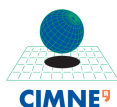




AFFIRMATIVE INTEGRATED ENERGY DESIGN ACTION

AIDA

Guia per a la incorporació d'una acció dins del PAES per a la promoció d'Edificis de Balanç Energètic Quasi Zero (o nZEB) públics



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

The sole responsibility for the content of this deliverable lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EACI nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

INDEX

1. GLOSARI DELS TERMES MÉS RELEVANTS	3
2. INTRODUCCIÓ.....	4
2.1 Antecedents	4
2.2 Criteris nZEB proposats per a la definició d'accions dintre dels PAES.	5
3. EINES DE SOFTWARE A UTILITZAR	6
4. PROCEDIMENT PER LA DEFINICIÓ D'UNA ACCIÓ DE PROMOCIÓ nZEB DINTRE DELS PAES DELS MUNICIPIS	7
4.1 Selecció del tipus d'acció nZEB a dur a terme en el municipi.	7
4.2 Definició d'una acció nZEB per un projecte d'edifici públic nou.....	8
4.3 Definició d'una acció nZEB per un projecte de rehabilitació d'un edifici públic existent.....	9
4.3.1 Selecció de l'eina de simulació segons cada tipus de criteri nZEB.	10
4.3.2 Definició de l'escenari de referència a través de l'eina simplificada CE3.	11
4.3.3 Detecció de les deficiències energètiques i establiment de les mesures correctores.....	11
4.3.4 Avaluació de l'efecte de cada mesura correctora. Compliment del criteri 1: Classificació energètica d'edifici de Classe A.....	12
4.3.5 Compliment del criteri 2: El balanç de consum energètic en primària s'ha de cobrir d'una part mínima del 50-70% amb energies renovables.....	12
4.3.6 Compliment del criteri 3: Consum total d'energia primària de 50-60 kWh/m ² ·any i emissions màximes de CO ₂ de 3 Kg CO ₂ /m ² ·any.....	13
4.3.7 Quantificació econòmica de les actuacions a realitzar a través de l'acció nZEB	13
4.3.8 Introducció dels resultats obtinguts en les plantilles corresponents del PAES ..	14

1. GLOSARI DELS TERMES MÉS RELEVANTS

Demanda energètica: Es considera l'energia necessària per mantenir les temperatures de l'edifici a nivells de consigna sense considerar l'eficiència del sistema de climatització.

Balanç energètic: Està basat en la definició de 'Nearly Net ZEB' (veure Figura 1), la qual té en compte el consum d'energia primària amb les càrregues següents:

- Calefacció
- ACS
- Refrigeració
- Ventilació
- Equips auxiliars
- Llum

Etiqueta energètica A o Classe A: Es un estàndard europeu proposat per electrodomèstics i edificis amb diferents rangs segons la regió o país. En aquest cas, és equivalent a valors de consum d'energia primària segons el factor energètic de cada país. Actualment, la lletra A és corresponent normalment al màxim nivell de qualitat de l'edifici. Si s'aplica l'eina nacional/local de certificació energètica, la millora del balanç energètic ha de ser calculada amb valors de consum energètic en primària i sense considerar la producció de Fonts d'Energia Renovables (FER).

Consum energètic final: És el consum corresponent a l'ús de l'energia subministrada a nivell d'edifici.

2. INTRODUCCIÓ

La nova Directiva europea sobre Eficiència Energètica en Edificis (directiva 2010/31/EU, EPBD) defineix una sèrie de compromisos dels estats membres on es concreta que, abans de l'any 2018, tots els edificis públics de nova construcció o rehabilitació integral s'han de construir sota criteris d'Edificis de Balanç Energètic Quasi Zero (nZEB, en anglès).

En el marc del projecte europeu AIDA (Affirmative Integrated Design energy Action), es pretén apropar a aquests objectius mitjançant la **incorporació d'accions de promoció d'edificis nZEB públics dins dels PAES**.

Un PAES (Pla d'Acció per l'Energia Sostenible) és el document clau dins del compromís del Pacte d'alcaldes que defineix les accions que ha de realitzar un municipi per assolir l'objectiu de reducció d'emissions de CO₂ per a l'any 2020. En ell es defineixen les activitats i mesures establertes per a la consecució dels objectius, juntament amb terminis i responsabilitats assignades.

Els signants del Pacte d'Alcaldes són lliures de triar el format del PAES, sempre que s'estigui d'acord amb els principis generals establerts en les directrius europees.

La comissió Europea ha creat una plantilla que constitueix la guia bàsica a seguir pels municipis interessats a presentar un PAES. (http://www.eumayors.eu/support/library_en.html).

Aquesta guia defineix dos apartats principals:

- 1. Inventari d'emissions de CO₂ i línia base del municipi.**

Aquest apartat té com a objectiu definir l'any de partida per a la quantificació de les emissions de CO₂ de tots els sectors (residencial, comercial, industrial, municipal, transport...). Aquestes emissions de l'any base constitueixen la situació inicial.

- 2. Pla d'Acció Sostenible.**

Aquest apartat defineix les accions que es duran a terme per aconseguir els estalvis d'emissions de CO₂ compromesos fins a l'any 2020 i les metes de producció mitjançant fonts d'energies renovables. Cada mesura o acció ha de ser descrita en detall amb el corresponent cost econòmic, així com l'estalvi d'energia i emissions de CO₂.

2.1 Antecedents

Es defineix com a Edifici de Balanç Energètic Quasi Zero o nZEB (nearly Zero-Energy Building), aquell edifici amb un nivell d'eficiència energètica molt alt que condueix a un nivell de consum molt baix. La quantitat gairebé zero o molt baixa de demanda energètica restant ha de ser coberta, en gran part, per energia procedent de fonts renovables produïdes 'in situ' o a l'entorn.

Respecte al balanç energètic, hi han diferents formes de definir un edifici com a nZEB. A nivell de PAES, el concepte nZEB es basarà en la definició 'Nearly Net ZEB' dels Edificis de Consum Zero o NZEB (Net Zero-Energy Building). En la Figura 1 es mostren les quatre definicions suggerides.

A Net Zero Energy Building is the "building system" delimited by set physical boundaries, connected to any energy infrastructure, which balance between its weighted energy loads and supplies is zero.

		Nearly Net ZEB	Net ZEB primary	Net ZEB strategic	Net ZEB emission
Building system boundary	Balance boundary	HEATING DHW COOLING VENTILATION AUXILIARIES BUILT-IN LIGHTING (only non residential buildings)	HEATING DHW COOLING VENTILATION AUXILIARIES BUILT-IN LIGHTING PLUG LOADS	HEATING DHW COOLING VENTILATION AUXILIARIES BUILT-IN LIGHTING PLUG LOADS	HEATING DHW COOLING VENTILATION AUXILIARIES BUILT-IN LIGHTING PLUG LOADS EMBODIED ENERGY
Weighting system	Metric	PRIMARY ENERGY	PRIMARY ENERGY	Whichever metric desired	EMISSION
	Symmetry	SYMMETRIC	SYMMETRIC	SYMMETRIC or ASYMMETRIC	SYMMETRIC or ASYMMETRIC
	Time dependent accounting	STATIC	STATIC	STATIC	STATIC
Net ZEB balance	Energy efficiency	NATIONAL/LOCAL ENERGY EFFICIENCY REQUIREMENTS ARE FULFILLED	NATIONAL/LOCAL ENERGY EFFICIENCY REQUIREMENTS ARE FULFILLED	ANY NATIONAL/LOCAL ENERGY EFFICIENCY REQUIREMENTS HAS TO BE FULFILLED	ANY NATIONAL/LOCAL ENERGY EFFICIENCY REQUIREMENTS HAS TO BE FULFILLED
	Energy supply	ON SITE GENERATION DRIVEN BY ON/OFF SITE SOURCES	ON SITE GENERATION DRIVEN BY ON/OFF SITE SOURCES	ON/OFF SITE GENERATION DRIVEN BY ON/OFF SITE SOURCES	ON SITE GENERATION DRIVEN BY ON/OFF SITE SOURCES

Figura 1. Definicions suggerides de nZEB provinents dels NZEB¹: Les diferències principals són respecte el tipus de mesura del balanç, la cobertura de balanç i la localització dels sistemes de producció².

2.2 Criteris nZEB proposats per a la definició d'accions dintre dels PAES.

Per tal d'assegurar una implementació exitosa de la directiva 'EPBD recast' en relació als nZEBs, l'objectiu ha de definir límits raonables per l'assoliment d'un nZEB. Aquests límits es poden determinar com a criteris a partir dels 3 Principis dels nearly Zero-Energy Buildings (nZEB) definits a l'estudi BPIE³.

Dintre del context de PAES, la definició de nZEB precisa de petites adaptacions les quals conclouen als criteris següents:

1. **L'edifici ha d'assolir una classificació energètica de Classe A (basat en el primer principi de demanda energètica³):** El projecte AIDA proposa l'ús de l'etiquetatge energètic A (nomenclatura emprada a tots els països de la EU, però amb valors de rang que depenen de cada regió o país) com a límit raonable d'energia primària neta sense tenir en compte altres indicadors com la demanda o el consum final més relacionats amb el comportament de l'edifici. En conclusió, la millora del balanç energètic ha de ser calculada respecte el consum energètic en primària sense considerar la producció de renovables.
2. **El balanç de consum energètic en primària s'ha de cobrir part del 50-70% d'energies renovables (basat en el segon principi sobre la part energètica renovable³):** L'estudi BPIE³ parla d'aconseguir cobrir entre el 50% i el 90% (o 100%)

¹ Definicions proposades de la 'Net ZEB Evaluation Tool' (SHC Task 40). Link de descàrrega: <http://task40.iea-shc.org/Data/Sites/11/documents/net-zeb/Net-ZEB-Evaluation-Tool2.xls>

² Es pot consultar més informació a l'article de Sartori I., Napolitano A., Karsten V., Net Zero Energy Buildings: A Consistent Definition Framework. In: Energy and Buildings (48), S. 220-232, 2012.

³ Estudi BPIE: Principles for nearly Zero-Energy Buildings (November 2011), page 54, table17: Proposed principles and approaches for implementation. Link de descàrrega: http://www.bpie.eu/documents/BPIE/publications/LR_nZEB%20study.pdf

de l'energia total subministrada a través d'energies renovables. Per altra banda, el projecte AIDA proposa un mínim de 50-70% després de cobrir els requeriments del primer criteri.

3. **Consum total en energia primària de 50-60 kWh/m²a i emissions màximes de CO₂ de 3 Kg CO₂/m²a (basat en el tercer principi d'energia primària i emissions de CO₂³):** El consum total en energia primària és el balanç d'energia resultant entre el consum en energia primària de l'edifici i l'aportació de renovables a nivell d'edifici. A través de l'estudi d'Ecofys⁴, es proposen 4 benchmarks de diferents zones climàtiques (Catania, Paris, Budapest and Stockholm). Si es selecciona Catania com a referència per clima mediterrani, els límits dels valors d'energia primària neta, entre les variants amb i sense aportació fotovoltaica, s'estableixen al voltant de 60kwh/m2a per un edifici nou d'oficines al 2020 i 50kwh/m2a per un edifici nou residencial al 2020. Respecte les emissions de CO₂, l'estudi BPIE³ defineix un valor màxim recomanat de 3 KgCO₂/m2a respecte l'energia primària.

Cal tenir en compte que, per ser coherents, aquests criteris s'han de seguir segons l'ordre enumerat.

3. EINES DE SOFTWARE A UTILITZAR

Per realitzar els càlculs energètics es poden utilitzar diferents eines de software. Dintre del projecte AIDA es proposa utilitzar les següents eines de software de càlcul simplificat:

- **Eines simplifiades de certificació energètica, homologades a nivell nacional o local.** En el cas de l'estat espanyol, existeixen dos eines de software normalitzades per a edificis existents, **CE3** i **CE3X**, i per a edificis nous, **CES** i **CERMA** (<http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/eficienciaenergetica/certificacionenergetica/documentosreconocidos/paginas/documentosreconocidos.aspx>). A cada país/regió es poden utilitzar les eines o mètodes oficials corresponents a la certificació energètica sempre que puguin proveir els càlculs d'energia primària i emissions de CO₂.
- **Eines simplifiades d'auditoria energètica.** A nivell europeu, existeix una eina molt completa fruit del projecte **GENERATION**, la qual té el mateix nom. Realitza els mateixos càlculs que els softwares de certificació energètica, però d'una forma més detallada, a nivell d'auditoria energètica. Es pot consultar a la web del projecte 'the Environment Centre (tEC)' (<http://www.environmentcentre.com/rte.asp?id=31>) i descarregar a través del col·laborador italià Provincia Di Modena (<http://www.provincia.modena.it/page.asp?IDCategoria=7&IDSezione=3640&ID=79458>).
- **Eines simplifiades de disseny de sistemes de producció d'energia renovable.** Com a punt de partida per l'abastiment energètic amb Fonts d'Energies Renovables (FER), el projecte AIDA proposa valorar aquesta aportació a través d'una instal·lació

⁴ Estudi Ecofys: Definition of common principles under the EPBD (February 2013), Task3: 6.1.6 Benchmark for nearly zero-energy buildings, page179 (figures 52-53) and page185 (figures 62-63). Link de descàrrega: http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/doc/nzeb_full_report.pdf



fotovoltaica, solar tèrmica o amb calderes de biomassa. A nivell europeu, l'organisme JRC ha desenvolupat una aplicació interactiva web anomenada **PVGIS** que permet valorar el recurs solar i el potencial fotovoltaic en funció de la localització, disponible a través del seu web (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>).

També existeixen altres eines per determinar el disseny d'altres tipus de fonts renovables com **CHEQ4** per a instal·lacions solars tèrmiques, facilitades a través de la web IDAE (<http://www.idae.es>). O **BIOHOUSING heatingtool** per a biomassa, facilitada a través del projecte BIOHOUSING (<http://www.biohousing.eu.com/heatingtool/>).

4. PROCEDIMENT PER LA DEFINICIÓ D'UNA ACCIÓ DE PROMOCIÓ nZEB DINTRE DELS PAES DELS MUNICIPIS

En aquest projecte els nZEB queden limitats a **edificis públics**, tant nous (o rehabilitats) com existents.

Les accions promogudes formen part del segon apartat del PAES, on es defineixen les accions a dur a terme i es descriuen en detall una sèrie d'indicadors comuns com ara el cost econòmic, l'estalvi energètic i emissions de CO₂.


A continuació, es descriuen els passos a seguir per definir una acció de promoció nZEB dintre dels PAES.

4.1 Selecció del tipus d'acció nZEB a dur a terme en el municipi.

El primer pas del procés consisteix en la selecció dels edificis públics potencials que serviran de referent nZEB. Un cop seleccionats, s'ha de diferenciar entre si es durà a terme un projecte d'edifici nou, una rehabilitació parcial o una rehabilitació completa.

Per ajudar a tenir una millor informació sobre cada edifici, es suggereix utilitzar un model de fitxa d'edifici (veure Taula 1) i que també es facilita a l'Annex nZEB.

Cos públic: Ajuntament de Torroella de Montgrí			
Acció per promoure nZEB en la fulla de ruta del municipi o PAES: SI			
Planejament global de plecs nZEB: NO			
Edifici 1: Arxiu i Serveis Municipals Can Mach			
Tipus d'acció nZEB	Edifici nou	Rehabilitació parcial	Rehabilitació completa
	----	X	----

Imatge de l'edifici	Tipologia	Usabilitat	Any de construcció
	Públic	Oficines	2011
Estat actual	És un edifici d'oficines que dona serveis administratius pels habitants. Consisteix en un edifici de 3 plantes, però només 2 plantes són operatives.		
Comentaris	A causa de ser construït recentment (està en compliment de les exigències del CTE), a priori hi ha una gran possibilitat d'adaptació a nZEB a través d'inversions de baix cost.		

Taula 1. Model de fitxa per un edifici públic. Exemple del cas del municipi de Torreella de Montgrí

4.2 Definició d'una acció nZEB per un projecte d'edifici públic nou.

L'objectiu de l'acció nZEB per a un edifici públic nou s'ha de centrar principalment en el compliment dels criteris d'acceptació nZEB mostrats en la secció 2.2. d'aquest document i recollits en el plec de condicions del projecte.

La definició d'aquesta acció es basa en la metodologia de treball anomenada de Disseny Energètic Integrat (IED en anglès). El IED proposa tenir en compte els criteris energètics des del principi del projecte i defineix una metodologia de comunicació entre els agents involucrats que permet una concepció integral de l'edifici. Seria recomanable incloure, en els plecs de condicions d'edificis nous, una clàusula que promogué la introducció de metodologies IED en projectes de construcció de nous edificis públics.

Com a exemple de metodologia d'acció nZEB d'un edifici públic nou, el projecte AIDA ha participat amb el municipi de Murcia en definir una acció del PAES sobre la construcció d'un edifici d'oficines nou com a nZEB a l'any 2016. En la Figura 2, es mostra un exemple de la metodologia de treball en una acció nZEB per la construcció d'un edifici públic d'oficines al municipi de Múrcia.

Acció: Creació d'un edifici de consum energètic quasi zero (nZEB)

Descripció

Com a exemple de bones pràctiques del municipi es construirà un edifici d'aquest tipus, que pretén ser referència en la ciutat de Murcia.

La nova Directiva Europea d'Eficiència Energètica dels edificis (directiva 2010/31/EU, EPBD en anglès) defineix una sèrie de compromisos de les estats membres que es concreta que abans de l'any 2018, tots els edificis públics de nova construcció o de rehabilitació integral, han de construir-se amb criteris d'edificis de Consum Energètic Gairebé Nul (NZEB en anglès).

Es defineix com "edifici de consum energètic gairebé nul" aquell edifici amb un nivell d'eficiència energètica molt alt que condueix a un nivell de consum molt baix. La quantitat gairebé nul · la o molt baixa d'energia requerida ha d'estar coberta, en gran part, per energia procedent de fonts renovables produïdes "in situ" oa l'entorn.

Tant per a l'elaboració del projecte de construcció, execució de les obres i usdefruit d'aquest edifici, es defineix tenir en compte els criteris següents:

- Realitzar el càlcul del balanç energètic global net segons fonts d'energia primària.
- Determinar la qualificació energètica de demanda i global que es correspongui amb la lletra A i tingui un consum global d'energia primària entorn a 50-60 kWh/m² any.
- Alt percentatge d'abastament energètic amb fonts renovables, al voltant del 70-80%.

Mesures del PAES de Murcia

Pàgina 130 del Pla d'Acció d'Energia Sostenible del Municipi de Murcia:

Descripción del Plan de Acción de Energía Sostenible de Murcia



MEDIDAS DEL PLAN DE ACCIÓN DE ENERGÍA SOSTENIBLE DE MURCIA

SECTORES & campos de actuación	Acciones/ medidas clave por campo de actuación	Institución- Empresa Responsable	Periodo temporal de implementación de la actuación (fecha de inicio y fin)	Coste estimado (€) por acción/ medida	Ahorro energético o esperado por medida [MWh/ acción al año]	Producción de energía renovable esperada por medida [MWh/ acción al año]	Reducción de CO2 esperada por medida [tCO2/ año]	Objetivo de ahorro energético por sector [MWh] en 2020	Objetivo de producción local de energía renovable por sector [MWh] en 2020	Objetivo de reducción de CO2 por sector [tCO2] en 2020	Reducción de CO2 acumulada hasta 2020 [tCO2/ acción]	Ahorro energético acumulado hasta 2020 [MWh/ acción]	Ahorro económico acumulado hasta 2020 [€/ acción]
	Acción 8: Utilización de iluminación de alta eficiencia y bajo consumo en los nuevos edificios municipales o los rehabilitados	Ayuntamiento de Murcia	2010-2020	0	1.450	0	682				6.380	14.500	2.030.000
	Acción 9: Construcción de un edificio municipal de consumo casi nulo.	Ayuntamiento de Murcia	2020	360.000	331	100	190				948	1.655	231.700
	Acción 10: Instalación innovadora a modo experiencia piloto en edificio municipal de una instalación solar de media temperatura o equipo de refrigeración solar.	Ayuntamiento de Murcia	2012-2020	20.000	18	18	8				16	36	4.987
	Acción 11: Mejora de la eficiencia energética y apoyo solar de instalaciones solares térmicas de dependencias municipales. Conversión 8 calderas gasoil a gas natural. Apoyo solar para ACS o vaso en 35 instalaciones	Ayuntamiento de Murcia	2010-2020	1.085.000	1.238	1.238	11.758				58.789	6.192	433.462
	Acción 12: Mejora de la eficiencia energética Barrio Espíritu Santo. Proyecto Urban	Ayuntamiento de Murcia	2012-2015	30.000	42	42	401				2.003	212	29.723
	Acción 13: Campaña Ahorro Energético Funcionarios	Ayuntamiento de Murcia	2010-2012	30.000	126	0	55				444	1.008	141.120
	Acción 14: Sistema de monitorización y control de consumo eléctrico edificios municipales a partir de contadores de telegestión	Ayuntamiento de Murcia	2010-2016	290.500	1.126	0	554				2.218	5.040	705.600

Figura 2. Exemple d'acció nZEB per edificis públics nous.

4.3 Definició d'una acció nZEB per un projecte de rehabilitació d'un edifici públic existent.

El procés per determinar aquest tipus d'acció és més complex que en un edifici nou degut a que una rehabilitació parteix d'una situació prèvia. En aquest cas, l'objectiu de l'acció es centra en determinar la situació inicial (o escenari de referència) de l'edifici públic existent i quines mesures de rehabilitació parcial/integral s'han de dur a terme conforme al compliment dels criteris nZEB.

Abans de fer l'avaluació d'aquesta acció, és molt important que l'edifici a rehabilitar s'hagi valorat a través d'un expert en eficiència energètica i donar prioritat a fer actuacions sobre aquells edificis amb més consum i més potencial per establir mesures correctores.

El projecte AIDA ha desenvolupat una col·laboració a partir d'una experiència pilot a Espanya que pretén implantar aquest tipus d'acció en edificis existents de municipis de Girona. Com a punt de partida d'aquesta experiència pionera, es van elegir tres municipis amb edificis previstos a rehabilitar: Torroella de Montgrí, Ordís i Gualta. Es tracta de que cada municipi destini almenys un edifici per elaborar una proposta d'acció de rehabilitació d'un edifici existent com a nZEB.

Els passos necessaris per definir aquest tipus d'acció es descriu en les seccions següents.

4.3.1 Selecció de l'eina de simulació segons cada tipus de criteri nZEB.

En la Taula 2, es relacionen els criteris d'acceptació nZEB i l'eina de software proposada com a procediment de càlcul.

<i>Criteri d'acceptació nZEB</i>	<i>Procediment de càlcul</i>	<i>Eines de software proposades</i>
Criteri 1: Classificació energètica d'edifici de Classe A.	Determinar la demanda energètica global de l'edifici, el consum d'energia final, el consum d'energia primària i, finalment, avaluar les emissions de CO ₂ sobre l'energia primària.	CES/CERMA (edificis nous), CE3, CE3X (edificis existents), GENERATION (tots).
Criteri 2: El balanç de consum energètic en primària s'ha de cobrir d'una part mínima del 50-70% amb energies renovables.	Realitzar el càlcul i definir la potència i producció energètica del sistema d'abastiment energètic renovable.	PVGIS (sistemes fotovoltaics), CHEQ4 (solar tèrmica), BIONLINE (calderes de biomassa)
Criteri 3: Consum total d'energia primària de 50-60 kWh/m ² ·any i emissions màximes de CO ₂ de 3 Kg CO ₂ /m ² ·any.	Realitzar el càlcul del balanç energètic total d'energia primària.	Excel de l'Annex nZEB del projecte AIDA

Taula 2. Criteris d'acceptació nZEB proposats pel projecte AIDA a l'estat espanyol

A nivell de PAES, com a punt de partida, les recomana aplicar la definició proposada de 'Nearly Net ZEB' (Figura 1). En aquest cas, les càrregues d'endolls no es tenen en compte ni al balanç energètic ni a les eines de software proposades. Per altra banda, encara que no sigui considerat en els resultats del PAES, si o hauria de ser en la fase de disseny del projecte.

4.3.2 Definició de l'escenari de referència a través de l'eina simplificada CE3.

Es proposa utilitzar l'eina oficial simplificada de certificació energètica per a edificis existents (CE3), que serà utilitzada per avaluar la situació inicial de l'edifici. Després de la inserció de les dades sobre l'edifici i la regió climàtica, s'obtenen els resultats següents:

Situació actual	Calefacció	Refrigeració	ACS	Llum	Total	Classe energètica
Demanda (kWh/m ² a)	43,46	13,32				Calefacció: D Refrigeració: E
Consum energètic final (KWh/m ² a)	8,69	2,66	–	149,15	160,51	D
Energia primària (kWh/m ² a)	27,94	9,93	–	189,53	227,40	D
Emissions de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² a)	16,55	11,22	–	39,21	66,98	D

Taula 3. Definició de l'escenari de referència. Exemple d'un edifici a Espanya

4.3.3 Detecció de les deficiències energètiques i establiment de les mesures correctores.

Els software oficial també permet realitzar un anàlisi paramètric de les mesures necessàries per millorar l'eficiència energètica de l'edifici. En la Taula 4, es mostra un resum de les deficiències detectades i la seva corresponent mesura correctora.

Deficiències detectades	Mesures correctores a dur a terme
Guany de calor a l'estiu en la façana Sud.	Mesura 1: Instal·lació de làmines de protecció solar en planta primera, sobre façana Sud (davant del pati d'accés).
Alt consum elèctric de l'edifici degut al sistema d'il·luminació.	Mesura 2: Substitució de lluminàries existents per LEDs.
Falta de producció d'energia renovable.	Mesura 3: Instal·lació d'energia solar fotovoltaica en règim d'autoconsum.

Taula 4. Deficiències i mesures correctores detectades a l'edifici públic existent 'Arxiu i Serveis Municipals Can Mach' del municipi de Torroella de Montgrí

Un cop identificades les mesures, es recomana diferenciar entre les que són necessàries per assolir la certificació A i les que tenen a veure amb la producció renovable. D'aquesta forma, s'assoliran els dos criteris amb les dos primeres mesures corresponents al criteri 1 i l'última al criteri 3.

4.3.4 Avaluació de l'efecte de cada mesura correctora. Compliment del criteri 1: Classificació energètica d'edifici de Classe A.

En aquesta secció, s'avalua l'efecte sobre el consum d'energia i l'aplicació de les mesures correctores 1 i 2 de la Taula 4 a través del software oficial. Els resultats obtinguts es mostren a la Taula 5 com a estalvi assolit en energia primària.

Cas N	Mesures correctores	Estalvi en energia primària (kWh/m ² any)					Classe energètica
		Calefacció	Refrigeració	ACS	Llum	Total	
1	Cap	0	0	0	0	0	D
2	1	11,39	-1,29	0	0	10,10	D
3	2	17,13	-4,26	0	150,32	163,19	A
4	1+2	11,39	-1,29	0	150,32	160,42	A

Taula 5. Resultats de CE3 sobre l'efecte en energia primària de cada mesura correctora, segons Taula 4

Tal i com es pot apreciar a la figura anterior, el cas 4 permet assolir el màxim nivell de certificació energètica (lletra A). Si es considera que l'escenari de referència d'aquest edifici era de 227,40 kWh/m²·any (veure Taula 3) i que l'estalvi energètic assolit per les mesures 1 i 2 (cas 4 de la Taula 5) és de 160,42 kWh/m²·any, s'arriba a obtenir un 71% d'estalvi en consum respecte la situació inicial.

4.3.5 Compliment del criteri 2: El balanç de consum energètic en primària s'ha de cobrir d'una part mínima del 50-70% amb energies renovables.

Les mesures que determinen la part de producció amb fonts renovables (per exemple, mesura 3 de la Taula 4) són analitzades a través de l'eina web PVGIS (software simplificat de disseny d'instal·lacions fotovoltaïques). En aquest exemple específic, es va seleccionar una producció amb un sistema fotovoltaic per tal de satisfer el 50% del consum respecte el nivell de Classe A. El resultat obtingut d'aquest exemple es mostra a la Figura 3.

Performance of Grid-connected PV

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 42°23'1" North, 3°7'12" East, Elevation: 10 m a.s.l.,
Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 10.0 kW (crystalline silicon)
Estimated losses due to temperature and low irradiance: 15.0% (using local ambient temperature)
Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.6%
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
Combined PV system losses: 28.7%

Fixed system: Inclination=38 deg., orientation=0 deg. (optimum)				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	28.90	885	3.81	118
Feb	36.30	1020	4.87	138
Mar	40.80	1260	5.64	175
Apr	42.30	1270	5.93	178
May	43.60	1350	6.23	193
Jun	44.80	1340	6.54	198
Jul	44.80	1390	6.66	208
Aug	43.50	1350	6.44	200
Sep	41.70	1250	6.01	180
Oct	35.20	1090	4.94	153
Nov	29.40	881	3.95	118
Dec	27.90	863	3.67	114
Year	38.20	1160	5.39	164
Total for year		14000		1970

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Figura 3. Resultats de PVGIS sobre la producció fotovoltaica. Exemple d'un edifici a Espanya

La proposta va ser la integració d'un sistema fotovoltaic de 10 kW a la coberta de l'edifici. El resultat del PVGIS sobre la producció d'aquesta instal·lació va ser de 14 MW/any.

4.3.6 Compliment del criteri 3: Consum total d'energia primària de 50-60 kWh/m²·any i emissions màximes de CO₂ de 3 Kg CO₂/m²·any.

Un cop arribat aquest punt, s'haurà de verificar al resultat de l'acció de rehabilitació nZEB. En la Taula 6, es mostren els resultats de l'exemple analitzat.

Criteri nZEB	Software de càlcul	Escenari de referència	Resultat	Mesures correctores aplicades
1	CE3	Classe D	Classe A	Mesures de rehabilitació Classe A
2	PVGIS	0% FER	Producció renovable: 14000 kWh/a 48,69% Renewable	Mesures de Sistemes de FER
3	Excel de l'Annex nZEB	227,40 kWh/m ² ·a 56,55 Kg CO ₂ /m ² ·a	66,98 kWh/m ² ·a 7,07 Kg CO ₂ /m ² ·a	Totes

Taula 6. Resultats dels càlculs per a la rehabilitació nZEB de l'edifici públic existent 'Arxiu i Serveis Municipals Can Mach' del municipi de Torroella de Montgrí

4.3.7 Quantificació econòmica de les actuacions a realitzar a través de l'acció nZEB

A través del projecte AIDA, s'ha elaborat una plantilla d'Excel per ajudar a realitzar els càlculs del cost econòmic de les mesures nZEB i que s'haurà d'adjuntar com a un Annex al PAES del municipi. Consta de 4 seccions:

- a) *Fitxa de l'edifici*: Inclou informació important sobre l'edifici públic per incloure en l'acció nZEB.
- b) *Avaluació energètica de les mesures de rehabilitació i producció de FER*: Aquesta secció resumeix els resultats sobre el consum en energia primària i les emissions de CO₂ en l'escenari de referència i després de l'aplicació de les mesures de rehabilitació. També, inclou els resultats dels sistemes renovables proposats per assolir un edifici nZEB.
- c) *Càlculs econòmics*: Es requereix coneixement expert per a que els costos nZEB puguin servir com a referència real. Es recomana que cada expert seleccioni una base de dades adequada per establir els costos econòmics de cada mesura de rehabilitació i les renovables corresponents, d'acord amb les limitacions locals de mercat. Un cop s'obtenen aquests costos, la fulla de càlcul facilita un mètode d'avaluació dels costos d'abatiment i del període d'amortització.
- d) *Resum de l'acció nZEB*: Aquesta secció està constituïda pel resum dels indicadors del PAES, inclosos en la plantilla de l'acció.

En la Taula 7, es mostren els resultats obtinguts a partir de la fulla de càlcul.

Resum de l'acció nZEB	Camps principals originals del PAES				Camps afegits a través del projecte AIDA	
Mesures PAES	Costs estimats per acció/mesura (€)	Estalvi energètic esperat per mesura (MWh/a)	Producció energètica renovable esperada per mesura (MWh/a)	Reducció esperada de CO ₂ per mesura (Tn CO ₂ /a)	Període de retorn (a)	Cost d'abatiment (€/kg CO ₂ estalviat)
Mesures de rehabilitació Classe A	43.548,14	48,61	0,00	17,46	3,24	0,77
Mesures de Sistemes de FER	23.900,00	0,00	14,00	3,78	7,15	0,88
Acció nZEB global	67.448,14	48,61	14,00	21,24	4,67	0,68

Taula 7. Proposta d'acció nZEB per la rehabilitació de l'edifici públic existent 'Arxiu i Serveis Municipals Can Mach' del municipi de Torroella de Montgrí

4.3.8 Introducció dels resultats obtinguts en les plantilles corresponents del PAES

La Diputació de Girona, com a coordinadora de PAES dels municipis de Girona, ha elaborat unes guies i plantilles per als municipis gironins que vulguin adscriure's al PAES. També, hi han, a disposició per a qualsevol altre municipi, les guies i plantilles generals a la web oficial del Pacte d'Alcaldes, en la secció de documentació oficial (http://www.eumayors.eu/index_en.html).