

desembre 2006

## EDIFICI, EFICIÈNCIA, ENERGIA

### Certificació i eficiència energètica als edificis

Resum de les jornades

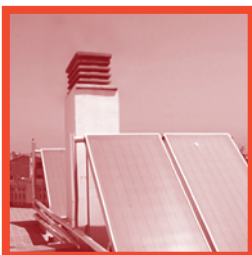
Barcelona, 15 i 16 de juny del 2006

# QÜESTIONS D'HABITATGE



**sumari** PRESENTACIÓ 2 SOSTENIBILITAT, USOS DEL SÒL I EDIFICACIÓ 4 INTRODUCCIÓ: EFICIÈNCIA ENERGÈTICA EN EDIFICIS I CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA 7 MARC LEGAL PER A L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA EN EDIFICIS 9 EXPERIÈNCIES DE BONES PRÀCTIQUES EN EFICIÈNCIA ENERGÈTICA 15 EXPERIÈNCIES DEL PMHB 22 RESUM DE LES SESSIONS TÈCNIQUES DE TREBALL 27 CONCLUSIONS 30 VERSIÓ CASTELLANA 31 ENGLISH VERSION 35

## presentació



Aviat farà deu anys que el Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona (PMHB) va decidir introduir criteris de construcció sostenible i d'estalvi energètic en la promoció dels seus nous edificis. Ens sentíem pioners en una experiència que alguns sectors veien amb un cert escepticisme i que no comptava amb la protecció de cap marc legislatiu que la regulés d'alguna manera. Per sort, les administracions han cregut en la importància de prendre mesures en l'àmbit de la construcció per tal de reduir el consum energètic i per protegir el medi, i han acabat impulsant normatives que persegueixen com a principal objectiu promoure mesures d'estalvi energètic en la construcció. L'Ordenança Solar de l'Ajuntament de Barcelona, el Decret d'ecoeficiència, impulsat per la Generalitat de Catalunya, i el Codi Tècnic de l'Edificació, en l'àmbit estatal, suposen un important pas endavant.

Amb el suport de tot aquest marc legal hem començat a avançar en l'aplicació de la directiva europea que regula la certificació energètica i l'eficiència energètica en els edificis. Per aquest motiu, abans que la directiva europea s'hagi transposat a l'Estat espanyol, hem iniciat el procés per a la certificació energètica en tres edificis del Patronat projectats a la zona Fòrum de Barcelona. Aquest treball l'hem fet conjuntament amb l'Agència de l'Energia de Barcelona, que treballa en el desenvolupament d'actuacions energètiques dins de l'àmbit de la construcció des de l'any 2002.

La necessitat de conèixer la situació i les experiències sobre certificació energètica així com el nou marc legal ens va portar, al Patronat i a l'Agència de l'Energia, a organitzar unes jornades on poder donar a conèixer la nostra experiència i on poder aprofundir en les normatives locals, autonòmiques, estatals i europees. El programa incloïa el debat sobre els projectes, programes i propostes que plantegen les noves iniciatives, experiències futures o actuacions en preparació en aquesta matèria, i contemplava l'aportació de persones

de reconegut prestigi en el tema, tant d'àmbit autonòmic com europeu.

Les jornades *Edifici, eficiència, energia* es van celebrar el 15 i 16 de juny de 2006 en l'edifici Fòrum, en un lloc amb característiques molt específiques que responen a una ferma aposta per un tipus de construcció sostenible i que, a més, es troba molt a prop d'on s'alçaran els edificis del Patronat en els quals s'aplicarà de manera experimental la certificació energètica, als carrers Llull i Taulat. L'alta participació a la trobada —més de dos-cents assistents— va posar de manifest l'alt interès que desperta el tema i va deixar palesa la voluntat dels actors implicats —des de l'arquitecte que fa el projecte d'un edifici al constructor que l'executa— de fer habitatges més sostenibles i més respectuosos amb el medi ambient. Aquesta resposta tan satisfactòria ens va portar a plantejar-nos la possibilitat de recollir en la nostra publicació *Qüestions d'Habitatge* el resum de les ponències. I aquí la teniu a les mans.

Una de les conclusions que vam poder extreure de les jornades és que l'administració té un paper clau per mostrar que és possible construir amb criteris sostenibles i d'estalvi energètic. Des del Patronat fa anys que seguim aquesta línia i esperem sincerament que la iniciativa de certificació energètica, compartida amb l'Agència de l'Energia, s'estengui i siguin molts els promotors que apostin per introduir aquesta mesura en els seus edificis. Paral·lelament hem de treballar per implicar i educar els usuaris en els usos que han de donar al seu habitatge. Només així, entre tots, aconseguirem fer efectives les conclusions de les jornades i avançar cap a uns habitatges més sostenibles des del punt de vista econòmic, social i mediambiental.

**Eugeni Forradellas i Bombardó**

*President del Patronat Municipal de l'Habitatge*

Domingo Jiménez  
Beltrán

## 1. Sostenibilitat, usos del sòl i edificació

**Domingo Jiménez Beltrán, exdirector de l'Agència Europea del Medi Ambient i actualment assessor de l'Observatori de la Sostenibilitat a Espanya (OSE), fa una reflexió general sobre la construcció a Espanya i presenta les dades de l'Informe de Primavera de l'OSE.**

Per situar el tema *Edifici, eficiència, energia* en el context general, començarem parlant de l'edificació i l'urbanisme.

La primera qüestió és l'eficàcia: els edificis no només han de ser eficients, sinó que han de tenir un ús d'acord amb la seva finalitat. L'edifici més ineficient és aquell que no s'utilitza. A Espanya hi ha gairebé tres milions d'habitatges buits i cinc milions de segones residències amb un ús mitjà de 29 dies l'any.

### HABITATGES PROJECTATS 2005

	Valors absoluts	Taxa de variació interanual 2004-2005 (%)
Galícia	46.893	17,8
Astúries	18.892	4,4
Cantàbria	12.990	17,7
País Basc	19.394	24
Navarra	11.406	23,9
Aragó	22.348	27,8
Catalunya	116.632	12,4
C. Valenciana	101.963	-1,7
C. Múrcia	41.724	-16,3
Andalusia	173.047	9,4
Extremadura	14.685	22,8
Castella - La Manxa	60.242	36,9
C. Madrid	68.127	-12,8
Castella i Lleó	47.085	-3
La Rioja	7.341	7,4
Canàries	35.514	9,6
Balears	13.202	8,6
Ceuta	467	51,6
Melilla	342	-41,1

Font: Col·legi d'Arquitectes.

Cal preguntar-se, doncs, si n'hi ha prou amb la millora de l'eficiència energètica dels edificis o si cal, també, reconduir l'accelerat procés d'urbanització: l'any 2005 s'han visat 822.000 habitatges, localitzats especialment a la costa i a Madrid, *en una forma urbanística* de baixa densitat. Molts resten buits, perquè l'objectiu és l'especulació immobiliària. Hi ha municipis costaners de 30.000 habitants amb plans generals en discussió de 160.000 nous habitatges, amb 110 agències immobiliàries i on l'abandó escolar supera el 50 %.



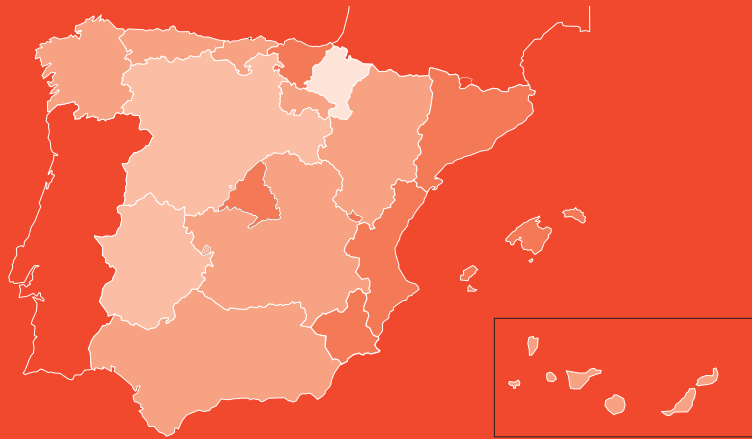
Transport i edificació estan *acoblats* i Espanya és un dels quatre països de la UE on el consum d'energia creix més, amb una contribució creixent als impactes globals. Les tres T (territori, transport, turisme) són un desafiament únic amb una evolució preocupant si fem una comparació amb altres estats de la UE: construïm més pisos que França, Alemanya i Itàlia junts i som l'estat europeu amb més habitatges per habitant (un per cada dos habitants), i molts d'ells buits, alhora que som el país on és més difícil i costós accedir al primer habitatge.

La situació és preocupant perquè el desenvolupament no és lineal, sinó molt més accelerat. Es pot veure en l'indicador de canvis d'ús del sòl: en tretze anys, del 1987 al 2000, hem urbanitzat un 30 % de tot el que s'havia urbanitzat durant els segles anteriors, a un ritme mitjà de 2 ha/hora i de prop de 3 ha/hora al final del període. Aquest ritme, que segueix creixent, equival a urbanitzar tota l'àrea metropolitana de Barcelona en uns dos anys.

### ARTIFICIALITZACIÓ DEL TERRITORI (1990-2000)

#### PRINCIPALS TENDÈNCIES

- Creixement fort en àrees artificials i descens d'àrees agrícoles i naturals
- Creixement moderat en àrees artificials i descens d'àrees agrícoles i naturals
- Creixement del sòl agrícola
- Creixement d'àrees artificials i naturals



Tot això té efectes en termes energètics: el país incrementa la seva intensitat energètica i es distancia de la mitjana dels estats europeus. En conseqüència, Espanya és un dels estats que més incrementa les seves emissions d'efecte hivernacle.

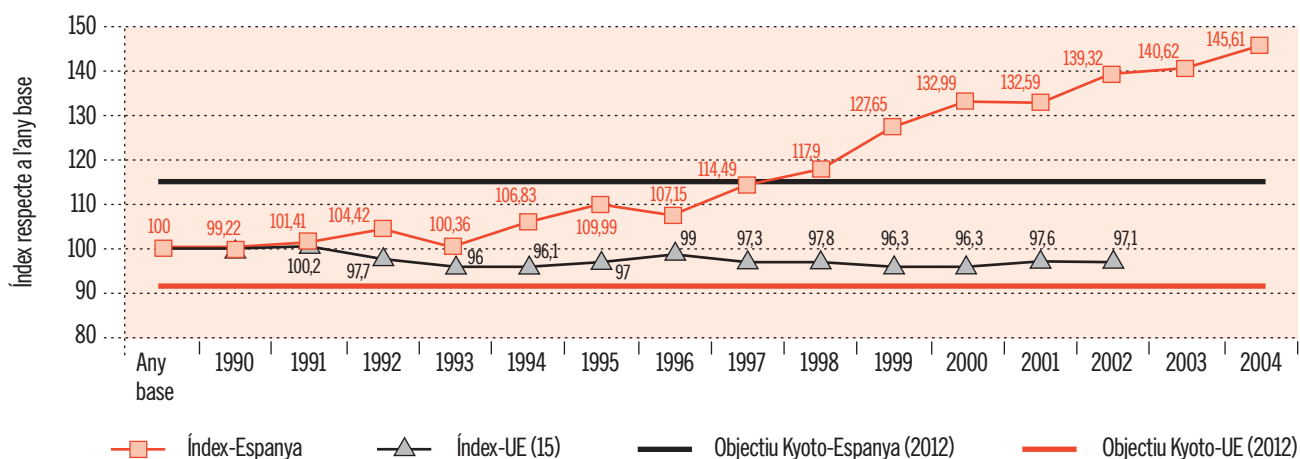
No obstant això, aquesta situació pot canviar si adoptem una nova lògica. A efectes d'aquestes jornades, la millor definició de la sostenibilitat és construir sense destruir: produir i renovar en comptes de construir i destruir. Cal veure la sostenibilitat com un desenvolupament innovador, fonamentat en el coneixement, que obligui a repensar el model urbanístic actual, especialment el costaner, abans que no sigui massa tard. Aquest desafiament suposa una gran oportunitat per a Espanya: no parlem de menys desenvolupament, sinó d'un de diferent, amb més valor afegit i més futur.

Esperem que, com a resultat d'aquestes jornades, els edificis siguin més eficients i, per què no, autosuficients. La tendència és anar cap a sistemes centralitzats de calor i fred, però cal combinar-ho amb un ús distribuït de l'energia. Com a predicció, en quinze o vint anys veurem edificis, i també habitatges individuals, autosuficients pel que fa al consum d'energia.

El futur és enorme si utilitzem la innovació per sortir del cercle viciós.

## EMISSIONS DE GASOS EFECTE HIVERNACLE

Evolució de les emissions de GEI a Espanya i la UE-15



## 2. Introducció: eficiència energètica en edificis i certificació energètica

**Prop de la meitat del consum energètic de Barcelona es localitza en els sectors domèstic i comercial, i presenta una taxa d'increment acumulatiu anual per sobre del 4%. Aquest elevat consum i el seu creixement continu es donen per les característiques constructives dels edificis, i també per l'ús i el comportament de cadascun dels usuaris, amb unes exigències de confort en augment. S'estima que hi ha un potencial d'estalvi de l'energia dels edificis destinada a calefacció, aigua calenta, aire condicionat i il·luminació d'un 22 % respecte al consum actual, i que aquest objectiu podria assolir-se l'any 2010.**

### La directiva europea relativa a l'eficiència energètica dels edificis

Una de les principals mesures establertes per a la reducció del consum energètic, i de les corresponents emissions de gasos d'efecte hivernacle que contribueixen a l'escalfament planetari i al canvi climàtic, es troba en l'aplicació de la Directiva 2002/91/CE, relativa a l'eficiència energètica dels edificis i, en concret, a l'establiment d'un sistema de certificació energètica.

La certificació energètica valora i qualifica de manera global l'eficiència energètica dels edificis tenint en compte els seus aïllaments, infiltracions d'aire, sistema de calefacció i aigua sanitària i sistemes de control associats. A més, avalua el treball realitzat per arquitectes, projectistes i enginyers, i permet comprovar que, en cada fase de projecte, les solucions escollides per dotar d'energia l'edifici són les més eficaçes.

Segons la directiva, el certificat s'haurà d'aplicar a tots els edificis de nova construcció (se n'exclouen algunes edificacions, com, per exemple, les de menys de 50 m<sup>2</sup>) i el pot obtenir el projecte de l'edifici o bé l'edifici acabat. El certificat es materialitzarà en una etiqueta energètica que qualificarà els edificis amb lletres i colors: de l'A a la G i del verd al vermell (de més a menys eficient). De fet, serà una etiqueta molt similar a la que s'utilitza actualment per qualificar l'eficiència dels electrodomèstics. En el cas dels habitatges, l'indicador que apareixerà a l'etiqueta serà en kg de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> i s'especificarà la qualificació parcial quant als consums de calefacció, refrigeració i ACS. El certificat tindrà una validesa màxima de deu anys i el propietari de l'edifici s'haurà de fer càrrec de la renovació.

A partir del gener del 2006 s'havia de fer efectiva la transposició d'aquesta directiva a tots els estats membres de la UE. A l'Estat espanyol, el Ministeri de l'Habitatge, a través de la Subdirecció General d'Innovació i Qualitat de l'Edificació, en col·laboració amb l'IDAE i altres departaments del Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme, ha recollit el procediment bàsic de certificació energètica d'edificis en una proposta de reial decret on s'estableix que alguns dels aspectes finals del procés estarien regulats per les comunitats autònomes, que també exercirien el control del certificat.

### El nou Codi Tècnic de l'Edificació

La principal novetat del CTE és la inclusió de diferents normatives relacionades amb l'habitabilitat, com la protecció del medi ambient i, molt especialment, l'estalvi d'energia i l'aïllament tèrmic.

A Espanya, l'entrada en vigor el 29 de setembre del 2006 del Reial decret 314/2006, de 17 de març, que aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) ha suposat un important pas endavant en l'actualització i la unificació en un únic document de totes les disciplines relacionades amb el procés de l'edificació. En aquest sentit, la principal novetat del CTE és la inclusió de diferents normatives relacionades amb l'habitabilitat, com la protecció del medi ambient i, molt especialment, l'estalvi d'energia i l'aïllament tèrmic. Efectivament, el CTE regula els requisits bàsics d'estalvi d'energia que han de verificar els edificis de nova construcció i gran rehabilitació. Recollits en cinc annexos, els criteris d'estalvi d'energia en l'edificació consideren:

- la limitació de la demanda energètica, on s'integren els treballs d'actualització de la NBE-CT-79;
- el rendiment de les instal·lacions tèrmiques, on es fa una remissió al RITE;
- l'eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació;
- la contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària, on s'obliga que una part de l'energia necessària per a la producció d'aigua calenta sanitària sigui solar;
- la contribució fotovoltaica mínima d'energia elèctrica, on s'obliga que en certes tipologies d'edificis una part d'aquesta energia elèctrica sigui autogenerada a partir de l'energia solar.

### El Decret d'ecoeficiència en els edificis

El Decret 21/2006 de la Generalitat de Catalunya, conegut com a Decret d'ecoeficiència, va entrar en vigor el 14 d'agost del 2006 amb la intenció d'incorporar, en l'àmbit autonòmic, diferents criteris ambientals i energètics en la construcció. El Decret introdueix la necessitat de complir diferents paràmetres tècnics que impliquin un millor comportament energètic i acústic dels edificis; la reducció del consum d'aigua; el reciclatge de materials, i el tractament de residus en enderroc i durant el procés constructiu. Es basa en un sistema de puntuació que deixa obertes diferents vies per introduir millores energètiques en l'edificació, amb l'obligació d'aconseguir un còmput mínim de punts. Segons les zones climàtiques, també estableix l'obligació d'incorporar plaques solars per a la producció d'aigua calenta sanitària.

### Experiències a la ciutat de Barcelona

El Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona ha estat un dels pioners en la introducció de criteris de construcció sostenible i d'estalvi energètic en les seves promocions: des del 1997, el PMHB incorpora als nous edificis criteris com la introducció dels sistemes passius d'estalvi energètic en la concepció de l'edifici; la reducció de l'impacte dels moviments de terres i dels residus de les obres; la utilització de materials amb característiques ambientalment positives; i la incorporació de sistemes actius d'estalvi energètic.



Des de l'any 2002 l'Agència d'Energia de Barcelona està treballant en el desenvolupament d'actuacions energètiques dins de l'àmbit de la construcció. Una d'aquestes propostes ha estat el desplegament, en el marc del projecte europeu CEPEC del Programa ALTERNER, d'una metodologia per a la qualificació i posterior certificació energètica provisional d'edificis a Barcelona, en línia amb diferents projectes establerts en el Pla de Millora Energètica de Barcelona. Aquesta metodologia es va desenvolupar en el marc d'una aliança internacional amb el Col·legi d'Arquitectes de Catalunya, les empreses d'enginyeria Barcelona Regional i Aiguasol, i en coordinació amb les ciutats de Berlín, Malmö i Lund.

Per tal d'experimentar el procés de la certificació energètica en edificis, l'Agència d'Energia de Barcelona i el Patronat Municipal de l'Habitatge han promogut aquesta experiència pionera a la ciutat amb la qualificació energètica de tres edificis d'habitatges de protecció oficial a la zona Fòrum, durant la fase de projecte. L'ús de sistemes informàtics per a la simulació del comportament energètic dels edificis (a partir del programari oficial LIDER, desenvolupat en el marc del nou Codi Tècnic de l'Edificació) i la utilització de la metodologia i eina pròpia CEPEC, gestionada per l'Agència (contrastant-la amb l'oficial del CALENER), han estat la base per obtenir una qualificació energètica dels edificis. Aquesta ha estat la primera experiència d'aquest tipus a la ciutat de Barcelona, a banda de les experimentals, realitzades en la fase de proves de l'eina CEPEC. D'aquesta experiència s'ha obtingut una qualificació energètica dels edificis amb resultats homologables als de la futura certificació energètica oficial.

A més, es durà a terme una actuació d'informació «porta a porta» sobre les instal·lacions solars tèrmiques i altres actuacions d'estalvi energètic a la llar als veïns de noves promocions d'habitatges del PMHB, per facilitar als usuaris l'aprenentatge de l'ús i el manteniment. Amb aquestes campanyes, es pretén sensibilitzar els veïns en la cultura de la sostenibilitat, ensenyant-los bones pràctiques energètiques a la llar.

### 3. Marc legal per a l'eficiència energètica en edificis

**Avançant en el compliment dels acords de Kyoto, i per respondre les qüestions plantejades en el recent debat entorn del Llibre Verd sobre seguretat en el subministrament d'energia, la Unió Europea ha posat en marxa diverses iniciatives en l'àmbit de l'eficiència energètica i la promoció d'energies renovables. Un dels elements més importants són les mesures legislatives en relació amb l'eficiència energètica en edificis.**

Si tenim en compte que a la UE aproximadament el 40 % de l'energia es consumeix als edificis, és evident que una reducció d'aquesta part tindria un efecte molt positiu en el conjunt de les nostres emissions.

L'any 2002, amb un ampli suport dels estats membres i del parlament europeu, es va aprovar la Directiva 2002/31/CE relativa a l'eficiència energètica en edificis. El termini donat als estats membres per a la seva transposició a dret nacional fou el gener del 2006, però l'endarreriment en l'aplicació ha dut a una ampliació d'aquest termini. La certificació energètica valora i qualifica de manera global l'eficiència energètica dels edificis, considerant els seus aïllaments, infiltracions d'aire, sistema de calefacció i aigua sanitària, i sistemes de control associats.

Si tenim en compte que a la UE aproximadament el 40 % de l'energia es consumeix als edificis, és evident que una reducció d'aquesta part tindria un efecte molt positiu en el conjunt de les nostres emissions. La transposició d'aquesta directiva és un element clau per poder avançar tant en els aspectes legals com tècnics. I, per això, és molt important tenir una bona visió de les experiències realitzades amb èxit arreu d'Europa, tant en l'àmbit nacional com regional.

Al territori europeu, Dinamarca, Alemanya i Regne Unit ja disposen d'un procés de certificació energètica obligatori per a tots els edificis de nova construcció.

Per als ja construïts, només Dinamarca té un sistema obligatori, tot i que altres estats membres disposen de sistemes voluntaris.

A Espanya s'està preparant un reial decret que regularà la certificació energètica d'edificis i n'establirà les competències, l'àmbit i el marc metodològic general. Les competències recauran sobre les comunitats autònomes, essent aquestes les que definiran qui certifica els edificis i com ho fa. Fins ara, ja s'han dut a terme diferents iniciatives en comunitats autònomes (País Basc) i ciutats (Barcelona i Sevilla) per avançar en la certificació energètica d'edificis.

La presentació d'Elisa Boelman, representant de la Comissió Europea, dona una visió global de la legislació i el suport a la recerca en l'àmbit europeu. Kai Borggreen, del Ministeri d'Energia danès mostra la seva experiència en certificació energètica, una de les més valorades a Europa i que ha donat suport a la introducció de nous aspectes legislatius a diversos estats europeus. José Manuel Borque de Larrea, de l'Ens Basc de l'Energia, detalla els aspectes bàsics del mètode de certificació d'eficiència energètica d'edificis desenvolupat i en aplicació al País Basc, experiència pionera a Espanya.

### 3.1. Edificació sostenible: estratègia i política de la Unió Europea



Elisa Boelman

**Elisa Boelman, amb formació acadèmica en enginyeria, arquitectura i gestió d'empreses, és una experta de la Direcció General per a Energia i Transport (DG TREN) de la Comissió Europea. El seu treball se centra en programes de demostració de la integració de l'eficiència energètica i les energies renovables en els edificis.**

L'estructura de l'ús de l'energia a la Unió Europea mostra que al sector residencial i terciari els edificis són responsables del 40 % de l'ús net d'energia. A més, l'ús de l'energia en els edificis augmenta a un ritme anual de l'1,3 % des del 1990. Aquest creixement contrasta amb les estimacions, que projecten uns estalvis potencials de cost-eficiència entorn del 22 % que es poden assolir el 2010 dins del sector de la construcció.

A banda del problema per resoldre a la nova edificació, la rehabilitació dels edificis és un tema molt important ja que hi ha un elevat nombre d'edificis amb una baixa eficiència energètica, però alhora amb un elevat potencial de millora amb mesures relativament simples.

A Europa hi ha diferències significatives entre les regions pel que fa a les condicions climàtiques, la tradició en la construcció, la conscienciació i el comportament dels usuaris; i, per tant, també una varietat de mesures de millora aplicables segons el context concret.

La Directiva 2002/31/CE relativa a l'eficiència energètica en edificis, aprovada l'any 2002 amb un ampli suport dels estats membres i del parlament europeu, pretenia incidir en aquesta problemàtica.

El desenvolupament sostenible i l'eficiència energètica estan relacionats amb objectius més amplis de la Unió Europea, que inclouen:

- aconseguir un creixement econòmic amb menys intensitat energètica;
- reduir les emissions de gas de l'efecte hivernacle i els efectes del canvi climàtic;
- garantir el subministrament d'energia a llarg termini, i
- incrementar l'ús de fonts d'energia endògenes i respectuoses ambientalment.

#### La Directiva sobre l'Eficiència Energètica dels Edificis (EBPD)

Les prioritats i els objectius de l'energia a Europa són definits per la política i la legislació. La Comissió Europea (CE) ha publicat diverses directives relacionades

La rehabilitació dels edificis és un tema molt important ja que hi ha un elevat nombre d'edificis amb una baixa eficiència energètica, però alhora amb un elevat potencial de millora amb mesures relativament simples.

amb l'energia, incloent-hi aquelles sobre l'eficiència energètica, la cogeneració i els biocarburants.

La Directiva sobre l'Eficiència Energètica dels Edificis (EBPD) es va aprovar per tal de promoure una millora en el funcionament energètic dels edificis amb quatre requeriments a la transposició dels estats membres:

- marc general per a una metodologia de càlcul per al funcionament integrat dels edificis;
- ajustament d'unes normes mínimes en els edificis nous i existents;
- certificació energètica dels edificis;
- inspecció i assessorament en les instal·lacions de calefacció i refrigeració.

La directiva va ser adoptada el 16 de desembre del 2002 i va entrar en vigor el 4 de gener del 2003. El 4 de gener del 2006 acabava el termini oficial perquè els estats membres transposessin la directiva a llei nacional. El Comitè Europeu de Normalització té el mandat de la CE d'oferir, dins d'un període curt (2004-2006), una clara i consistent col·lecció de normes com a base dels procediments nacionals dels estats membres.

La CE dóna suport a la implementació de la EPBD a través d'un ampli ventall de mesures, incloent-hi programes per a la demostració, la difusió i el suport a la penetració del mercat.

### Programes de suport dirigits per la CE

El sisè Programa Marc per a la Recerca i el Desenvolupament Tecnològic (FP6) ha donat suport a la recerca i al desenvolupament de noves tecnologies energètiques, així com a la innovació, a través de la demostració de la seva viabilitat tècnica i financera en edificis existents i comunitats. Altres programes estimulen el desplegament de noves tecnologies, incloent-hi el desenvolupament del mercat, la certificació, la planificació i el finançament. La difusió és també un pilar important dels programes de política de suport.

**Eco-Buildings** és un programa de demostració que forma part del FP6. Dóna suport a mesures legislatives i reguladores per a l'eficiència energètica i per incrementar l'ús de solucions d'energies renovables dins del sector de la construcció que van més enllà del que estableix la EBPD.

Els projectes d'Eco-Buildings apunten cap a una nova aproximació en el disseny, la construcció i el funcionament tant d'edificis nous com de rehabilitats. Aquesta aproximació combina reduccions substancials de la demanda energètica per a calefacció/refrigeració i enllumenat amb l'exigència d'un subministrament de les fonts energètiques que cobreixi la demanda de la manera més eficient, basat al màxim en fonts d'energia renovables i cogeneració. Aquest programa destaca la importància d'integrar tots els aspectes relacionats amb la reducció de la demanda i l'ús d'energia en els edificis.

[http://ec.europa.eu/energy/res/fp6\\_projects/ecobuildings\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/res/fp6_projects/ecobuildings_en.htm)

El Programa **Concerto** també ha format part del FP6 i dóna suport a comunitats locals en el desenvolupament i la demostració d'estratègies i accions concretes, amb l'objectiu d'assolir un alt grau de subministrament descentralitzat, integrat en producció d'energia renovable (RES) i amb l'aplicació de mesures d'eficiència energètica (EE) en diversos sectors d'ús final. La iniciativa anava adreçada a edificis integrats en xarxes locals de subministrament energètic (basats en fonts d'energia renovables) amb projectes de disseny i gestió energèticament eficients, sistemes de generació múltiple, cogeneració (CHP) i xarxes de calor de districte (preferiblement, utilitzant biomassa). A més, s'hi inclouen també sistemes de gestió intel·ligent de la demanda, de les xarxes de distribució locals, la generació distribuïda i l'emmagatzematge de l'energia.

[http://ec.europa.eu/energy/res/fp6\\_projects/concerto\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/res/fp6_projects/concerto_en.htm)

**ManagEnergy** és una iniciativa de difusió de la DG-TREN, dirigida a donar suport al treball dels diferents actors que treballen en l'eficiència energètica i les energies renovables en l'àmbit local i regional. Les principals eines són tallers de formació i esdeveniments en línia. A més, es proporciona informació d'estudi de casos, de bones pràctiques, de programes i de legislació europea.

El web inclou un sistema de cerca de socis amb unes 2.700 organitzacions, que inclouen 350 agències d'energia (entre les quals l'Agència d'Energia de Barcelona) que poden proporcionar capacitat tècnica i col·laboracions en activitats energètiques en l'àmbit local i regional. ManagEnergy també ofereix serveis d'Internet d'accés lliure que inclouen unes 500 presentacions en vídeo, ponències i entrevistes sobre qüestions d'energia específiques.

[www.managenergy.net](http://www.managenergy.net)

El Programa d'Energia Europea Intel·ligent (**IEE**) va ser implementat per l'Agència Executiva d'Energia Intel·ligent que dirigeix programes que promouen oportunitats de negoci i noves tecnologies en els camps de l'ús intel·ligent de l'energia i les energies renovables. L'IEE inclou, com a accions clau de tipus vertical, els programes: SAVE (d'eficiència energètica, i que inclou sub-programes per a edificis i la rehabilitació de cases socials), ALTERNER (d'energies renovables), STEER (d'energia en el transport) i COOPENER (de cooperació amb els països en desenvolupament). Les accions horitzontals clau apunten cap a mecanismes financers i incentius fiscals, monitoratge, avaluació, difusió i promoció.

Més informació: <http://www.epbd-ca.org/>

Plataforma d'edificis EPBD: <http://www.buildingsplatform.org/cms/>  
[http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/index_en.htm)

*Les opinions expressades en aquest article són de l'autor i no constitueixen cap compromís formal per part de la CE.*

### 3.2. Etiquetatge energètic i ús de la certificació.

#### La metodologia de la certificació danesa

Kai  
Borggreen



**Kai Borggreen és enginyer i cap del departament tècnic de la Secretaria del Ministeri d'Energia danès (Secretariat-FEM). Fins l'any 2005 era el responsable de la certificació energètica de grans edificis a Dinamarca, i de la implementació de la directiva europea de certificació energètica a Dinamarca i a Polònia.**

Aprofitant la transposició de la Directiva Europea sobre Eficiència Energètica en Edificis, el ministre d'Energia danès va decidir reorganitzar el sistema anterior d'etiquetatge d'energia. Aquest nou sistema va entrar en vigor l'1 de gener del 2006. Per fer més fàcil als usuaris el compliment dels requeriments de la legislació, es va decidir simplificar el sistema existent i ajuntar tots els elements relacionats amb la directiva, així com tots els aspectes d'eficiència energètica en els edificis. Els cinc aspectes són:

- la combinació de sistemes de ventilació i refrigeració;
- la combinació de sistemes de caldera i calefacció;
- l'informe energètic per als edificis públics;
- l'etiquetatge energètic dels edificis;
- el mètode de peritatge de la casa.

Des del 2004 l'Institut de Tecnologia danès executa el treball tècnic de les cinc secretaries.

A Dinamarca hi ha, des de fa vint-i-cinc anys, un procediment de control dels sistemes de caldera i calefacció, necessari no només per raons de seguretat, sinó també per reduir el consum energètic. Abans de la directiva de la Unió Europea, era obligatori fer-ho cada any, però ara ho és cada dos anys per a les calderes de gasoli i cada quatre anys per a les de gas. Si la caldera té més de quinze anys s'ha de revisar el sistema de calefacció complet. A Dinamarca el problema real és que, per regla general, els sistemes de calefacció tenen més de vint-i-dos anys, i això suposarà molts anys per desfer-se de tots aquests vells sistemes.

Existeix un pla especial en edificis públics. Cada any el Secretariat-FEM prepara un informe sobre el consum d'aigua i d'energia de cada edifici públic. Anualment s'han de fer públiques a Internet les dades de consum de l'any anterior.

La combinació de sistemes de ventilació i refrigeració, de recent utilització a Dinamarca, entrarà en vigor el 2007. A fi d'aconseguir l'etiquetatge, les inspeccions seran obligatòries i la freqüència dependrà del període de recuperació de la inversió: per a un petit equip de ventilació (>2 kWh) se sol·licita fer-ho cada set anys, però si és un equip més gran (>7 kWh) cal fer-ho cada dos anys. En aquests moments, a Dinamarca només hi ha un procediment voluntari en aquest camp. El que és realment nou és l'etiquetatge dels sistemes de refrigeració més grans de 12 kWh. Aquests sistemes hauran de ser comprovats cada dos anys.

---

L'etiquetatge energètic és obligatori a Dinamarca per a les tipologies d'edificis següents: edificis d'ús residencial nous i vells, edificis públics, edificis de comerços i serveis privats.

L'etiquetatge energètic és obligatori a Dinamarca per a les tipologies d'edificis següents: edificis d'ús residencial nous i vells, edificis públics, edificis de comerços i serveis privats. A Dinamarca no hi ha la mateixa tendència d'edificació que a Espanya; la majoria dels edificis són vells. Per tant, el potencial d'estalvi energètic es troba principalment en aquests edificis i és per aquesta raó que l'etiquetatge és també obligatori en els edificis construïts d'ús residencial. Abans de la directiva de la Unió Europea calia fer l'etiquetatge cada any, però ara es fa cada cinc anys.

L'etiquetatge energètic inclou diferents aspectes. El primer és la «classificació energètica», que té l'objectiu de comparar edificis amb el mateix ús per poder-ne tenir una referència.

El segon és el «càlcul del consum energètic». Un aspecte nou és que ara l'avaluació es fa comparant els resultats amb les dades teòriques, mentre que abans es feia comparant el consum amb el consum anterior.

Pel que fa al sistema d'etiquetatge, a Dinamarca amb el compliment del codi d'edificació es pot aconseguir el nivell B1 o el B2. Si es millora la construcció i es redueix el consum energètic es pot anar pujant als nivells d'etiquetatge energètic B i A. Això significa que no n'hi ha prou amb construir un edifici complint el codi d'edificació per aconseguir una etiqueta A, de manera que aquest sistema empeny cap a millores contínues. S'utilitzen els mateixos mètodes de càlcul per als edificis vells i nous, de manera que és possible comparar edificis per edats i per usos.

Cal assenyalar que els propietaris dels edificis no estan interessats en l'etiquetatge per si mateix, sinó en allò que podrien fer per reduir el consum energètic. Per aquesta raó, una part important de l'etiquetatge és el Pla d'Energia de l'Edifici, que inclou les «propostes d'inversions rendibles» per poder reduir el consum energètic. La regulació obliga els consultors a informar els propietaris sobre com poden millorar l'eficiència energètica dels edificis i finançar-ne les millores. D'aquesta manera, els propietaris són conscients del cost de les inversions i dels possibles estalvis anuals. El sistema danès, a més de l'energia, preveu també aspectes relacionats amb l'estalvi d'aigua.

L'informe inclou una descripció detallada de l'estat real de tots els aspectes de l'edifici analitzats: elements constructius, sistemes de ventilació i calefacció, electricitat i aigua. L'etiquetatge complet ha d'incloure totes aquestes anàlisis detallades. L'última oferta addicional inclosa en l'informe sobre etiquetatge és la possibilitat de canviar les fonts d'energia per a calefacció per fonts d'energies renovables.

---

Un dels principals problemes del sistema d'etiquetatge és avaluar l'ús d'energia per part del propietari, ja que això està fortament relacionat amb el comportament.

Un dels principals problemes del sistema d'etiquetatge és avaluar l'ús d'energia per part del propietari, ja que això està fortament relacionat amb el comportament. Per empènyer el propietari cap a un comportament més eficient, els consultors han d'explicar per què el consum teòric és diferent del real i què podria fer el propietari respecte a això.

Al final del document hi ha informació per al propietari sobre què és l'etiquetatge energètic i altra informació addicional. Aquesta última part inclou un capítol que explica al propietari la possibilitat de queixar-se sobre aquest etiquetatge energètic: és molt important que el sistema garanteixi la qualitat de l'etiquetatge i la satisfacció dels propietaris.

L'aspecte més important del sistema és que l'etiquetatge energètic pot ser utilitzat pels propietaris per millorar els seus edificis. No és important que totes les cases tinguin una etiqueta energètica per tal de complir una nova directiva de la Unió Europea. L'important és que aquest etiquetatge produeixi una veritable millora en l'eficàcia energètica dels edificis, tant nous com vells.

### 3.3. Certificació d'Eficiència Energètica d'Edificis al País Basc

José Manuel  
Borque de Larrea



**José Manuel Borque de Larrea és responsable de la Unitat de Terciari del Centre per a l'Estalvi i Desenvolupament Energètic i Miner (CADEM) de l'Ens Basc de l'Energia (EVE), entitat que promou mesures d'eficàcia i estalvi energètic, i la reducció d'emissions a través de l'assessorament en projectes d'un alt valor tecnològic. Des del CADEM s'impulsa la certificació energètica al País Basc.**

El CADEM aplica des del 1993 la Certificació d'Eficiència Energètica dels Edificis. El Certificat d'Eficiència Energètica d'Edificis és un reconeixement de la qualitat energètica de l'edifici, tant en el disseny com en la construcció, i una garantia tècnica per al comprador i/o explotador de l'edifici (que no participa en el procés constructiu).

El País Basc és pioner a l'Estat amb l'establiment d'un sistema de certificació energètica, voluntari en els seus inicis, però actualment obligatori en alguns casos: els establiments hotelers de tres o més estrelles han d'aportar còpia del Certificat d'Eficiència Energètica expedit per CADEM-EVE; alguns ajuntaments exigeixen aquesta certificació en les seves promocions; el procediment de certificació també s'aplica a totes les promocions públiques de VISESA, societat promotora pública d'habitatge social del govern basc.

Actualment s'han certificat de forma provisional (sobre projecte) 17.874 habitatges (el 25 % dels habitatges que es construeixen), 5.200 de forma definitiva (construïts), tres edificis d'oficines, tretze hotels de nova planta i un centre educatiu. El 60% dels habitatges certificats corresponen a habitatges de promoció pública. El coeficient de consum mitjà ha anat baixant progressivament: ha passat del 74,2 % en el període 1996-1999 al 69,7 % en el 2000-2003; pel que fa als projectes, el 2004 va ser del 64,6 % i el 2005 s'ha situat en el 60,3 % respecte al valor de referència.

Al País Basc la meitat del consum energètic és imputable al sector industrial, amb un 48 %, mentre que al sector terciari (residencial i serveis) arriba al 18 %.

Els principals usos de l'energia del sector terciari són:

- en l'àmbit residencial, principalment aigua calenta i calefacció, i, en segon terme, els electrodomèstics;
- en l'àmbit de serveis, la il·luminació i la climatització són els usos més importants, seguits de la calefacció.

Aquesta diferència ha influït en la creació de dos sistemes de certificació: un per a edificis d'oficines i un altre per a edificis residencials. A més, en el disseny d'edificis terciaris normalment hi ha una participació de l'usuari final; en canvi, en el cas d'edificis residencials, el client habitualment compra quelcom que els altres han projectat, construït i venut.

En el procediment de certificació s'estudien i avaluen els aspectes següents: aïllament tèrmic dels tancaments; ponts tèrmics; guanyos solars passius i actius;

El País Basc és pioner a l'Estat amb l'establiment d'un sistema de certificació energètica, voluntari en els seus inicis, però actualment obligatori en alguns casos.

L'escala de qualificació de l'eficiència energètica va de la A fins a la G, de manera que aquells que satisfan els requeriments se situen entre A i C.

filtracions d'aire; sistemes de calefacció i aigua calenta sanitària; sistemes de regulació i control, i sistemes d'il·luminació.

Com a sistema d'avaluació, s'estima el consum energètic d'un any de l'edifici en estudi, i es compara amb aquell que tindria si complís estrictament els requeriments mínims que marca la normativa (edifici de referència). L'escala de qualificació de l'eficiència energètica va de la A fins a la G, de manera que aquells que satisfan els requeriments se situen entre A i C. Aquells que no els compleixin hauran d'aplicar al projecte les modificacions que els permetin arribar com a mínim al nivell C.

El procediment de concessió es divideix en tres fases. En la primera fase, de disseny, es concedeix un certificat provisional a aquell edifici que, en el disseny, demostra una capacitat d'estalvi respecte de l'edifici de referència. La comparació es realitza segons una simulació teòrica del comportament energètic mitjançant el Programa d'Eficiència Energètica en Edificis (PEEE, versió 4.0). «Un bon projecte pot acabar en una mala execució, però un mal projecte no acabarà mai en una bona realització». En aquest sentit, la qualitat del projecte és fonamental i indispensable per a una bona eficiència energètica.

En la fase 2, de construcció, es realitzen una o més visites a l'obra, per verificar la bona col·locació de l'aïllament, ja que quan l'obra ha finalitzat no es pot comprovar.

En la fase 3, que es realitza quan l'edifici està construït, es duen a terme un seguit de proves no destructives a l'edifici per verificar que la realització correspongui al projecte. Les proves són de termografia, termofluidimetria, mesurament d'infiltracions, inspecció d'instal·lacions i inspecció d'il·luminació.

Una vegada executats tots aquests controls, s'insereixen les noves dades en el programari d'avaluació. Si el resultat de les comprovacions i l'estudi teòric són favorables, es concedeix a l'edifici un certificat definitiu i es lliura l'informe tècnic definitiu, el diploma acreditatiu i la placa de reconeixement, que es col·loca a la façana de l'edifici.

Segons les opinions del ponent, harmonitzar la nova normativa europea dins d'Espanya serà un camí molt difícil, en part per les diferències existents entre les diverses autonomies respecte a les característiques locals climàtiques i de consum. És necessari preparar els tècnics de forma adequada i ràpida per dur a terme els controls dels habitatges, perquè en l'actualitat falta personal amb els coneixements tècnics necessaris per implementar-les.

Les lleis no poden ser eficaces sense el control i l'aplicació de sancions, però és molt més important i eficaç que les persones prenguin consciència, a través de campanyes d'informació, de la importància de fer bé les coses. També és important sintetitzar i aclarir-ne el contingut, ja que aquest aspecte és fonamental per a la divulgació, la comprensió de les normes i, finalment, per obtenir resultats concrets a partir de la normativa.

#### 4. Experiències de bones pràctiques en eficiència energètica

**Quan es parla d'eficiència energètica en l'edificació s'han de tractar diferents aspectes del consum energètic en relació amb l'ús de l'energia i amb les instal·lacions que incorpora un edifici. En el disseny dels edificis s'han de tenir en compte tots els aspectes que poden afectar de forma rellevant el consum energètic durant l'ús i els impactes sobre l'habitabilitat i el benestar dels usuaris.**

El consum relacionat amb els usos de l'energia mostra diferències tant a Europa com dins l'Estat espanyol. Això és així perquè les condicions climatològiques són un condicionant important.

La quantificació dels resultats és una eina important per poder avançar en objectius globals, com poden ser el compliment del Protocol de Kyoto o l'increment de l'eficiència energètica.

Els projectes i dissenys arquitectònics han de tenir en compte tots aquests condicionants esmentats i mirar d'identificar per a cada cas els elements bàsics que garanteixin una alta eficiència en l'ús i així poder reduir el consum final.

El bon disseny energètic d'un edifici és la suma de la col·laboració entre diferents disciplines, l'aplicació d'eines de simulació, el coneixement de les normatives específiques i el desenvolupament d'una visió de futur que inclogui objectius valorables. La quantificació dels resultats és una eina important per poder avançar en objectius globals, com poden ser el compliment del Protocol de Kyoto (reducció de les emissions) o l'increment de l'eficiència energètica (reducció del consum).

Aquesta segona part de les jornades s'ha centrat a conèixer exemples de bones pràctiques d'eficiència energètica en l'edificació que aprofundeixin en aspectes concrets. Els casos presentats provenen de diferents països i estan relacionats amb aspectes diferents, essent considerats capdavaners en cadascun d'ells.

Renée Joosten mostra la importància del disseny de les instal·lacions d'il·luminació i la seva rellevància en el consum energètic final de l'edifici.

Torsten Welfonder mostra les mesures tècniques adoptades en el disseny i la construcció del nou edifici de Deutsche Post a la ciutat de Bonn per reduir el consum energètic en condicionament d'aire per a calefacció i refrigeració, basades en programes de simulació de diferents solucions arquitectòniques i la seva optimització energètica.

Bill Dunster desenvolupa edificis de consum zero en energies fòssils i presenta sistemes molt innovadors per al disseny d'edificis. El disseny inclou no només els aspectes d'estalvi energètic, sinó també les necessitats de les persones en espai verd, àrees de treball separades amb un màxim de confort i espais de relació, tot plegat facilitant als residents l'adopció d'un model de vida més sostenible.

#### 4.1. Eficiència energètica, estalvi i compatibilitat arquitectònica en la il·luminació

Renée Joosten



**Renée Joosten, dissenyadora d'interiors del Cooley Monato Studio de Nova York (Estats Units), és dissenyadora de plans d'il·luminació arquitectònica, i fa una presentació comparativa de les regulacions en relació amb l'eficiència als Estats Units i a Espanya. També se centra en aquells components que suposen bones solucions d'il·luminació energèticament eficient.**

La il·luminació té un paper molt important en la percepció de l'ambient. Una bona il·luminació, a part de comportar beneficis obvis com la millora de la visibilitat, també hauria de complementar la forma, el programa i el color. Realça l'arquitectura, portant-la a la seva plena realització i augmentant el valor de l'edifici. Alguns estudis demostren que una il·luminació correcta pot augmentar l'eficiència dels treballadors d'una oficina i, fins i tot, en determinats casos ajudar a l'activitat comercial, augmentant, per exemple, la venda de tèxtils si es millora la seva exposició amb una bona il·luminació. A més, amb uns nivells adients de llum que evitin l'excés de llum i integrin la reflectància dels materials i la llum natural, també es redueixen les despeses.

Als Estats Units el dissenyador d'il·luminació treballa juntament amb l'arquitecte, el client i el dissenyador d'interiors per plasmar i emfatitzar els objectius del disseny. El disseny de la il·luminació ha de basar-se en la proposta de disseny: les propietats de l'espai, la reflectància dels materials, el funcionament dels llums i els accessoris, la vida útil i l'accessibilitat de l'enllumenat, el manteniment, els terminis, el pressupost, etc. I tot això respectant els codis i les normatives d'eficiència energètica, que poden limitar de forma important la quantitat total de watts permesos.

Tots aquests elements s'incorporen al disseny d'il·luminació que es fa arribar a l'arquitecte. Concretament, el disseny de la il·luminació ha d'incloure



un pla d'il·luminació que indiqui els tipus d'accessoris i la seva localització; l'especificació de les llums i els accessoris amb les seves propietats, com el color, la temperatura, els acabats, les mides i el voltatge màxim; detalls arquitectònics de la il·luminació, i una proposta del diagrama de control (*control intent diagram*) que expliqui el control dels accessoris i l'esquema de càrregues (*load schedule*) amb el voltatge de les zones. Si l'arquitecte o l'enginyer ho demana, també es poden presentar els càlculs energètics com a referència, ja que, finalment, la responsabilitat que l'edifici compleixi amb els codis és de l'enginyer.

Els codis d'il·luminació dels Estats Units van aparèixer després de la crisi de petroli de la dècada dels setanta. Des de la seva introducció, la densitat d'energia per a il·luminació ha disminuït un 75 %.

Els codis d'il·luminació dels Estats Units van aparèixer després de la crisi de petroli de la dècada dels setanta. Des de la seva introducció, la densitat d'energia per a il·luminació (*lighting power density*) ha disminuït un 75 %, demostrant-se així la seva eficàcia. Els codis vigents actualment són l'ASHRAE<sup>1</sup> /ESNA<sup>2</sup> 90.1-2004 i l'IECC 2006<sup>3</sup>. A més, diversos estats han creat el seus propis codis, que són com a mínim tan estrictes com l'ASHRAE; d'aquesta manera, l'aplicació dels codis depèn de l'estat on estigui situat el projecte. A més dels codis esmentats, trobem el sistema LEED<sup>4</sup> de Ràtios de l'Edifici Verd (*LEED Green Building Rating System*) que, tot i no ser de compliment obligat, és molt utilitzat als projectes finançats pels estats.

L'ASHRAE és el codi estàndard per a edificis residencials i comercials, i és més extens que l'IECC. La densitat d'energia per a il·luminació (*lighting power density, LPD*) d'aquest codi, que indica els watts màxims permesos per superfície, considera les dades de funcionament dels productes (*product performance data*), l'eficiència i els factors de pèrdua de llums i balasts, les recomanacions d'IESNA i la qualitat dels ambients il·luminats. Per al compliment d'aquest codi s'ha de garantir la possessió d'un sistema de control de la il·luminació i del voltatge, que varia en funció del tipus d'enllumenat (incandescent o fluorescent). Un cop especificat aquest voltatge, l'energia d'il·luminació interior instal·lada es pot calcular pel mètode «espai per espai», o bé mitjançant el mètode «de la superfície edificada».

A Espanya, el primer codi que inclou requeriments per a la il·luminació és la normativa d'eficiència energètica que es desenvolupa dins del nou Codi Tècnic de l'Edificació.

A Espanya, el primer codi que inclou requeriments per a la il·luminació és la normativa d'eficiència energètica (Annex HE3) que es desenvolupa dins del nou Codi Tècnic de l'Edificació. S'aplica a edificis de nova construcció, rehabilitacions d'edificis ja existents i renovacions d'edificis comercials o oficines. Se n'exclouen els monuments i edificis amb valor històric o arquitectònic reconegut, les construccions temporals, les instal·lacions i tallers industrials, els edificis aïllats menors de 50 m<sup>2</sup> i l'interior d'habitatges.

Entre els elements d'obligat compliment del codi es troba la incorporació d'un sistema de control i regulació de la llum natural, un pla de manteniment, que indica la freqüència de neteja i substitució dels llums per tal de garantir els nivells d'il·luminació declarats i el VEEL, que és el valor d'eficiència energètica de la instal·lació<sup>5</sup>. Per complir amb l'HE3, es necessita la documentació següent: índex de superfície (la mida de l'habitació), els punts utilitzats per calcular la il·luminació mitjana, els factors de pèrdua de llum, la il·luminació horitzontal mitjana mantinguda (*average maintained horizontal illuminance*), la ràtio unificada de brillantor (*unified glare rating*), el comportament del color (*the color rendering*), el VEEL, les necessitats energètiques de l'enllumenat i el sistema de control.

<sup>1</sup> ASHRAE, Societat Americana d'Enginyers de Calefacció, Refrigeració i Aire Condicionat.

<sup>2</sup> IESNA, Societat d'Enginyeries d'Il·luminació d'Amèrica del Nord.

<sup>3</sup> IECC, Codi Internacional de Conservació de l'Energia.

<sup>4</sup> LEED, Lideratge del Disseny de l'Energia i el Medi Ambient.

<sup>5</sup> El VEEL és el valor de l'eficiència (W/m) per cada 100 lux. S'expressa com a  $(P \times 100)/(S \times Em)$ , on P és l'energia d'il·luminació interior instal·lada utilitzada per l'enllumenat (incloent-hi llums, balasts, etc.), S és la superfície il·luminada i Em és la il·luminació horitzontal mitjana mantinguda (*Average maintained horizontal illuminance*).

El repte principal és el compliment dels codis d'eficiència energètica sense modificar la proposta del disseny d'il·luminació. A continuació s'esmenten algunes pautes per assolir una bona eficiència energètica en la il·luminació.

**Crear nivells de llum adequats.** Tant l'IESNA com l'EN-12464<sup>6</sup> inclouen recomanacions pel que fa als nivells i la qualitat de la llum per als diferents usos i espais que també tenen en compte la temperatura de color del llum i el límit de brillantor.

**Recollir la llum natural.** El control i la integració de la llum natural permet reduir el consum de llum elèctrica, alhora que pot fer disminuir el consum dels sistemes de refrigeració i calefacció.

**Utilitzar làmpades energèticament eficients.** Cada llum té nivells d'eficàcia diferents, que equivalen a la quantitat de lúmens produïts per l'electricitat consumida (lúmens per watt). L'eficàcia d'un llum fluorescent està entorn dels 90 lúmens/watt, mentre que la dels llums incandescents estàndard és d'uns 20 lúmens/watt.

**Utilitzar balasts electrònics energèticament eficients.** Determinats llums, com és el cas dels fluorescents, necessiten un balast. Els balasts electrònics generen menys calor que els magnètics, alhora que poden controlar més d'un llum per balast.

**Utilitzar lluminàries i sistemes energèticament eficients.** El factor d'eficiència de la lluminària s'expressa en percentatge, i equival a la ràtio de lúmens emesos per la lluminària en relació amb els emesos per la làmpada del seu interior. Indica, per tant, la quantitat de llum que és atrapada per l'accessori.

**Coordinar els materials i les proporcions de l'habitació.** Atès que l'ull humà només veu la llum quan es reflecteix a una superfície, els valors de reflectància dels materials tenen un paper essencial en la il·luminació dels espais. La diferència entre un espai petit ben il·luminat o un interior fosc és només de 5 w/m<sup>2</sup>. En general, els espais grans són més eficients que els espais petits i estrets, ja que, en aquests últims, la llum rebota a les parets abans d'arribar a la superfície de treball.

**Especificar un pla de manteniment.** Com tots els sistemes, l'enllumenat també envelleix, de manera que es produeix una disminució segons el factor de pèrdua de llum. Aquest factor es pot calcular multiplicant dos components: la depreciació de lúmens del llum (*lamp lumen depreciation* o LLD), que equival a la reducció de l'emissió de la llum emesa al llarg de la vida del llum en comparació amb l'inicial, i el factor de depreciació bruta de la lluminària (*luminaire dirt depreciation factor* o LDD), que es refereix a la reducció de la llum emesa al llarg del temps a causa de l'acumulació de pols i brutícia a les superfícies de l'enllumenat. Així, com més net estigui l'espai, més duren els llums.

Fins i tot quan ens trobem davant d'un codi estricte d'eficiència energètica, no podem oblidar que el disseny de la il·luminació no és únicament numèric, sinó que és una part essencial de l'arquitectura i de la nostra percepció de l'espai i l'ambient, perquè, sense llum, mai no podem percebre la bellesa d'una forma, un color o un espai.

#### 4.2. Disseny i avaluació d'edificis bioclimàtics

Torsten Welfonder



**Torsten Welfonder és enginyer de Transsolar Energietechnik (Stuttgart), empresa especialitzada en el disseny d'estalvi energètic en edificis, que treballa per oferir bons nivells de confort amb el menor consum energètic possible i que ha desenvolupat metodologies pròpies per a la simulació energètica d'edificis. A continuació, s'expliquen els vectors que es tenen en compte en la simulació energètica.**

<sup>6</sup> Estàndard europeu per a la il·luminació.

A part de la temperatura hi ha altres paràmetres que afecten el confort: la temperatura de radiació, la radiació solar, la velocitat del corrent d'aire, la humitat, el tipus d'activitat que una persona hi està realitzant i la roba que porta.

El confort en una sala o habitació depèn bàsicament de la temperatura de la sala, i no exclusivament de la temperatura de l'aire. Un sistema convencional de refrigeració que només refreda l'aire és molt més ineficient que altres sistemes, com, per exemple, refrigerar les superfícies de la sala a través de sistemes que funcionen amb aigua. Si la temperatura de les superfícies és més baixa, la temperatura de l'aire pot ser més elevada per tal d'aconseguir el mateix nivell de confort.

A part de la temperatura hi ha altres paràmetres que afecten el confort: la temperatura de radiació, la radiació solar, la velocitat del corrent d'aire, la humitat, el tipus d'activitat que una persona hi està realitzant i la roba que porta. Al Japó algunes empreses han decidit demanar als seus empleats que no portin americana ni corbata per, així, reduir el consum energètic.

A l'hora de dissenyar un edifici i elegir els materials de construcció a Transsolar es tenen en compte els factors següents:

- a) La conducció: energia transportada per mitjà d'un material. Depèn del tipus de material, la seva densitat, la inèrcia, la conductivitat i la diferència de temperatura.
- b) La radiació de calor que es transmet entre dues superfícies a diferents temperatures. Un 50 % del transport de calor és per radiació, depenent del coeficient d'emissió dels materials i de la diferència de temperatura.
- c) La convecció: transmissió de calor per l'aire. La convecció depèn de la temperatura de superfície i la temperatura i velocitat de l'aire.
- d) L'estratificació: capes d'aire estabilitzades amb condicions diferenciades. L'estratificació depèn de la humitat i de la densitat, temperatura i velocitat de l'aire.
- e) L'evaporació: depèn de les diferències d'humitat, la temperatura de l'aigua i la temperatura i velocitat de l'aire.
- f) La transmissió i reflexió dels materials: depèn del coeficient de reflexió del material, el coeficient d'extinció i l'índex de refracció; de la forma geomètrica i el seu gruix, i de la longitud d'ona (UV, visible, IR). Per exemple, és molt important que el vidre amb protecció solar deixi passar la llum solar visible.

Un projecte recent realitzat amb èxit és l'edifici de Deutsche Post a la ciutat de Bonn. L'arquitecte, Helmut Jahn, va involucrar Transsolar en la fase de disseny, la qual cosa va facilitar molt la tasca d'introduir solucions sostenibles efectives.

Es tracta d'una torre amb una doble façana de vidre. Les oficines s'agrupen als dos costats d'un celobert central cobert. Aquest espai obert es perllonga tant en sentit vertical com horitzontal. L'estudi se centra en un segment del cos de la torre, d'una alçària de nou plantes.

Un dels problemes preocupants en la fase de disseny era l'excés de calor entre les dues façanes de vidre. Per això, hi ha elements d'ombra a l'exterior, més eficients que a l'interior. Durant l'estiu l'aire entra a través de la façana de manera natural, passa pel sistema de ventilació descentralitzat, on pot refredar-se o escalfar-se, i d'aquí a les oficines i pels passadissos fins a l'espai obert central, i surt per la part superior. Aquest sistema permet prescindir de grans sistemes d'eliminació de l'aire.

Si no es disposa d'elements d'ombra exteriors, la temperatura interior a prop de les finestres s'incrementa. Això influeix en la temperatura operativa, que és la temperatura mitjana entre l'aire de la sala i les superfícies. Òbviament, si en un costat de la sala la temperatura és més elevada, és necessari que la temperatura a l'altre costat de la sala o en les superfícies de la sala sigui més baixa per aconseguir la temperatura de confort. La solució eficient, per tant, és utilitzar els elements d'ombra i baixar la temperatura de l'aire al sostre. Per fer-ho, els sostres de formigó incorporen conduccions amb aigua fresca del riu Rin, que passa pel costat de l'edifici, i també aigua freàtica d'una profunditat de trenta

metres, que arriba a 13 °C i es retorna al riu a 18 °C. La façana interior té finestres practicables i reixes d'entrada d'aire que permeten regular l'entrada d'aire fresc per part dels usuaris de les oficines.

Per a l'avaluació del concepte en la fase de disseny s'han utilitzat programes de simulació i tests de components. Transsolar utilitza eines de disseny professionals, desenvolupades per la mateixa empresa. Els programes de simulació tèrmica dinàmica (TRNSYS i TRNFLOW) mesuren el comportament tèrmic dinàmic de l'edifici, tenint en compte la massa tèrmica, les condicions meteorològiques, els guanyos interns i externs, la radiació solar i els problemes de condensació. A partir d'aquí es pot calcular el consum energètic de l'edifici i la seva demanda, així com fer simulacions relacionades amb el confort i el flux d'aire. Un altre instrument utilitzat és el *computational fluid dynamics* o CFD (FLUENT) per al càlcul i la visualització dels fluxos d'aire, els detalls dels sistemes de convecció natural, els efectes de l'estratificació i el confort. Després es fa l'anàlisi de la llum natural, basada també en una simulació (RADIANCE). Aquesta permet calcular i visualitzar la il·luminació i la seva distribució, optimitzar les superfícies de vidre, la qualitat d'ombres pel que fa a l'espai i al temps, i l'anàlisi de contrast i brillantor en el camp visual, així com certs aspectes de confort visual.

Directament relacionat amb el sistema de ventilació descentralitzat es troba la presència de vent en les façanes. Si s'analitza la distribució de la pressió del vent sobre l'edifici, es pot veure que hi ha àrees amb una pressió elevada i d'altres amb pressió baixa. Això pot crear problemes, ja que el vent tendeix a entrar a les primeres i a sortir de les segones. La solució és la col·locació a la façana de panells que es poden tancar o obrir per tal d'equilibrar la pressió i fer moure l'aire segons les necessitats específiques. Per reduir el consum energètic, els mecanismes d'obertura de la façana exterior es controlen des d'una unitat centralitzada.

Un altre element a considerar és el disseny d'una unitat descentralitzada d'aire condicionat que permet l'escalfament i la refrigeració individualitzada. Aquesta unitat amb baix nivell de soroll controla l'entrada i sortida d'aire fred o calent en una sala, en funció de la pressió.

L'estalvi energètic real assolit amb les mesures descrites és lleugerament menor a les estimacions fetes en el model, però molt elevat respecte del consum habitual. La comparació del consum energètic mesurat l'any 2003 ens diu que el consum real és un 75 % menor que els estàndards i, fins i tot, un 50 % més baix que en els casos de bones pràctiques en edificis d'oficines.

Tot això també és aplicable a Espanya? S'ha treballat en el disseny d'un edifici d'habitatge social a Madrid, on s'han instal·lat elements d'ombra mòbils exteriors i un sistema de plaques solars per a aigua calenta domèstica. Però l'aspecte més important és la presència de col·lectors solars per aire. L'objectiu és recollir l'escalfor solar, escalfar les parets durant el dia i obrir durant la nit unes trapes per facilitar la ventilació natural nocturna a l'edifici. Els registres de temperatura de Madrid mostren que les temperatures nocturnes en els mesos de juliol i agost baixen per sota de 20 °C. La temperatura pot ser utilitzada per climatitzar, però ha de ser reconduïda. Per a aquest edifici s'ha desenvolupat un sistema de ventilació analitzant la direcció del vent i l'evolució de la temperatura durant la nit, per tal de poder conduir l'aire fred exterior per l'interior de l'edifici. Amb l'obertura de les trapes es condueix l'aire cap als habitatges. El sistema s'ha mostrat molt més eficient que no pas obrir les finestres.



Bill  
Dunster

#### 4.3. Eficiència energètica i energies renovables integrades a l'edificació

**Bill Dunster és director de Zedfactory, empresa anglesa que treballa, entre d'altres, en la integració de la reducció d'emissions contaminants i els sistemes d'estalvi passiu d'energia en el concepte de «barri d'emissions 0».**

Per establir estratègies a llarg termini i provar d'aturar el canvi climàtic, cal dissenyar edificis que facilitin l'estalvi d'energia en tots els àmbits de la vida.

No hi ha dubte que el nostre estil de vida té una gran petjada ecològica i no és sostenible a llarg termini. Si tots els habitants de la terra visquessin com els de la Gran Bretanya es necessitaria una superfície equivalent a tres planetes per cobrir les seves necessitats. Un disseny acurat dels edificis des del vessant energètic podria reduir aquesta petjada ecològica a dos planetes, i caldria sumar-hi un «redisseny» dels estils de vida per poder ajustar-la a un planeta.

ZEDfactory ajuda les comunitats locals a dissenyar un futur poc dependent dels combustibles fòssils, considerant també allò que afecta els hàbits i estils de vida: no es pot obligar ningú a estalviar aigua i energia o a reciclar, sinó que se li ha de fer fàcil mitjançant la integració d'aquests aspectes al disseny general amb solucions adequades. Per establir estratègies a llarg termini i provar d'aturar el canvi climàtic, cal dissenyar edificis que facilitin l'estalvi d'energia en tots els àmbits de la vida. Els temes clau són la calefacció, l'electricitat, els residus i l'ús de vehicles privats.

L'objectiu de ZEDfactory és donar a la població general l'oportunitat de liderar un estil de vida sense emissions de CO<sub>2</sub>. Darrere d'aquest objectiu es plantegen altres qüestions d'abast més ampli com, per exemple, el consum d'aliments d'agricultura ecològica locals i la compra electrònica amb lliurament a domicili per reduir l'ús del cotxe privat, o d'altres com la necessitat de frenar la pèrdua de sòl agrícola per l'edificació o de posar fi a la separació d'usos residencials i de treball. Per contra, es pretén donar a la gent, en el seu entorn immediat, l'oportunitat de gaudir d'un jardí, fer exercici, compartir cotxes comunitaris, reutilitzar materials de fabricació o reduir la contaminació de l'aire (tant interior com exterior), i, tot això, podent reduir la demanda energètica fins a una cinquena part de la mitjana britànica i utilitzant energies renovables.

Com a exemple tenim el barri de Bedzed, a prop de l'estació Victòria de Londres. És una proposta d'aprofitament del sòl urbà que pot replicar-se en l'àmbit local. Es tracta d'una comunitat d'usos compartits residencials i terciaris per a micronegocis, formada per petites unitats on es pot viure i treballar, evitant desplaçaments i l'aparició de la ciutat dormitori, molt comuna a Londres. Al costat dels espais estrictament de treball, tenim serveis comuns: un centre de telecomunicacions on es comparteixen els recursos tecnològics, un saló comunitari i una planta combinada de calefacció i electricitat. Això comporta un increment del 35 % de la superfície comunitària.

A les orientacions sud dels edificis s'han instal·lat plaques solars fotovoltaïques, mentre que al nord trobem els espais de treball multifuncionals, amb els jardins a les teulades. D'aquesta manera és possible que tothom gaudeixi d'un jardí i que, alhora, es mantingui la mateixa densitat que en barris convencionals.

El projecte també considera la dinàmica atmosfèrica i els vents laterals, importants per a la calefacció i ventilació. La idea és que el disseny de l'edifici faci innecessari l'ús de la tecnologia i es defensa la posició que com més tecnologia inclou un projecte, abans s'espantia i més augmenta la petjada d'emissions de CO<sub>2</sub>. Val a dir que molt sovint els arquitectes que treballen en projectes de baixa energia acaben obsessionats amb la tecnologia. En aquests edificis, en canvi, la llum solar s'utilitza directament a través de plafons al sostre que donen el triple de llum que les finestres verticals habituals, amb unes pèrdues de calor a l'hivern molt similars.

No obstant això, l'aspecte més important és la massa tèrmica, ja que sense ella no es pot obtenir un sistema de refrigeració passiu. A l'estiu, la ventilació passiva genera un corrent d'aire fred, alhora que els balcons i els espais que intercepten el sol fan ombra sobre els espais horitzontals i redueixen l'escalfament. A la teulada hi ha un ventilador-recuperador que, a l'hivern, escalfa prèviament l'aire fred amb la calor recuperada de l'aire de sortida. Finalment, el sistema es completa amb un gran acumulador d'aigua calenta connectat a una planta de cogeneració de biomassa. Tot això permet un cost gairebé nul de calefacció i refrigeració.

El consum d'aigua també es redueix a la meitat, gràcies a uns col·lectors d'aigües pluvials, que s'utilitzen per a les descàrregues del vàter, situats a la teulada. En la construcció s'han utilitzat materials i mà d'obra locals i, quan ha estat possible, s'ha reutilitzat material recuperat d'enderrocs d'altres edificis londinencs (fusta, acer, maons o rajoles) que, en cas contrari, aniria a parar als abocadors, amb la pèrdua de recursos i energia que això suposa.

Des d'un punt de vista econòmic, el projecte ha estat un èxit ja que, en relació amb el cost, s'obté un valor final de l'ordre del 15 % - 30 % superior al típic de la solució convencional. Cal afegir-hi la reducció posterior de les despeses domèstiques.

Un altre cas és un complex amb edificis que incorporen solucions de petites dimensions per produir energia (petits generadors eòlics i plaques fotovoltaïques), aigua calenta sanitària (panells solars tèrmics), calefacció (caldera de fusta automàtica) i una unitat de cogeneració de biomassa. També hi estan introduint una estació de servei amb combustible vegetal per facilitar-ne l'ús als residents i donen suport a la utilització de bicicletes elèctriques.

Tot plegat es tracta d'intents seriosos per mostrar als joves anglesos que les idees modernes com la reducció del consum de combustibles fòssils i la seva petjada ecològica són factibles i intel·ligents. Hi ha gent escèptica en aquests temes, però l'important és que s'estan esgotant els recursos fòssils (gas i petroli) i els nuclears: actualment, ens trobem al pic de petroli, i el pic nuclear arribarà d'aquí uns dotze anys, aproximadament.

El ràpid augment de la temperatura terrestre ja està tenint greus conseqüències per a moltes comunitats i està provocant víctimes. Un dels requisits bàsics per afrontar el problema és la reducció del consum d'energia en un 20 % - 30 % respecte de l'actual, per assolir un nivell de consum que pugui ser cobert amb recursos energètics renovables i locals. Per tot això, hauria de ser una prioritat nacional que els nous edificis fossin neutrals en termes d'emissions de CO<sub>2</sub>.

## 5. Experiències del PMHB

**El PMHB treballa en la incorporació de criteris de sostenibilitat en l'àmbit de l'habitatge social des dels anys noranta. Les Vores de les Rondes, un conjunt de deu promocions situades a les rondes de Barcelona, va ser la primera experiència a Espanya d'aplicació de criteris d'eficiència energètica.**

En el disseny d'aquells edificis es van considerar aspectes com l'orientació, la ventilació creuada dels habitatges, la protecció de les façanes al sobreescalfament i la recuperació d'aspectes tradicionalment mediterranis. També es van incorporar criteris d'estalvi i eficiència en les instal·lacions d'aigua i energia, així com criteris ambientals de selecció de materials.

Els edificis també van avançar-se a l'Ordenança Solar en incorporar un sistema de col·lectors solars, i actualment totes les promocions del PMHB compten amb sistemes comunitaris de col·lectors solars tèrmics per a la producció d'aigua calenta sanitària.

La majoria dels elements experimentats en aquelles i posteriors promocions del PMHB han estat incorporades en el Decret de l'ecoeficiència de la Generalitat, aprovat l'any 2006.

D'altra banda, avançant-se a la transposició a Espanya de la Directiva Europea sobre Certificació Energètica d'Edificis, el PMHB i l'Agència d'Energia de Barcelona han dut a terme conjuntament una primera experiència de qualificació en promocions del mateix patronat.

Els casos exposats mostren el camí recorregut i l'evolució dels criteris de sostenibilitat i eficiència energètica en edificis durant els darrers deu anys. Molts dels elements de sostenibilitat experimentats en les primeres promocions formen part avui dia de l'estàndard habitual dels projectes del PMHB.

Les presentacions de les arquitectes Roser Amadó i Conxita Balcells il·lustren l'aplicació d'aquests criteris en les fases de disseny i d'execució d'edificis d'habitatge social. També mostren alguns dels elements clau per a futurs projectes, no només en l'àmbit de la construcció, sinó també en el de l'educació i la formació.

Joaquim Pascual (PMHB) i David Ruyet (AEB) presenten la certificació energètica com a instrument de millora durant la fase de disseny de l'edifici, i remarquen la importància de quantificar els resultats assolits per a la millora continuada en l'aplicació de criteris d'eficiència energètica al sector de l'edificació.

### 5.1. Eficiència energètica i compatibilitat arquitectònica. Edifici d'habitatges per a joves al carrer de la Marina, 343

Roser Amadó



**Roser Amadó, arquitecta, especialitzada en intervenció en el patrimoni, medi ambient urbà i sostenibilitat, té una llarga trajectòria tant en l'àmbit de la formació universitària com en l'execució de projectes arquitectònics respectuosos amb les condicions de l'entorn. Roser Amadó presenta el resultat de l'execució d'un projecte d'habitatges per a joves, realitzat per encàrrec del PMHB.**

Segons explica la ponent, Espanya és un país amb una escassa trajectòria en l'aplicació pràctica del concepte de la sostenibilitat en l'arquitectura. La causa són les deficiències en l'educació i la formació específica, sigui en l'àmbit de la formació universitària d'arquitectes, sigui en la formació professional en el sector de la construcció. Un dels objectius immediats per millorar aquesta situació és concentrar-se en l'aplicació progressiva de millores respecte a les pràctiques habituals en el sector de la construcció. Cal buscar l'equilibri entre tots els paràmetres i tots els materials utilitzats per tal d'aconseguir la major sostenibilitat, i cal entendre l'aplicació dels principis de la sostenibilitat en l'arquitectura com un camí gradual.

El Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona és una de les entitats públiques que ha fet un major esforç de promoció i educació en el tema de l'edificació sostenible durant els últims anys.

El Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona és una de les entitats públiques que ha fet un major esforç de promoció i educació en el tema de l'edificació sostenible durant els últims anys. El seu paper proactiu, que invita a la investigació i a les experiències pilot, contrasta amb l'actitud habitual de les promotores privades en l'àmbit local. Aquesta actitud és una peça fonamental en la promoció del canvi cultural cap a estratègies d'edificació sostenible, i dóna un impuls important a les promotores privades. Com a estratègia promoguda des de l'Administració pública, la seva influència és superior a la influència que poden exercir els arquitectes individualment.

Els concursos públics són una bona oportunitat per fomentar la investigació en els despatxos d'arquitectura: les prescripcions tècniques del concurs del PMHB per a la realització d'habitatges de lloguer per a joves al número 343 del carrer de la Marina valoraven explícitament la incorporació de criteris de sostenibilitat, seguint els criteris bàsics establerts pel PMHB arran de les seves experiències anteriors. S'afegien a aquests requisits les condicions favorables de la ubicació de l'edifici, situat al districte d'Horta, davant del parc Príncep de Girona, que garanteix tant una bona orientació, seguint criteris bioclimàtics, com molt bones vistes des dels habitatges.

El resultat ha estat la realització d'un edifici de 153 habitatges per a joves, d'una superfície de 36 m<sup>2</sup> per habitatge, on els elements de sostenibilitat que s'han tingut en compte es basen en les consideracions ambientals i socials.

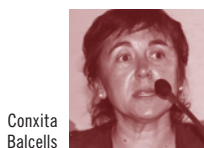
Un dels elements de sostenibilitat tradicionals i bàsics que s'ha tingut en compte en el desenvolupament del programa funcional és garantir la ventilació creuada. Com a segon element cal esmentar la ubicació d'espais comuns que sostenen la socialització dels veïns. Aquests espais semipúblics donen un respir als espais privats petits i tenen una ubicació estratègica en l'edifici. Totes les plantes consten de patis totalment oberts que es poden utilitzar com a terrasses. L'edifici també consta d'espais comuns per a rentadores i assecadores que permeten l'estalvi i actuen com a espai de relació. A l'interior dels pisos s'ha buscat una compartimentació que faci possible la màxima multifuncionalitat dels espais. Les millores funcionals aplicades han tingut una molt bona acceptació per part dels usuaris, que en la seva vida diària fan un ús intensiu dels espais semipúblics.

Pel que fa a la construcció s'han utilitzat elements de tecnologia seca, una tecnologia que permet estalvi i alta reciclabilitat de materials. S'hi afegeix la preocupació per la bona execució material dels aïllaments tèrmics. Per tal de garantir-la, s'ha utilitzat termoargila de 29 cm, un material que necessita relativament poca mà d'obra i que, al mateix temps, permet aconseguir, amb un sol material, bons resultats tant en el tancament com en l'aïllament.

Com a elements d'ombra, en aquest edifici s'ha utilitzat un sistema de persianes corredisses de ferro. Aquestes persianes garanteixen, al mateix temps, tancament, protecció i ventilació: paren la pluja i la radiació directa, i permeten visibilitat des de l'interior dels habitatges, la qual cosa dóna com a resultat un màxim confort per als usuaris. A més, d'aquesta manera, s'han pogut evitar els ponts tèrmics que habitualment comporten la utilització de persianes enrotllables.

Com totes les promocions del Patronat Municipal de l'Habitatge, l'edifici està dotat d'una instal·lació solar tèrmica comunitària per a la producció d'aigua calenta sanitària. En aquest edifici, les plaques estan ubicades a la terrassa superior i són visitables. Les plaques constitueixen una peça més en el concepte de donar visibilitat als elements de sostenibilitat, i d'aquesta manera ajuden a avançar, des de l'arquitectura i des de l'educació ambiental, en el camí iniciat.

## 5.2. Evolució de l'eficiència energètica en edificis del PMHB: de les Vores (1998) a Rodalies Renfe (2006)



Conxita Balcells

**Conxita Balcells, arquitecta, presenta dos projectes d'habitatge elaborats per encàrrec del PMHB. El primer, situat a la confluència de l'avinguda de l'Hospital Militar amb la ronda de Dalt, es va iniciar l'any 1996; el segon projecte, ubicat a les instal·lacions de Renfe Rodalies a la Barceloneta, és de l'any 2005. La seva distància en el temps permet visualitzar l'evolució dels criteris d'eficiència energètica en les promocions del PMHB durant els últims deu anys.**

L'edifici de vint-i-quatre habitatges situat a l'avinguda de l'Hospital Militar, projectat per Manuel Brullet i Conxita Balcells, forma part de les intervencions a les Vores de les Rondes del PMHB de finals dels anys noranta. Les Vores de les Rondes són la primera iniciativa d'introducció de criteris de sostenibilitat en promocions d'habitatge social a Espanya, i per tant, constitueixen un nou repte.

La incorporació de criteris d'eficiència energètica, com ara la millora de la il·luminació natural, l'orientació o la ventilació creuada, eren d'especial importància en el procés d'evolució del projecte. Els condicionants del solar, un petit triangle amb un desnivell de 2,5 plantes ubicat al costat d'una gasolinera, van aconsellar projectar un edifici perpendicular a orientació sud i allunyar-lo de la gasolinera. Així es va poder reduir al mínim la seva projecció d'ombres; amb la solució adoptada només una part d'un sol habitatge rep ombra. Per donar millor resposta a les exigències energètiques (ventilació creuada i minimització d'ombres) es va decidir reduir el nombre d'habitatges projectats de vint-i-vuit a vint-i-quatre.

**Les Vores de les Rondes són la primera iniciativa d'introducció de criteris de sostenibilitat en promocions d'habitatge social a Espanya, i per tant, constitueixen un nou repte.**



L'edifici és compacte, amb façana principal, façana interior i patis interiors. El nucli d'escala s'obre per deixar entrar la llum. La tipologia adoptada permet la ventilació creuada. Les proteccions de les façanes sud, lamel·les de fusta amb marc d'alumini, generen galeries ventilades que redueixen l'escalfament de les façanes. L'edifici està construït amb termoargila, que incorpora propietats d'aïllament tèrmic. El nucli d'escala i les plantes baixes són d'obra vista tradicional. La façana nord té les obertures mínimes necessàries per garantir la justa ventilació i il·luminació, i reduir la dispersió de calor.

Els habitatges consten de zona de dia i zona de nit. La potenciació d'espais multifuncionals a l'interior dels habitatges permet una utilització adaptada a les necessitats dels usuaris. Les instal·lacions comunitàries, com dipòsits i calderes que formen part del sistema centralitzat de producció d'aigua calenta sanitària amb plaques, estan ubicats al nucli d'escala.

Adicionalment, l'edifici està dotat d'una sèrie de solucions per a l'estalvi energètic: detectors de presència per a la llum als espais comunitaris; aixetes amb airejadors; electrodomèstics bitèrmics que aprofiten l'aigua calenta de les plaques solars, etc.

En aquest edifici es pot veure no només una aposta clara per solucions d'estalvi energètic, sinó també l'aplicació d'elements fonamentals que permeten la bona conservació de l'edifici i el seu manteniment, basat en la tria acurada de materials i solucions constructives. El cost afegit per elements de sostenibilitat se situava en aquesta promoció entorn d'un 7 %.

El projecte de l'edifici de 128 habitatges ubicat a l'estació de Renfe Rodalies (estació de França) es va presentar a concurs l'any 2005. Les dimensions de l'edifici contrasten amb la tipologia del lloc, a l'inici de la Barceloneta. En el disseny s'ha trencat la imatge d'un bloc lineal únic, donant resposta a les característiques especials de la ubicació. Igual que en el projecte anterior, s'ha fet un estudi d'ombres al llarg d'un any per avaluar les projeccions d'ombra resultants dels edificis de l'entorn i s'ha allunyat l'edifici al màxim de les zones més problemàtiques.

Es mantenen les solucions de sostenibilitat incorporades en el projecte de les Vores de les Rondes fa deu anys: la façana nord, opaca amb petites perforacions; la façana davant de la ronda, amb un element de «cortina» que evita l'escalfament de la façana i que redueix les emissions acústiques dels cotxes; i patis que garanteixen la ventilació creuada.

Entre les solucions innovadores es planteja desenvolupar la façana sud de doble pell, amb una capa exterior, o bé de lamel·les o bé de plaques solars. S'està estudiant si podrien ser plaques solars tèrmiques o plaques solars fotovoltaïques, que permetrien la venda d'energia a la xarxa. S'adoptarà una coberta ventilada amb doble cambra per millorar l'aïllament tèrmic, i es proposa que part de la coberta pugui ser executada com a coberta verda.

### 5.3. L'experiència del PMHB en matèria de certificació energètica: els habitatges de Llull-Taulat



Joaquim Pascual



David Ruyet

**Joaquim Pascual (PMHB) i David Ruyet (Agència d'Energia de Barcelona) expliquen l'experiència de la promoció d'habitatges del carrer de Llull-Taulat del PMHB, on s'ha assajat l'aplicació dels processos i mètodes de la certificació energètica d'habitatges. Aquesta experiència s'ha dut a terme dins el marc del conveni de col·laboració signat entre el Patronat Municipal de l'Habitatge i l'Agència d'Energia de Barcelona.**

La importància d'adoptar la certificació energètica en la nostra ciutat es justifica en el creixement del consum energètic. Aquest supera amb escreix el creixement

Es poden adoptar senzilles mesures que permeten reduir fins a un 22 % el consum energètic dels habitatges.

del PIB; això encara és més greu si pensem que es poden adoptar senzilles mesures que permeten reduir fins a un 22 % el consum energètic dels habitatges. En tot cas, és imprescindible estudiar acuradament cada proposta: analitzar l'edifici, els materials, usos previstos, les seves condicions d'entorn, etc., per identificar els punts forts i febles i el marge d'actuació i per tal de definir els beneficis assolibles.

La determinació d'una qualificació i certificació energètica provisional en un conjunt d'edificis en fase de projecte ha permès incorporar a l'actuació nous i diferents elements d'eficiència energètica i estalvi que no eren previstos inicialment; l'experiència s'ha desenvolupat en les diferents fases del projecte, des del disseny (ara corregit), i s'espera continuar amb el seguiment del projecte fins a les obres, que es preveu iniciar el 2007.

La promoció s'ubica al front litoral, ben a prop de la desembocadura del riu Besòs, en una zona en plena transformació urbanística: fins als darrers anys del segle XX, aquesta part de la ciutat ha estat el contenidor de grans infraestructures viàries (ferrocarrils i autopistes) i de serveis (central tèrmica, dipòsits de gas o cotxeres), fet que combinava un ús en bona part industrial amb polígons d'habitatge massiu. El nou planejament urbanístic corregeix aquest plantejament i proposa un ús majoritàriament residencial per a l'illa on es troba la nova promoció del PMHB. Es tracta, en concret, d'un conjunt de tres edificis d'habitatges protegits (blocs nord, sud i est), un aparcament comú i un espai lliure central. El complex d'aquests edificis estaria format per setanta-dos habitatges de lloguer social, setanta-vuit aparcaments i quatre locals comercials, essent el lloguer social el destí dels habitatges.

En detall, el bloc nord està projectat per l'estudi Bopbaa (Bohigas, Pla, Baquero), té catorze habitatges de 70 m<sup>2</sup> amb dos dormitoris i és de planta baixa més tres. El bloc sud està projectat per l'estudi Gustau Gili, té setze habitatges de 70 a 75 m<sup>2</sup> i la mateixa tipologia que l'anterior. El bloc est està projectat per l'estudi Coll-Leclerc, té quaranta-dos habitatges que varien entre 65 i 80 m<sup>2</sup> i és de planta baixa més sis.

La certificació energètica s'ha d'entendre com una eina informativa que garantiria el comportament energètic de l'edifici, basant-se en la consideració de les característiques constructives i de disseny de l'edifici, i el disseny de les instal·lacions, tenint en compte les mesures d'estalvi i eficiència energètica.

La certificació energètica s'ha d'entendre com una eina informativa que garantiria el comportament energètic de l'edifici, basant-se en la consideració de les característiques constructives i de disseny de l'edifici, i el disseny de les instal·lacions, tenint en compte les mesures d'estalvi i eficiència energètica. L'ús de la certificació energètica s'inscriu dins dels objectius genèrics del Pla de Millora Energètica de Barcelona que és gestionat per l'Agència d'Energia: avançar cap a un nou model energètic local i territorial, basat en els principis i els valors de la cultura de la sostenibilitat. És gràcies a l'interès comú del Patronat Municipal de l'Habitatge i de l'Agència d'Energia de Barcelona que s'ha endegat aquesta col·laboració per a l'estudi, la qualificació i la certificació energètica provisional d'aquestes tres promocions.

Les bases per a la realització d'aquest estudi eren:

- la disponibilitat d'una metodologia de qualificació, resultat de la col·laboració de l'Agència amb altres organitzacions (dins del projecte europeu CEPEC). La metodologia avalua els edificis en funció de la seva simulació tèrmica amb la valoració de les tecnologies incorporades en les instal·lacions;
- les propostes del Codi Tècnic de l'Edificació, el Decret d'eficiència i els criteris de l'esborrany del projecte de Reial decret de certificació energètica, encara en fase de discussió.

Per a la qualificació energètica, duta a terme per l'empresa d'enginyeria Aiguasol, s'han utilitzat dades meteorològiques locals, dels materials de construcció proposats, s'ha considerat l'existència de possibles ponts tèrmics,

els elements d'ombra i s'ha fet un tractament acurat de zones habitades i no habitades. S'han calculat les demandes de calefacció i refrigeració respecte a un edifici de referència (segons allò que estableix el codi tècnic), la qual cosa ha permès establir la base del procés de qualificació (l'anomenada *qualificació provisional*, en aquest cas, exemplificada per la lletra E, en similitud amb la certificació energètica d'electrodomèstics).

Cal recordar que els sistemes constructius emprats en aquest cas tenien ja en el projecte inicial una certa voluntat innovadora, reflectida en la incorporació de certs criteris d'estalvi energètic:

- utilització de cobertes ventilades per regular la temperatura de les teulades i la transmissió de calor als habitatges;
- utilització de ventilació creuada (de façana a façana o mitjançant patis);
- creació de línies d'ombra en les façanes sud per regular la incidència del sol en els habitatges.

L'Agència ha analitzat les possibles millores de les prestacions energètiques de l'edifici i ha proposat algunes modificacions als projectes inicials.

A partir d'aquí, s'ha fet una requalificació, incorporant-hi les propostes de millora resultat del procés, com ara canvis de tancaments (coberta, façana, envans interiors). S'han avaluat altres elements per millorar-ne els resultats, com la utilització d'energies renovables o la connexió a sistemes energètics d'alta eficiència, com el *district heating and cooling*. En aquest sentit, l'existència d'una xarxa de climatització de districte en l'entorn dels edificis estudiats s'ha valorat com una possible proposta de millora, essent el resultat de l'estudi la recomanació de connectar-hi els edificis.

La millora dels tancaments, amb la consegüent reducció de la demanda dels edificis, juntament amb la connexió a la xarxa de districte, amb un consum inferior d'energia per al subministrament de les demandes de climatització i aigua calenta. Un cop incorporades les propostes de millora, conclusió de la primera anàlisi, s'ha tornat a calcular la qualificació. Els resultats són específics per a cada edifici, però el resultat global és la reducció del seu consum energètic en tots tres edificis i, per tant, una millora en la qualificació definitiva: s'ha assolit una reducció d'un 17 % respecte a la demanda inicial que s'ha exemplificat en la lletra D.

Els resultats de l'experiència es poden resumir dient que la incorporació del procés de certificació és una mesura tècnica senzilla i important per entendre com es comporta un edifici energèticament; a la vegada, el procés de qualificació i certificació en fase de projecte és viu i esdevé una oportunitat per reduir el consum energètic dels edificis abans que siguin construïts.

## 6. Resum de les sessions tècniques de treball

**Amb la finalitat d'obrir un espai de discussió i intercanvi entre diferents actors implicats i d'avaluar els progressos dels darrers anys en l'àmbit de l'energia i l'edificació, es van realitzar unes sessions tècniques de treball organitzades en dos grups de discussió: «Normativa» i «R+D i experiències realitzades». Cada grup va comptar amb l'assistència d'una desena d'experts d'organismes públics i privats que durant dues hores van poder debatre a porta tancada sobre els aspectes que consideren més rellevants.**

El primer grup se centrava a valorar l'abast i l'aplicabilitat de les normatives vigents o en preparació, tant de tipus local com autonòmic i estatal, en l'àmbit

El procés de qualificació i certificació en fase de projecte és viu i esdevé una oportunitat per reduir el consum energètic dels edificis abans que siguin construïts.

de l'eficiència energètica. El centre d'interès de segon grup era la situació de la recerca i el desenvolupament (R+D) en l'àmbit de l'edificació i l'energia.

Entre els resultats de les discussions destaquen la demanda de creació de fòrums de debat i intercanvi entre els professionals del sector i la necessitat de dur a terme campanyes d'informació a usuaris i professionals, com a mesura d'acompanyament indispensable d'innovacions tècniques o de noves normatives.

### Conclusions del grup de treball 1: Normativa



Grup Normativa

Una bona normativa s'hauria de poder modificar periòdicament per incorporar requeriments més exigents i corregir mancances detectades en la primera fase d'aplicació.

- Els objectius principals de tota normativa han de ser clars, simples i concisos, i quantitius en la mesura que sigui possible. El desenvolupament del text d'una normativa ha de reflectir l'assoliment d'aquests objectius, promoure les bones pràctiques, ajudar aquells que volen complir-la i permetre als professionals formar-se i adaptar-se a les noves exigències.
- Una bona normativa també hauria de ser evolutiva: s'hauria de poder modificar periòdicament per incorporar requeriments més exigents i corregir mancances detectades en la primera fase d'aplicació. D'aquesta manera es poden incorporar aspectes que, en l'actualitat, no estan ben resoltos i que es podrien millorar en el futur, com ara els relacionats amb la certificació d'edificis o el manteniment d'instal·lacions solars.
- El conjunt de noves normatives sobre eficiència energètica, juntament amb el Decret d'ecoeficiència de la Generalitat i el Codi Tècnic de l'Edificació són un pas endavant, però insuficient tant pel que fa a la quantitat (en referència als valors límit imposats) com pel que fa a la qualitat (manca de referència a mecanismes de control).
- Les normatives han d'anar acompanyades d'un reglament més tècnic i quantitatiu, que descriu els mecanismes d'aplicació i de sanció en cas d'incompliment de la normativa. L'organisme encarregat de vetllar pel compliment de la normativa hauria de disposar de mecanismes de suport als professionals que permetin resoldre problemes tècnics concrets i donar resposta a incompliments.
- D'aquesta manera, els organismes públics poden mostrar un suport actiu a la implementació d'una normativa, a les entitats i als professionals que vetllen per aconseguir bons resultats en els seus edificis. En aquest marc és imprescindible que l'Administració pública ofereixi formació i que contracti professionals altament especialitzats en l'àmbit de l'eficiència energètica.
- Tots els agents implicats en l'aplicació d'una nova normativa necessiten garanties enfront de males pràctiques o d'un incompliment parcial o total. Les normatives han de preveure mecanismes de protecció dels tècnics, promotors, constructors i usuaris finals. Els sistemes de control existents en altres àmbits per oferir garanties (instal·lacions de gas i electricitat, cèdules d'habitabilitat, ascensors...) es podrien adaptar a les exigències establertes per les normatives d'eficiència energètica (per a instal·lacions solars tèrmiques, per exemple).
- En un futur proper s'ha de posar especial èmfasi en la formació i la difusió dels continguts de les noves normatives d'eficiència energètica. Uns professionals no prou informats, ni formats, no podran aplicar de forma adient les normatives, i uns usuaris no sensibilitzats no podran exigir-ne el compliment, ni detectar-ne l'incompliment.
- Com es veu en l'exemple de la implantació de la recollida selectiva de residus i l'èxit obtingut, la informació als usuaris i als tècnics és bàsica per aconseguir bons resultats. L'eficàcia d'una acció normativa podria ser molt més gran si es comunicés com una oficialització, com un pas natural endavant d'allò

que entre els professionals es considera una pràctica racional i eficient, tant per a una obra com per a la societat.

- L'establiment de fòrums de debat de forma continuada o periòdica, com a lloc d'intercanvi d'experiències i opinions sobre temes d'eficiència energètica en l'edificació, amb la participació de representants de tots els grups professionals i sectors de la societat civil afectats, podria constituir una aportació a la construcció d'una visió clara, al dia i multidisciplinària del tema de l'eficiència energètica.

### Conclusions del grup de treball 2: R + D



Grup R + D

- Les actuacions concretes realitzades, l'espai actual d'investigació i les expectatives de futur es duen a terme en quatre àmbits: la demanda energètica dels edificis, l'eficiència energètica de les instal·lacions, la incorporació d'energies renovables i el manteniment de les instal·lacions.
- Les administracions públiques han actuat com a motor per impulsar la recerca i innovació. Elles mateixes podrien reforçar aquest paper si, a partir de les experiències ja realitzades, assumeixen més risc. Els àmbits d'innovació per al futur proper són la definició de programes funcionals, l'aplicació de serveis energètics en edificis d'habitatges i les actuacions de monitoratge i seguiment de solucions constructives, de models de gestió de serveis i dels processos emprats.
- El monitoratge i la divulgació de resultats són els grans absents en el panorama de les accions dutes a terme a Espanya i, particularment, a Catalunya. Cal fer un seguiment de les experiències per calcular el potencial d'estalvi energètic real. Sense aquest seguiment no es pot produir un procés real d'innovació.
- La innovació requereix comunicació de les experiències realitzades i difusió de bones pràctiques entre tots els actors interessats, per tal de poder aprofitar el potencial de la investigació feta. La coherència entre el model cultural i el model de gestió de noves instal·lacions energètiques és, en gran mesura, el factor d'èxit o fracàs de les innovacions. Les campanyes d'informació als usuaris han de formar part d'aquests projectes.
- La dicotomia individual/col·lectiu, entre el control i la propietat individual i la gestió i la propietat compartida, frena la innovació a diferents nivells: en la innovació en serveis energètics, en les relacions entre equips d'investigadors i en les relacions entre investigadors, universitat, promotors i empreses.
- La relació entre innovació i cost depèn més del model i de les condicions de contractació dels serveis que del cost d'equips i les solucions tècniques. El cost de la innovació no constitueix un impediment per a la seva realització.
- La majoria de les eines i els dispositius eficients i innovadors no s'utilitzen, i ni tan sols són coneguts per part dels actors del sector. Cal superar les barreres existents entre els agents implicats: enginyers (instal·lacions i simulació), arquitectes (sistema constructiu), promotors (gestió i manteniment) i usuaris. Des de les administracions es podrien crear fòrums d'intercanvi, espais de relació entre els professionals, per començar a modificar el model de relació entre tècnics, investigadors i administradors, i generar més col·laboració i intercanvi d'informació. Existeixen exemples que demostren que no s'aprofiten prou les experiències positives realitzades tant en la gestió com en l'àrea tècnica. Pel que fa a la gestió, un bon exemple és el model de contracte de serveis energètics. Quant a les solucions tècniques, ho és el sistema de *district heating* aplicat al Fòrum.

La innovació requereix comunicació de les experiències realitzades i difusió de bones pràctiques entre tots els actors interessats, per tal de poder aprofitar el potencial de la investigació feta.

- Tot i que la innovació tecnològica és important, no sempre les tecnologies més innovadores ofereixen la millor solució, tant en referència a aspectes pràctics com en referència a aspectes econòmics. Cal recuperar els coneixements tradicionals en estalvi energètic; en aquest àmbit, la formació professional i l'educació ambiental dels usuaris són molt importants per aconseguir bons resultats.



Fernando Aranda  
(PMHB)

Antoni Romero  
(AEB)

Antoni Sorolla  
(PMHB)

L'administració ha de ser el motor en l'aplicació de l'eficiència energètica, en la implantació d'energies renovables i en la construcció d'habitatges amb criteris de sostenibilitat.

## 7. Conclusions

- L'eficiència energètica és un dels camins menys explotats i amb més possibilitats per reduir el consum energètic en un edifici. Per aquest motiu, és important que s'apliqui la directiva de la Unió Europea a Espanya. A juny de 2006 encara hi havia disset països de la Unió Europea que no ho havien fet.
- Si els estats i les autonomies no s'impliquen, les ciutats haurien de prendre la iniciativa per tal de reclamar i exigir l'aplicació de la directiva europea.
- L'administració ha de ser el motor en l'aplicació de l'eficiència energètica, en la implantació d'energies renovables i en la construcció d'habitatges amb criteris de sostenibilitat. L'administració hi té un paper clau i, per aquest motiu, ha d'assumir en els seus propis edificis els criteris que es promouen en l'àmbit de la ciutat o del país. S'ha de fer un esforç per mostrar i evidenciar que és possible construir bioclimàticament, com mostra l'experiència del Patronat, que des de 1997 incorpora en el seus edificis criteris de construcció sostenible i d'estalvi energètic.
- Cal buscar la complicitat entre tots els agents afectats per fer possible la incorporació d'elements de sostenibilitat i eficiència energètica en els edificis. Hi ha hagut una evolució molt positiva en els últims set anys pel que fa a la col·laboració amb arquitectes i promotors, i cal destacar el paper d'impuls de les entitats ecologistes i universitats en aquest procés.
- Es fa necessària la creació de fòrums continuats per fer el seguiment de l'evolució de la normativa sobre l'aplicació de l'eficiència energètica i per garantir l'intercanvi de bones pràctiques entre els agents implicats.
- Cal apostar per l'eficiència en el sector domèstic. S'ha de tenir en compte el factor humà, ja que són els usuaris dels edificis els que finalment determinen el consum energètic d'un habitatge. S'han de fer bons edificis des del punt de vista energètic, s'ha de donar consells sobre el seu bon ús i s'han de buscar garanties per al consumidor. Hi ha una manca de difusió pel que fa als usuaris però també als professionals que apliquen les tecnologies i als quals s'ha de garantir una formació professional específica.
- A Barcelona, el Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona té voluntat i tradició d'avançar en la construcció més sostenible i en fer edificis energèticament més eficients. Un dels projectes del Pla de Millora Energètica de Barcelona és la certificació energètica d'edificis. En aquest context, s'ha dut a terme una primera experiència d'aplicació en una promoció de tres edificis del Patronat en col·laboració amb l'Agència d'Energia de Barcelona.
- L'esforç de debat hauria de tenir una continuació. Des del Patronat Municipal de l'Habitatge i l'Agència d'Energia de Barcelona hi ha el compromís de seguir treballant en aquesta direcció.

## PRESENTACIÓN

Pronto se cumplirán 10 años desde que el Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona (PMHB) decidió introducir criterios de construcción sostenible y ahorro energético en la promoción de sus nuevos edificios. En aquel momento, nos sentíamos pioneros en una experiencia que algunos sectores contemplaban con cierto escepticismo y que carecía de la protección de un marco legislativo que la regulase de algún modo. Afortunadamente, las Administraciones se han concienciado de la importancia de actuar para reducir el consumo energético y proteger el medio ambiente en el ámbito de la construcción y han acabado impulsando normativas que tienen como objetivo principal promover medidas de ahorro energético en la construcción. La ordenanza solar del Ayuntamiento de Barcelona, el Decreto de Ecoeficiencia (impulsado por la Generalitat de Catalunya) y el Código Técnico de la Edificación (a nivel estatal) constituyen un gran paso adelante en este sentido.

Con el apoyo de todo este marco legal hemos empezado a avanzar en la aplicación de la directiva europea que regula la certificación energética y la eficiencia energética en los edificios. Por este motivo, hemos iniciado el proceso para la certificación energética en tres edificios del Patronat proyectados en la zona Forum de Barcelona incluso antes de que la directiva europea se haya transpuesto al Estado español. Se trata de una tarea realizada en colaboración con la Agència de l'Energia de Barcelona, que trabaja en el desarrollo de actuaciones energéticas en el ámbito de la construcción desde el año 2002.

La necesidad de conocer el estado de la cuestión de la certificación energética y las experiencias llevadas a cabo, así como el nuevo marco legal relativo a este asunto, nos llevaron a organizar, también junto con la Agència de l'Energia, unas jornadas concebidas para difundir nuestra experiencia y profundizar en las normativas locales, autonómicas, estatales y europeas. El programa incluía un debate sobre los proyectos, programas y propuestas que plantean las nuevas iniciativas, las experiencias futuras y las actuaciones en preparación en este ámbito, y, además, contemplaba la aportación de personas de reconocido prestigio en la materia, tanto a nivel autonómico como a nivel europeo.

Las jornadas *Edifici, eficiència, energia* se celebraron los días 15 y 16 de junio de 2006 en el edificio Fórum, un lugar con características muy específicas que responden a una apuesta decidida por un tipo de construcción sostenible y que, además, se encuentra situado muy cerca de la ubicación donde se construirán los edificios del PMHB en los que se aplicará de manera experimental la certificación energética, en las calles Lluïa y Taulat. La elevada asistencia al encuentro —más de 200 personas— puso de manifiesto tanto el interés que despierta el tema tratado como la voluntad de los actores implicados —desde el arquitecto que elabora el proyecto de un edificio al constructor que lo ejecuta— de construir viviendas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Esta respuesta tan positiva nos llevó a plantearnos la posibilidad de recoger el resumen de las ponencias en nuestra publicación *Qüestions d'Habitatge*, posibilidad que se materializa en el número que tiene en sus manos.

Una de las conclusiones que extrajimos de las jornadas es que la Administración desempeña un papel clave a la hora de demostrar que resulta posible construir con criterios sostenibles y de ahorro energético. En el PMHB llevamos años trabajando a partir de esta base, y esperamos sinceramente que la iniciativa de certificación energética, compartida con la Agencia de l'Energia, se extienda y que un gran número de promotores apueste por introducir esta medida en sus edificios. Asimismo, debemos trabajar para implicar

y educar a los usuarios en los usos que deben dar a su vivienda. Sólo así, colaborando entre todos, conseguiremos llevar a la práctica las conclusiones de las jornadas y avanzar hacia una vivienda más sostenible desde el punto de vista económico, social y medioambiental.

Eugeni Forradellas i Bombardó  
Presidente del Patronat Municipal de l'Habitatge

## 1. Introducción: eficiencia energética en edificios y certificación energética

Cerca de la mitad del consumo energético de Barcelona se localiza en los sectores doméstico y comercial, cuyo consumo de energía presenta una tasa de crecimiento acumulativo anual superior al 4%. Este fenómeno se sustenta en dos causas: las características constructivas de los edificios y el uso y comportamiento de los usuarios, que exigen cada vez más confort. Se estima que, de la energía de los edificios que actualmente se destina a calefacción, agua caliente, aire acondicionado e iluminación, se podría ahorrar un 22%, y que esta tasa de ahorro potencial se podría alcanzar en el año 2010.

### La directiva europea sobre la eficiencia energética de los edificios

Una de las medidas más importantes destinadas a reducir el consumo energético, así como las consiguientes emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático y el calentamiento del planeta, es la aplicación de la Directiva 2002/91/CE, relativa a la eficiencia energética de los edificios, y, más concretamente, el establecimiento de un sistema de certificación energética.

La certificación energética valora y califica de manera global la eficiencia energética de los edificios mediante una evaluación de los aislamientos, las infiltraciones de aire, el sistema de calefacción y agua sanitaria y los sistemas de control asociados. Asimismo, dicha certificación evalúa el trabajo realizado por arquitectos, proyectistas e ingenieros y permite comprobar si, en cada fase del proyecto, se han elegido las soluciones más eficaces para suministrar energía al edificio.

Según la directiva, el certificado deberá aplicarse a todos los edificios de nueva construcción salvo algunos casos concretos, como por ejemplo los edificios con una superficie inferior a 50 m<sup>2</sup>, y se puede conseguir tanto para el proyecto del edificio como para el edificio terminado. El certificado se materializará en una etiqueta energética que califica a los edificios de más a menos eficientes utilizando letras y colores: de la A a la G y del verde al rojo. Dicha etiqueta será muy parecida a la que se usa para calificar la eficiencia de los electrodomésticos. En el caso de las viviendas, en la etiqueta se utilizará el indicador kg de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> y se especificará la calificación parcial otorgada a los consumos de calefacción, refrigeración y ACS. El certificado tendrá una validez máxima de 10 años, y una vez transcurrido dicho periodo es el propietario del edificio quien debe encargarse de su renovación.

A partir del mes de enero de 2006 debía hacerse efectiva la transposición de esta Directiva a todos los estados miembros de la UE. En el Estado español, el Ministerio de la Vivienda, a través de la Subdirección General de Innovación y Calidad de la Edificación en colaboración con el IDAE y otros departamentos del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, ha recogido el procedimiento básico de certificación energética de edificios en una propuesta de real decreto en la que se dispone que algunos de los aspectos finales del proceso estén regulados por las comunidades autónomas, que también se encargarían del control del certificado.

### El nuevo Código Técnico de la Edificación

En España, la entrada en vigor, el 29 de septiembre de 2006, del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE), ha supuesto un gran paso adelante en la actualización y unificación en un solo documento de todas las disciplinas relacionadas con el proceso de edificación. En este sentido, la novedad más importante del CTE es la inclusión de varias normativas relacionadas con la habitabilidad y, más en concreto, con aspectos como la protección del medio ambiente o, en especial, el aislamiento térmico y el ahorro de energía. En efecto, el CTE regula los requisitos básicos de ahorro de energía que deben cumplir los edificios de nueva construcción y gran rehabilitación. Estos criterios de ahorro de energía están recogidos en cinco anexos y abordan los siguientes aspectos:

- Limitación de la demanda energética. En esta cuestión, el CTE integra los trabajos de actualización de la NBE-CT-79.
- Rendimiento de las instalaciones térmicas. En esta cuestión el CTE se remite al RITE.
- Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria. El CTE obliga a que una parte de la energía necesaria para la producción de agua caliente sanitaria sea de origen solar.
- Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica. En esta cuestión, el CTE establece que, en determinadas tipologías de edificios, una parte de la energía eléctrica debe ser autogenerada a partir de energía solar.

### El Decreto de Ecoeficiencia en los Edificios

El Decreto 21/2006 de la Generalitat de Catalunya, conocido como Decreto de Ecoeficiencia, entró en vigor el 14 de agosto de 2006, con el objetivo de incorporar en el ámbito autonómico varios criterios medioambientales y energéticos establecidos para la construcción. Este Decreto introduce la necesidad de cumplir una serie de parámetros técnicos que permiten mejorar el comportamiento energético y acústico de los edificios, a saber, la reducción del consumo de agua, el reciclaje de materiales y el tratamiento de los residuos en los procesos de demolición y construcción de edificios. El Decreto está basado en un sistema de puntuación que deja abiertas varias vías para introducir mejoras energéticas en la edificación a fin de conseguir un cómputo mínimo de puntos. Asimismo, en determinadas zonas climáticas establece la obligación de incorporar placas solares para la producción de agua caliente sanitaria.

### Experiencias en la ciudad de Barcelona

El Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona ha sido uno de los pioneros en la introducción de criterios de construcción sostenible y ahorro energético en sus promociones: desde 1997, el PMHB incorpora en sus nuevos edificios criterios como la introducción de sistemas pasivos de ahorro energético en la concepción del edificio, la reducción del impacto de los movimientos de tierras y de los residuos de las obras, el uso de materiales con características positivas desde el punto de vista ambiental y la implantación de sistemas activos de ahorro energético.

Desde el año 2002, la Agència de l'Energia de Barcelona está trabajando en el desarrollo de actuaciones energéticas en el ámbito de la construcción. Una de estas propuestas ha sido el desarrollo, en el marco del proyecto europeo CEPEC del Programa ALTERNER, de una metodología para la calificación y posterior certificación energética provisional de edificios en Barcelona,

en línea con varios proyectos establecidos en el Plan de Mejora Energética de Barcelona. Esta metodología se desarrolló en el marco de un partenariado internacional del que también formaban parte el Col·legi d'Arquitectes de Catalunya y las ingenierías Barcelona Regional y Aiguasol, y que fue implementado en coordinación con las ciudades de Berlín, Malmö y Lund.

Con el objetivo de experimentar el proceso de la certificación energética en edificios, la Agència d'Energia de Barcelona y el Patronat Municipal de l'Habitatge han promovido una experiencia pionera en la ciudad, consistente en la calificación energética, durante la fase de proyecto, de tres edificios de viviendas de protección oficial en la zona Fórum de Barcelona. A fin de calificar los edificios desde el punto de vista energético, se han utilizado sistemas informáticos para simular su comportamiento energético (a partir del software oficial LIDER, desarrollado en el marco del nuevo Código Técnico de la Edificación), así como la metodología y la herramienta propia CEPEC, gestionada por la Agencia y contrastada con la herramienta oficial del CALENER. Se trata de la primera experiencia de este tipo realizada en la ciudad de Barcelona, dejando de lado las realizadas en la fase de prueba de la herramienta CEPEC. A raíz de esta experiencia, los edificios han recibido una calificación energética con unos resultados homologables a los de la futura certificación energética oficial.

Además, desde el mes de diciembre de 2006 se está llevando a cabo una campaña de información puerta a puerta para informar a los vecinos de nuevas promociones de viviendas del PMHB sobre las instalaciones solares térmicas y otras actuaciones de ahorro energético en el hogar y facilitarles el aprendizaje sobre cómo usarlas y mantenerlas. Estas campañas pretenden sensibilizar a los vecinos en la cultura de la sostenibilidad enseñándoles buenas prácticas energéticas en el hogar.

## 2. Marco legal para la eficiencia energética en edificios

**A fin de avanzar en el cumplimiento de los acuerdos de Kyoto y responder a las cuestiones planteadas en el reciente debate sobre el Libro Verde sobre seguridad en el suministro de energía, la Unión Europea ha puesto en marcha varias iniciativas en el ámbito de la eficiencia energética y la promoción de energías renovables. Una de las iniciativas más importantes son las medidas legislativas relacionadas con la eficiencia energética en edificios.**

En el 2002, con un amplio apoyo de los estados miembros y del Parlamento Europeo, se aprobó la Directiva 2002/31/CE, sobre eficiencia energética en edificios. En un principio se indicó a los estados miembros que la fecha límite para transponer la directiva al derecho nacional era enero de 2006, pero los retrasos producidos en el proceso de transposición han obligado a la Unión a ampliar dicho plazo. La certificación energética valora y califica de modo global la eficiencia energética de los edificios evaluando los aislamientos, las infiltraciones de aire, el sistema de calefacción y agua sanitaria y los sistemas de control asociados.

Si tenemos en cuenta que alrededor de un 40 % del consumo de energía de la UE se produce en los edificios, resulta evidente que reducir en parte dicho consumo tendría efectos sumamente positivos en el conjunto de nuestras emisiones. La transposición de esta directiva constituye una herramienta esencial para poder avanzar tanto en los aspectos legales como en los técnicos, por lo que resulta de gran importancia tener una buena visión de las experiencias realizadas con éxito en Europa, tanto a nivel nacional como regional.

A nivel europeo, Dinamarca, Alemania y el Reino Unido ya cuentan con un proceso de certificación energética de edificios



obligatorio para todos los edificios de nueva construcción. El único país que tiene un sistema obligatorio para los edificios ya construidos es Dinamarca, si bien el resto de estados miembros disponen de sistemas voluntarios.

En España se está preparando un real decreto que regulará la certificación energética de edificios y en el que se establecerán las competencias, el ámbito y un marco metodológico general en relación con este asunto. Las competencias recaerán sobre las comunidades autónomas, que se encargarán de definir quién certifica los edificios y cómo debe certificarlos. Hasta el momento, se han llevado a cabo varias iniciativas a nivel autonómico (País Vasco) o municipal (Barcelona y Sevilla) a fin de ir avanzando en la certificación energética de edificios.

La presentación de Elisa Boelman, representante de la Comisión Europea, da una visión global de la legislación y el apoyo a la investigación a nivel europeo. Por su parte, Kai Borggreen, del Ministerio Danés de la Energía, mostró su experiencia en certificación energética, una de las más valoradas a nivel europeo, hasta el punto de servir como base a varios estados europeos para la introducción de nuevos aspectos legislativos. Finalmente, José Manuel Borque de Larrea, del Ente Vasco de la Energía, detalla los aspectos básicos del método de Certificación de Eficiencia Energética de Edificios desarrollado en el País Vasco, una experiencia pionera en España que ya se encuentra en fase de aplicación.

### 3. Experiencias de buenas prácticas en eficiencia energética

Al hablar de eficiencia energética en la edificación, es necesario abordar varios aspectos del consumo energético relacionados con el uso de la energía y las instalaciones que incorpora un edificio. En el diseño de los edificios deben tenerse en cuenta todos los aspectos que puedan afectar de manera relevante al consumo energético durante su uso, así como los impactos sobre la habitabilidad y el bienestar de los usuarios.

El consumo relacionado con los usos de la energía presenta diferencias considerables tanto en Europa como en los distintos territorios del Estado español. El motivo es que las condiciones climatológicas actúan como un condicionante de importancia. Los proyectos y diseños arquitectónicos deben tener en cuenta los condicionantes citados e intentar identificar, en cada caso, los elementos básicos para garantizar un uso eficiente de la energía y reducir su consumo final.

El buen diseño energético de un edificio es el resultado de la colaboración interdisciplinar, la aplicación de herramientas de simulación, el conocimiento de las normativas específicas y el desarrollo de una visión de futuro que incluya objetivos valorables. La cuantificación de los resultados es una herramienta importante para poder avanzar en objetivos globales, como pueden ser el cumplimiento del Protocolo de Kyoto —reducción de las emisiones— o bien el aumento de la eficiencia energética —reducción del consumo.

Esta segunda parte de las jornadas se ha dedicado a conocer ejemplos de buenas prácticas de eficiencia energética en la edificación que profundizan en aspectos concretos de este asunto. Los casos presentados proceden de varios países y están relacionados con aspectos distintos de la eficiencia energética, si bien tienen un elemento en común: en todos los casos se trata de experiencias punteras en el aspecto en el que se centran.

Renée Joosten muestra la importancia del diseño de las instalaciones de iluminación y su relevancia en el consumo energético final del edificio.

Torsten Welfonder muestra las soluciones técnicas adoptadas en el diseño y la construcción del nuevo edificio de Deutsche Post en la ciudad de Bonn a fin de reducir el consumo energético en acondicionamiento de aire para calefacción y refrigeración. Este proceso se basó en la simulación de distintas soluciones arquitectónicas y su optimización energética.

Bill Dunster desarrolla edificios de consumo cero en energías fósiles y presenta sistemas sumamente innovadores para el diseño de edificios. El diseño tiene en cuenta no sólo cuestiones de ahorro energético, sino también las necesidades de las personas: espacio verde, zonas de trabajo separadas con un confort máximo, espacios de relación, etc., todo lo cual facilita a los residentes la adopción de un modelo de vida más sostenible.

### 4. Experiencias del PMHB

Desde los años 90, el PMHB trabaja para incorporar criterios de sostenibilidad en el ámbito de la vivienda social. Les Vores de les Rondes, un conjunto de 10 promociones situadas junto a las Rondas de Barcelona, fue su primera experiencia, pionera en España, en la aplicación de criterios de eficiencia energética.

En el diseño de los edificios de Les Vores se tuvieron en cuenta aspectos como la orientación, la ventilación cruzada de las viviendas, la protección de las fachadas de los sobrecalentamientos y la recuperación de aspectos tradicionalmente mediterráneos. Asimismo, se incorporaron criterios de ahorro y eficiencia en las instalaciones de agua y energía, además de criterios ambientales de selección de materiales.

Al incorporar un sistema de colectores solares, estos edificios se anticiparon a la Ordenanza Solar. En la actualidad, todas las promociones del PMHB disponen de sistemas comunitarios de colectores solares térmicos para la producción de agua caliente sanitaria.

La mayor parte de los elementos experimentados en Les Vores y posteriores promociones del PMHB se han incorporado al Decreto de la Ecoeficiencia de la Generalitat, aprobado en el año 2006.

Por otra parte, anticipándose a la transposición a España de la directiva europea sobre certificación energética de edificios, el PMHB y la Agència d'Energia de Barcelona han llevado a cabo de manera conjunta una primera experiencia de calificación en promociones del propio Patronat.

Los casos expuestos muestran el camino recorrido y la evolución de los criterios de sostenibilidad y eficiencia energética en edificios durante los últimos 10 años. Hoy en día, un gran número de los elementos de sostenibilidad experimentados en las primeras promociones forma parte del estándar habitual de los proyectos del PMHB.

Las presentaciones de las arquitectas Roser Amadó y Conxita Balcells ilustran la aplicación de estos criterios en las fases de diseño y ejecución de edificios de vivienda social. Asimismo, estas presentaciones apuntan algunos elementos clave para futuros proyectos, no sólo en el ámbito de la construcción, sino también en el de la educación y la formación.

Joaquim Pascual (PMHB) y David Ruyet (AEB) presentan la certificación energética como un instrumento de mejora durante la fase de diseño del edificio y destacan la importancia de cuantificar los resultados conseguidos a fin de mejorar de manera continuada la aplicación de criterios de eficiencia energética en el sector de la edificación.

## 5. Resumen de las sesiones técnicas de trabajo

Con el objetivo de abrir un espacio para el debate y el intercambio entre los distintos actores implicados, así como evaluar los progresos realizados en los últimos años en el ámbito de la energía y la edificación, se celebraron unas sesiones técnicas de trabajo organizadas en dos grupos de debate: «Normativa» e «I+D y experiencias realizadas». Cada uno de estos grupos contó con la asistencia de una decena de expertos de organismos públicos y privados que, durante dos horas, debatieron a puerta cerrada sobre los aspectos que consideran más relevantes.

El primer grupo se centró en la valoración del alcance y la aplicabilidad de las normativas vigentes o en preparación en el ámbito de la eficiencia energética, ya sean a nivel local, autonómico o estatal. Por su parte, el segundo grupo debatió sobre la situación de la investigación y el desarrollo (I+D) en el ámbito de la edificación y la energía.

Entre los resultados de las discusiones destacan la demanda de creación de foros de debate e intercambio entre los profesionales del sector y la necesidad de realizar campañas de información destinadas a usuarios y profesionales como medida de acompañamiento imprescindible para difundir innovaciones técnicas o nuevas normativas.

## 6. CONCLUSIONES

- La eficiencia energética es uno de los caminos menos explotados y que ofrece más posibilidades para la reducción del consumo energético en un edificio. Por este motivo, resulta de gran importancia la transposición de la Directiva de la Unión Europea a España. En junio de 2006, todavía quedaban 17 países por transponer dicha Directiva.
- En caso de que los estados y las autonomías no se impliquen, son las ciudades las que deberían tomar la iniciativa para reclamar y exigir la transposición de la Directiva Europea citada.
- La Administración debe ser el motor de la aplicación de la eficiencia energética, la implantación de energías renovables y la construcción de viviendas con criterios de sostenibilidad. La Administración desempeña un papel clave en estos ámbitos, y, por lo tanto, debe asumir en sus propios edificios los criterios que se promueven a nivel municipal o nacional. Es necesario realizar un esfuerzo para mostrar y evidenciar que es posible construir bioclimáticamente, tal y como muestra la experiencia del PMHB, que desde 1997 incorpora en sus edificios criterios de construcción sostenible y ahorro energético.
- Es necesario buscar la complicidad entre todos los agentes afectados a fin de posibilitar la incorporación de elementos de sostenibilidad y eficiencia energética en los edificios. Durante los últimos siete años, ha habido una evolución muy positiva en lo referente a la colaboración con arquitectos y promotores, y conviene destacar el papel de impulsores que han desempeñado en todo este proceso las universidades y las entidades ecologistas.
- Se hace necesaria la creación de foros continuados que se encarguen de realizar un seguimiento de la evolución de la nueva normativa sobre la aplicación de la eficiencia energética y garanticen el intercambio de buenas prácticas entre los agentes implicados.
- Resulta imperativo apostar por la eficiencia en el sector doméstico. Hay que tener en cuenta el factor humano, puesto que son los usuarios de los edificios quienes finalmente determinan el consumo energético de una vivienda. Es necesario construir buenos edificios desde el punto de vista energético, aconsejar su buen uso y buscar garantías para el consumidor. Existe una falta de difusión entre los usuarios, así como entre los profesionales que aplican las tecnologías, a quienes convendría garantizar una formación profesional específica.
- En Barcelona, el Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona avanzará, por voluntad y por tradición, en el camino hacia una edificación más sostenible y en la construcción de edificios más eficientes desde el punto de vista energético. Uno de los proyectos del Plan de Mejora Energética de Barcelona es la certificación energética de edificios. En este contexto, se ha llevado a cabo una primera experiencia de aplicación en una promoción de tres edificios del PMHB en colaboración con la Agència de l'Energia de Barcelona.
- El esfuerzo de debate debería tener una continuidad. El PMHB y la Agència de l'Energia de Barcelona se comprometen a seguir trabajando en esta dirección.

## INTRODUCTION

Ten years ago, the Barcelona Municipal Housing Board (Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona, PMHB) decided to start using sustainable construction and energy saving criteria in the new buildings it developed. We viewed ourselves as pioneers in an experience that certain sectors regard with some scepticism, and that was not protected by any legal framework regulating it in any way. Fortunately, public administrations have believed in the importance of taking measures in the area of construction in order to reduce energy consumption and to protect the environment, and they have ended up promoting regulations whose main goal is to promote energy saving measures in construction. Barcelona Town Hall's solar ordinance, the Generalitat de Catalunya's Ecoefficiency Decree and the state-wide Technical Building Code all entail a major leap forward.

With the support of this entire legal framework, we have begun to make strides in applying the European directive regulating energy certification and efficiency in buildings. For this reason, even before the European directive has been transposed into Spanish law, we have begun the energy certification process for three Patronat buildings planned for Barcelona's Fòrum area. We have done this in conjunction with the Barcelona Energy Agency, which has been developing energy actions in the field of construction since 2002.

The need to find out about the status and experiences in the realm of energy certification as well as the new legal framework led us, the PMHB and the Energy Agency, to organise a conference where we could share our experiences and further examine the local, autonomous community, state and European regulations. The programme included a debate on the designs, programmes and proposals arising from new initiatives, future experiences or actions currently being prepared in this field, and it included contributions by renowned individuals in the field, on both a Catalonia- and Europe-wide scale.

The conferences *Edifici, eficiència, energia* were held on 15<sup>th</sup> and 16<sup>th</sup> June 2006 in the Fòrum building, a venue with highly specific characteristics which shows a steadfast focus on a type of sustainable construction, and which is also located very close to the PMHB's buildings where energy certification is to be applied on an experimental basis, in Lull and Taulat streets. The high participation in the gathering —with more than 200 participants— clearly showed the keen interest that this subject arouses and showcased the desire of the stakeholders involved —from the architect who designs the building to the builder who executes it— to make more sustainable and environmentally-friendly dwellings. This extremely satisfying response led us to consider the possibility of compiling a summary of the talks in our publication *Housing Issues (Qüestions d'Habitatge)*, which is what you are holding in your hands now.

One of the conclusions we have been able to extract from the conferences is that the public administration plays a key role in showing that it is possible to build using sustainable and energy saving criteria. For years now, we here at the PMHB have been doing precisely this, and we sincerely hope that the energy certification initiative, shared with the Energy Agency, spreads and that many developers decide to introduce this measure in their buildings. In parallel, we must also make efforts to get users involved and educated on how they should best use their dwellings. Only in this way, with everyone involved, will we manage to make the conclusions

from the conferences become true and make headway towards dwellings that are economically, socially and environmentally more sustainable.

**Eugeni Forradellas i Bombardó**  
*President of the Municipal Housing Board*

## 1. Introduction: Energy efficiency in buildings and energy certification

Almost half the energy consumption in Barcelona comes from the household and commercial sectors, with an annual cumulative increase rate of over 4 %. This high consumption and its steady growth arises from the very construction properties of the buildings, as well as from the use and behaviour of each user, with increasingly high comfort requirements. It is estimated that there is a potential 22 % savings in energy used in buildings for heating, hot water, air conditioning and lighting compared to the current rate of consumption, and that this goal could be achieved by 2010.

### The European Directive on the Energy Performance of Buildings

One of the main measures established to reduce energy consumption and the corresponding emissions of greenhouse gases, which contribute to global warming and climate change, come from applying Directive 2002/91/EC on the energy performance of buildings, and specifically from setting up a system of energy certification.

This energy certification is a global assessment and classification of the energy efficiency of buildings, taking into account their insulation, air infiltration, heating and domestic hot water systems and the associated monitoring systems. What is more, it also assesses the work performed by architects, draughtsmen and engineers and makes it possible to ensure that the solutions chosen to provide the building with energy are the most efficient possible in each phase of the project.

According to the directive, the certificate must be applied to all buildings being constructed —certain buildings are excluded, such as ones measuring less than 50 m<sup>2</sup>— and it can be earned for either the building design or the finished building. The certificate consists of an energy label that will classify buildings using letters and colours: from A to G and from green to red (from more to less efficient). Indeed, this label will be quite similar to what is currently used to rate the energy efficiency of household appliances. In the case of dwellings, the indicator that will appear on the label will show kg of CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, and the partial classification for consumption by heating, cooling and DHWS will be specified. The certificate will be valid for a maximum of ten years, and the owner of the building will be responsible for renewing it.

This directive was to have been transposed to all the EU member states by January 2006. In Spain, the Ministry of Housing, through its Sub-Directorate General of Innovation and Quality in Building, in collaboration with IDAE (Institute for Energy Diversification and Saving) and other departments within the Ministry of Industry, Tourism and Trade, have assembled the basic procedure for the energy certification of buildings into a draft royal decree, which establishes that the some of the final aspects of the process would be regulated by the autonomous communities, which will also be in charge of issuing the certificates.

### The new Technical Building Code

In Spain, when Royal Decree 314/2006 dated 17<sup>th</sup> March 2006, which approved the Technical Building Code (abbreviated CTE),

came into force on 29th September 2006, it entailed a major step forward in updating and unifying all the disciplines related to the building process into a single document. Indeed, the main novel feature of the CTE is the inclusion of different regulations related to housing, such as environmental protection and especially energy savings and thermal insulation. In fact, the CTE regulates the basic requirements for energy savings which new buildings and those undergoing major reforms must verify. Compiled into five annexes, the criteria for energy savings in buildings encompass:

- Limiting the energy demand, which includes updates to the basic building code (NBE-CT-79).
- Performance of thermal installations, which refers to the regulation on thermal installations in buildings (abbreviated RITE).
- Energy efficiency in lighting installations.
- A minimum solar contribution to domestic hot water systems, which requires that part of the energy needed to produce domestic hot water be solar.
- A minimum photovoltaic contribution to electrical energy, which requires that part of this electrical energy be self-generated by solar energy in certain types of buildings.

#### The Decree on Ecoefficiency in Buildings

Decree 21/2006, issued by the Generalitat de Catalunya and known as the Decree on Ecoefficiency, entered into force on 14<sup>th</sup> August 2006 with the goal of including different environmental and energy criteria into construction on the scale of the autonomous community of Catalonia. The Decree introduces the need to comply with different technical parameters that will mean better energy and acoustic performance of buildings, a reduction in water consumption, material recycling and waste treatment in demolitions and during the construction process. It is based on a point system which leaves open a variety of ways to introduce energy improvements during construction, with the obligation to achieve a minimum score. Depending on the climatic zone, it also establishes the obligation to include solar panels to produce domestic hot water.

#### Experiences in the city of Barcelona

The Municipal Housing Board of Barcelona (Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona, or PMHB) is a pioneer in introducing sustainable construction and energy saving criteria in its developments: since 1997, the PMHB has included in its new buildings criteria such as installing passive energy saving systems in the design of the building, reducing the impact of land shifting and waste from the construction site, using environmentally positive materials and installing active energy saving systems.

Since 2002, the Barcelona Energy Agency (Agència de l'Energia de Barcelona) has been working on developing energy actions in the field of construction. One of these initiatives within the framework of the European CEPEC project, part of the ALTERNER programme, entailed developing a methodology for classifying and later issuing provisional energy certification for buildings in Barcelona, in line with the different projects set up as part of Barcelona's Energy Improvement Plan. This methodology was developed within the framework of an international partnership in conjunction with the Official Architects' Association of Catalonia and the engineering firms Barcelona Regional and Aiguasol, and in coordination with the cities of Berlin, Malmö and Lund.

In order to test the process of energy certification in buildings, the Barcelona Energy Agency and the Municipal Housing Board have promoted a pioneering experiment in the city by issuing an energy classification of three buildings housing government-subsidised dwellings in Barcelona's Fórum district during the design phase. The use of computer systems to simulate buildings' energy performance (using official LIDER software developed alongside the new Technical Building Code) and the use of CEPEC's own methodology and tool managed by the Agency—comparing it with the official CALENER tool—served as the basis for obtaining an energy classification for the buildings. This was the first experience of its kind in Barcelona, apart from the experiments performed in the testing phase of the CEPEC tool. With it, an energy classification of the buildings was obtained with results that will be transposable to the future official energy certification.

What is more, since December 2006 a «door-to-door» informational campaign has been underway on thermal solar installations and other energy saving actions in the households of residents of new PMHB housing developments in order to help users learn about how to use and maintain these installations. The goal of these campaigns is to raise residents' awareness of the culture of sustainability by teaching them good home energy practices.

## 2. Legal framework for energy efficiency in buildings

**Making inroads in compliance with the Kyoto agreements, and in response to the issues posed in the recent debate on the Green Paper on the security of the energy supply, the European Union has initiated a variety of initiatives in the realms of energy efficiency and promoting renewable energies. One of the most important features is legislative measures on energy efficiency in buildings.**

Directive 2002/31/EC on energy efficiency in buildings was passed in 2002 with broad backing by the member states and the European Parliament. The deadline for member states to transpose this directive into their national laws was January 2006, but delays in meeting this deadline led to an extension. This energy certification is a global assessment and classification of the energy efficiency of buildings, taking into account their insulation, air infiltration, heating and domestic hot water systems and the associated monitoring systems.

If we bear in mind that around 40 % of the energy in the EU is consumed in buildings, it is clear that a reduction in this consumption would have a highly positive effect on our overall emissions. The transposition of this directive is a key factor in being able to make headway in both the legal and technical aspects. For this reason, it is extremely important to have awareness of the successful experiences around Europe, on both a national and regional level.

On European level, Denmark, Germany and the United Kingdom already have energy certification processes for buildings in place, which are compulsory for all new buildings. For pre-existing buildings, only Denmark has a compulsory system, although the other countries do have voluntary systems.

In Spain, a royal decree is in the works to regulate the energy certification for buildings. This decree will set forth the competencies, scope and a general methodological framework. The competency on this issue will fall on the autonomous communities, as they will be the ones to define how buildings will be certified and who will issue the certification.

Today, different initiatives on the autonomous community (Basque Country) or city level (Barcelona and Seville) have been undertaken to make headway on the energy certification of buildings.

The presentation by Elisa Boelman, European Commission representative, gave an overview of the legislation and support for research on European level. Kai Borggreen from the Danish Ministry of Energy presented his country's experiences in energy certification, one of the most highly esteemed around Europe, which has served as a support for introducing new legislative aspects in several European states. José Manuel Borque de Larrea from the Basque Energy Entity outlined several basic features of the Energy Efficiency Certification for Buildings method developed and being applied in the Basque Country, a pioneering experience in Spain.

### 3. Experiences of good practices in energy efficiency

When discussing energy efficiency in buildings, different factors in energy consumption must be taken into consideration related to the use of energy in the building's installations. Buildings' design must take into account all the factors that might play a prominent role in energy consumption during the use of the building, as well as the impact on users' liveability and well-being.

Consumption related to the uses of energy shows differences both around Europe and within Spain due to the fact that climatologic conditions are an important factor.

Architectural projects and designs must take into account all these conditions, and in each case they must strive to identify the basic factors that will ensure highly efficient energy use and thus reduce final consumption.

The sound energy design of buildings is the sum of collaboration amongst different disciplines, the application of simulation tools, knowledge of the specific regulations and the development of a vision of the future which includes measurable objectives. The quantification of the results is an important tool for being able to make progress towards the overarching goals, such as compliance with the Kyoto Protocol —reductions in emissions— or an increase in energy efficiency —a reduction in consumption.

This second part of the workshop focused on learning about examples of good practices in energy efficiency in buildings by getting a more in-depth view of specific aspects. The case studies presented come from different countries; they are all related to different aspects, each of which is regarded as a cutting-edge in its field.

Renée Joosten highlights the importance of the design of lighting installations and its key role in the building's final energy consumption.

Torsten Welfonder discusses the technical solutions adopted in the design and construction of the new Deutsche Post building in the city of Bonn to reduce energy consumption for air heating and cooling, based on programmes simulating different architectural solutions and their energy optimisation.

Bill Dunster develops buildings with zero consumption of fossil fuels and presents highly innovative systems for the design of buildings. The design includes not just energy saving measures but also people's needs such as green spaces, separate working areas with maximal comfort and spaces for interaction, which taken as a whole help residents adopt a more sustainable model of life.

### 4. The PMHB's experiences

Since the 1990s, the PMHB has been making efforts to include sustainability criteria in the realm of subsidised housing. The «Edges of the Ring Roads» (Vores de les Rondes), a series of ten housing developments located along Barcelona's ring roads, was a pioneer in Spain, the first experience in applying energy efficiency criteria.

When designing those buildings, factors such as their orientation, cross-ventilation in the dwellings, protecting the façades from overheating and recovering traditional Mediterranean features were all taken into account. Energy savings and efficiency criteria were also included in the water and electricity installations, as were environmental criteria in the choice of materials.

The buildings were even one step ahead of the Solar Ordinance, as they included solar energy collectors, and currently all the PMHB's developments have community thermal solar collecting systems to produce domestic hot water.

The majority of the elements tested in these and subsequent developments by the PMHB have been included in the Decree on Ecoefficiency approved by the Generalitat in 2006.

Likewise, anticipating the transposition of the European directive on energy certification for buildings into Spanish law, the PMHB and the Barcelona Energy Agency have jointly undertaken an initial experiment that entails classifying the PMHB's developments.

The cases presented show the path taken and the evolution in the sustainability and energy efficiency criteria in buildings during the past ten years. Many of the sustainability elements tested in the first few developments are now a standard part of the PMHB's housing designs.

The presentations by architects Roser Amadó and Conxita Balcells illustrate how these criteria are applied in the design and execution phases of subsidised housing. They also show some of the key elements for future projects, not only in the realm of construction but also in education and training.

Joaquim Pascual (PMHB) and David Ruyet (AEB) present the energy certification as an instrument for improvements while buildings are in the design stage, and they stress the importance of quantifying the results achieved for ongoing improvements when applying energy efficiency criteria in the construction sector.

### 5. Summary of the Technical Working Sessions

In order to open up a space for discussion and exchange amongst the different stakeholders involved and assess the progress made in recent years in the realm of energy and construction, technical working sessions were held, organised into two different discussion groups: «Regulations» and «R&D and experiences». Each group had around ten expert participants from public and private entities, who had two hours to debate behind closed doors the aspects they regard as most pressing.

The first group centred on assessing the scope and applicability of the regulations in effect or being prepared in the realm of energy efficiency, either locally, on the autonomous community level, or state-wide. The locus of interest of the second group was discussing the status of research and development (R&D) in the realm of construction and energy.

The results of the discussions spotlight the demand to create forums for debate and exchange amongst professionals in the

sector, as well as the need to conduct informational campaigns aimed at users and professionals as a key measure to complement technical innovations and new regulations.

## 6. CONCLUSIONS

- Energy efficiency is one of the most unexplored ways of reducing a building's energy consumption, and yet one with the most potential. For this reason, it is important for the European Directive to be transposed to Spanish law. In June 2006, there were still seventeen countries that had not yet transposed the directive.
- If the states and the autonomous communities do not get involved, the cities will have to take the initiative to call for and demand the transposition of the European directive.
- The public administration should be the driving force in the implementation of energy efficiency, in the use of renewable energies and in the construction of buildings using sustainability criteria. The administration plays a key role, and for this reason it should use the same criteria it is promoting around the city or country in its own buildings. Efforts should be made to demonstrate and prove that it is possible to build bioclimatically, as shown by the PMBH's experience of including sustainable construction and energy saving criteria in its buildings since 1997.
- Cooperation must be sought between all the stakeholders involved in order to make it possible to include sustainability and energy efficiency criteria in buildings. There has been a very positive development in the last seven years involving cooperation between architects and developers, and ecological entities and universities have also given a significant impetus to this process.
- It is crucial to create ongoing forums to monitor the evolution in regulations on the implementation of energy efficiency and to ensure the exchange of good practices amongst the stakeholders involved.
- We must focus on energy efficiency in the household sector. The human factor must be taken into account, as the users of buildings are ultimately the ones who determine the energy consumption of a dwelling. Energy efficient buildings must be constructed, wise energy use must be encouraged and consumer guarantees must be sought. There is a lack of information not only amongst users but also amongst the professionals who apply the technologies and who must be assured specific professional training.
- The Barcelona Municipal Housing Board (Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona, PMHB) continues its tradition of making inroads in more sustainable construction and building more energy efficient buildings. One of the projects in Barcelona's Energy Improvement Plan is energy certification for buildings. In this context, an initial experiment applying this certification has been performed in a 3-building development by the PMHB in conjunction with the Barcelona Energy Agency.
- The efforts at debate must be continued. The PMHB and the Barcelona Energy Agency pledge to continue working along these lines.

# JORNADES EDIFICI, EFICIÈNCIA, ENERGIA

Barcelona, 15 i 16 de juny 2006

## Organitzadors



AGÈNCIA D'ENERGIA  
DE BARCELONA

## Patrocinadors

- Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- Diputació de Barcelona.
- Associació de Promotors Públics d'Habitatge i Sòl (AVS secció catalana).
- Col·legi d'Arquitectes de Catalunya. Demarcació de Barcelona.

## Col·laboradors

- Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya.

## Ponents de les jornades *(per ordre d'intervenció)*

- Domingo Jiménez Beltrán, enginyer industrial i exdirector de l'Agència Europea del Medi Ambient.
- Elisa Boelman, Direcció General de Transport i Energia, DG TREN de la Comissió Europea.
- José Manuel Borque de Larrea, responsable de la Unitat de Terciari-CADEM (Grupo EVE). Ente Vasco de la Energía.
- Joaquim Pascual, director de Serveis Tècnics del PMHB.
- David Ruyet, director de projectes de l'Agència d'Energia de Barcelona.
- Kai Borggreen, Danish FEM-Secretariat, Ministeri Danès d'Energia.
- Torsten Welfonder, consultor energètic de Transsolar Energytechnik (Alemanya).
- Conxita Balcells, arquitecta.
- Bill Dunster, consultor de Zedfactory (Regne Unit).
- Renée Joosten, Cooley Monato Studio (Nova York).
- Roser Amadó, arquitecta.
- Fernando Aranda, sotsdirector de Serveis Tècnics del PMHB.
- Antoni Romero, gerent de l'Agència d'Energia de Barcelona.
- Antoni Sorolla, gerent del PMHB.

## Presentacions i cloendes

- Joan Clos, alcalde de Barcelona.
- Imma Mayol, 3a tinent d'alcalde i presidenta de la Comissió Municipal de Sostenibilitat, Serveis Urbans i Medi Ambient de l'Ajuntament de Barcelona.
- Eugeni Forradellas, regidor ponent de Sòl i Habitatge de l'Ajuntament de Barcelona i president del Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona.
- Ricard Fernández, secretari general del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya.
- Núria Buenaventura, diputada i presidenta delegada de l'àrea de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona.
- Carme Trilla, secretària d'Habitatge del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya.
- Ferran Julian, president AVS secció catalana.
- Oriol Clos, arquitecte en cap de l'Ajuntament de Barcelona.
- Antoni Sorolla, gerent del Patronat Municipal de l'Habitatge.
- Lluís Comeron, vocal de Serveis Professionals del Col·legi d'Arquitectes.
- Joan Gallostra, president de la Comissió d'Acció Professional del Col·legi d'Enginyers Industrials.

## Organismes participants taules de treball

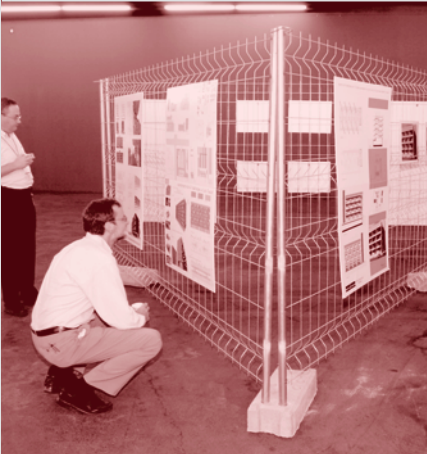
### Grup Normativa

- Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona.
- Sector Urbanisme, Ajuntament de Barcelona.
- Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya.
- Institut Calalà d'Energia (ICAEN).
- DG TREN Comissió Europea.
- Col. Enginyers Industrials de Catalunya.
- Ecoinstitut.
- Aiguasol.
- UPC, Centre Interdisciplinari de Tecnologia.
- Agrupació Arquitectura i Sostenibilitat, Col·legi Arquitectes de Catalunya.

### Grup de treball R+D

- Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona.
- Agència Energia Barcelona.
- Vimusa.
- Col. d'Enginyers Industrials.
- Districlima.
- Aiguasol.
- DISTEC Grup Tecnològic.
- IMAT. Centro Tecnológico de la Construcción.
- Institut Cerdà.
- ETSAV-Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès. Oficina Verda.
- Agrupació Arquitectura i Sostenibilitat, Col·legi Arquitectes de Catalunya.





Col·lecció  
**Qüestions d'habitatge**

Textos  
**Ecoinstitut**

© Ajuntament de Barcelona. Patronat Municipal de l'Habitatge  
Desembre 2006  
Reservats tots els drets d'edició

Edició a cura de  
**Patronat Municipal de l'Habitatge de Barcelona**

Disseny gràfic de la col·lecció  
**Claret Serrahima i Associats, s. l.**

Fotocomposició i fotomecànica  
**Baber, s.c.p.**

Imprimeix  
**Dilograf**

**Dipòsit Legal B-4847/99**



