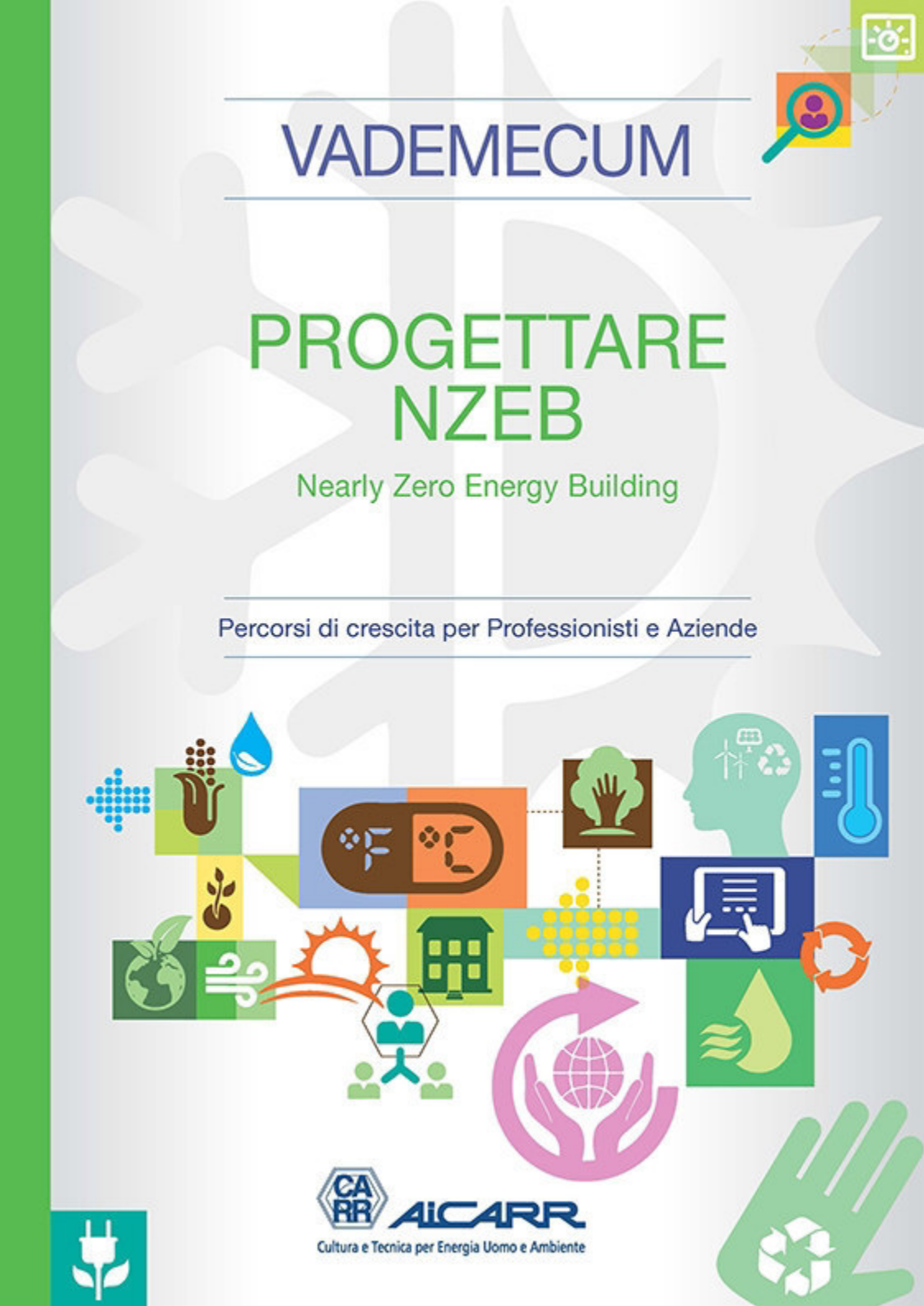




---

# VADEMECUM

---

## PROGETTARE NZEB

Nearly Zero Energy Building

---

Percorsi di crescita per Professionisti e Aziende

---



**AICARR**

Cultura e Tecnica per Energia Uomo e Ambiente





**AiCARR**

Cultura e Tecnica per Energia Uomo e Ambiente

# **PROGETTARE NZEB**

## **NEARLY ZERO ENERGY BUILDING**

© 2018AiCARR

Via Melchiorre Gioia, 168 - 20125 Milano

Tel. 02.67479270 - Fax 02.67479262

Prima edizione 2018

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento totale o parziale, con qualsiasi mezzo (microfilm e copie fotostatiche compresi), sono riservati per tutti i Paesi.

Nessuna parte di questo libro può essere riprodotta con sistemi elettronici, meccanici o altro senza l'autorizzazione scritta dell'Editore.

Finito di stampare nel mese di ottobre 2018

Prodotto interamente realizzato in Italia

Codice ISBN: 978-88-95620-80-0

## I VADEMECUM AICARR

AiCARR, Associazione culturale no profit, crea e promuove cultura e tecnica per il benessere sostenibile.

Nata nel 1960, AiCARR si è sempre occupata delle problematiche relative all'uso consapevole dell'energia e delle risorse naturali oltre che dell'innovazione delle infrastrutture energetiche, sia nel settore impiantistico che in quello edilizio.

AiCARR conta oltre 2000 Soci fra Progettisti, Costruttori di macchine, Installatori, Manutentori, Accademici, Ricercatori, Studenti, Funzionari di Enti e Agenzie Governative e di Istituzioni nazionali e internazionali, scientifiche e operative.

Gli scopi fondamentali di AiCARR sono la produzione e la diffusione della cultura del benessere sostenibile e la formazione e lo sviluppo professionale degli operatori di settore, al fine di incrementarne la qualificazione, il contributo alla discussione e alla elaborazione delle normative di settore, la collaborazione, in qualità di autorevole interlocutore, con altre Associazioni ed Enti governativi, italiani ed europei.

I settori di interesse di AiCARR sono la progettazione del sistema edificio-impianto, il progresso e la diffusione delle norme tecniche, l'innovazione delle tecnologie impiantistiche ed edilizie ai fini del risparmio energetico, la manutenzione degli impianti, la riqualificazione energetica degli edifici esistenti, l'utilizzo delle fonti rinnovabili.

In questo scenario si colloca l'attività editoriale di AiCARR, che affianca e supporta la struttura tecnico-scientifica dell'Associazione diffondendo informazioni e cultura attraverso la Collana AiCARR, di cui fanno parte i Vademecum. I Vademecum AiCARR, che sono un prodotto dell'Osservatorio Normativa, forniscono informazioni utili al professionista per l'interpretazione di leggi e norme.



# INDICE

|                                                                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INDICE .....</b>                                                                                                        | <b>5</b>  |
| <b>Gli NZEB: definizioni e significato .....</b>                                                                           | <b>7</b>  |
| 1.1 - Premessa .....                                                                                                       | 7         |
| 1.2 - ZEB, NZEB e nZEB.....                                                                                                | 7         |
| 1.3 - Le caratteristiche di un NZEB.....                                                                                   | 9         |
| 1.4 - La qualità dell'ambiente interno.....                                                                                | 10        |
| 1.4.1 - Il benessere termoigrometrico .....                                                                                | 10        |
| 1.4.2 - Il benessere visivo .....                                                                                          | 11        |
| 1.4.3 - Il benessere acustico .....                                                                                        | 12        |
| 1.4.4 - La qualità dell'aria interna.....                                                                                  | 14        |
| 1.5 - L'inquadramento normativo nazionale e le declinazioni regionali .....                                                | 15        |
| <b>Le condizioni di progetto per il calcolo della prestazione energetica di un NZEB .....</b>                              | <b>17</b> |
| 2.1 - Premessa .....                                                                                                       | 17        |
| 2.2 - Le condizioni di progetto dell'impianto .....                                                                        | 17        |
| 2.2.1 - I valori di temperatura e umidità relativa interne .....                                                           | 17        |
| 2.2.2 - I valori di temperatura e umidità relativa interne per il calcolo della prestazione energetica dell'edificio ..... | 19        |
| 2.3 - Le condizioni di progetto dell'involucro.....                                                                        | 20        |
| <b>La progettazione e la realizzazione dell'involucro edilizio NZEB.....</b>                                               | <b>21</b> |
| 3.1 - Premessa .....                                                                                                       | 21        |
| 3.1.1 - Orientamento e forma dell'edificio .....                                                                           | 21        |
| 3.1.2 - Elementi schermanti .....                                                                                          | 22        |
| 3.1.3 - Permeabilità all'aria .....                                                                                        | 22        |
| 3.2 - L'involucro edilizio .....                                                                                           | 22        |
| 3.2.1 - I ponti termici .....                                                                                              | 22        |
| 3.2.2 - La scelta dell'isolante termico .....                                                                              | 22        |
| 3.2.3 - Vantaggi della costruzione massiccia .....                                                                         | 23        |
| 3.3 - Strategie progettuali e parametri di legge .....                                                                     | 23        |
| 3.3.1 - Prestazione invernale dell'involucro.....                                                                          | 23        |
| 3.3.2 - Prestazione estiva dell'involucro.....                                                                             | 23        |
| <b>La progettazione e la realizzazione dell'impianto HVAC&amp;R .....</b>                                                  | <b>27</b> |
| 4.1 - Premessa .....                                                                                                       | 27        |
| 4.2 - La prestazione energetica dell'impianto .....                                                                        | 27        |
| 4.3 - Definizione dei requisiti prestazionali impiantistici .....                                                          | 28        |
| 4.3.1 - Ottimizzazione dei valori dei rendimenti impiantistici .....                                                       | 28        |

|                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4 - Strategie progettuali .....                                                                                    | 32        |
| 4.5 - Considerazioni in merito alle diverse destinazioni d'uso dell'edificio .....                                   | 33        |
| 4.5.1 - Edifici di tipo residenziale, categoria E.1 .....                                                            | 44        |
| 4.5.2 - Edifici di tipo alberghiero, categoria E.1 (3) .....                                                         | 44        |
| 4.5.3 - Edifici del settore terziario.....                                                                           | 44        |
| 4.5.3.1 Edifici per uffici e assimilabili (categoria E.2) .....                                                      | 44        |
| 4.5.3.2 - Edifici adibiti ad attività commerciali (categoria E.5) .....                                              | 44        |
| 4.5.3.3 - Edifici ospedalieri (categoria E.3) .....                                                                  | 45        |
| 4.6 - Gli impianti di gestione, regolazione e controllo (BMS) .....                                                  | 45        |
| <b>La fase di costruzione e i rapporti con la committenza .....</b>                                                  | <b>47</b> |
| 5.1 - Premessa .....                                                                                                 | 47        |
| 5.2 - Le specifiche progettuali da riportare nei documenti contrattuali.....                                         | 47        |
| 5.3 - Le verifiche documentali .....                                                                                 | 49        |
| 5.4 - Le verifiche operative durante il cantiere.....                                                                | 49        |
| 5.5 - Il Commissioning dell'involucro edilizio .....                                                                 | 49        |
| 5.6 - I rapporti tra Committenza e progettista termotecnico.....                                                     | 50        |
| 5.7 - I diritti dell'utente finale.....                                                                              | 51        |
| 5.8 - Gli obblighi del progettista termotecnico .....                                                                | 51        |
| <b>Il ruolo delle Fonti Energetiche Rinnovabili.....</b>                                                             | <b>53</b> |
| 6.1 - Premessa .....                                                                                                 | 53        |
| 6.2 - Quota di energia da fonti rinnovabili.....                                                                     | 53        |
| 6.2.1 - Energia solare termica.....                                                                                  | 54        |
| 6.2.2 - Energia solare fotovoltaica .....                                                                            | 54        |
| 6.2.3 - Energia aerotermica, idrotermica, geotermica: pompe di calore.....                                           | 54        |
| 6.2.4 - Energia aerotermica, idrotermica, geotermica: free-cooling .....                                             | 55        |
| 6.2.5 - Energia da biomasse .....                                                                                    | 55        |
| <b>Glossario.....</b>                                                                                                | <b>57</b> |
| <b>Riferimenti .....</b>                                                                                             | <b>59</b> |
| <b>Appendice A - Procedura di calcolo della producibilità del vettore termico da fonte solare.....</b>               | <b>65</b> |
| <b>Appendice B - Procedura di calcolo della producibilità del vettore elettrico da fonte solare.....</b>             | <b>67</b> |
| <b>Appendice C - Procedura di calcolo della prestazione media stagionale delle pompe di calore .....</b>             | <b>69</b> |
| <b>Appendice D - Procedura di calcolo della producibilità di energia da biomassa e da rifiuti solidi urbani.....</b> | <b>71</b> |

# Gli NZEB: definizioni e significato

### 1.1 - Premessa

Il concetto di edificio a energia quasi zero, il cosiddetto NZEB, è stato introdotto dalla Direttiva 2010/31/UE [1], recast della Direttiva Energy Performance Building Directive, la EPBD 2002/91/CE [2], che impone che dal 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione siano NZEB, cioè che abbiano elevatissime prestazioni energetiche e che siano caratterizzati da un fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo, da coprire in misura molto significativa con energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze.

Per poter affrontare la progettazione di uno NZEB bisogna innanzitutto definirne il riferimento, rappresentato dall'edificio a energia zero, lo ZEB, che è caratterizzato da un fabbisogno pari a  $0 \text{ kWh}_{\text{anno}}/\text{m}^2$ , calcolato in termini di energia primaria non rinnovabile e ottenuto senza esportare vettori energetici prodotti dall'edificio. Esiste poi una terza tipologia di edificio, a energia netta zero o nZEB, da non confondere con il primo, che bilancia le richieste di energia con una sovrapproduzione di energia elettrica che interscambia con la rete elettrica [3].

### 1.2 - ZEB, NZEB e nZEB

Evidenziato che, se un edificio deve fornire dei servizi quali climatizzazione ambientale e acqua calda sanitaria deve utilizzare energia e quindi, per il principio di conservazione della stessa, non può mai e poi mai avere una richiesta energetica nulla, si può invece richiedere che una tipologia di energia a questi fini impiegata sia nulla o quasi nulla. Questo vuol dire che, a parità di energia richiesta dai servizi resi, si sostituisce l'una con l'altra. In particolare, siccome l'obiettivo dichiarato della Direttiva 2010/31/UE [1] è la riduzione della  $\text{CO}_2$  emessa dai processi di combustione dei combustibili fossili, la richiesta è quella di ridurre al massimo possibile l'impiego di tale forma di energia, che va sotto il nome di energia primaria non rinnovabile.

Quindi, un edificio che fornisce servizi si può definire ZEB solo in termini di energia primaria e se e solo se il suo fabbisogno di energia primaria non rinnovabile è nullo, ovvero solo quando non c'è importazione di alcun vettore energetico non rinnovabile. Va sottolineato che un edificio net ZEB potrebbe

# GENERIAMO IDEE PER UN'ENERGIA SOSTENIBILE

AiCARR, Associazione italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione, crea e promuove cultura e tecnica per il benessere sostenibile, contribuendo al progresso delle tecnologie impiantistiche e alla definizione delle normative relative alla produzione, alla distribuzione e all'utilizzo dell'energia termica. Nata nel 1960 come costola italiana della prestigiosa associazione statunitense ASHRAE, AiCARR riunisce oggi circa 2000 associati di varia estrazione: progettisti, docenti, installatori e manutentori, aziende produttrici, funzionari di Enti e Agenzie governative, istituzioni territoriali, nazionali e internazionali, studenti e ricercatori. La presenza nelle sedi accademiche e istituzionali dove si progetta il futuro energetico del nostro Paese fa di AiCARR un punto di riferimento essenziale per la definizione delle strategie e delle politiche energetiche e un interlocutore insostituibile per chiunque si occupi di efficienza energetica, qualità ambientale, fonti rinnovabili e uso consapevole dell'energia.

## LE COMPETENZE CONDIVISE SONO ALLA BASE DI OGNI PROGRESSO

Accrescere la cultura tecnica del settore e la professionalità dei Soci, condividere know-how, redigere e diffondere linee guida di supporto nella pratica professionale, dare un appoggio concreto al mondo imprenditoriale che si occupa di temi energetici, fornire il proprio contributo in ambito normativo sono i principali impegni che AiCARR svolge attraverso:

- Convegni nazionali e internazionali, webinar, seminari, workshop, tavole rotonde
- Incontri tecnici e visite a impianti e realizzazioni d'avanguardia
- Commissioni di studio e coordinamento di attività tecniche, culturali e normative
- Comitati Tecnici attivi su tematiche specifiche
- Attività congiunte con Associazioni, Università ed Enti italiani ed europei, pubblici e privati

- Gruppi di lavoro creati per dare un supporto operativo alle Istituzioni
- Partecipazione alla definizione di regolamenti, leggi, linee guida e collaborazione alla redazione di normativa tecnica con UNI, CEN e CTI, grazie alla Commissione Tecnica e Normativa.

## AGGIORNAMENTO E FORMAZIONE: UN MUST

L'aggiornamento tecnologico e normativo è oggi imprescindibile per professionisti e aziende: in quest'ottica AiCARR offre formazione di alto standard teorico e applicativo attraverso AiCARR Formazione, business unit di AiCARR Educational srl, società certificata ISO 9001:2015.

AiCARR Formazione è provider di CNI e CNPI per i crediti formativi professionali e i suoi corsi, condotti da accademici e professionisti selezionati fra i migliori esperti del settore HVAC&R, sono rivolti a progettisti, tecnici, manutentori, personale tecnico e commerciale di Enti e industrie, studenti e ricercatori.

## SE LE IDEE CIRCOLANO, ACQUISTANO PIÙ FORZA

AiCARR pubblica gli atti dei convegni, cura l'edizione delle collane dei volumi tecnici, delle guide e dei vademecum, invia la newsletter quindicinale con le notizie sulle novità associative, editoriali, normative, legislative e di formazione; è distributore esclusivo per l'Italia delle pubblicazioni e norme ASHRAE e applica ai Soci condizioni favorevoli per l'acquisto delle norme CEI e sconti sulle pubblicazioni di importanti editori tecnici.

La biblioteca propone un'ampia selezione di titoli tecnico-scientifici in libera consultazione.

Sul sito [www.aicarr.org](http://www.aicarr.org) e attraverso la App, scaricabile da Google Play, è anche possibile consultare articoli tecnici e la rassegna news. Inoltre, i Soci ricevono gratuitamente il periodico AiCARR Journal, organo ufficiale dell'Associazione.