

IL CALCOLO DI CARICHI TERMICI INVERNALI SECONDO UNI EN 12831 NEGLI EDIFICI AD ELEVATE PRESTAZIONI

di

* Paolo Savoia

Riportiamo di seguito un primo articolo estratto del libro “Impianti termici negli edifici residenziali ad elevate prestazioni energetiche - Capire l'involucro per progettare gli impianti” di Paolo Savoia, Editore Maggioli.

Nel prossimo numero di neo Eubios riporteremo un secondo contributo sul calcolo dei carichi estivi con metodo Carrier-Pizzetti e metodo dinamico orario.



articolo, negli edifici ad elevata prestazione energetica, per le loro caratteristiche costruttive intrinseche, le condizioni di progetto sopra riportate devono essere necessariamente riviste, in quanto non c'è correlazione istantanea tra le potenze richieste e la variazione del clima esterno rispetto a quello interno.

L'evoluzione normativa ha permesso, dapprima solo in ambito di ricerca ma ora con maggior diffusione, l'esecuzione di calcoli particolarmente sofisticati per cercare di avvicinare maggiormente i risultati delle analisi energetiche ai reali consumi dei fabbricati.

I modelli di calcolo semplificati, su cui si basano tutt'ora i programmi di calcolo termotecnico, implementano normative o metodi diffusi che sono applicabili tal quali per gli edifici non particolarmente prestazionali, dove è possibile trascurare, ai fini del dimensionamento impiantistico, aspetti quali le infiltrazioni d'aria e la costante di tempo del fabbricato che hanno un riscontro significativo sul fabbisogno di potenza termica e sul comportamento energetico dei fabbricati.

Questi metodi di calcolo semplificati permettono un calcolo della potenza termica invernale o del carico termico estivo di tipo istantaneo riferito alla condizione di progetto, ovvero alla temperatura dell'aria esterna in inverno oppure alla temperatura ed umidità dell'aria esterna ed irraggiamento della località nei mesi estivi.

Come mostrato nel testo da cui è tratto il presente

In particolare possiamo riassumere che:

- l'elevata resistenza termica e ridotta trasmittanza periodica consentono alle costruzioni efficienti di non risentire istantaneamente delle mutate condizioni esterne;
- l'elevata costante di tempo permette di mantenere la temperatura interna costante durante lo spegnimento o l'attenuazione degli impianti;
- la capacità termica areica interna periodica influisce sulla redistribuzione dei picchi di temperatura interna nel caso di apporti gratuiti (anche solari) variabili;
- il recupero di calore della ventilazione meccanica e la tenuta all'aria del fabbricato limitano l'influenza della temperatura esterna ed evitano indesiderate infiltrazioni ed esfiltrazioni d'aria.

Il calcolo della potenza invernale secondo UNI EN 12831

La norma fornisce un metodo di calcolo semplificato, in regime termico stazionario (ovvero in condizioni di temperatura interna ed esterna invariate nel tempo), per il calcolo delle dispersioni termiche ambiente per ambiente, utili ai fini del dimensionamento dei

terminali e del calcolo del carico termico di progetto necessario per la valutazione della potenza del generatore. La norma si applica tipicamente ai fabbricati in cui è previsto un riscaldamento a regime permanente nelle condizioni di progetto, pur considerando, come vedremo, condizioni di attenuazione o intermittenza del funzionamento dell'impianto.

Ipotesi ulteriore è che la temperatura dell'aria e la temperatura operante abbiano lo stesso valore. Gli edifici scarsamente isolati, riscaldati in maniera intermittente con terminali ad alta componente convettiva, come ad esempio la maggior parte dei condomini con impianto centralizzato a radiatori, o ambienti in cui sono presenti ampie superfici vetrate non particolarmente isolate, si discostano dall'ambito di applicazione della norma, per la quale si prevedono casi particolari. Lo stesso dicasi nel caso di ambienti ad elevata altezza che possono causare gradienti importanti di temperature.

Dalle premesse appare tuttavia che le ipotesi alla base del calcolo siano rispettate negli edifici ad elevate prestazioni che non rappresentano specifici scostamenti tra temperatura dell'aria e quella operante per l'elevata resistenza termica delle strutture e dove la trasmittanza termica dei componenti finestrati è ottimizzata per ridurre l'asimmetria radiale.

La potenza complessiva viene calcolata attraverso la somma di vari contributi: trasmissione, ventilazione e ripresa. La potenza termica per trasmissione è legata alla trasmittanza dei componenti, alla loro superficie ed alla variazione tra la temperatura interna ed esterna. La norma considera un fattore di esposizione da moltiplicare alla trasmittanza dei componenti opachi e finestrati, variabile da 1,0 a 1,2, per tenere conto di influssi climatici tipo insolazione, assorbimento di umidità negli elementi dell'edificio, velocità del vento e temperatura, sempre che tali fattori non siano già stati considerati nel calcolo del valore della trasmittanza prevista dalla UNI EN ISO 6946. In questa norma la resistenza superficiale esterna R_{se} varia in funzione della velocità del vento su base mensile. Per elevati valori di resistenza termica questa correzione non porta nessuna variazione numerica, pur passando R_{se} da 0,04 m²K/W a 0,08÷0,02 m²K/W, rispettivamente per velocità del vento da 1 a 10 m/s, si notano variazioni del terzo decimale della trasmittanza termica solo per strutture con isolamento termico nell'ordine di 10 cm e del secondo decimale al di sotto dei 5 cm per isolamento. Con 20 cm di isolamento termico, l'influenza di R_{se} è nulla.

Il fattore di esposizione della UNI EN 12831 può perciò essere considerato pari a 1,0 nel caso degli edifici ad elevate prestazioni energetiche e quindi non vanno applicate maggiorazioni alla trasmittanza termica dei componenti. È poco noto e non sempre implementato dai software commerciali, ma anche la UNI EN 12831 permette di calcolare le perdite per infiltrazioni, in funzione del ricambio d'aria a 50 Pa, indicato n_{50} [h⁻¹] e misurato tramite la prova del Blower Door Test o ipotizzato da progetto. Nella UNI EN 12831:2006 tale valore si calcola invece con la seguente relazione:

$$2 \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon_i$$

dove e è il coefficiente di schermatura e ϵ_i rappresenta il fattore per correzione per l'altezza che tiene conto della maggior velocità del vento all'aumentare dell'altezza da terra e assume valori superiori all'unità per altezze sopra i 10 metri.

L'ultimo componente per il calcolo complessivo del carico termico è rappresentato dalla potenza di ripresa e si ottiene moltiplicando il fattore di ripresa f_{RH} descritto nella norma UNI EN 12831, per la superficie netta degli ambienti. Tale addendo viene utilizzato per compensare gli abbassamenti della temperatura interna dovuti allo spegnimento degli impianti termici e rappresenta il surplus di potenza da fornire da parte dell'impianto termico per alzare la temperatura dell'aria interna dal valore di attenuazione/spegnimento fino al set point considerato. La normativa indica i valori di f_{RH} per abbassamenti di 2°C, 3°C o 4°C in un periodo di ripresa variabile da 1 a 4 ore per edifici con diversa massa, alta, media o bassa. L'elevata costante di tempo dei fabbricati ad elevate prestazioni, permette al fabbricato di perdere solo qualche decimale di °C durante lo spegnimento notturno degli impianti.

Considerando inoltre che a temperature esterne notturne particolarmente rigide corrisponde una giornata soleggiata in cui si ha un guadagno in termini di apporti solari, possiamo affermare che il fattore f_{RH} negli edifici ad elevate prestazioni può essere posto pari a 0 W/m². Se volessimo visualizzare l'andamento della potenza termica richiesta al generatore per mantenere il set point di temperatura interna al variare della temperatura esterna, otterremo una retta in cui il carico termico si annulla alla temperatura esterna pari a quella interna prevista.

La norma tecnica non tiene presente, in favore di sicurezza, la presenza dei carichi interni che in inverno costituiscono un apporto, tanto più significativo

Carico termico secondo UNI EN 12831



Grafico 1

tanto più il fabbricato è prestazionale. Si possono considerare negli ambienti abitativi da 2 a 4 W/m² di apporti gratuiti interni, dati dagli elettrodomestici, dall'illuminazione, dalle perdite recuperate degli impianti di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria e dalle persone mediamente presenti. Nella norma non vengono infine valutati gli apporti solari dovuti all'irraggiamento che consentono un parziale riscaldamento gratuito degli ambienti negli edifici ad elevate prestazioni, dove l'elevata resisten-

za termica consente di trattenere all'interno buona parte del calore prodotto.

Tali apporti sono sempre presenti nelle giornate in cui si verificano le minime temperature esterne, originate dal forte re-irraggiamento verso la volta celeste del calore accumulato sulle superfici esterne riscaldate dal sole.

Nel grafico 2, tratto dal monitoraggio di 9 giorni di un fabbricato ad elevate prestazioni, progettato per sfruttare gli apporti solari in inverno, si vede come

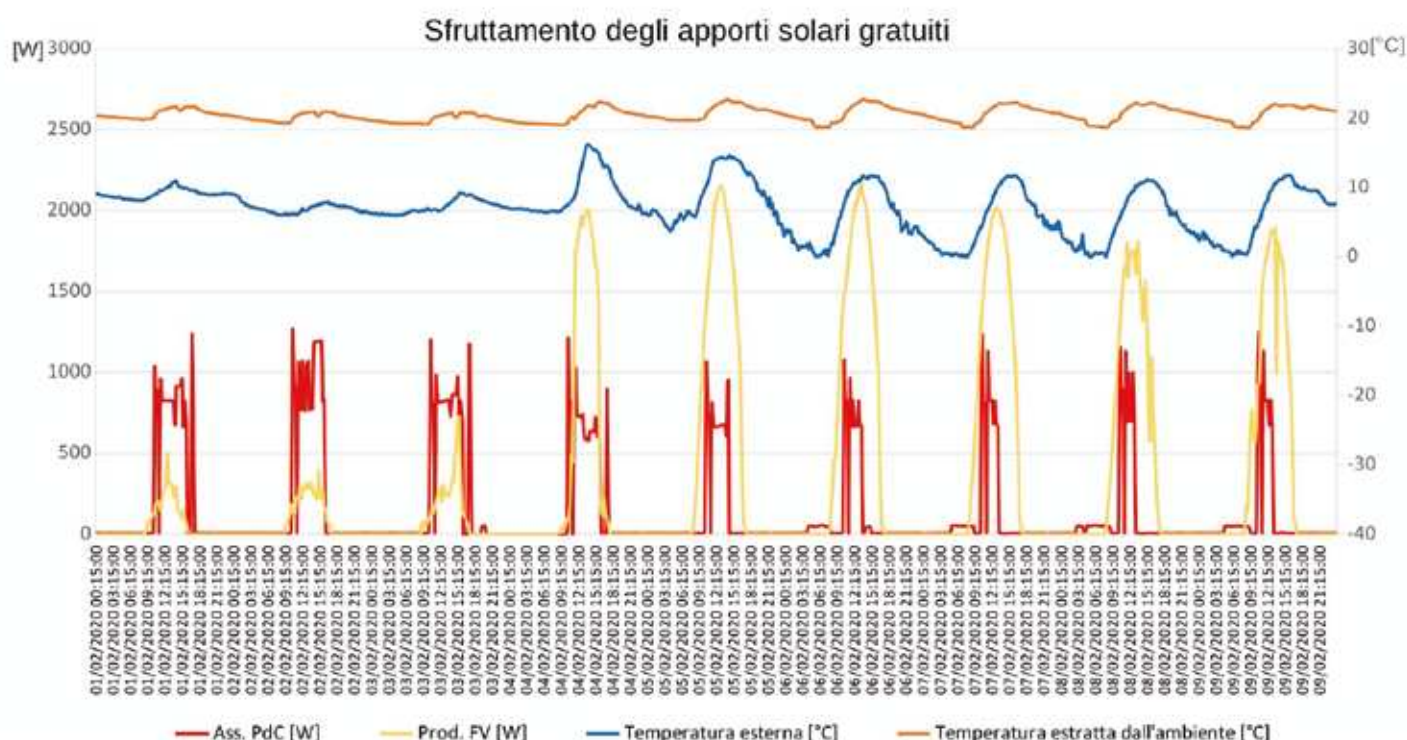


Grafico 2: Durante le giornate soleggiate (e quindi con minori temperature esterne durante le ore notturne) gli apporti solari contribuiscono in maniera significativa al riscaldamento gratuito del fabbricato

durante le giornate poco soleggiate, indicate dalla scarsa produzione fotovoltaica e dalla temperatura esterna costante, la pompa di calore abbia bisogno di più energia per mantenere la temperatura interna costante. Nei giorni soleggiate, in cui si nota la produzione fotovoltaica unita ad una forte escursione termica della temperatura esterna, l'irraggiamento solare fa innalzare la temperatura interna che viene mantenuta durante la notte ad impianto spento.

Dopo questa breve disamina è possibile asserire che la UNI EN 12831 costituisce una buona base di partenza per calcolare le dispersioni invernali e la potenza termica di progetto, se non vengono applicate le maggiorazioni previste e se si apportano alcune riduzioni almeno per tenere conto degli apporti interni sempre presenti. Inoltre la temperatura di picco, che si manifesta sempre nelle giornate soleggiate, non costituisce a prescindere la condizione di calcolo sfavorevole, permettendo anche l'utilizzo di un salto termico tra interno ed esterno minore di quello normativo.


Nelle tabelle 1 e 2 sono riportati a titolo di esempio i calcoli della potenza di picco di due fabbricati ad elevate prestazioni energetiche, similari in termini di trasmittanza dell'involucro e di superficie netta pari a circa 150 m², utilizzando inizialmente la norma UNI EN 12831 dapprima senza prevedere le correzioni sopra esposte e successivamente applicandole.

Nei calcoli sono state considerate le seguenti ipotesi nell'applicazione rigorosa della norma tecnica:

- potenza di ripresa pari a 11 W/m² ;
- dispersione per trasmissione calcolate con temperatura esterna di progetto pari a -5°C;
- nessun apporto interno.

Viceversa nell'applicazione ragionata della norma tecnica si è ipotizzato:

- nessun contributo di potenza per ripresa;
- dispersioni per trasmissione dei componenti opachi calcolati tenendo conto di una temperatura esterna dell'aria di -2°C;
- apporto interno di 2 W/m²K.

Dall'analisi delle tabelle 1 e 2, possiamo vedere una riduzione di circa il 50% del carico termico di progetto qualora la norma tecnica UNI EN 12831 venga applicata coerentemente allo standard costruttivo degli edifici di elevata prestazione energetica. In entrambi i casi non viene valorizzato il contributo degli apporti solari, in quanto la norma si basa su un calcolo istantaneo di sola potenza termica. 

** Paolo Savoia, ingegnere libero professionista.*

Per ulteriori informazioni sul libro "Impianti termici negli edifici residenziali ad elevate prestazioni energetiche - Capire l'involucro per progettare gli impianti" consultare la pagina web dell'autore www.paolosavoia.com

Parametri	Applicazione rigorosa UNI EN 12831		Applicazione ragionata UNI EN 12831	
	[W]	[W/m ²]	[W]	[W/m ²]
Dispersioni per trasmissione	2230	15,8	1803	12,8
Dispersioni per ventilazione	367	2,6	367	2,6
Dispersioni per ripresa	1551	11,0	0	0,0
Apporti interni	0	0,0	-282	-2,0
Totale	4150	29,4	1888	13,4

Tabella 1: Confronto tra due approcci di utilizzo della norma tecnica UNI EN 12831

Potenza termica di progetto di un fabbricato ad elevate prestazioni che utilizza in maniera significativa gli apporti solari

Parametri	Applicazione rigorosa UNI EN 12831		Applicazione ragionata UNI EN 12831	
	[W]	[W/m ²]	[W]	[W/m ²]
Dispersioni per trasmissione	2658	16,4	2162	13,3
Dispersioni per ventilazione	425	2,6	425	2,6
Dispersioni per ripresa	1788	11,0	0	0,0
Apporti interni	0	0,0	-325	-2,0
Totale	4871	30,0	2262	13,9

Tabella 2: Confronto tra due approcci di utilizzo della norma tecnica UNI EN 12831

Potenza termica di progetto di un fabbricato ad elevate prestazioni