

VERSO EDIFICI A ENERGIA quasi ZERO (NZEB)

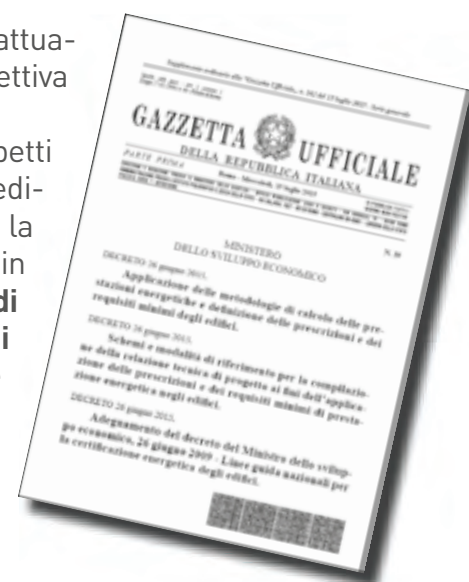
I nuovi decreti sull'efficienza energetica degli edifici

L'entrata in vigore del D.Lgs 192 nell'ottobre 2005 ha portato alla ribalta anche nel nostro Paese il tema dell'efficienza energetica negli edifici. Fino ad allora “certificazione energetica”, “classe energetica A” o “riqualificazione energetica” erano terminologie sconosciute al mondo delle costruzioni.

Oggi questi termini sono diventati di ampio utilizzo perfino per chi abita i nostri edifici. E oggi, a dieci anni esatti dall'entrata in vigore di quel decreto, **la Legislazione nazionale viene aggiornata con la pubblicazione dei Decreti attuativi della Legge 90/2013, cogenti dal 1° ottobre 2015.**

Il 15 luglio scorso sono stati pubblicati in Gazzetta Ufficiale i Decreti attuativi della Legge 90/2013 (Recepimento a livello nazionale della Direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica degli edifici).

I tre Decreti attuativi, tutti datati 26 giugno 2015, affrontano tutti gli aspetti inerenti l'efficienza energetica: i requisiti prestazionali minimi degli edifici, le modalità di elaborazione delle relazioni tecniche di progetto e la Certificazione energetica degli edifici. Nel seguito si farà riferimento in particolare al **Decreto 26/6/2015 “Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prestazioni e dei requisiti minimi degli edifici”** (nel seguito indicato brevemente come “*Decreto Requisiti minimi*”).



IL DECRETO REQUISITI MINIMI

Il Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 26/6/2015 "Requisiti minimi" introduce nuove metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici e requisiti più severi rispetto a quanto previsto dal D.Lgs 192/05 (modificato dal D.Lgs 311/06).

Il Decreto **si applica in funzione della data di richiesta del titolo abitativo** (permesso a costruire o assimilato) secondo le seguenti scadenze definite a livello nazionale:

- **dall'1/10/2015 si applicano requisiti prestazionali "intermedi"**, coerentemente con quanto previsto dalla Direttiva 2010/31/UE;
- **dall'1/1/2019 per gli edifici pubblici si applicano i requisiti prestazionali "finali"**;

- **dall'1/1/2021** i requisiti prestazionali "finali" andranno applicati **anche agli edifici privati**.

Come previsto dalla Direttiva europea, gli edifici nuovi o soggetti a ristrutturazioni importanti di 1° livello dovranno essere **"edifici a energia quasi zero" (NZEB)**.

Le Regioni, all'atto del recepimento, hanno inoltre la facoltà di modificare in senso restrittivo la normativa nazionale. Per esempio, Emilia Romagna e Lombardia hanno deciso di anticipare i valori finali (e quindi gli edifici a energia quasi zero): in Emilia Romagna di 2 anni rispetto alle scadenze nazionali e in Lombardia a partire dal 1° gennaio 2016 per gli edifici pubblici e privati.

CATEGORIE DI INTERVENTO

I requisiti previsti dalla nuova normativa termica si applicano secondo modalità differenti (globale o parziale) in funzione della tipologia di intervento.



NUOVE COSTRUZIONI
VERIFICA GLOBALE



RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI 1° LIVELLO interessano l'involucro edilizio con **S>50%** con ristrutturazione degli impianti di climatizzazione invernale o estiva
Requisiti da applicarsi all'intero edificio.
VERIFICA GLOBALE



AMPLIAMENTO DI EDIFICI ESISTENTI (> 15% e > 500 mc)
- sia in adiacenza che in sopra elevazione
- chiusura di spazi aperti (logge, porticati, etc.).
Requisiti da rispettare solo sulla nuova porzione di edificio.
VERIFICA GLOBALE



RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI 2° LIVELLO interessano l'involucro edilizio con **S>25%**, con o senza ristrutturazione degli impianti di climatizzazione
Requisiti da applicarsi all'oggetto di intervento con estensione all'intera parte edilizia ristrutturata.
VERIFICA PARZIALE



EDIFICI SOTTOPOSTI
A DEMOLIZIONE
E RICOSTRUZIONE
VERIFICA GLOBALE



RIQUALIFICAZIONI ENERGETICHE interessano l'involucro edilizio con **S≤25%**.
Requisiti da applicarsi solo all'oggetto di intervento.
VERIFICA PARZIALE

Superficie disperdente S (m²): superficie che delimita il volume climatizzato V rispetto all'esterno, al terreno, ad ambienti a diversa temperatura o ambienti non dotati di impianto di climatizzazione.

EDIFICI A ENERGIA QUASI ZERO (NZEB)

La Direttiva europea 2010/31/UE (recepita in Italia con la Legge 90/2013) ha introdotto il concetto di **edificio a energia quasi zero o NZEB (Near Zero Energy Building)**, definito come un “edificio ad altissima prestazione energetica, (...)”.

Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta all'interno del confine del sistema (in situ). Tale concetto, ben diverso da quello di una Passiv Haus, è collegato ad una ottimizzazione economica (analisi costi/benefici) di cui il Decreto “Requisiti minimi” rappresenta la sintesi.

A livello nazionale, l'edificio a energia quasi zero è quello che soddisfa i requisiti “finali” in vigore dall'1/1/2019 (1/1/2021 per edifici privati), con fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva ed invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria coperti da fonti rinnovabili come previsto dal D.Lgs n.28 del 3 marzo 2011.

D.Lgs n.28/2011.

Copertura dei consumi con energia prodotta da fonti rinnovabili, per edifici nuovi o sottoposti a ristrutturazioni rilevanti.

Data di richiesta del titolo edilizio	Consumi per produzione acqua calda sanitaria (acs)	Consumi per climatizzazione invernale ed estiva e produzione acs
dal 31/5/2012 al 31/12/2013	50%	20%
Dall'1/1/2014 al 31/12/2016	50%	35%
Dall'1/1/2017	50%	50%

PRESTAZIONI INVERNALI, ESTIVE E GLOBALI

Il Decreto definisce “a energia quasi zero” un edificio nuovo o assimilato che soddisfa un insieme di prestazioni di efficienza energetica. Prestazioni che non riguardano il solo riscaldamento invernale, come previsto invece dal D.Lgs 192/05, ma anche il raffrescamento estivo, la produzione di acqua calda sanitaria, l'illuminazione artificiale, l'energia consumata per la ventilazione per il trasporto di cose o persone (per esempio gli ascensori).

Le conseguenti verifiche possono essere così raggruppate:

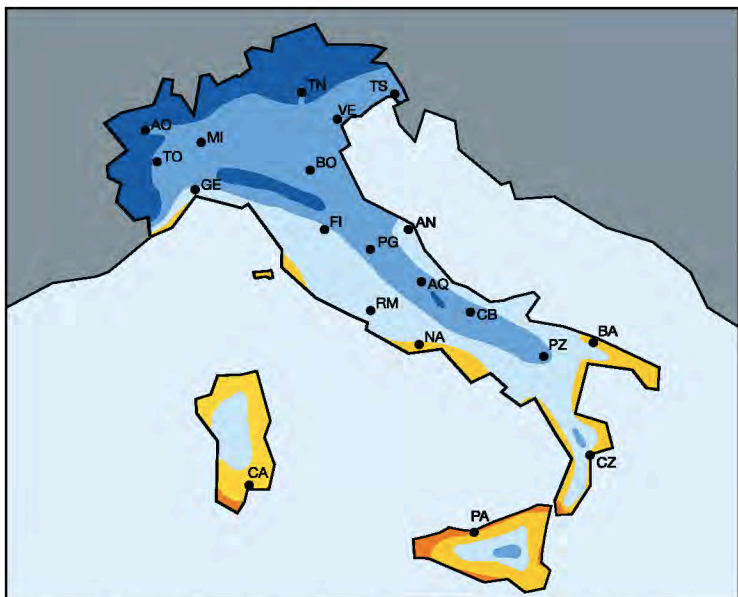
- **Prestazioni invernali dell'involucro:**
 - verifica del **coefficiente medio globale di scambio termico dell'involucro** per trasmissione per unità di superficie (H'_T , espresso in W/m^2K).
 - verifica dell'**indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale** ($EP_{H,nd}$, espresso in kWh/m^2); tale indice dipende dall'isolamento termico dell'involucro (opaco e trasparente) e dal rendimento di un eventuale impianto di ventilazione.
- **Prestazione estiva dell'involucro:**
 - verifica dell'**area solare equivalente estiva per unità di superficie utile** $A_{sol,est}/A_{sol,utile}$ della parte trasparente dell'involucro.
 - verifica della **trasmissione termica periodica** (Y_{IE} , espressa in W/m^2K) degli elementi di involucro opaco; in alternativa è possibile effettuare della massa superficiale M_S di tali elementi.
 - verifica dell'**indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva** ($EP_{C,nd}$, espresso in kWh/m^2).
- **Prestazione energetica globale:**
 - Verifica dell'**indice di prestazione energetica globale** ($EP_{gl,tot}$, espresso in kWh/m^2), che dipende da tutti i consumi energetici sopra menzionati.
 - Verifiche dei rendimenti degli impianti.

CONSUMI LIMITE ED EDIFICIO DI RIFERIMENTO

La maggiore novità introdotta dal Decreto "Requisiti minimi" è rappresentata dalla modalità con cui vengono determinati i valori limite degli indici di prestazione termica utile $EP_{H,nd}$ e $EP_{C,nd}$ (riferiti all'involucro e all'impianto di ventilazione qualora sia previsto) e dell'indice di prestazione energetica globale $EP_{gl,tot}$. Con il D.Lgs 192/05 i valori limite erano espressi (secondo una scala assoluta) in funzione della zona climatica della località e del rapporto S/V tra superficie disperdente e volume dell'edificio.

Il Decreto 26/6/2015 prevede un sistema "autoreferenziale".

Vale a dire i suddetti indici, calcolati per l'edificio reale, vengono confrontati con analoghi indici limite calcolati per un "edificio di riferimento", identico a quello reale in termini di geometria, orientamento, ubicazione, destinazione d'uso, ecc... ma avente caratteristiche termiche e parametri energetici prefissati.



Schema indicativo delle zone climatiche secondo DPR 412/93.

Zone climatiche

Zona A		Zona C		Zona E	
Zona B		Zona D		Zona F	

TRASMITTANZE U DELL'INVOLUCRO

I valori delle trasmittanze termiche U per i diversi componenti di involucro contenuti nelle tabelle **sono riferiti all'edificio di riferimento** e non sono obbligatori per l'edificio reale. **È possibile infatti utilizzare elementi di involucro con prestazioni inferiori a quelli riportate purchè tale minor prestazione venga compensata da altri componenti.**

Occorre sottolineare che i valori di trasmittanza termica degli elementi di involucro indicati nelle tabelle sono **comprensivi delle maggiorazioni dovute ai ponti termici** (vedi pag. 12). Pertanto tali valori sono molto più bassi rispetto alle trasmittanze limite (senza effetto dei ponti termici) indicate nei D.Lgs 192/05 e 311/06.

Zona Climatica	Trasmittanza termica U delle strutture opache verticali (W/m^2K)	
	2015*	2019/2021**
A e B	0,45	0,43
C	0,38	0,34
D	0,34	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

Zona Climatica	Trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura (W/m^2K)	
	2015*	2019/2021**
A e B	0,38	0,35
C	0,36	0,33
D	0,30	0,26
E	0,25	0,22
F	0,23	0,20

Zona Climatica	Trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento, verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra (W/m^2K)	
	2015*	2019/2021**
A e B	0,46	0,44
C	0,40	0,38
D	0,32	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

* Dall'1 ottobre per tutti gli edifici

** Dall'1 gennaio 2019 per gli edifici pubblici / Dall'1 gennaio 2021 per tutti gli edifici.

PRESTAZIONI INVERNALI DELL'INVOLUCRO

Le prestazioni invernali dell'involucro vengono valutate:

- confrontando l'indice di prestazione termica utile per il riscaldamento $EP_{H,nd}$ dell'edificio reale con l'analogo indice calcolato per l'edificio di riferimento. A tal fine si utilizzano le trasmittanze termiche indicate nella pagina precedente;
- verificando che il coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione H'_T sia inferiore ad un valore limite determinato in funzione della zona climatica della località e del rapporto disperdente S/V dell'edificio.

Il coefficiente di scambio termico H'_T è calcolato come:

$$H'_T = \frac{H_{tr,adj}}{\sum_k A_k}$$

dove a denominatore c'è la somma delle superfici (in m^2) degli elementi di involucro opachi e trasparenti, mentre $H_{tr,adj}$ è il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione dell'involucro (in W/K), calcolato secondo la UNI TS 11300-1 come:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

dove i quattro addendi rappresentano i coefficienti di scambio termico rispettivamente verso l'ambiente esterno, verso il terreno, verso ambienti non riscaldati e verso ambienti climatizzati a temperature diverse.

È importante tenere presente che **anche nel calcolo del coefficiente H'_T occorre valutare i ponti termici presenti nell'involucro disperdente.**

Valore massimo del coefficiente globale di scambio termico H'_T (Wm^2K)

Numero Riga	Rapporto di forma (S/V)	Zona Climatica				
		A e B	C	D	E	F
1	$S/V \geq 0,7$	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
2	$0,7 > S/V \geq 0,4$	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
3	$0,4 > S/V$	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70

ALTRE VERIFICHE

Il Decreto "Requisiti minimi" impone ulteriori verifiche relative al periodo invernale.

• Pareti divisorie tra unità immobiliari

Per tutti gli edifici realizzati in tutte le zone climatiche, ad eccezione di quelli in Categoria E8 secondo DPR 412/93 (edifici industriali ed artigianali), la trasmittanza termica U di pareti divisorie e solai interpiano tra diverse unità immobiliari non deve essere superiore a $0,8 W/m^2K$.

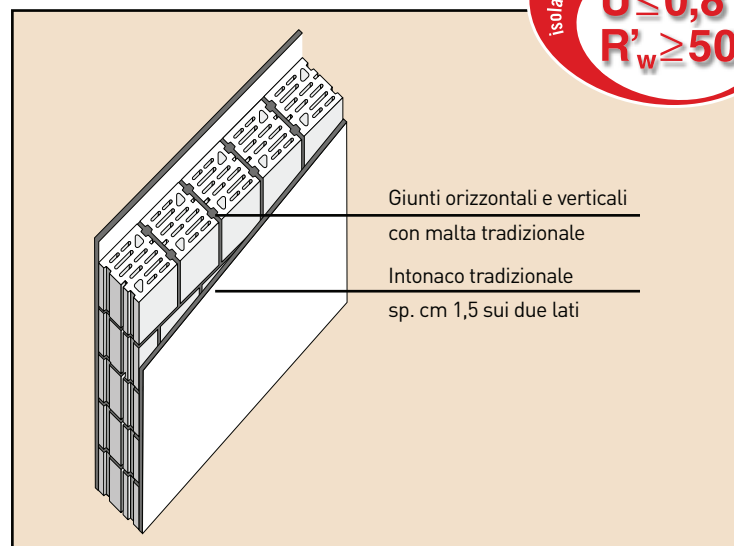
• Pareti esterne di ambienti non riscaldati

Le strutture (pareti o solai) che delimitano ambienti non dotati di impianto di climatizzazione (ma adiacenti ad ambienti climatizzati) verso l'esterno devono avere una trasmittanza termica non superiore a $0,8 W/m^2K$.

• Assenza di condensazioni

Il Decreto prevede di verificare l'assenza di formazione di muffe, nonché l'assenza di condensazioni interstiziali. Le condizioni interne (temperatura ed umidità) sono da calcolare secondo il metodo delle classi di concentrazione contenuto nella norma UNI 13788.

Pareti divisorie tra unità immobiliari con Lecablocco Fonoisolante spessore cm 25



PRESTAZIONI ESTIVE DELL'INVOLUCRO

In tutta Italia i consumi per il raffrescamento estivo sono una parte consistente dei consumi energetici complessivi degli edifici.

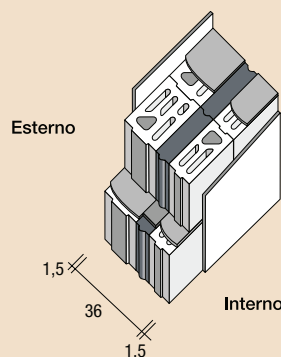
Per limitarli è necessario fare riferimento al concetto di inerzia termica dell'involucro, che rappresenta la capacità dell'edificio di ritardare nel tempo (**sfasamento S**) e di ridurre l'entità (**attenuazione f_a**) dell'onda termica incidente.

Secondo le nuove norme, per limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e per contenere la temperatura interna degli ambienti, il progettista dovrà:

- verificare che l'indice di prestazione energetica utile $E_{PC,nd}$ per il raffrescamento estivo sia minore o uguale all'analogo valore calcolato per l'edificio di riferimento;
- valutare l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare;
- eseguire, a eccezione degli edifici classificati nelle categorie E.6 ed E.8, in tutte le zone climatiche a esclusione della F, per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva, $I_{m,s}$, sia maggiore o uguale a 290 W/m^2 almeno una delle seguenti verifiche, relativamente a tutte le pareti verticali opache con l'eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest / nord / nord-est:
 - che il valore della massa superficiale M_s sia superiore a 230 kg/m^2 ;
 - che il valore del modulo della trasmittanza Termica periodica Y_{IE} sia inferiore a $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- verificare, relativamente a tutte le pareti opache orizzontali e inclinate, che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica Y_{IE} sia inferiore a $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Comportamento estivo delle pareti in Lecablocco

Si riporta di seguito il confronto dei comportamenti estivi di tre pareti differenti (due pareti in Lecablocco e una parete in laterizio forato). Si evidenzia come i tre esempi abbiano una trasmittanza termica simile (il terzo differisce di solo il 20%). Tuttavia, in termini di trasmittanza termica periodica Y_{IE} , il terzo esempio ha valori di oltre quattro volte superiori alle pareti in Lecablocco che invece rispettano ampiamente i requisiti normativi.



Parete in Lecablocco Bioclima Zero 27t

$$U = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$$

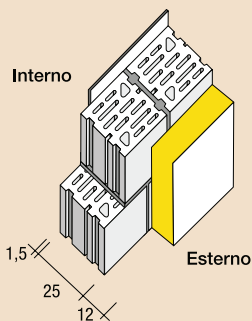
$$f_a = 0,102$$

$$S = 15,3\text{h}$$

$$M_s = 280 \text{ kg/m}^2 > 230 \text{ kg/m}^2$$

$$Y_{IE} = 0,028 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VERIFICATA



Parete in Lecablocco Fonoisolante25 e isolamento a cappotto

$$U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$$

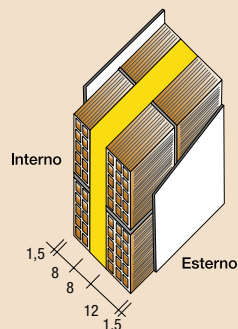
$$f_a = 0,06$$

$$S = 14,9\text{h}$$

$$M_s = 290 \text{ kg/m}^2 > 230 \text{ kg/m}^2$$

$$Y_{IE} = 0,013 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VERIFICATA



Doppia parete in laterizio forato

$$U = 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_a = 0,46$$

$$S = 8,0\text{h}$$

$$M_s = 150 \text{ kg/m}^2 < 230 \text{ kg/m}^2$$

$$Y_{IE} = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K} > 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$$

NON VERIFICATA

CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

Il Decreto 26 giugno 2015 "Adeguamento del decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 26 giugno 2009 – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici" (Decreto "Linee Guida") introduce nuove modalità per la classificazione energetica degli edifici ai fini del rilascio dell'APE (Attestato di Prestazione Energetica).

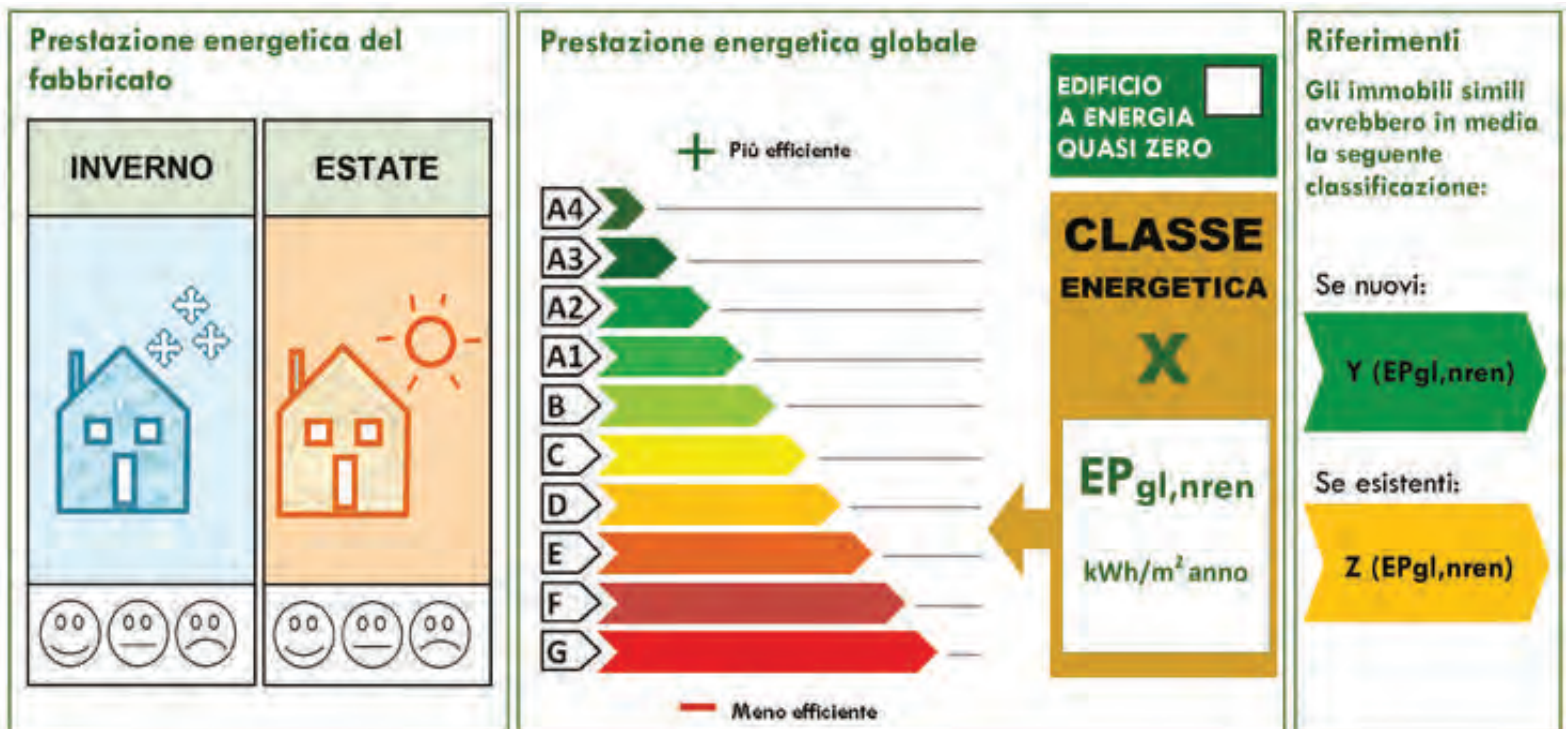
Il parametro in base al quale si effettua la Classificazione è l'indice di prestazione energetica globale dell'edificio reale $EP_{gl,nren}$ (energia primaria non rinnovabile). Tale indice viene **confrontato con l'analogo indice calcolato per l'edificio di riferimento** (valori 2019/2021). Questo ultimo valore rappresenta il limite di separazione tra le classi A1 e B.

Come si può constatare, rispetto alla precedente classificazione nazionale vengono introdotte 4 Classi "A". La **Classe A4** risulta essere quella **più elevata**.

Essendo variata la scala di riferimento, **non c'è corrispondenza tra le nuove Classi Energetiche contenute nell'APE e quelle previste dalla precedente normativa nazionale.**

Non c'è inoltre corrispondenza tra i due indici utilizzati per verificare il rispetto del Decreto "Requisiti minimi" ($EP_{gl,tot}$) e per definire la Classe energetica dell'edificio ($EP_{gl,nren}$): infatti in quest'ultimo non è scorporata la quota parte di energia prodotta da fonti rinnovabili. Pertanto, per identificare un **edificio "a energia quasi zero" (NZEB)** è prevista una **specificata indicazione**.

Infine nell'Attestato è riportata una indicazione qualitativa della "Prestazione energetica del fabbricato" nel periodo invernale ed estivo, di cui nelle seguenti tabelle sono riportati i criteri identificativi.



Attestato di Prestazione Energetica degli edifici (APE).

PONTI TERMICI

Per “ponti termici” si intendono quelle zone dove si verificano **disomogeneità del materiale** (per esempio i pilastri all'interno delle tamponature in muratura) e **variazioni di forma** (per esempio angoli o spigoli). In queste zone vi è un incremento del valore dei flussi termici e una variazione delle temperature superficiali interne, con conseguente aumento della quantità di calore disperso attraverso le pareti o gli altri elementi di involucro.

Il parametro che caratterizza un ponte termico lineare è la trasmittanza termica lineica ψ (W/mK) che esprime il flusso termico specifico scambiato per unità di lunghezza. Per effetto dei ponti termici, il coefficiente di scambio termico H è calcolato come:

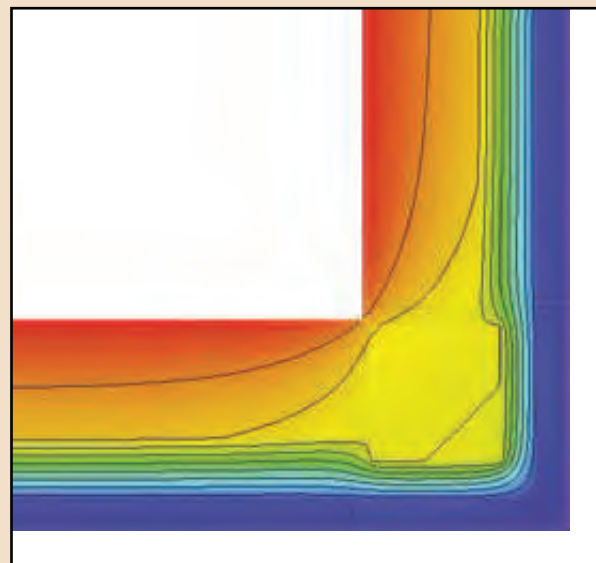
$$H = \sum_j A_j U_j + \sum_k L_k \psi_k$$

ANALISI DEI PONTI TERMICI

In precedenza i ponti termici erano analizzati generalmente in modo forfettario in funzione della tipologia costruttiva utilizzata (pareti con isolamento dall'esterno, a cassa vuota con o senza isolamento nell'intercapedine, ecc...). Tuttavia l'ultima versione della norma UNI TS 11300-1 (emanata nel 2014) non consente più tale calcolo forfettario: i ponti termici vanno quindi valutati secondo calcoli agli elementi finiti realizzati secondo la norma UNI EN ISO 10211.

Pertanto, la necessità di valutazioni più approfondite unitamente a prestazioni tecniche più severe richieste dal Decreto “Requisiti minimi” rende **il tema dei ponti termici un passaggio fondamentale della nuova normativa sull'efficienza energetica degli edifici.**

Esempio di ponte termico geometrico - Angolo.



Esempio di ponte termico del particolare cordolo-trave-muratura.

