



ZEMeds

PROMOTING RENOVATION OF SCHOOLS IN A MEDITERRANEAN CLIMATE UP TO NEARLY ZERO-ENERGY BUILDINGS



Estat de l'art dels edificis de consum d'energia quasi nul (nZEB) en la zona mediterrània

Juny 2014



Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

Energia Intel·ligent per Europa

El projecte ZEMedS està cofinançat per la Unió Europea en el marc del Programa *Energia Intel·ligent per Europa* (en anglès, *Intelligent Energy Europe* (IEE)), convocatòria CIP-IEE-2012.

La responsabilitat del contingut d'aquesta publicació correspon exclusivament als seus autors. No reflecteix necessàriament l'opinió de la Unió Europea. Ni l'EASME ni la Comissió Europea són responsables de l'ús que pugui fer-se de la informació aquí difosa.

Informe preparat per Dr Niki Gaitani (Universitat d'Atenes, NKUA)

Co-autors:

Clara Ferrer (ASCAMM), Alexandros Pantazaras (NKUA), Claudia Boude (GEFOSAT), Michaël Gerber (Agència de l'Energia de Montpeller, ALEM), Anna Laura Lacerra (Província d'Ancona), Martina Pennacchietti (Província d'Ancona), Maria Cristina Vennera (Província d'Ancona), Alessandra Vallasciani (Província d'Ancona), Roberta Ansuini (Província d'Ancona).

Han contribuït:

Lorena Vidas (ANCI Toscana), Guendalina Barchielli (ANCI Toscana), Valeria Vangelista (Eurosportello), Pietro Viganò (Eurosportello).

Més informació: www.zemedes.eu

RESUM EXECUTIU

Actualment, els edificis representen l'oportunitat més important per a l'estalvi energètic i la reducció de les emissions de CO₂ a Europa. L'objectiu de reduir el consum energètic en edificis ha fet aparèixer el concepte d'edificis de consum d'energia quasi nul (en anglès, *nearly Zero Energy Buildings*, nZEB). Dins el marc legislatiu europeu, els edificis de consum d'energia quasi nul han generat un important interès que ha portat a la Unió Europea a comprometre's en la implementació efectiva d'aquest objectiu. Aquest compromís demana també dels esforços dels Estats membres per a contribuir a l'eficiència energètica en el sector de la construcció, mitjançant l'adopció dels instruments polítics i les regulacions apropiades.

La Directiva sobre Eficiència Energètica (EED, 2012/27/EU) adoptada l'octubre de 2012, inclou el requeriment als Estats membres de desenvolupar estratègies de renovació del seu parc d'edificis a llarg termini. La EED va ser aprovada amb l'objectiu d'ajudar a assolir l'objectiu de la UE d'assolir un 20% d'eficiència energètica per a l'any 2020, així com per a preparar el camí per a noves millores. Juntament a la EED, la refundició de la directiva sobre el comportament energètic dels edificis (EPBD, 2010/31/EU) de 2010, estableix importants requeriments que inclouen la certificació del comportament energètic dels edificis, mecanismes d'inspecció de les calderes i aparells d'aire condicionat, o la necessitat dels nous edificis de ser de consum d'energia quasi nul. La EPBD estableix uns estàndards mínims de comportament energètic per a aquells edificis que siguin renovats. Segons l'article 2.2 de la refundició de la EPBD "un edifici de consum d'energia quasi nul és aquell que té una eficiència energètica molt alta, tal i com es determina en l'Annex I. La quantitat d'energia que requereix l'edifici, ja sigui molt baixa o quasi nul·la, ha de ser coberta per energia precedent de fonts renovables, incloent aquella energia precedent de fonts renovables instal·lades a l'edifici o al seu entorn".

Més específicament, l'Annex I estableix que "l'eficiència energètica d'un edifici es determina en funció a l'energia anual, calculada o real, que és consumida per l'edifici a fi de cobrir les diferents necessitats associades a un ús típic i ha de reflectir les necessitats d'energia per a calefacció i per a refrigeració (energia necessària per evitar el sobreescalfament) a fi de mantenir les condicions de temperatura esperades per a l'edifici, i la necessitat d'aigua calenta sanitària". La EED complementa la Directiva 2010/31/EU posant l'atenció en edificis existents que segueixen un procés de renovació. Aquest no només garanteix que el seu comportament energètic millori sinó que també busca incrementar el nombre d'edificis renovats. La directiva posa especial atenció en aquells edificis de propietat pública ja que aquests representen una part molt important del parc d'edificis i tenen una important visibilitat social. L'article 4 de la EED descriu els principis bàsics, que han d'assegurar que els Estats membres defineixin una estratègia a llarg termini per mobilitzar la inversió per a la renovació del parc nacional d'edificis residencials i terciaris, tant públics com privats. L'article 5 de la directiva estableix que els edificis públics han de jugar un paper exemplar en aquesta estratègia de renovació. Tots els Estats membres han de garantir que, a partir de l'1 de gener de 2014, un 3% de la superfície total calefactada i/o refrigerada dels edificis de titularitat pública serà renovada anualment per tal d'assolir els requeriments mínims d'eficiència energètica fixats a l'Article 4 de la Directiva 2010/31/EU. Aquest 3% ha de ser calculat en base a la superfície total d'aquells edificis amb un total de superfície útil de més de 500 m² i que siguin propietat i ocupats pel govern central dels Estats membres. Aquest llindar serà rebaixat a 250 m² a partir del 9 de juliol de 2015. A més, el full de ruta sobre energia per al 2050, publicat el 15 de desembre de 2011, va més enllà dels objectius 2020 i aporta una anàlisi de les orientacions polítiques a més llarg termini i que assenyalen el compromís de la EU amb la reducció de les emissions de gas hivernacle en un 80-95% respecte el nivell de 1990 per a l'any 2050.

Avui en dia, a Europa, la majoria de l'activitat de renovació aconsegueix només modestos estalvis energètics (probablement al voltant de 20-30%); tanmateix, cal incrementar les renovacions "profundes" fins a nivells d'estalvi entorn del 60% si es vol actuar sobre tot el potencial econòmic. L'Institut Europeu del Comportament dels Edificis (*Buildings Performance*

Institute Europe - BPIE) ha estudiat l'impacte de les diferents estratègies de renovació i el seu resultat en termes d'estalvi energètic i reducció d'emissions. Els resultats mostren que en aquells escenaris en els quals tant l'abast com la intensitat de les renovacions s'incrementa, les possibilitats de descarbonització del sistema energètic s'amplien significativament. La definició qualitativa, així com els diferents punts de vista sobre el que suposa un consum energètic quasi nul, han generat un important debat internacional entre els experts. Hi ha hagut importants intents d'oferir un ventall d'especificacions addicionals referents a la terminologia i les definicions d'aquells edificis que consumeixen molt poca o nul·la energia (o CO₂), incloent-hi aquells que mostren una producció neta d'energia – 'energia positiva' (Ferrante, 2012). Torcellini i altres autors (2006) han aportat 4 definicions basades en un important volum de dades sobre els ZEB (*Zero Energy Building*):

- Energia Zero – balanç a l'emplaçament (*net-zero site energy*): Un ZEB a emplaçament produeix com a mínim tanta energia com la que consumeix anualment, agafant com a base l'emplaçament de l'edifici;
- Energia Zero – balanç a la font energètica (*net-zero source energy*): Un ZEB a font produeix com a mínim tanta energia com aquella que consumeix al llarg de l'any, agafant com a base la font d'energia. En aquest cas, la font d'energia fa referència a l'energia primària utilitzada per generar i lliurar energia a l'emplaçament de l'edifici;
- Energia Zero – balanç de cost energètic (*net-zero energy costs*): En un ZEB a cost, la quantitat econòmica que rep l'edifici en concepte d'energia exportada a la xarxa ha d'ésser compensada anualment per les factures energètiques corresponents a l'ús de l'edifici;
- Energia Zero – balanç d'emissions (*net-zero energy emissions*): Un edifici amb balanç d'emissions zero produeix com a mínim tanta energia renovable neta d'emissions com la que utilitza provinent de fonts que emeten emissions;

A més, diverses metodologies han estat proposades. Aquestes tracten amb elements molt diversos com són:

- Mètrica per al balanç: energia lliurada, energia primària, emissions de CO₂ (equivalent), cost de l'energia
- Període del balanç: anual, mensual
- Tipus d'ús energètic: energia per al funcionament, energia total, ús energètic i energia gris (energia embeguda)
- Tipus de balanç: generació/ús, xarxa in/out
- Opcions de subministrament d'energia renovable: petjada ecològica, a l'emplaçament, fora de l'emplaçament
- Factors de conversió (per energia primària i emissions de CO₂)

Tot i l'aparició de les recents metodologies i projectes innovadors, la complexitat del concepte nZEB i les polítiques existents, tant nacionals com regionals, han conduït a la situació actual, en la qual tan sols alguns països han fixat estàndards referents a nZEB. A finals de novembre de 2012, i segons l'informe de la Comissió Europea en relació al progrés dels Estats membres en el disseny dels plans nacionals per a l'elaboració de polítiques i mesures (com l'establiment d'objectius per estimular la transformació dels edificis renovats en edificis de consum quasi nul (nZEBs)), només 9 Estats membres (Bèlgica, Dinamarca, Xipre, Finlàndia, Lituània, Irlanda, Holanda, Suècia i el Regne Unit) han aportat informació sobre els seus plans nacionals a la Comissió. Pel que fa a la definició pràctica de la nZEB, només 5 Estats membres (Bèlgica, Xipre, Dinamarca, Irlanda i Lituània) van presentar una definició que conté tant un objectiu numèric com un percentatge d'energia renovable. Quinze Estats membres (Bèlgica, la República Txeca, Dinamarca, Estònia, Finlàndia, Alemanya, Grècia, Hongria, Irlanda, Letònia, Eslovàquia, Suècia, Holanda i el Regne Unit) van presentar objectius intermedis per a la millora

del comportament energètic dels nous edificis al 2015, on la majoria posava especial atenció en reglamentacions per edificació més ambicioses i/o en nivells superiors dels certificats d'eficiència energètica. Tot i que la majoria dels Estats membres van aportar informació sobre un seguit de mesures de suport a la promoció dels nZEB, que inclouen incentius financers, l'enfortiment de la reglamentació sobre edificació, accions de conscienciació social o projectes de demostració, no sempre queda clar de quina manera aquestes mesures fan referència específicament als nZEB. Els Plans Nacionals haurien d'aportar mesures que garanteixin que els objectius fixats per al 2018 – 2020 són assolits tant a la pràctica com ho són sobre paper.

Ja que la naturalesa qualitativa de la definició de nZEB deixa un ampli marge a la interpretació, els Estats membres han de seguir diferents camins i assumir diferents estàndards per tal de complir amb la directiva.

El projecte ZEMedS se centra en la renovació d'escoles a nivell nZEB en regions mediterrànies, una àrea que representa el 17% de la població de la UE. Aquest document ofereix un resum de l'estat actual en 4 països de la zona mediterrània (França, Grècia, Itàlia i Espanya) en relació a l'enfocament nZEB i a l'estat actual de les escoles públiques. En les regions mediterrànies d'Itàlia, Grècia, Espanya i França, hi ha unes 87.000 escoles i un gran potencial per a fomentar l'eficiència energètica i l'assoliment dels objectius nZEB.

Espanya està implementant gradualment les directives europees relacionades amb l'eficiència energètica en els edificis. En relació als edificis de consum d'energia quasi nul, encara no existeix un full de ruta específic i no existeixen segells voluntaris per edificis nZEB (ni d'energia positiva). Pel que fa a les bones pràctiques, s'han implementat algunes iniciatives per reduir el consum d'energia a les escoles, en relació a la seva gestió i ús. Tot i així, no s'ha identificat cap escola que hagi sigut renovada seguint un enfocament integral i que hagi assolit un molt baix consum energètic. A Espanya la manca de dades sobre el comportament energètic dels edificis existents és una barrera molt important en el moment de dur a terme accions de renovació. En particular, en el cas de Catalunya, un gran nombre d'escoles han estat objecte d'auditories energètiques per part de les autoritats municipals en el marc dels corresponents PAES (Pla d'Acció per a l'Energia Sostenible). Malauradament, aquestes dades no són compartides automàticament amb els encarregats polítics de la renovació dels edificis, el Govern de la Generalitat de Catalunya. A més a més, tot i la manca de confort interior en una gran nombre d'escoles catalanes (baixos nivells de ventilació, sobreescalfament, enlluernament, etc.), la qualitat ambiental interior no ha estat objecte de cap estudi rellevant fins la data. El desenvolupament d'un programa per a mesurar el consum energètic i la qualitat ambiental de l'edifici serien un bon de partida per a aportar dades a un suposat "observatori de les escoles" o inclús "un observatori dels edificis". Tot i aquesta manca d'informació sobre consums d'energia, la informació disponible sobre la mitjana de consum a les escoles catalanes mostra un ampli ventall de resultats, que es mouen entre els 68-122 kWh/m²/any, per 354 escoles, amb una contribució tèrmica del 60-90%. En principi, els edificis construïts abans de l'existència de regulacions tèrmiques haurien de mostrar un major consum energètic que aquells construïts més recentment. Tot i això, les demandes creixents de confort i l'ús de les noves tecnologies resulten en un major ús de les instal·lacions i demostra que les escoles construïdes més recentment poden arribar a consumir més energia que aquelles construïdes als anys 60-70's. A part de la demanda energètica, és important tenir en compte també els requeriments habituals sobre les condicions ambientals interiors, amb l'objectiu d'evitar possibles conseqüències adverses. Les escoles, en general, es caracteritzen per una alta densitat d'usuaris, el que s'associa amb la concentració de certs contaminants i per tant amb una reducció de l'atenció dels alumnes i una menor predisposició per a l'aprenentatge.

A Grècia, la transposició de la Directiva Europea 2009/28/EC va tenir lloc el juny de 2010 mitjançant la llei estatal N.3851/2010 sobre energia renovable (FEK 85/A/4.6.2010). Tots els edificis públics, l'any 2015, i els nous edificis, l'any 2020, hauran de cobrir el consum d'energia primària amb fonts renovables, sistemes de cogeneració, xarxa de districte i bombes de calor eficients. La recent reglamentació grega sobre energia i relacionada amb la refundició de la EPBD 2010/31 es va presentar el febrer de 2013. Aquesta llei aporta un enfocament més

estricte, amb més control i contempla les restriccions temporals per al 2020. Tot i així, és important fer una significativa tasca de recerca per definir el full de ruta dels nZEB a Grècia. Caldria adoptar una definició pràctica dels nZEB que inclogués un indicador numèric sobre demanda d'energia i el percentatge d'energies renovables. Fins al moment no existeix cap disposició legislativa que inclogui la 2012/27 EED sobre renovació d'edificis públics. Grècia compta actualment amb 15.446 escoles de les quals 4.500 tenen més de 45 anys. El consum energètic total dels edificis escolars a Grècia se situa entorn dels 270.000 MWh. Des del 2011 per a aconseguir un permís de construcció d'un nou edifici és necessari assolir un percentatge de fracció solar del 60% per al subministrament d'aigua calenta (PAES grec, 2010), o demostrar l'existència de dificultats que n'impedeixen el compliment. Els edificis de nova construcció i les grans renovacions han d'assolir la classe energètica B i cal que respectin uns valors màxims de transmitància, així com incloure sistemes de recuperació de calor en les unitats centrals de climatització. Segons les últimes investigacions i publicacions científiques, el consum mitjà d'energia en una escola grega de secundària és de 16 kWh/m²/any per l'electricitat i 68 kWh/m²/any per calefacció de gasoil. El consum mitjà d'energia s'ha categoritzat per zones climàtiques i es troba entre els 49 kWh/m²/any i els 90 kWh/m²/any. En referència a les escoles gregues, l'Organització per als Edificis Escolars (SBO) rep pressupost per part del govern central per a cobrir les despeses relacionades amb les infraestructures a tot el país. La SBO s'encarrega de la construcció d'escoles a través d'un sistema de finançament alternatiu basat en la col·laboració pública - privada. La responsabilitat de les activitats de manteniment s'assigna al municipi del qual depèn l'escola. Quan sorgeix la necessitat de renovar l'edifici, el director de l'escola es posa en contacte amb el departament tècnic de l'Ajuntament que inicia les accions de renovació o reparació mitjançant la publicació d'un procés de contractació pública. Al començament de cada anualitat, responsables del departament d'economia i d'ensenyament estableixen el pressupost total destinat al manteniment de les escoles, tal i com hagi estat planificat en el pressupost general.

Itàlia va transposar la refundició de la Directiva EBPD l'agost de 2013 tot i que encara no n'ha publicat els decrets pertinents (definicions i plans d'acció). Aquest fet ha limitat considerablement el desenvolupament i la implementació de les mesures nZEB, ja que les disposicions tècniques que regulen l'activitat encara no han estat actualitzades. Les limitacions reglamentàries fan referència en general al consum de calefacció, mentre que pel que fa a la refrigeració només es consideren alguns aspectes. Les vacances escolars en la zona mediterrània tenen lloc, principalment, a l'estiu (2 mesos per als mestres i 3 per als estudiants) fet que implica que la majoria de les escoles italianes no comptin amb sistemes de refrigeració. Com a resultat, les escoles tenen un consum energètic que no és molt alt, malgrat que, per altra banda, això genera un seguit de problemes de confort (des de l'abril a l'octubre) així com certes ineficiències (p.ex. durant alguns dies de tardor i primavera la calefacció està funcionant i els usuaris obren les finestres). Més d'un 60% de les escoles italianes es van construir sense que existís una reglamentació tèrmica (abans del 1976) i menys del 10% es van construir després de l'adopció de la llei 10:1991 que va suposar la primera llei que introduïa requeriments específics relatius a l'eficiència energètica. La gran majoria de les escoles a Itàlia són de caràcter públic, amb el subseqüent impacte que sobre això han tingut les limitacions pressupostàries del govern. L'estat de les escoles experimenta un constant empitjorament; tanmateix, hi ha una gran manca de finançament per a la seva renovació. A més, un gran nombre d'escoles necessitaria millorar la seva resposta en cas de sisme, la qual cosa es considera més urgent que implementar millores d'eficiència energètica, tot i que resulta molt més costós.

A França, un conjunt d'objectius específics van ser definits per la Taula Rodona sobre Medi Ambient (*Grenelle de l'environnement*) i implementats en forma de llei el 2009. Així, s'ha fomentat un extens desenvolupament de nous edificis de baix consum; essent el següent pas el desenvolupament d'edificis d'energia positiva per a l'any 2020. Actualment es duen a terme renovacions extensives del parc d'edificis existent, tenint per objectiu 400.000 renovacions anuals (Ecofys, 2013), que suposin una reducció del 38% en el consum d'energia primària per a l'any 2020. Els edificis públics han d'ésser renovats per assolir un mínim de reducció del

consum energètic del 40% i una reducció del 50% en emissions de gas hivernacle al llarg dels propers 8 anys. (PAES francès, 2010).

Les autoritats locals són les responsables de prendre les decisions quan es tracta de renovar els edificis escolars. En molts casos, però, les autoritats no disposen de la informació necessària sobre el consum energètic o en referència a indicadors del confort dels edificis. Així, la decisió de renovar una escola no sempre té en compte el consum energètic d'aquesta, sinó que sovint és una decisió política. Tanmateix, en el moment en què s'aprova un projecte de renovació, les autoritats locals estableixen els valors d'eficiència energètica i de confort així com el pressupost disponible per a l'operació. Seguidament nomenen un equip tècnic (format per arquitectes i consultors) per al projecte amb la responsabilitat de contactar amb les empreses responsables d'implementar el projecte. A més, cal preveure tasques addicionals que poden tenir un important impacte sobre el pressupost de l'operació. Així, per exemple, cal considerar inicialment altres reglamentacions que fan referència a l'accessibilitat o seguretat. En moltes ocasions, els municipis es troben amb problemes de finançament i es veuen obligats a establir prioritats.

Malauradament, la reglamentació tèrmica relativa als edificis existents no es prou ambiciosa. I els propietaris es limiten generalment a complir amb les reglamentacions existents sense considerar la possibilitat d'anar més enllà. En aquest sentit, per tal d'assolir els objectius nZEB, és necessari que els propietaris estableixin els objectius a l'inici del projecte. No obstant, en molts casos s'observa una manca d'expertesa en aquest àmbit. Tant els propietaris com els responsables del disseny (arquitectes i consultors) es poden trobar amb una falta d'expertesa. En aquest sentit, la preparació d'una anàlisi de costos global serà una eina de gran utilitat per aquells que han de prendre decisions respecte a les solucions a adoptar. La formació tant dels responsables polítics com dels arquitectes i altres professionals involucrats amb el disseny dels edificis és fonamental per incrementar el grau de conscienciació sobre aquest tema.

A França, especialment a la regió del Llenguadoc-Rosselló, cada vegada es coneixen més els primers exemples de renovacions exitoses. Aquestes foren promogudes i recolzades financerament per part de l'ADEME (l'Agència Francesa del Medi Ambient i l'Energia) i de la regió del Llanguedoc-Rosselló. Representen un bon exemple de com gestionar aquest tipus de projecte en termes d'eficiència energètica, tenint també en compte el confort d'estiu. Tot i això, els resultats acurats no són immediats i manquen indicadors quantitius. Aquestes iniciatives, juntament amb els casos d'estudi del projecte ZEMedS són essencials per a familiaritzar els responsables polítics i els equips de disseny amb l'enfocament nZEB.

En el moment de fixar les prioritats per a la renovació d'edificis, cal tenir en compte diverses necessitats (seguretat, manteniment, necessitats d'espai, estalvi energètic, etc.) així com el pressupost disponible i els possibles canals de finançament. Actualment, la crisi econòmica experimentada per gran part dels països mediterranis ha reduït la capacitat financera, dedicant el pressupost a cobrir només aquelles necessitats més urgents i reduint les capacitats dels ajuntaments i dels governs regionals. Aquest fet, mostra com s'obliden certes oportunitats de finançament com és el cas de l'aprofitament de partides FEDER.

Les fonts de finançament per a la renovació d'edificis públics (escoles en aquest cas) variarà en funció de les característiques nacionals i regionals. Tot i així, a Catalunya els costos de renovació i les mesures d'eficiència energètica són finançades amb fons propis. Aquest fet suposa una important pressió per als ajuntaments i els governs regionals ja que la disponibilitat de recursos s'ha vist substancialment reduïda els darrers anys. Una de les opcions per a incrementar la capacitat de finançament dels projectes nZEB és una millor utilització dels fons Regionals FEDER. En aquest sentit, la provisió d'aquests fons estarà basat en la definició d'unes prioritats nacionals i regionals indicades en els programes operatius corresponents.

La majoria de les regions mediterrànies tenen un clima amb hiverns relativament suaus i estius calorosos. Tot i que entre les diferents regions mediterrànies es poden trobar importants diferències, la majoria comparteixen certs distintius: a la majoria de les ciutats de costa la temperatura mínima mitjana anual és de 5 a 10°C i la màxima entre 27 i 34°C. Una altra

característica del clima mediterrani és que com més alta és la temperatura de l'aire, més gran serà la fluctuació mitjana de temperatura durant el mes més calorós. A més, les regions d'interior acostumen a presentar un clima més sever amb temperatures més baixes al hivern i més altes a l'estiu.

Al llarg de les darreres dècades s'ha experimentat un augment considerable en les demandes de refrigeració als estius a la zona mediterrània, especialment en les zones urbanes. L'escalfament global s'espera que tingui un efecte advers, tant per al medi ambient com per a la societat en les regions mediterrànies, amb escenaris futurs que preveuen un increment de la temperatura entre 2,2 i 5,1°C per a l'any 2100, o fins i tot abans d'aquesta data. Segons l'IPCC (2007), un augment mitjà de la temperatura d'1,5°C es probable que tingui conseqüències severes per al medi local i els ecosistemes, mentre l'augment de temperatura s'espera que provoqui perllongades onades de calor, menys precipitacions i estius més llargs. Aquestes prediccions han de ser considerades seriosament a l'hora de renovar edificis públics, especialment escoles.

Un enfocament holístic hauria de considerar la implementació de mesures rentables (durant el cicle de vida de l'edifici), així com la qualitat ambiental interior (abreviat IEQ en anglès) a les escoles. El projecte ZEMedS marcarà el camí per a una estratègia definida de renovació, considerant l'envolupant de l'edifici, els sistemes actius i les fonts d'energia renovable, així com la gestió energètica i el comportament dels usuaris en les escoles mediterrànies.