

# **Congrés CEC 2018**

## **3r Congrés d'Economia i Empresa de Catalunya**

**17 de maig de 2018.**

### **Col·legi d'Economistes de Catalunya**

**Eix temàtic:** 11 – El medi ambient en el present i el futur.

**Topic :** Les energies renovables i l'habitatge.

**Títol :** Dels edificis d'energia nul·la als Ecodistrictes.

**Autor :** Francesc Bonvehí i Vila. Enginyer Industrial, Expert Independent de la Comissió Europea en Ecobuildings i Sistemes Energètics Sostenibles.

**Abstract:** Els conceptes d'edifici d'energia neta nul·la o quasi nul·la es refereixen al balanç de l'energia regulada de l'edifici per mantenir-lo en condicions de fer-hi alguna activitat. Per complir les fites de la UE indicades en les diferents directives és urgent efectuar la transposició completa de l'EPBD.

Les limitacions inherents a l'aprofitament del potencial de l'eficiència energètica als edificis fan necessari, per assolir els objectius comunitaris de descarbonització de l'economia, plantejar-se actuacions a escala d'unitats urbanes.

Prenent les iniciatives adients el mercat elèctric proveirà energia econòmicament competitiva, mediambientalment compatible i socialment inclusiva.

**Paraules clau:** Dret al sol, Certificats energètics, Paradoxes energètiques, Generació distribuïda, Paritat de xarxa.

Barcelona 28 de febrer de 2018.

# **Congrés CEC 2018**

**3r Congrés d'Economia i Empresa de Catalunya**

**17 de maig de 2018.**

**Col·legi d'Economistes de Catalunya**

## **Dels edificis d'energia nul·la als Ecodistrictes.**

**Francesc Bonvehí i Vila**

Enginyer Industrial - Expert Independent de la Comissió Europea en  
Ecobuildings i Sistemes Energètics Sostenibles.

### **Índex**

Abstract

- 1- Preàmbul
- 2 - Els objectius nZEB de la Unió Europea
- 3 - Altres aproximacions al concepte nZEB.
  - 3.1 - Fronteres de l'entorn nZEB.
  - 3.2 - Mètriques dels edificis nZEB
- 4 - El dret al sol.
- 5 - Edificis Existents
- 6 - Paradoxes inherents a l'eficàcia del desplegament de l'eficiència energètica.
  - 6.1 - Inversions d'eficiència energètica en habitatges.
  - 6.2 - Efecte rebot (rebound effect)
  - 6.3 - Pre-bound effect i pobresa energètica
- 7 - La bretxa prestacional (gap performance)
- 8 - Certificacions energètiques
  - 8.1 - Certificat energètic projectual
  - 8.2 - Certificat energètic operacional
- 9 - Noves xarxes de distribució de l'energia elèctrica.
- 10 - Discussió
- 11 – Conclusions

Llistat de figures

Referències Bibliogràfiques

Barcelona 28 de febrer de 2018.

## **3r Congrés d'Economia i Empresa de Catalunya**

### **Dels edificis d'energia nul·la als Ecodistrictes.**

**Francesc Bonvehí i Vila**

Enginyer Industrial - Expert Independent de la Comissió Europea en  
Ecobuildings i Sistemes Energètics Sostenibles.

#### **Abstract**

Els conceptes d'edifici d'energia neta nul·la o quasi nul·la es refereixen al balanç de l'energia regulada de l'edifici per mantenir-lo en condicions de fer-hi alguna activitat. Per complir les fites de la UE indicades en les diferents directives és urgent efectuar la transposició completa de l'EPBD.

Les limitacions inherents a l'aprofitament del potencial de l'eficiència energètica als edificis fan necessari, per assolir els objectius comunitaris de descarbonització de l'economia, plantejar-se actuacions a escala d'unitats urbanes.

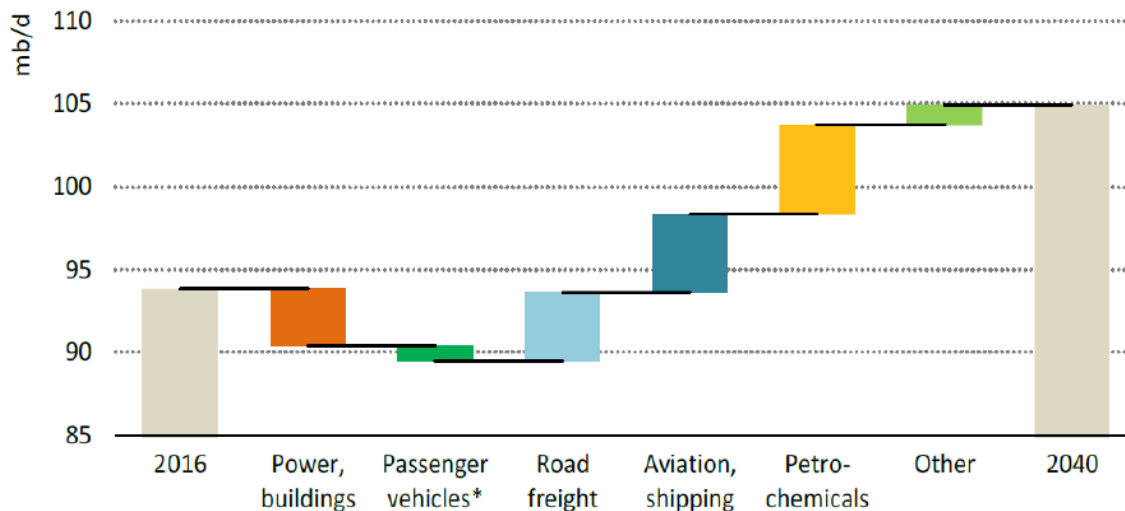
Prenent les iniciatives adients el mercat elèctric proveirà energia econòmicament competitiva, mediambientalment compatible i socialment inclusiva.

#### **1 – Preàmbul**

La resposta del sector de l'edificació als reptes plantejats per la mitigació de l'escalfament global i la consegüent descarbonització de l'economia ha estat molt positiva i encoratjadora en els plans conceptual i propositiu en aquets darrers any.

Aquest fet es veu reflectit en les previsions de la International Energy Agency a l'horitzó 2040 en el seu informe publicat el novembre del 2017. En la figura nº1 es mostra el gràfic corresponent a la presentació d'aquest informe feta pel Dr. Mariano Marzo al Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya el 19 de febrer de 2018 ( Marzo, 2018: 39) que indica les previsions de disminució de l'ús del petroli en tres sectors bàsics: l'edificació, la generació d'energia elèctrica i els vehicles de passatgers degut a les polítiques nacionals d'eficiència energètica anunciades per aquests sectors.

## CAMBIO EN LA DEMANDA MUNDIAL DE PETRÓLEO POR SECTOR EN EL ESCENARIO DE NUEVAS POLÍTICAS



\* Includes passenger cars, two/three wheelers and buses.

**Mientras que las perspectivas de uso del petróleo en la generación de electricidad, edificios y vehículos de pasajeros, apuntan a un descenso en la demanda, esta queda más que compensada por el aumento en otros sectores.**

**Figura 1 – Disminució del consum de petroli mundial a l'edificació.**

En les darreres dècades, arreu del món, s'han anat definit regulacions obligatòries i també estàndards voluntaris de l'edificació cada cop més exigents en l'àmbit energètic. Aquesta dinàmica ha portat a plantejar-se els anomenats edificis d'energia zero (ZEB) o gairebé nul·la (nZEB).

Aquesta estàndard edificatori es proposa a la Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) 2010/31/EU de 19 de maig i queda inclosa en el paquet Clean Energy for All Europeans COM (2016) 860 final de 30 de novembre de 2016. A fi de poder assolir els objectius fixats, el Comitè d'Indústria, Recerca i Energia del Parlament Europeu va votar la revisió i actualització de la EPBD l'11 d'octubre de 2017 prevista per fer-la efectiva en el decurs del 2018.

A altres regions del planeta també s'estan desenvolupant iniciatives amb la mateixa finalitat. Existeix abundant literatura local i internacional sobre aquesta temàtica.

Tanmateix l'experiència acumulada en matèria d'eficiència energètica dels edificis demostra que, per les raons que analitzarem seguidament, en general no s'aconsegueixen els objectius teòrics d'eficiència i estalvi. Per assegurar els objectius comunitaris de descarbonització de l'economia és indispensable plantejar-se també objectius 100 % a diferents escales urbanes, més enllà de l'edifici individual, que per simplificar anomenarem genèricament ecodistrictes.

## 2 - Els objectius nZEB de la Unió Europea

El desplegament de les directives esmentades a l'anterior paràgraf preveuen que a partir de la definició genèrica comunitària cada país ha d'efectuar-ne la transposició regulant els aspectes significatius rellevants en el context climàtic i socio-econòmic propi.

Tanmateix cal recordar que després del 31 de desembre del 2020 tots els edificis de nova construcció de l'UE han d'assolir l'objectiu nZEB segons definit i aprovat per cada estat. Per els

edificis de titularitat pública la data s'avança dos anys al 31 de desembre del 2018. Aquest calendari també s'aplica a les rehabilitacions majors dels edificis existents.

L'Article 2 de la EPBD especifica :

*Edifici d'energia gairebé zero significa un edifici amb unes prestacions energètiques molt altes tal com es defineix a l'Annex I. Les baixes o nul·les necessitats d'energia de l'edifici han de ser cobertes de forma significativa amb energia renovable incloses fonts renovables produïdes en l'emplaçament de l'edifici o en el seu entorn.*

L'article 3 de la Directiva indica que els estats membres hauran d'aplicar una metodologia de càlcul de les prestacions energètiques dels edificis d'acord amb el marc comú general detallat a l'Annex I. Aquesta metodologia s'adoptarà a escala nacional o bé regional.

El grau de compliment dels objectius nZEB entre els països de la Unió Europea a maig del 2016 es mostra en el mapa de la figura nº 2.

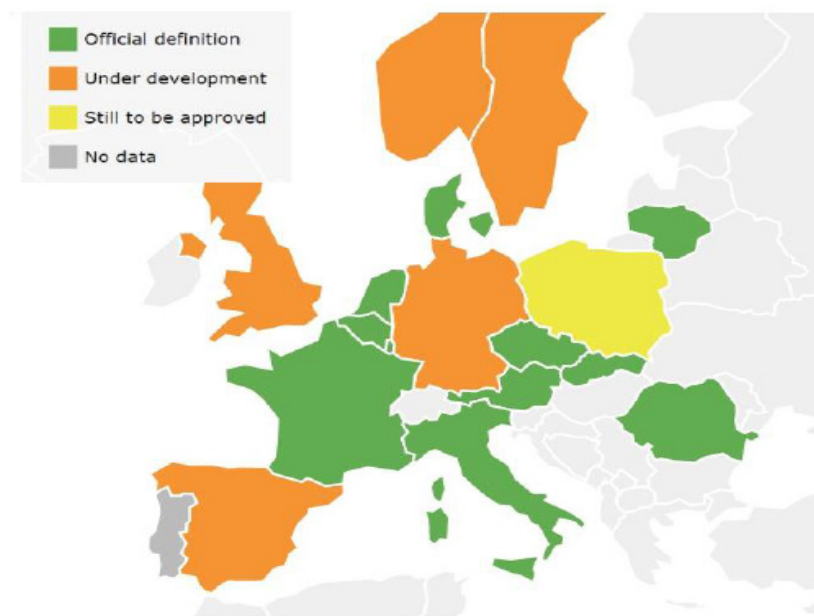


Figure 1: nZEB definition by selected country. (Source: ZEBRA2020)

## **Figura 2 – Grau d'avançament de la definició nZEB a diversos països de la UE.**

Com es pot comprovar l'adaptació de la Directiva EPBD a Espanya està en desenvolupament, de moment encara no s'ha definit el concepte nZEB espanyol. Diferents informacions tendeixen a indicar que la definició s'associarà a la vigent escala de certificació energètica dels edificis i a l'actualització del Codi Tècnic de l'Edificació. Si finalment fos així, el concepte nZEB espanyol es basaria en uns indicadors del consum nominal de l'edifici en Kwh/(m2.any) amb la qualificació energètica referida a l'edifici normatiu d'acord amb la reglamentació prescriptiva vigent, CTE i RITE.

## **2 - Desenvolupament del concepte nZEB segons la UE.**

A l'Annex I de la EPBD es detalla el marc general comú per calcular les prestacions energètiques dels edificis que ha d'incloure dos indicadors numèrics: un indicador de les prestacions energètiques i un altre relatiu al consum d'energia primària i, per tant, d'emissions de CO2.

La metodologia de càlcul haurà de tenir en compte les normes europees vigents i s'ajustarà a la legislació comunitària inclosa a la Directiva 2009/28/CE de 23 d'abril de 2009 relativa al foment del ús d'energia procedent de fonts renovables.

Incidentalment recordem que segons estipula l'Annex I d'aquesta darrera directiva l'objectiu fixat a Espanya per el 2020 en quant a la quota d'energia renovable en el consum d'energia final és del 20%.

La metodologia de càlcul de la demanda ha de tenir en compte, a banda de les característiques dels materials i solucions constructives, les instal·lacions de:

- Calefacció i aigua calenta sanitària (ACS),
- Aire condicionat i ventilació,
- Enllumenat,
- Condicions ambientals interiors,
- Càrregues internes.

Les condicions ambientals interiors poden ser regulades per normativa en el cas dels edificis públics, o recomanades per els edificis privats, en els dos casos són les que es consideren en els càlculs. Com és previsible l'observança dels valors de consigna de l'ambient interior és més gran en els edificis que tenen l'obligació de complir-los. El grau de desviació de les condicions de funcionament real respecte de les condicions interiors considerades normals té una clara incidència en els consums finals dels edificis en funcionament.

Les càrregues internes són molt més imprevisibles doncs depenen de l'equipament de l'edifici i del ús que s'en faci, electrodomèstics en els habitatges i material ofimàtic i de procés en edificis terciaris.

Tant el electrodomèstics com els equips d'oficina en funcionament generen i dissipen calor que constitueix un aport intern en períodes de calefacció o bé una càrrega tèrmica en èpoques de refrigeració.

Adicionalment aquests equips tenen el seu propi consum per funcionar, generalment electricitat. Cal assenyalar que aquest consum no es contempla en les especificacions de l'Annex I de la directiva per computar el consum energètic nominal o previsible de l'edifici.

La directiva abasta les diferents tipologies edificatòries: tot tipus d'habitatge unifamiliar, blocs d'habitatges, oficines, escoles, hospitals, hotels i restaurants, centres esportius, edificis comercials de venda al major o detall i qualsevol edifici amb consum energètic.

### **3 - Altres aproximacions al concepte nZEB.**

La forma com es defineix el concepte nZEB no és banal doncs té conseqüències decisives en el procés de dissenyar l'urbanisme, els edificis, les instal·lacions i els serveis. Per tant és oportú discutir variants del concepte nZEB que s'han plantejat fora de la UE per eventualment incorporar els seus aspectes més positius en el desplegament que hem de fer de les directives europees.

Diferents autors nord-americans (Torcellini et al., 2006:1) entenen els edificis nZEB com a **net ZEB**, bàsicament aquesta accepció denota un edifici amb baixes necessitats energètiques regulades de forma que l'energia que calgui importar pugui ser generada amb recursos renovables.

L'estratègia per aconseguir un netZEB passa doncs per un bon comportament passiu de l'edifici que comporta unes baixes necessitats d'energia regulada i que siguin compatibles amb un subministrament energètic renovable i eficient, adaptat a l'ús requerit i sense malbaratament.

L'altre qüestió que cal considerar és el lloc de generació de l'energia auxiliar renovable consumida a l'edifici: el propi edifici, el seu entorn com contempla l'article 2 de la EPBD o una producció renovable llunyana. En aquest sentit es parla de on-site ZEB ( amb connexió a la xarxa de distribució) que eventualment pot arribar a ser off-grid ZEB ( sense cap connexió a la xarxa de distribució), o de off-site ZEB amb connexió a les xarxes de distribució i transport.

Aquestes darreres consideracions posen de manifest la necessitat de definir en qualsevol cas les fronteres del sistema energètic disponible al emprendre el projecte d'un edifici nZEB.

### 3.1 - Fronteres de l'entorn nZEB.

La necessitat de definir les fronteres del projecte també és un requeriment metodològic que es dona en les certificacions de sostenibilitat d'unitats urbanes com districtes o barris. És el cas de la certificació DGNB proposada pel Consell Alemany de l'Edificació Sostenible, en que òbviament cal definir els límits de l'àrea urbana objecte de la certificació. La figura nº 3 il·lustra aquest concepte.

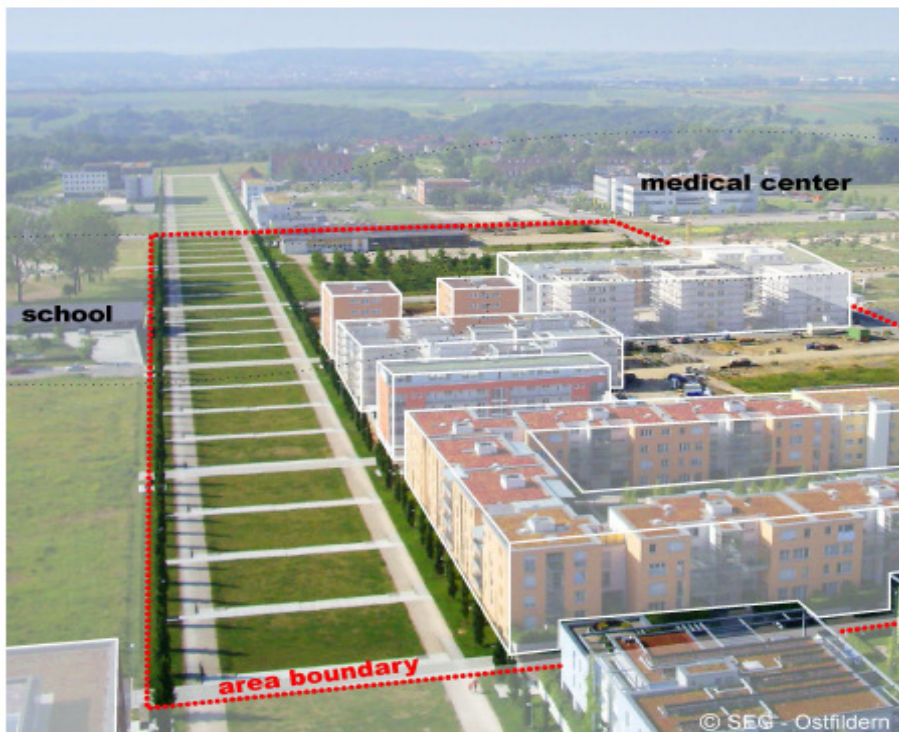


Figura 3 – Definició de les fronteres d'un ecodistricte.

### 3.2 - Mètriques dels edificis nZEB

La determinació dels indicadors a emprar en la caracterització dels edificis netZEB és objecte de discussió actualment. S'han proposat diferents mètriques en l'avaluació dels edificis netZEB, ( Torcellini et al., 2006:5):

#### 1 - Energia neta zero a l'emplaçament

L'edifici ZEB produeix in situ al menys la mateixa quantitat d'energia que consumeix en un any.

#### 2 - Energia primària neta zero

L'energia produïda per l'edifici anualment és al menys igual a l'energia primària importada des d'un centre de generació remot en el mateix període.

### 3 - *Cost energètic nul.*

En aquest cas es tracta d'un balanç financer, de forma que el cost de l'energia subministrada per la comercialitzadora a l'edifici nZEB iguali els ingressos per l'energia que se li ven.

### 4 - *Emissions energètiques netes zero.*

Un edifici d'emissions de CO<sub>2</sub> netes zero produeix pel cap baix la mateixa quantitat d'energia renovable sense emissions que la que importa de fonts energètiques emissores.

En aquesta inicis de l'any 2018 a Alemanya s'està discutint la seva pròpia definició d'edifici nZEB així com la seva avaluació. El DGNB en la seva proposta GEG 2050 – Gebäudeenergiegesetz, Llei d'energia dels edificis – avança la tesi de basar-se en límits absoluts d'emissions de CO<sub>2</sub>, eliminant el consum energètic teòric de l'edifici de referència. La base de totes les avaluacions, especificacions i mecanismes de control dels edificis nZEB es planteja sobre dades reals de consums mesurats.

Aquest plantejament pot ser efectiu en el procés de transició vers els objectius globals del 2050.

## 4 - El dret al sol.

Independentment de la definició nZEB adoptada, en general l'estratègia per aconseguir edificis de baixa energia passa en primer lloc per reduir la pròpia demanda i seguidament per proporcionar l'energia auxiliar necessària amb fonts renovables, in situ si és possible.

En base a aquestes premisses és obvi que la disponibilitat d'energia solar al mateix edifici és clau tant per la demanda com pel consum d'energia. L'aprofitament passiu de l'energia solar incident a l'edifici és fonamental per reduir la demanda de calefacció. Per la banda del consum els sistemes solars actius tèrmics o fotovoltaics són indispensables per proveir l'edifici amb energia renovable de proximitat.

La disponibilitat de sol in situ és doncs irrenunciable per projectar edificis de bon nivell nZEB i alhora per mantenir les seves prestacions durant el seu cicle de vida.

Es fa palesa doncs la necessitat d'un ordenament urbanístic que reculli i garanteixi el dret al sol dels edificis de nova construcció i fins on sigui possible del parc ja edificat.

Al segle XVIII a Aix-en Provence (Izard, 1979:112) és va plantejar el desenvolupament urbanístic del quartier Quatre Dauphins seguint aquest principi, ordenament que és manté en l'actualitat.

Més recentment, l'any 2006, la ciutat de Boulder de l'estat de Colorado (Torcellini et al., 2006:4) s'ha dotat d'una ordenança municipal que contempla l'accés a l'energia solar com un dret de propietat.

Aquests no són casos aïllats i són citats per evidenciar l'importància de l'entorn urbà en les estratègies nZEB i què conseqüentment és indispensable ordenar per aconseguir resultats satisfactoris en els objectius de descarbonització

## 5 - Edificis Existents

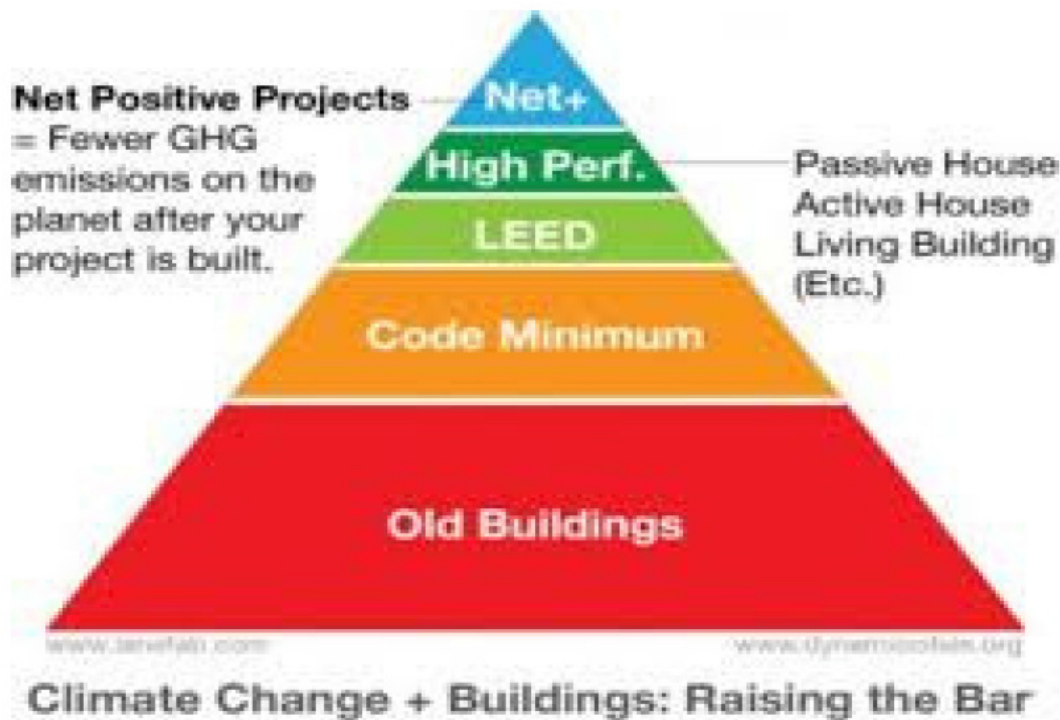
El punt 2 de l'article 9 de la Directiva 2010/31/EU indica que els estats membres han de desenvolupar polítiques que fixin objectius adients per estimular la transformació dels edificis en procés de rehabilitació en edificis nZEB del 31/12/2020 en endavant.

Les dificultats que ja ens podem trobar al projectar edificis nous amb objectius nZEB generalment seran encara majors en el cas de les remodelacions d'edificis existents en que les pre-existències, tècniques i legals, tant del propi edifici com del seu entorn poden comportar limitacions considerables.

Tenint en compte que la majoria del parc immobiliari actual ha estat construït amb normes bastant allunyades de les exigències nZEB o àdhuc sense cap reglamentació tèrmica, podem constatar fàcilment les dificultats per aproximar-nos a la norma nZEB quan considerem un



edifici únicament. Per complir amb la norma és obligat considerar l'entorn de l'edifici incloent altres edificis i equipaments a l'escala d'una illa, barri, districte o fins i tot del mateix municipi.



**Figura 4 – Estructura estàndard del parc edificat.**

Cal doncs insistir en que l'establiment de les fronteres efectives del projecte serà un pas decisiu per aconseguir els objectius comunitaris en matèria d'energia neta i mitigació de l'escalfament global.

## **6 - Paradoxes inherents a l'eficàcia del mercat de l'eficiència energètica.**

Diferents paradoxes es produeixen a diversos nivells entorn de la noció d'eficiència energètica. Existeix abundant literatura amb estudis rigorosos que han analitzat aquest fenomen des de diverses vessants.

En termes genèrics es parla de paradoxa de l'eficiència energètica però cal matisar i distingir-la de la bretxa prestacional (performance gap).

Els efectes pràctics d'aquestes paradoxes són, en general, més acusats en el sector residencial que no en el terciari o públic.

Algunes tenen a veure amb les polítiques i mercats de l'eficiència energètica, altres amb aspectes més tecnològics relacionats amb la qualitat d'execució de les obres i posterior gestió d'instal·lacions i sistemes.

### **6.1 - Inversions d'eficiència energètica en habitatges.**

Aquest apartat incideix en les polítiques públiques de promoció de l'eficiència energètica.

Efectivament es constata que la difusió de tecnologies energèticament eficients no segueix el ritme previsible tenint en compte el màxim profit previsible des de la perspectiva del retorn de l'inversió. Per explicar aquesta tendència clàssicament s'ha considerat que les taxes de descompte implícitament aplicades pels inversors són massa altes, darrerament també es considera que alhora cal tenir en compte el desconeixement tant del comportament econòmic

dels usuaris com de les externalitats del procés de difusió i comunicació de les polítiques d'incentivació (Fuerst et al.,2013:4)

A diferència de les inversions industrials, els centres de decisió en el cas dels habitatges són molt més dispersos doncs tenim propietaris particulars, institucionals, corporatius i llogaters amb objectius i expectatives diversificades.

Per tant la diferència entre les previsions i els resultats de les polítiques d'eficiència energètica és indicativa dels desajustos existents en el mercat de l'eficiència energètica. Aquesta tendència ve agreujada pel fet que en molts països, també a la UE, els mercats energètics no són perfectament competitius, amb altes barreres d'accés i complexes estructures de preus i peatges regulatoris.

Aquestes dinàmiques relatives a l'efectivitat de les polítiques energètiques s'estudien sobre tot a països del nord d'Europa en especial al Regne Unit, Alemanya, Suïssa i Holanda

La figura nº 5 mostra que les condicions reals de l'edificació a Alemanya estan més a prop dels requisits mínims exigits per la normativa vigent que no dels òptims tecnològica i econòmicament possibles i incentivats des de l'administració pública.

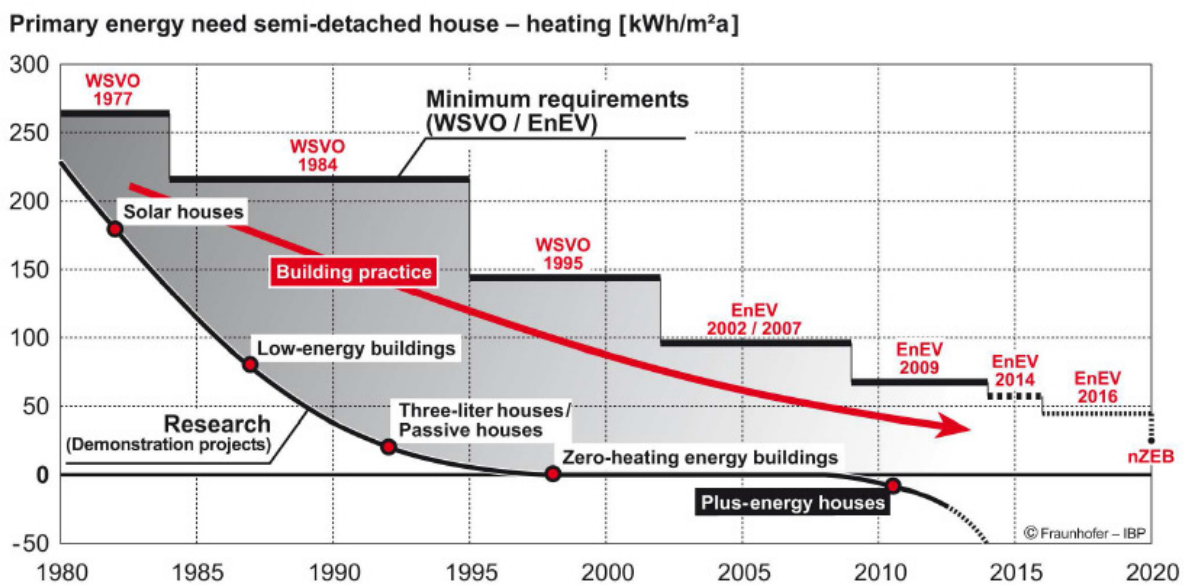


Figura 5 – Reglamentació energètica i praxis a Alemanya ( Erhorn et al. 2012:3)

### 6.2 - Efecte rebot (rebound effect)

L'efecte rebot consisteix en una manifestació de la coneguda Paradoxa de Jevons sobre els sistemes energètics.

En seguiments d'habitatges efectuats a diversos països europeus es constata que els consums en edificis amb qualificacions energètiques altes tenen un consum real mesurat superior al que correspondria d'acord amb la qualificació indicada en la certificació. Aquest comportament és genèric i no atribuïble a alguna deficiència en el càlcul o bé en l'execució de l'obra.

Aquest fenomen es constata sobretot en edificis d'habitatges on l'observança de les consignes per el consum d'energies regulades és lliure a diferència d'els establiments de l'administració o bé oberts al públic en que s'imposa obligatòriament la regulació de les condicions interiors.

La figura nº 6 mostra l'anomenat efecte rebot (rebound effect), en edificis amb qualificacions energètiques entre la lletra C i la A, en estudis del comportament energètics d'habitatges públics efectuats a Holanda (Majcen, 2016:83)

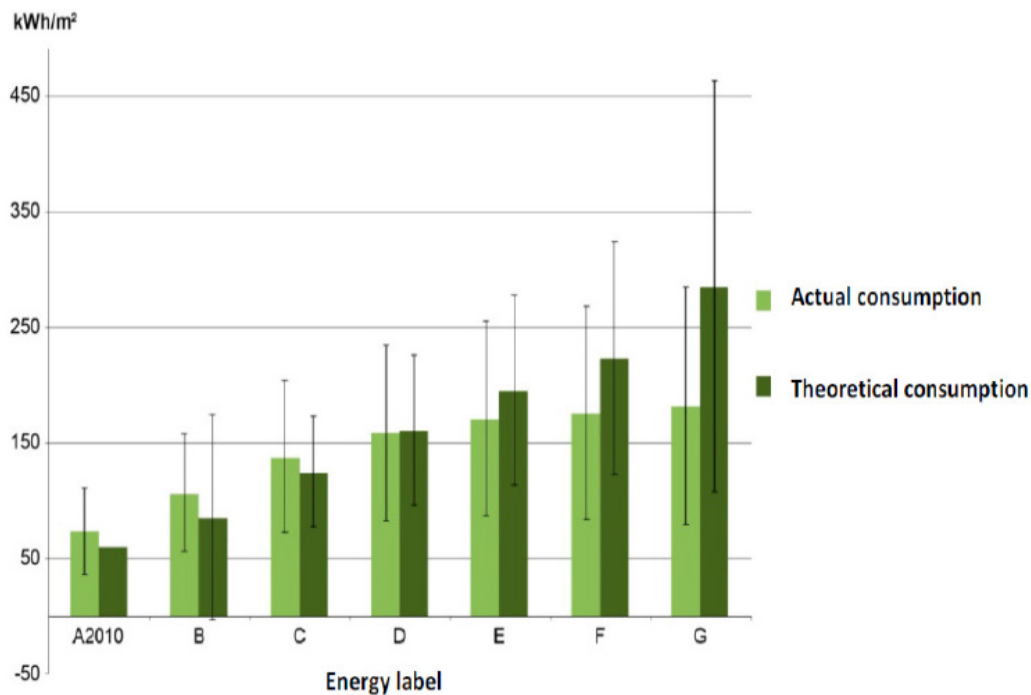


Figure 25: Comparison of average actual consumption and average estimated consumption for each type of energy label with the spread plotted on each column [31]

## Figura 6 – Efecte rebot

### 6.3 - Pre-bound effect i pobresa energètica

A la figura nº 6 també s'observa que els habitatges amb qualificacions energètiques inferiors, de la lletra E a la G, tenen un consum inferior al nominal que correspondria a la lletra de la certificació. Aquest comportament és una clara manifestació que en molts habitatges no es poden mantenir les condicions internes desitjables atès que el consum energètic està condicionat pel pressupost familiar disponible. Llavors segons les condicions de l'habitatge no es podran assolir els llindars mínims de confort higiènic. En casos de precarietat econòmica de les llars aquesta situació pot portar al que socialment és conegut com a pobresa energètica.

## 7 - La bretxa prestacional (gap performance)

Tots els estudis que recullen comparatives entre els consums previstos dels edificis i els reals mesurats, quan l'edifici funciona segons els mateixos criteris regulats, mostren una disparitat. En general es decanten pel costat d'un major consum real, aquest fet es constatable en totes les tipologies d'edificis com es mostra a la figura nº 7. És el fenomen tècnicament conegut com a bretxa prestacional.

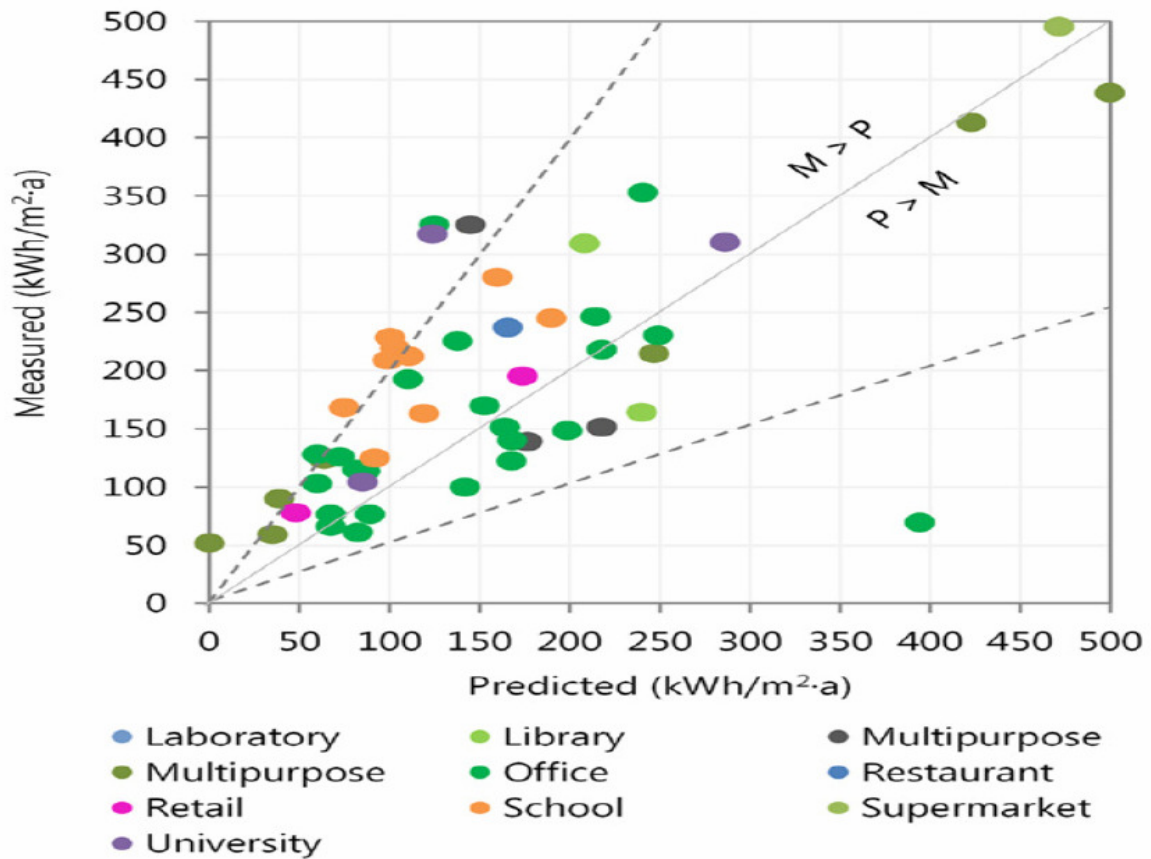


Figura 7 – Diferències entre consum previst i mesurat.

També s'observa aquest fenomen en el cas de blocs de pisos rehabilitats i monitoritzats a Suïssa. Es pot constatar que disminueix el consum posteriorment a la rehabilitació, però no tant com es preveia (Khoury et al., 2016:7)

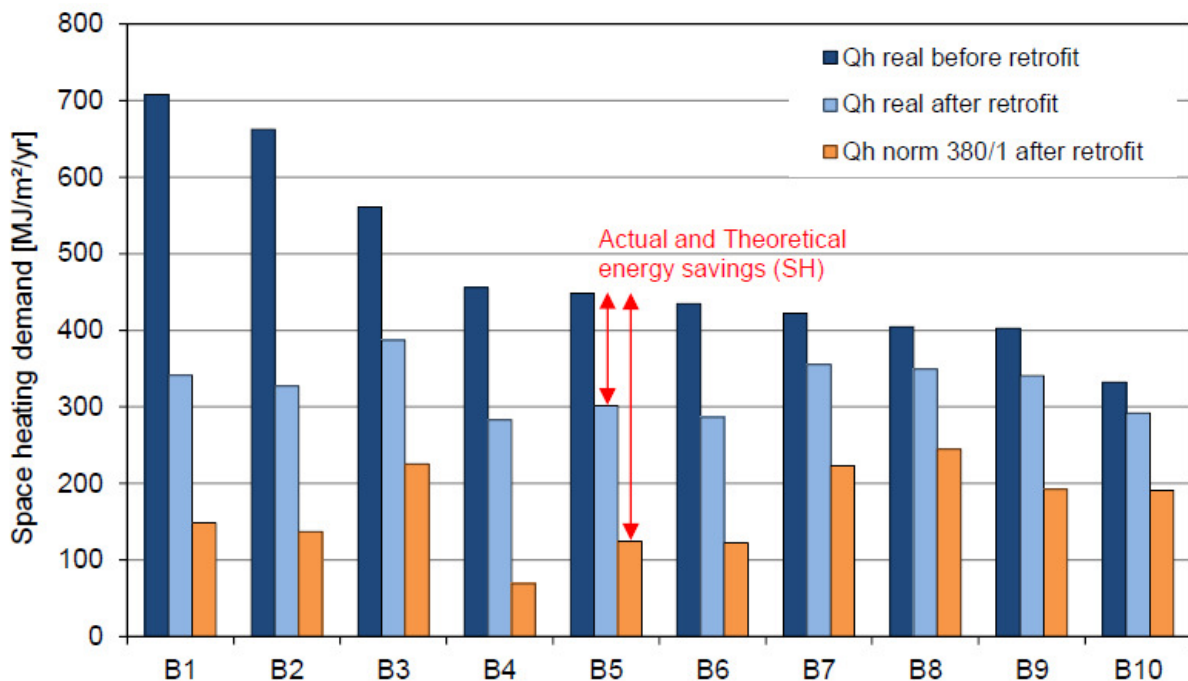


Figura 8 – Comparativa entre consums reals i previstos per blocs d'habitatges.

Diversos factors es superposen per configurar les diferències de consum observades entre les previsions calculades i les mesures reals. Per visualitzar-los utilitzarem un treball referit a edificis terciaris, tanmateix la metodologia emprada és aplicable a habitatges ( Pritchard, 2014:15).

Com mostra el gràfic de la figura nº 9 cal distingir 4 tipus de diferències principals segons el seu origen:

- A - Bretxa de percepció, associada al càlcul i atribuïbles a mancances del model de càlcul i de les càrregues no regulades o de procés tingudes en compte.
- B - Desviacions en l'apreciació de les càrregues no regulades i del programa d'activitat.
- C - Imperfeccions del sistema de gestió i control
- D - Defectes d'execució de l'obra.

Entre les càrregues no regulades, també anomenades de procés, s'han de comptar: Equips d'oficina, ascensors, aparells endollables diversos, càtering, servidors IT i serveis generals de l'edifici.

En habitatges s'han d'incloure els electrodomèstics i equips de cuina entre les càrregues no regulades.

Amb l'adveniment del vehicle elèctric una nova càrrega variable no regulada s'afegeix al sistema energètic de l'edifici provocant un increment de l'incertesa de les prediccions de la demanda.

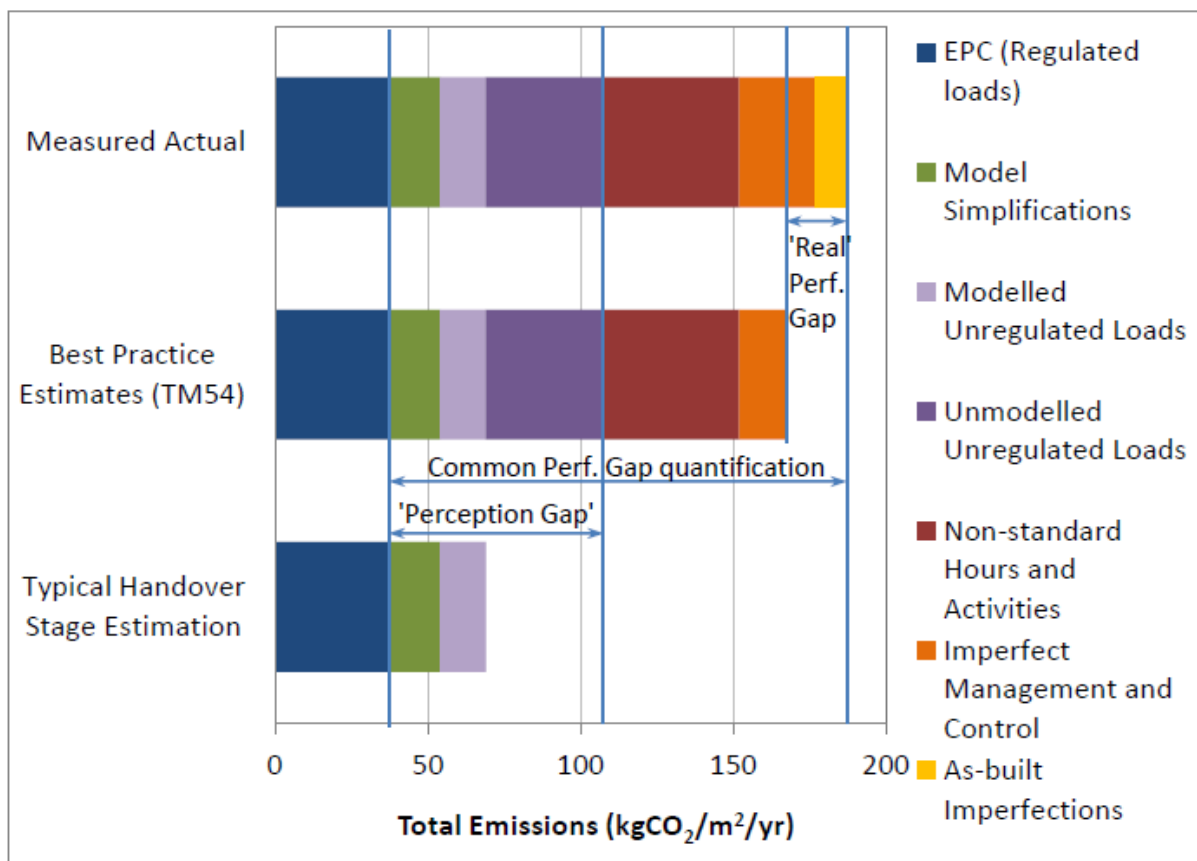


Figure 2. The Energy Perception/Performance Gap relative to Best Practice Performance Gap (adapted from Cohen 2014).

**Figura 9 – Modalitats de bretxa prestacional**

Per disminuir la bretxa prestacional cal millorar els mètodes de càlcul previsional, també del manteniment dels edificis i de les seves instal·lacions i instaurar el seguiment de les condicions reals de funcionament dels edificis.

S'hauran de tenir balanços energètics sectoritzats amb intervals de temps significatius. En la fase projectual s'aconsegueixen balanços adequats amb simulacions dinàmiques del comportament energètic de l'edifici.

En l'etapa operativa de l'edifici caldrà efectuar un seguiment apropiat amb la monitorització dels equips que correspongui a fi de mantenir els balanços energètics i identificar possible millores en la gestió dels equips.

Les evidències presentades anteriorment porten a la ineludible necessitat de distingir entre les prestacions i certificacions nominals dels edificis i les reals o mesurades. Per tenir en compte aquesta realitat en diversos països s'han instaurat dos tipus de certificacions energètiques: del projecte i en funcionament.

## 8 - Certificacions energètiques

Les certificacions energètiques d'edificis nous van entrar en vigor el 2002 a la Unió Europea i el 2007 a Espanya. A Catalunya també és obligatòria la certificació d'edificis i habitatges ja existents que es venguin o lloguin des de l'1/6/2013.

Altres països com els USA també han seguit el sistema de certificació europeu amb nivells de qualificació energètica identificats amb lletres. Amb la variant de que existeixen dos tipus de certificats energètics dels edificis: els auto-referencials o de projecte i els operacionals referents a l'edifici en funcionament.

### 8.1 - Certificat energètic projectual

Aquest certificat pròpiament constitueix un atribut de l'actiu immobiliari. Només és una referència indicativa per tenir en compte el valor dels immobles en condicions similars. Per les raons anteriorment esmentades aquest certificat no és garantia de que l'edifici s'hagi construït i funcioni segons les condicions especificades inicialment. A la figura nº 10 es mostra una etiqueta AS Designed del segell ASHRAE dels USA.

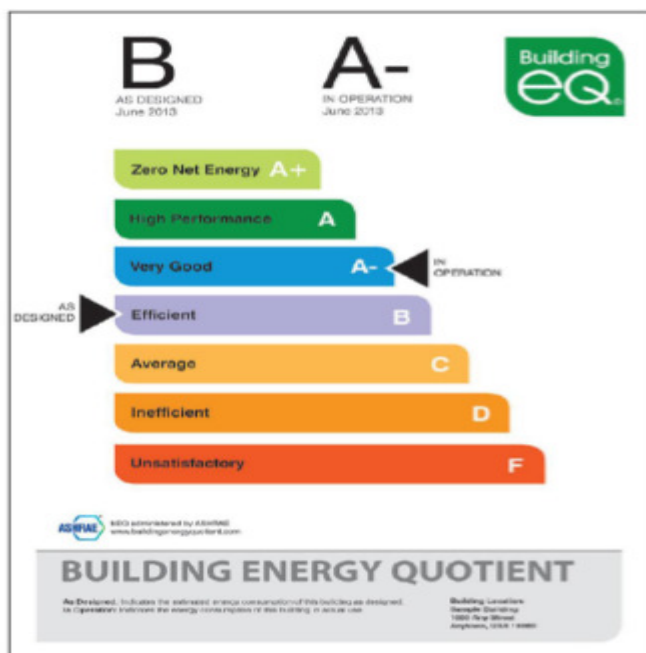


Figura 10 – Etiqueta de certificat energètic projectual

## 8.2 - Certificat energètic operacional

El Regne Unit i els USA han instaurat el certificat de l'edifici en funcionament o operatiu, (In Operation) que indica l'eficàcia en la gestió del funcionament energètic de l'edifici.

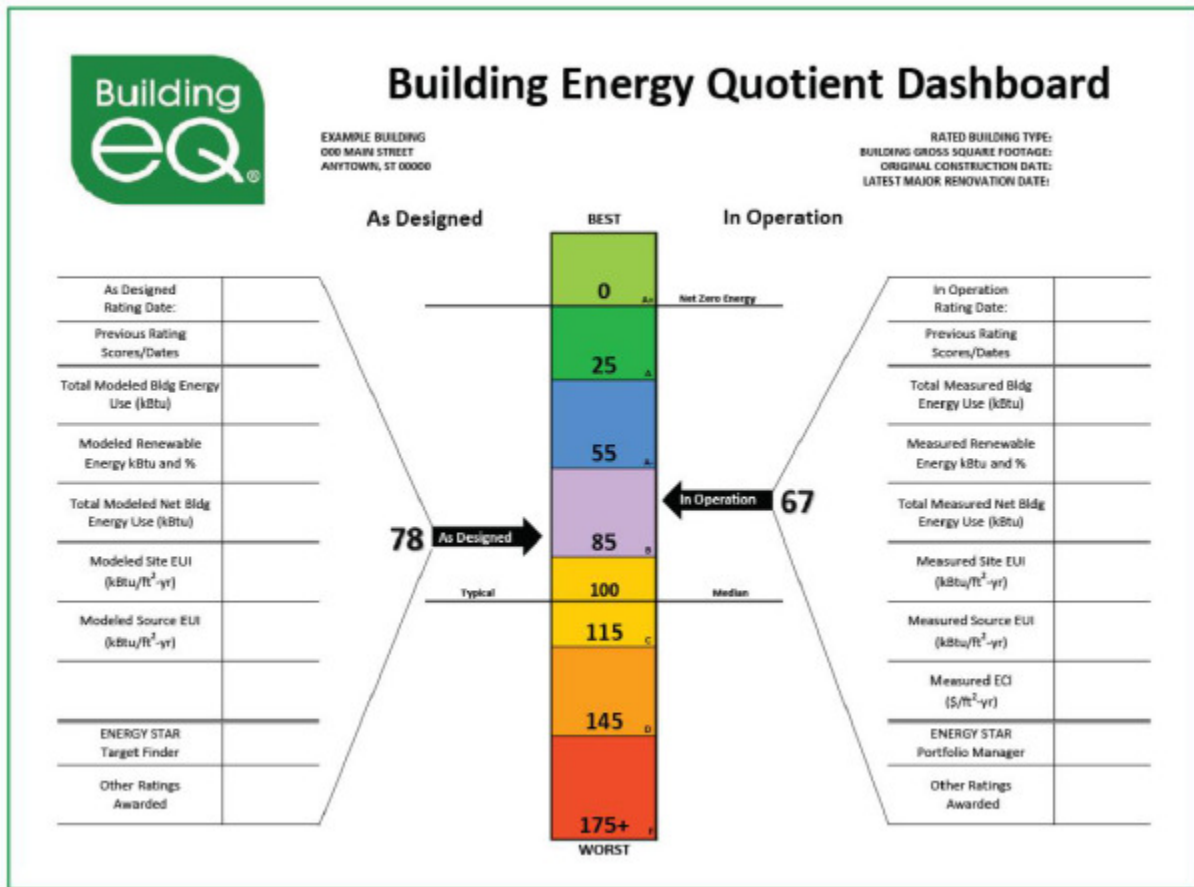


Figura 11 – Etiqueta de certificat energètic de l'edifici en funcionament

Aquest certificat operatiu es basa en consums mesurats, totals i parcials, una avaluació post-ocupacional i la comparativa benchmarking per establir la seva qualificació relativa a la bretxa prestacional, que pot ser positiva (millors prestacions) o negativa (pitjors prestacions). La figura n° 11 mostra un exemple del segell Building Energy Quotient.

## 9 - Noves xarxes de distribució de l'energia elèctrica.

En el decurs dels darrers anys diferents projectes de recerca europeus Grid4EU, Empower, Tr@nsener, etc. han explorat la viabilitat de dotar a les xarxes de distribució d'electricitat de noves potencialitats per convertir-se en el que comunament es coneix com a smart grids.

El projecte de Carros a prop de Nice a França (Grid4EU, 2015:83) sintetitza les noves funcionalitats de la xarxa de distribució, tant des de la vessant dels usuaris com dels distribuïdors, reconvertis en prosumers i agregadors respectivament.

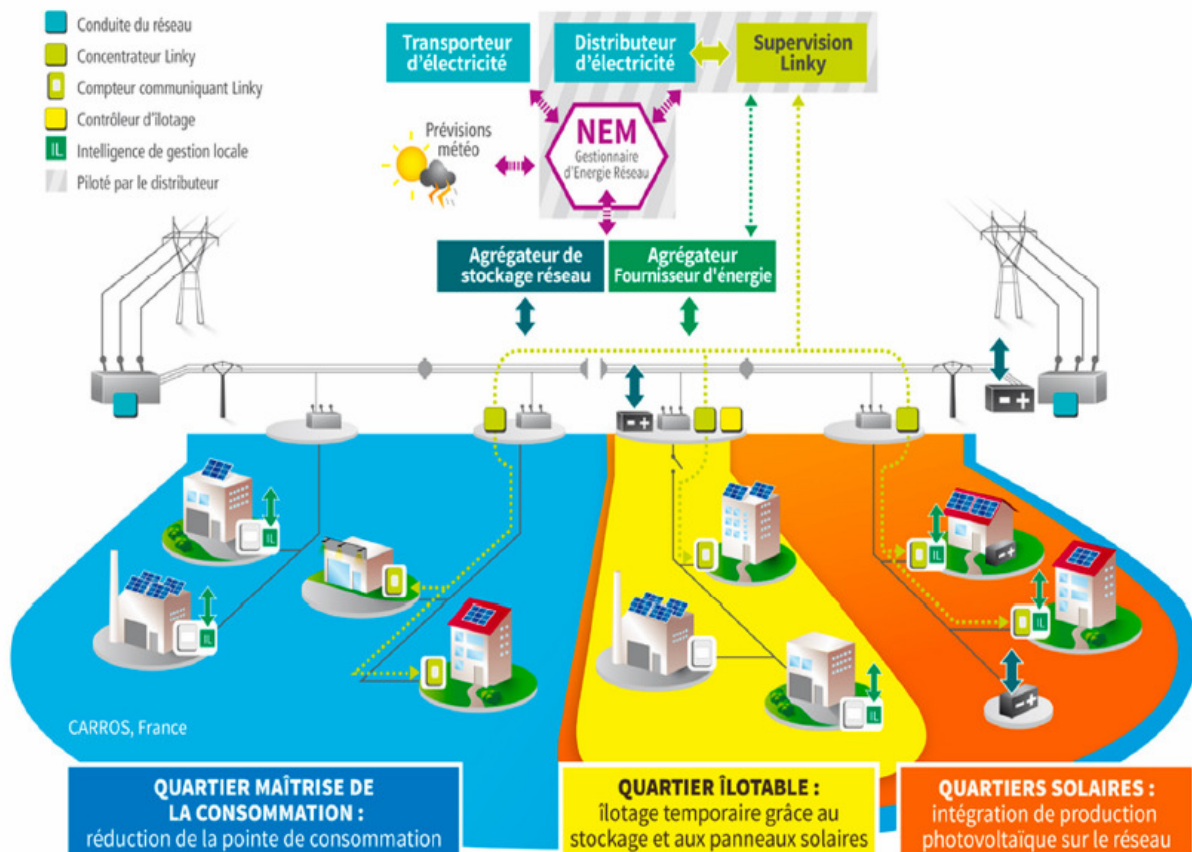
L'implantació de comptadors digitals d'energia elèctrica ha de permetre a cada usuari optimitzar la gestió de la seva pròpia demanda de forma que es podrà flexibilitzar la demanda agregada d'un edifici o d'un conjunt d'edificis, veure la figura n° 12.

Com mostra la figura n° 12 la generació d'energia elèctrica fotovoltaica a l'edifici o conjunt d'edificis, junt amb el seu emmagatzematge, pot permetre el funcionament en illa de les unitats

urbanes, proporcionant així major resiliència al sistema d'energia elèctrica local en cas d'avaria o tall de subministrament a la xarxa de transport. Aquest principi també l'ha adoptat l'estat de Nova York per la seva estratègia Reforming the Energy Vision.

Per altra banda en els emplaçaments en que es generen excedents d'energia elèctrica solar es poden abocar a la xarxa de distribució i eventualment a la de transport., veure figura nº 12.

En aquest nou sistema local és clau la figura de l'agregador que gestiona la xarxa de distribució local i la seva interconnexió amb la xarxa de transport. L'agregador s'encarrega del balanç local en temps real de l'energia produïda i la que es consumeix.



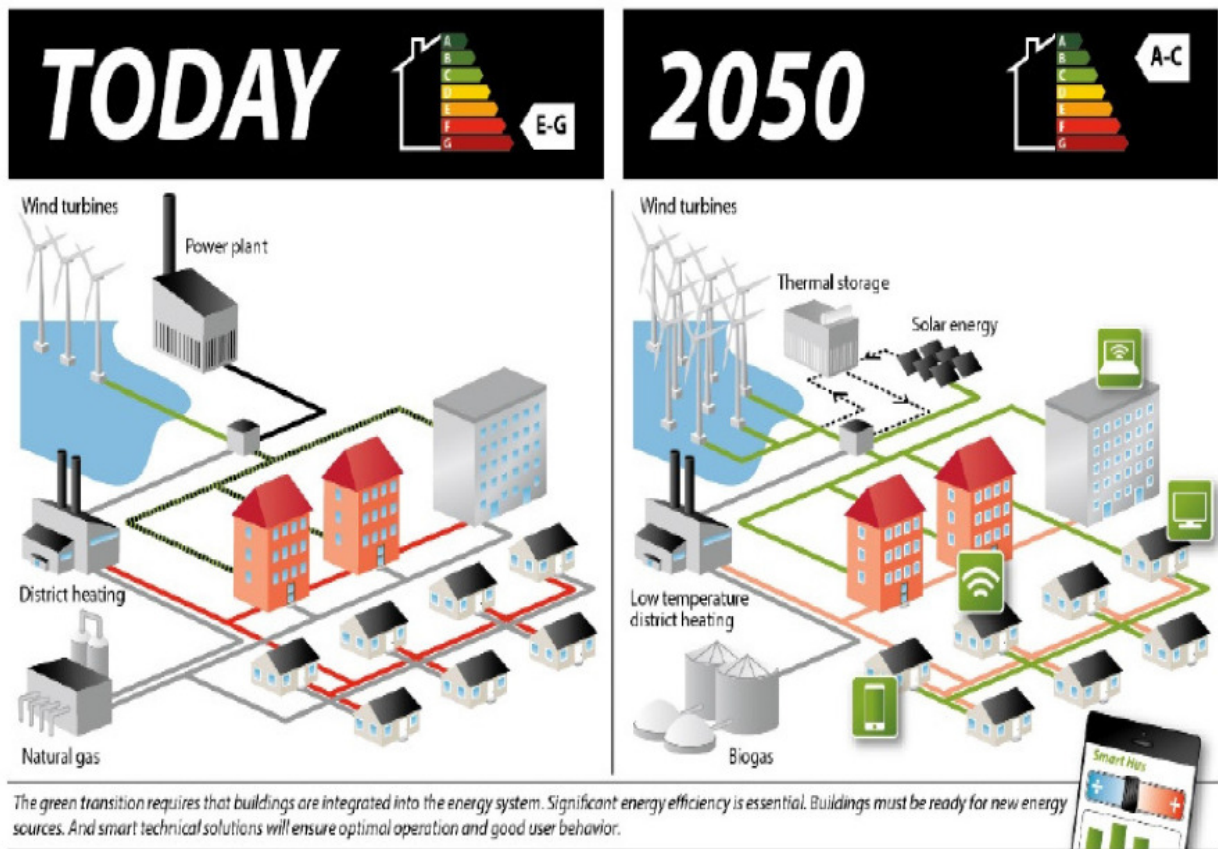
**Figura 12 – Esquema de principi del projecte Grid4EU**

El projecte Grid4EU ha arribat a termini amb resultats satisfactoris. El mateix es pot dir d'altres projectes de recerca europeus com el Empower i el Tr@nsener amb participació de centres de recerca de Catalunya.

Altres tecnologies emergents com el blockchain, que ha de permetre intercanvis d'energia entre particulars (peer to peer), venen a reforçar la possible existència de mercats locals de l'energia a baixa o mitja tensió. Es previsible que siguin capaços de proporcionar servei en condicions avantatjoses respecte del sistema tradicional actual.

Tal com es mostra a la figura nº 13 en el camí per aconseguir els objectius de descarbonització a llarg termini aquest sistema local haurà d'estar connectat a altres sistemes locals i centrals de producció d'electricitat d'origen renovable per proporcionar energia elèctrica a preus competitiu.





**Figura 13 – Configuració futura de la xarxa de distribució**

El que anomenem sistema distribuït local pot ser un agrupament d'edificis amb les característiques idònies per configurar-lo a escala d'una illa, un barri, raval, municipi o altre entitat territorial.

La figura de l'agregador pot revestir diverses formes jurídiques segons millor convingui a la comunitat local a la que ha de servir i alhora a la societat en general d'acord amb els objectius acordats per l'Unió Europea.

## 10 - Discussió

La necessitat de descarbonitzar l'economia per mitigar l'escalfament global tindrà una incidència notable en els sistemes energètics de tots els països. Per aconseguir-ho hi han aspectes estratègics relacionats amb l'energia que cal tenir en compte durant el procés de descarbonització i transició energètica.

Un altre aspecte cabdal és la qualitat de l'aire, sobretot en les aglomeracions urbanes, i la seva incidència sobre la salut humana en especial per les franges de població més vulnerables i particularment en el desenvolupament infantil ( Sunyer et al. 2014:5)

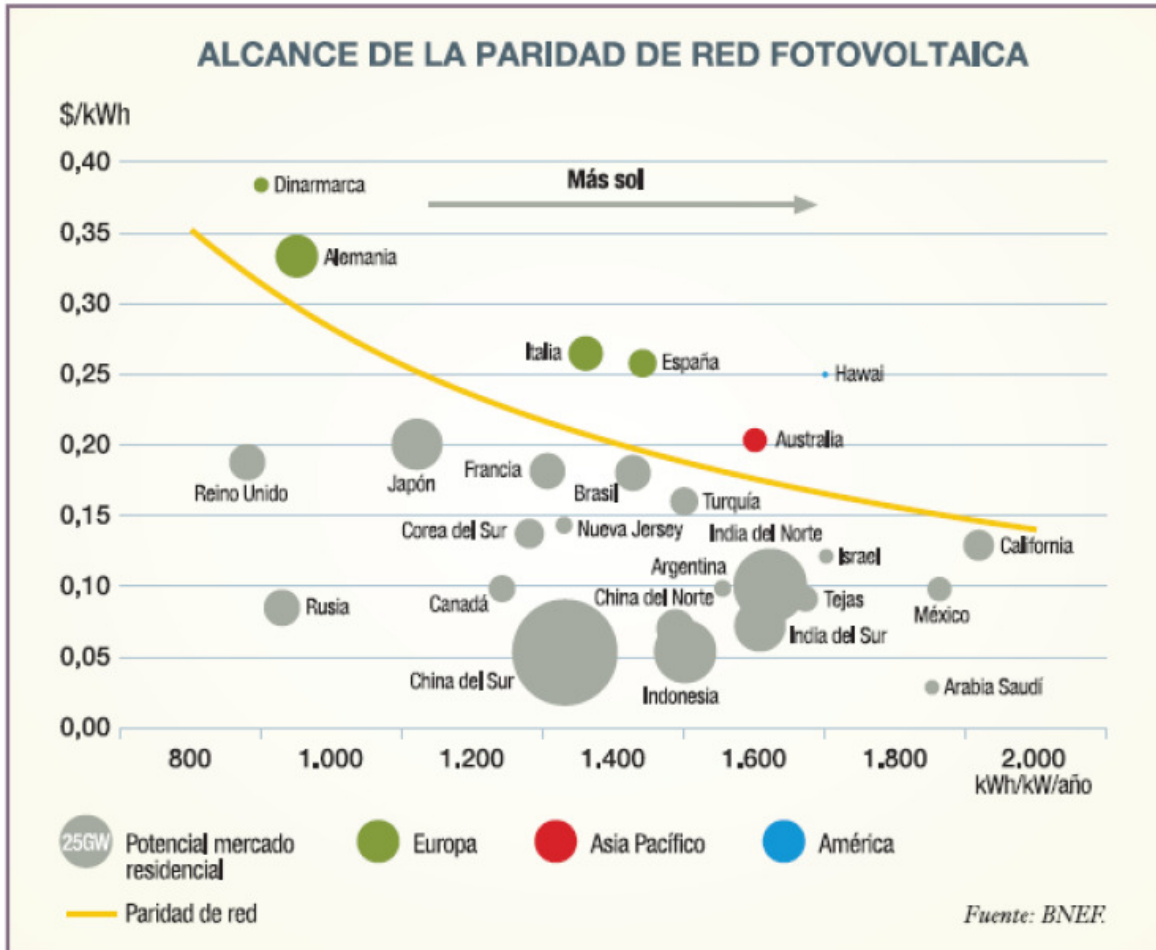
Aquest darrer impacte ja és motiu de preocupació en moltes ciutats i per tant les administracions municipals es troben empeses a adoptar mesures, encara que siguin puntuals, per pal·liar els efectes negatius immediats d'una deficient qualitat de l'aire. La contaminació atmosfèrica local està associada principalment a la mobilitat i el transport local, molt dependents dels combustibles fòssils arreu del món. El Pla Clima 2030 de l'Ajuntament de Barcelona preveu accions concretes en aquest apartat per adoptar d'immediat amb objectius a l'horitzó 2030.

El desenvolupament de la generació elèctrica distribuïda ve condicionat per la paritat de xarxa.

La paritat de xarxa es dona quan el cost de generació d'una font d'electricitat local és inferior o igual al preu de compra de l'electricitat a la xarxa elèctrica general. La disminució del cost del Kw pic fotovoltaic instal·lat és conseqüència de la disminució dels costos de fabricació de les cel·lules i de l'augment del seu rendiment de conversió.

Actualment a Espanya l'energia elèctrica fotovoltaica distribuïda és competitiva davant dels sistemes de generació centralitzats.

Geogràficament la paritat és funció de la latitud i de les condicions d'insolació com mostra el gràfic de la figura n° 14.



Fuente: [Informe anual UNEF, 2013](#)

**Figura 14 – Paritat de xarxa per a la generació fotovoltaica.**

No existeixen impediments tecnològics o estrictament econòmics per implantar la generació distribuïda a gran escala. Els beneficis del canvi de model energètic són obvis a nivell mediambiental i social, també ho poden de ser a nivell econòmic amb preus competitius de l'energia elèctrica en un mercat obert i atractiu també pel finançament d'aquesta transició energètica.

Alhora s'han constatat les dificultats del parc edificat per assolir objectius nZEB sota la premisa de l'edifici solament sense considerar el seu entorn.

S'ha fet palès que les actuacions a escala local comporten oportunitats decisives per la consecució dels objectius comunitaris en matèria d'energia i medi ambient.

El sector de l'edificació, junt amb el transport i la indústria, és un sector de consum energètic important. Al mateix temps està molt relacionat amb els altres, sobretot en l'aspecte de la mobilitat, per tant no es pot obviar la complexitat del sistema de demanda energètica en contextos urbans.

La transició energètica pressuposa canvis de les fonts d'energia primària i passar d'un sistema elèctric centralitzat a un de més distribuït.

Per reeixir en aquesta transició és necessari tenir eines de modelització d'escenaris de transició energètica contrastats per poder realitzar els estudis de prospectiva indispensables a fi d'assolir els objectius a llarg termini.

En els sistemes energètics hem de ser conscients que junt amb els aspectes tecnològics i econòmics el factor població és fonamental, la flexibilitat ha de ser una de les característiques principals dels models utilitzats.

## **11 – Conclusions**

Finalment convé sintetitzar el que s'ha exposat anteriorment en cinc punts bàsics per guiar les futures accions dels diferents actors de la Transició Energètica (ICAEN, 2017:7).

### **1 - Desplegament legislatiu**

S'ha de completar el desplegament legislatiu i reglamentari inherent a la directiva EPBD actual i a la seva propera reformulació prevista enguany.

Caldrà tenir en compte l'escala d'actuació i preveure les unitats urbanes adients.

Els aspectes prescriptius seran fonamentals i han de ser compatibles però amb actuacions de caràcter prestacional afavorides en un mercat immobiliari receptiu a les valoracions associades al cicle de vida.

### **2 – Re-dissenyar el mercat de l'eficiència energètica**

Hem discutit abastament sobre les limitacions que s'observen en les polítiques i praxis de l'eficiència energètica. S'ha de ser conseqüent amb l'evidència aportada i emprendre nous dissenys del mercat de l'eficiència energètica.

### **3 – Cooperació**

Els objectius plantejats són molt ambiciosos, per tant cal ser plenament conscients dels reptes que comporten. Per afrontar-los caldrà una coordinació eficaç entre tots els actors: les administracions, les empreses i els ciutadans.

Per la naturalesa dels canvis que cal abordar en diferents àmbits es preveu que el rol de les administracions locals serà fonamental. Ha d'actuar amb certa urgència atesa la problemàtica de la qualitat de l'aire.

El sistema elèctric actual, desenvolupat sobre el model energètic històric, ha d'evolucionar per incorporar els nous actors del mercat elèctric a diferents estrats.

### **4 – Governança**

Caldrà desenvolupar nous paradigmes de governança del sistema elèctric que potenciïn la consecució del objectius comunitaris.

Per descomptat que serà necessària la participació de la ciutadania, al capdavant tothom depèn dels sistemes energètics, tant com a consumidor com també com a productor, més enllà de l'autoconsum. Noves formes d'organització social en relació a l'energia han de poder tenir el seu protagonisme en el nou model energètic.

### **5 – Comunicació**

Cal facilitar la difusió i disseminació dels resultats dels projectes de recerca i innovació europeus a les diferents capes de la població doncs sovint aquest coneixement sols arriba a cercles empresarials i professionals especialitzats. Aquesta funció ha de ser molt curosa per evitar percepcions equívocues dels temes energètics entre la ciutadania i evitar expectatives infundades.

## Llistat de figures

- Figura 1 – Disminució del consum de petroli mundial a l'edificació.  
Figura 2 – Grau d'avançament de la definició nZEB a diversos països de la UE.  
Figura 3 – Definició de les fronteres d'un ecodistricte.  
Figura 4 – Estructura estàndard del parc edificat.  
Figura 5 – Reglamentació energètica i praxis a Alemanya ( Erhorn et al. 2012:3)  
Figura 6 – Efecte rebot  
Figura 7 – Diferències entre consum previst i mesurat.  
Figura 8 – Comparativa entre consums reals i previstos per blocs d'habitatges.  
Figura 9 – Modalitats de bretxa prestacional.  
Figura 10 – Etiqueta de certificat energètic projectual  
Figura 11 – Etiqueta de certificat energètic de l'edifici en funcionament  
Figura 12 – Esquema de principi del projecte Grid4EU  
Figura 13 – Configuració futura de la xarxa de distribució  
Figura 14 – Paritat de xarxa per a la generació fotovoltaica.

## Referències bibliogràfiques

ERHORN,H., ERHORN-KLUTTIG, H. i STAUDT, A. (2012), *Auswirkungen der novellierten Energie- sparordnung (EnEV) und des Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetzes (EEWärmeG) 2009 auf die Festlegungen im NEH-Beschluß der Landeshauptstadt Stuttgart*. IBP-Bericht WB 148/2010 (Stuttgart, Fraunhofer Institut für Bauphysik), 3.

FUERST,F. i WEGENER.M. (2013) “Energy Efficiency of Buildings: A new Challenge for Urban Models” . Chapter 9 in Y.Jin (ed) *Applied Urban Modelling: Assessing Pathways towards Energy Efficient and Climate-Wise Regions* (Cambridge, British Academy), p.4.

Grid4EU, (2015) “Innovation for Energy Networks” Seventh Framework Programme, Grant Agreement n° 268206, p.83.

ICAEN, (2017) “ La transició energètica en eu món canviant”, Institut Català de l'Energia, Generalitat de Catalunya, Barcelona, pp.7.

IZARD, J.L. (1979) “ ArchiBio” Parenthèses (éditions), Roquevaire, pp. 112-115.

KHOURY, J., HOLLMULLER. P., LACHAL, B.M., (2016) “Energy performance gap in building retrofit: characterization and effect on energy savings potential” Université de Genève, Status-Seminar: Forschen für den Bau im Kontext von Energie und Umwelt, p.7.

MAJCEN, D., (2016) “Predicting energy consumption and savings in the housing stock – A performance gap analysis in the Netherlands”. *Architecture and the Built environment*, [abe.tudelft.nl](http://abe.tudelft.nl), p.83.

MARZO, M. (2018) “Informe anual de l'Agència Internacional de l'energia sobre prospectiva energètica. Aspectes rellevants”. Presentació al Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya, Barcelona, p.39.

PRITCHARD, R.M., (2014) “Narrowing the energy performance gap in non-domestic buildings with aspirational Sustainability targets” MPhil in Engineering and Sustainable Development, Department of Engineering, University of Cambridge, UK, p.15.

SUNYER, J., ESNAOLA, M., ALVAREZ-PEDREROL, M., NIEUWENHUIJSEN, M., QUEROL, X. “Traffic-related air pollution in schools impairs cognitive development in primary school children”. ISEE 2014, 24th-28th August 2014, Seattle (USA), pp.5.

TORCELLINI, P., PLESS, S., DERU, M., CRAWLEY, D. (2006) “Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition”. ACEE Summer Study, Pacific Grove, California, pp.1,4 i 5.

Barcelona, 28 de febrer de 2018.  
Francesc Bonvehí

**3r Congrés d’Economia i Empresa de Catalunya**

**17 de maig de 2018.**

**Col·legi d’Economistes de Catalunya**