</i>
Emissions de gasos amb efecte d'hivernacle i contaminants atmosfèrics al llarg del cicle de vida dels edificis
Cicles de vida dels materials circulars i eficiència en l'ús dels recursos
Ús eficient dels recursos hídrics
Espais saludables i confortables
Adaptació i resiliència al canvi climàtic
Valor i cost del cicle de vida optimitzat



Valoritzar els residus en la demolició d'edificis

És necessari que la tecnologia BIM s'implementi completament en totes les etapes del cicle de vida de l'edifici, però també incorporar altres tecnologies relacionades amb el concepte *smart building*

Un dels punts febles del procés de descarbonització és la lentitud per assolir els objectius en els terminis establerts. Per aquesta raó, és imprescindible accelerar-lo mitjançant eines relacionades amb la digitalització dels edificis. És necessari que la tecnologia BIM s'implementi completament en totes les etapes del cicle de vida de l'edifici, però també incorporar altres tecnologies relacionades amb el concepte

*smart building* i l'anàlisi de dades en general, com poden ser el *Digital Building Logbook* o el *Digital Building Twins*.

### ■ Estratègies de descarbonització

Pel que fa a les estratègies de descarbonització del sector de l'edificació, la seva majoria són conegudes des de fa dècades i es comple-

menten amb d'altres de noves o perfeccionades. Aquestes actuacions poden ser diferents per a cada etapa de l'edifici (disseny, construcció, operació i final de vida útil). A la taula adjunta s'inclouen algunes de les principals estratègies, diferenciant si es troben més relacionades amb les emissions incorporades o les operatives i indicant en quina etapa de l'edifici es duen normalment a terme.

ETAPES/TIPUS D'EMISSIONS	EMISSIONS INCORPORADES	EMISSIONS OPERATIVES
DISSENY	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dissenyar per a necessitats reals i a llarg termini</li> <li>• Considerar la flexibilitat, l'ecodisseny i la reducció d'elements no funcionals</li> <li>• Evitar ubicacions en zones d'interès natural</li> <li>• Evitar zones de risc natural i terrenys on són necessàries fonamentacions complexes</li> <li>• Afavorir les ubicacions prèviament desenvolupades o mal-meses</li> <li>• Optimitzar les solucions constructives per reduir les quantitats de materials</li> <li>• Prioritzar les solucions industrialitzades, baixes en carboni i de més durabilitat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduir la demanda energètica amb estratègies passives: orientació i forma de l'edifici, proteccions solars, aïllament tèrmic, etc.</li> <li>• Reduir els ponts tèrmics i les infiltracions d'aire</li> <li>• Reduir el consum dels sistemes d'il·luminació i augmentar l'aprofitament de la il·luminació natural</li> <li>• Reduir la demanda energètica amb sistemes i equips d'alta eficiència</li> <li>• Implementar sistemes de control i gestió de l'edifici</li> <li>• Completar l'electrificació dels edificis</li> <li>• Instal·lar fonts d'energia renovable en el mateix edifici o a la parcel·la</li> <li>• Promoure la connexió a xarxes urbanes de fred i calor eficients i d'origen renovable</li> <li>• Reduir la demanda d'aigua i promoure l'aprofitament d'aigües grises i pluvials</li> <li>• Promoure l'ús d'energia renovable per a la producció d'aigua calenta sanitària</li> <li>• Promoure les infraestructures verdes integrades en els edificis, ja que actuen com a embornals de carboni, proporcionen serveis ecosistèmics i fomenten la biodiversitat</li> </ul>
CONSTRUCCIÓ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prioritzar materials de llarga vida útil, amb alt contingut reciclat, reciclables, reparables, actualitzables i reutilitzables</li> <li>• Prioritzar materials de proximitat en tot el seu cicle de vida</li> <li>• Utilitzar fusta i derivats de gestió forestal sostenible</li> <li>• Prioritzar materials que en la seva fabricació han reduït el consum d'energia i d'aigua, així com les distàncies de transport i la generació de residus</li> <li>• Per tal que siguin correctament reciclables i no danyar els ecosistemes ni la salut, cal prioritzar els materials que tinguin menys substàncies perilloses, siguin baix emissius (en compostos orgànics volàtils) i disposin de segells de transparència.</li> <li>• Prioritzar materials amb ecoetiquetes</li> <li>• Controlar els consums d'aigua i energia a obra</li> <li>• Realitzar una minimització i separació de residus correcta a obra, especialment dels residus perillosos.</li> <li>• Evitar en la mesura d'allò possible que els residus d'obra es destinin a incineració / abocador i valoritzar el màxim de residus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar que es mantenen els criteris de disseny que contribueixen a reduir les emissions operatives</li> </ul>
OPERACIÓ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si es realitzen reformes o es reemplacen materials durant la fase d'operació, cal tenir en compte les mateixes estratègies que en fase de disseny i construcció</li> <li>• Realitzar un manteniment adequat de l'edifici per allargar la vida útil dels materials i dels sistemes constructius</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesurar tots els subsistemes que tenen un consum d'aigua o energia i analitzar les dades</li> <li>• Dur a terme auditories energètiques</li> <li>• Reduir la demanda d'aigua i promoure l'aprofitament d'aigües grises i pluvials</li> <li>• Promoure l'obtenció d'energia d'origen renovable <b>on site</b> i l'autoconsum per evitar costos i pèrdues pel transport de l'energia</li> <li>• Quan no sigui possible obtenir energia d'origen renovable <b>on-site</b>, proveir l'edifici d'energia d'origen renovable <b>off-site</b></li> <li>• Quan no hi hagi altres opcions per reduir les emissions, promoure estratègies de compensació d'emissions</li> <li>• Realitzar un manteniment adequat de les instal·lacions</li> <li>• Considerar la reducció d'altres tipus d'emissions com les dels desplaçaments dels usuaris de l'edifici</li> <li>• Tot i que no estigui directament relacionat amb les emissions operatives de l'edifici, cal separar, minimitzar i valoritzar els residus que es generen a l'edifici, especialment els perillosos</li> </ul>
FI DE VIDA ÚTIL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realitzar una minimització i separació de residus correcta a obra, especialment dels residus perillosos</li> <li>• Evitar en la mesura d'allò possible que els residus d'obra es destinin a incineració / abocador i valoritzar el màxim de residus</li> <li>• Intentar endarrerir el fi de la vida útil de l'edifici el màxim possible, mitjançant actuacions de reforma i rehabilitació.</li> <li>• Una vegada arribada la fi de la vida útil, cal realitzar desconstruccions amb selecció de materials, enlloc dels enderroc tradicionals</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una vegada arribi la fi de la vida útil de l'edifici, mantenir infraestructures de producció d'energia renovable construïdes <b>on-site</b>, si és possible, per reduir les emissions operatives d'altres edificis que estiguin connectats a la xarxa</li> </ul>



Instal·lar panells fotovoltaics als edificis

En referència a les emissions operatives, cal recordar que la darrera modificació del CTE (*Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre*) defineix un edifici de consum d'energia casi nul (nou o existent) com aquell que compleix les exigències establertes en el DB HE Ahorro de Energía pel que fa a la limitació de consum energètic per als edificis de nova construcció. Es tractaria doncs, d'un edifici amb un nivell d'eficiència energètica molt alt en el qual la quantitat molt baixa d'energia requerida hauria d'estar coberta, en molt àmplia mesura, per fonts d'energia renovable. La normativa europea referent a aquest tema es va actualitzant molt sovint i cada vegada serà més exigent. Cal tenir present que l'electrificació d'altres sectors com el de la mobilitat farà necessària l'ampliació de la producció de l'energia d'origen renovable i com a norma general, aquestes infraestructures haurien de situar-se en el medi que ja es troba construït.

Per completar la reducció d'emissions d'un edifici es pot optar per sistemes de compensació de carboni (compra d'emissions de CO<sub>2</sub>, donacions per promoure embornals de carboni, etc) i/o per la importació d'energia renovable produïda *off-site*. Aquestes estratègies només tenen sentit com a complement si prèviament s'ha realitzat l'esforç en reduir les emissions en el propi edifici, ja que si no és així, el problema no es soluciona *in situ* i no es produeix una millora de l'edifici.

### ■ Principals barreres contra la descarbonització

Les principals barreres que trobem avui en dia pel que fa a la descarbonització dels edificis són molt semblants a les que van aparèixer en afrontar altres reptes previs com el de les regulacions urbanístiques o el de les rehabilitacions del parc d'edificis per raons de seguretat o habitabilitat. Cal tenir en compte que ens trobem en un context de transi-



Dissenyar cobertes verdes

Ens trobem en un context de transició cap a una nova cultura ambiental i aquests processos sempre són llargs, complexos i generen oposició

ció cap a una nova cultura ambiental i aquests processos sempre són llargs, complexos i generen oposició.

El finançament de les actuacions és un aspecte clau per fer realitat la descarbonització del parc construït d'edificis, però ja existeixen fórmules que permeten cobrir els costos de les accions, considerant també de vegades l'estalvi energètic que aquestes rehabilitacions poden suposar per als edificis.

Una altra barrera relacionada amb el finançament i, no menys important, és la situació de vulnerabilitat de part de la població que pateix i patirà encara més les conseqüències del canvi climàtic (per



Rehabilitar edificis



El cel sobre la ciutat construïda

La descarbonització de l'edificació s'ha d'accelerar substancialment en els pròxims anys per tal d'aconseguir els objectius del Pacte Verd Europeu i de l'Acord de París

exemple, amb la pobresa energètica). És necessari que ningú es quedi enrere en aquest procés de descarbonització. És per tot això que calen polítiques valentes i participatives per realitzar aquest canvi, així com accions de sensibilització, comunicació i formació per a tots agents que formen part dels projectes d'edificació.

En resum, la descarbonització del sector de l'edificació s'ha d'accelerar substancialment en els prò-

xims anys per tal d'aconseguir els objectius del Pacte Verd Europeu i de l'Acord de París. És un procés que va amb dècades de retard i que per fi sembla que es donen unes condicions més favorables per dur-lo a terme, amb un escenari de transformació postpandèmia i amb l'experiència recent d'aquest repte sanitari que també ha estat complex, perillós i global. ■

**L'autor.** David Alemany Gambau és arquitecte tècnic, ambientòleg i consultor ambiental d'edificació a Deerns.