



IL COMFORT
DI UN'ABITAZIONE
SI MISURA
ANCHE QUANDO
LA TEMPERATURA
SALE, MA
ARRIVARCI
NON È SEMPLICE

CASE FRESCHE D'ESTATE SENZA ARIA CONDIZIONATA? OGGI SI POSSONO COSTRUIRE

Progettare e studiare il comfort estivo sta diventando oggi una necessità, (ricordiamo la calda estate del 2003?) ma ancora non è obbligo legislativo. Il comfort estivo non può essere raggiunto senza partire dall'architettura costruttiva, ecco perché riguarda da vicino i costruttori. Il DLgs 192/2005 per la prima volta introduce in Italia questo aspetto, limitandosi però a dare delle indicazioni troppo vaghe. Solo con il DPR 59/09 possiamo parlare di requisiti specifici.

Tuttavia il problema non è così semplice come invece può risultare quello invernale. Lo esaminiamo in una serie di articoli tecnici redatti da Angelo Deldossi, ingegnere e costruttore edile.



Oggi è possibile realizzare edifici che abbiano caratteristiche rinfrescanti tali da abbattere il costo energetico richiesto dai condizionatori

Nel periodo invernale ci troviamo ad affrontare un bilancio termico in condizioni interne tendenzialmente mantenute fisse dall'impianto.

Lo stesso discorso non vale per il periodo estivo. La problematica dei mesi caldi è proprio cercare di limitare, grazie all'involucro, le forti variazioni di temperatura interna degli ambienti per effetto dell'irraggiamento solare diurno e dell'attenuazione notturna. Comfort estivo sicuramente vuol dire

non avere temperature eccessive nei locali abitati, ma altrettanto importante è non far subire al nostro corpo e alle nostre abitazioni sbalzi termici a volte anche di 10-15° C di temperatura dell'aria e di 30° C di temperature superficiali.

Le indicazioni delle Direttive europee

Il controllo del fabbisogno energetico degli edifici nuovi e riqualificati è l'obiettivo della direttiva europea 2002/91CE sulla "Prestazione energetica nell'edi-

IL PROBLEMA
NASCE
DALL'ECCESSIVA
PROLIFERAZIONE
DI IMPIANTI
PER L'ARIA
CONDIZIONATA
NEL SUD EUROPA

lizia” o “Energy Performance of Buildings Directive” (EPBD).

Il documento, in attesa di una revisione sostanziale, è stato successivamente ripubblicato per motivi di chiarezza nel maggio 2010 a firma del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'Unione Europea attraverso la Direttiva 2010/31 IUE “Sulla prestazione energetica nell'edilizia - Rifusione”.

Si legge nell'introduzione della Direttiva 2010/31 IUE che “è necessario predisporre interventi più concreti al fine di realizzare il grande potenziale di risparmio energetico nell'edilizia, tuttora inattuato”.

Questo obiettivo va raggiunto attraverso regole sul rendimento energetico (Dir. 2002/91/CE) o meglio sulla prestazione energetica degli edifici (Dir. 2010/31/UE), determinata: “sulla base della quantità di energia, reale o calcolata, consumata annualmente per soddisfare le varie esigenze legate ad un uso normale dell'edificio e corrisponde al fabbisogno energetico per il riscaldamento e il rinfrescamento (energia necessaria per evitare un surriscaldamento) che consente di mantenere la temperatura desiderata dell'edificio e coprire il fabbisogno di acqua calda nel settore domestico”.

La preoccupazione riguardante il fabbisogno energetico durante il periodo estivo è dettata soprattutto: “dalla Crescente proliferazione degli impianti di condizionamento dell'aria nei paesi del sud dell'Europa. Ciò pone gravi problemi al carico massimo che comportano un aumento del costo dell'energia elettrica e uno squilibrio del bilancio energetico di tali Paesi.” E che

“Interno notte, l'aria è ferma, immagini sgranate e tremolanti escono da una televisione. La donna (caschetto biondo, magra, gambe lunghe) cerca invano di togliersi dalla schiena la canotta bianca umida e incollata. L'uomo siede su una poltrona di pelle rossa, si passa una coca cola sulla fronte. Bollicine bagnate si confondono sulla faccia e cadono per terra. La donna apre una finestra e boccheggia. “Verrà il giorno Dominic?” chiede lui. “Spero di no” risponde lei.” (da “Racconti” di Corrado Erba)

quindi “dovrebbe essere accordata massima priorità alle strategie che contribuiscono a migliorare il rendimento termico degli edifici nel periodo estivo” (Dir. 2002/91/CE, Intro, comma 18 e Dir. 2010/31/UE, Intro, comma 25).

Problema del calcolo del fabbisogno estivo

Le limitazioni di legge in vigore in Italia possono essere divise in due gruppi: il primo relativo alle regole sul contenimento energetico invernale e il secondo al periodo estivo.

Per quanto riguarda le regole invernali, per ragioni d'impostazione normativa (ereditata da un assetto tipicamente mitteleuropeo) e per ragioni storiche (è dal 1991

che in Italia la Legge 10 impone obblighi sul risparmio energetico invernale), è ormai prassi considerare il rispetto di limiti relativi:

- al contenimento del fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento;
- al rendimento energetico degli impianti termici per la produzione di calore e ACS;
- all'isolamento delle strutture che compongono l'involucro dell'edificio.

Anche i metodi di calcolo necessari alla valutazione di questi parametri sono ormai noti e comunemente adottati senza problemi. Questo perché la fisica tecnica applicata alle verifiche invernali è semplificabile attraverso modelli in regime statico o stazionario.

Ovvero la rappresentazione del comportamento energetico dell'edificio, degli impianti o delle strutture edilizie che compongono l'involucro può essere sviluppata attraverso modellazioni che non considerano il fattore “tempo” all'interno degli algoritmi di calcolo. È una forte semplificazione della realtà che abbatte notevolmente la mole di dati da conoscere per ottenere il risultato finale senza introdurre errori di valutazione eccessivi.

Ad esempio per prevedere quanto vale il consumo per il riscaldamento di un edificio durante un mese invernale, oltre alle caratteristiche dell'edificio stesso, è sufficiente conoscere:

- i valori medi mensili della temperatura esterna;
- i valori medi mensili dell'irraggiamento solare sulle principali esposizioni.

Non serve sapere cosa succede giorno dopo giorno, bastano

L'ANALISI
ENERGETICA
ESTIVA DEVE
ESSERE CONDOTTA
IN MODO
DINAMICO TENENDO
CONTO DEL
FATTORE TEMPO

solo le condizioni al contorno sul lungo periodo.

Le procedure di calcolo infatti non fanno altro che proporre formule semplificate da applicare a una serie di momenti statici (i 12 mesi) definiti climaticamente attraverso valori medi.

Con questa impostazione sono state scritte le norme tecniche alla base dell'analisi energetica del sistema edificio impianto, come le norme UNI/TS 11300 parte 1, 2 e 3 che oggi sono adottate per il calcolo delle verifiche di legge.

Il quadro estivo invece non può godere di questa semplificazione: l'analisi energetica deve essere condotta in regime dinamico o transitorio, ovvero il fattore "tempo" non può più essere trascurato perché l'accumulo e il rilascio energetico istante per istante delle varie componenti del sistema edificio-impianto fa parte del fenomeno da analizzare.

Per prevedere quanto valgono i consumi energetici per il raffrescamento di un edificio durante un mese estivo, questa volta è necessario conoscere:

- 1) l'andamento orario della temperatura esterne;
- 2) l'andamento orario delle sollecitazioni solari esterne sulle diverse esposizioni;
- 3) la presenza di eventuali venti o brezze;
- 4) il comportamento d'accumulo e di rilascio energetico delle strutture dell'edificio;

Se quindi, come si è visto, diventa una priorità del Legislatore introdurre limitazioni sui consumi estivi in edilizia, questi non potrà esimersi dall'imporre l'analisi dinamica come strumento obbligatorio, perché è l'unica che permette

PARAMETRI DI CONFRONTO	METODO DI CALCOLO	
	STAZONARIO	DINAMICO
Requisiti generali		
Passo temporale degli input:	mensile	orario
Passo temporale degli output:	mensile/stagionale	orario/mensile/stagionale
Formazione tecnica dell'operatore:	basso livello	alto livello
Valutazione dei risultati		
analisi fabbisogno riscaldamento:	affidabile 😊	affidabile 😊
analisi flussi di calore per zone:	difficile 😐	affidabile 😊
analisi fabbisogno raffrescamento:	non affidabile 😞	affidabile 😊
analisi comfort ambientale:	non possibile 😞	affidabile 😊

Confronto dei requisiti generali e della valutazione dei risultati tra il metodo di calcolo stazionario e dinamico. (fonte: Quadro Internazionale, Legislativo e Tecnologico - novembre 2009)

di prevedere con un'accuratezza adeguata i fabbisogni in gioco (si noti la figura sopra).

Questa operazione prevede il superamento di due scogli: una nuova banca dati climatica adeguata e un salto culturale nell'approccio alla progettazione.

Per il momento, in assenza di queste, il legislatore detta le regole punto per punto per evitare il surriscaldamento degli ambienti. L'approccio adottato è quindi prescrittivo e gli aspetti su cui è posta l'attenzione sono:

- il controllo della ventilazione;
- il controllo dell'irraggiamento;
- il controllo delle caratteristiche inerziali delle strutture opache;
- il controllo del bilancio energetico estivo dell'edificio.

IL CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE

Le indicazioni di legge - "Il progettista, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la cli-

matizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, [. . .] utilizza al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive degli spazi per favorire la ventilazione naturale dell'edificio; nel caso che il ricorso a tale ventilazione non sia efficace, può prevedere l'impiego di sistemi di ventilazione meccanica nel rispetto del comma 13 dell'articolo 5 DPR 412/93." (Art. 4 comma 15.c del DPR 59/09).

Gli interventi coinvolti nella verifica - Le indicazioni di legge sono da verificare per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso del DPR 59/09 nel caso di:

- edifici di nuova costruzione;
- ampliamenti di edifici esistenti (anche con un volume minore del 20% rispetto al volume preesistente);
- ristrutturazioni integrali degli elementi dell'involucro e demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria di edifici esistenti con superficie utile

maggiore di 1.000 metri cubi;

- ristrutturazioni totali e manutenzioni straordinarie dell'involucro.

Valutazioni - La legge prescrive di utilizzare al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive degli spazi per favorire la ventilazione naturale, e se ciò non risultasse efficace, di impiegare la ventilazione meccanica nel rispetto del DPR 412/93.

Queste prescrizioni pongono due quesiti:

1. come si può ottenere una "ventilazione efficace";

2. cosa dice il decreto citato in merito alla ventilazione meccanica.

In base a questa classificazione, possiamo distinguere tra ventilazione trasversale (cross ventilation) e ventilazione monolaterale (Single sided ventilation): la prima si basa sulla contrapposizione di due aperture sui lati opposti dell'ambiente da ventilare in modo da garantire l'ingresso d'aria sempre dalla zona esterna meno calda, la seconda si basa sull'apertura di una finestra su un unico affaccio.

Inoltre si può distinguere fra ventilazione che sfrutta l'effetto dei venti naturali e la ventilazione indotta dal sole.

Al primo gruppo appartengono tutte le strategie che fanno affidamento su regimi di vento costanti e che possono includere tanto la cross quanto la single sided ventilation.

Al secondo gruppo appartengono soprattutto i camini solari e i tetti solari, ovvero sistemi che hanno il doppio vantaggio di non dipendere dalla presenza di venti locali e di autoregolare il flusso

generato all'aumentare della radiazione solare incidente sull'edificio. Il progettista di un edificio, pensando alla distribuzione degli spazi interni, deve tener conto delle possibilità di ventilazione sopra citate, conoscendo i pregi e i difetti di ognuna di esse.

Ventilazione trasversale (o Cross ventilation)

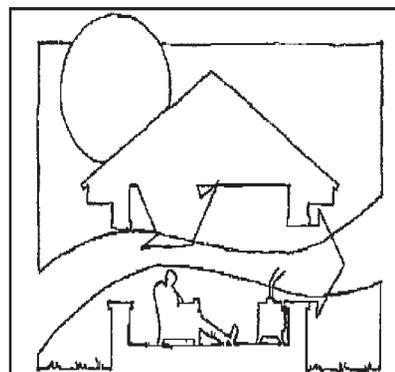
La ventilazione trasversale è innescata quando l'aria entra in una stanza o in un edificio attraverso una o più aperture poste su un lato e lascia l'edificio passando attraverso una o più aperture poste su un altro lato, operando in questo modo un lavaggio termico degli ambienti interni.

Il flusso d'aria è generato dalla differenza di pressione fra i due lati dell'edificio. Per un corretto sfruttamento della ventilazione trasversale le norme consigliano di evitare profondità degli ambienti maggiori di 5 volte l'altezza interna.

Ventilazione monolaterale (o single sided ventilation)

La ventilazione operata con aperture poste su un solo lato degli ambienti è una tra le soluzioni più diffuse. Non sempre però si riescono ad ottenere buoni risultati, poiché un posizionamento non felice dell'apertura (per mancanza di spazio o per cattiva scelta progettuale) può portare all'inefficienza della strategia o addirittura al peggioramento delle condizioni climatiche interne (ad esempio nel caso in cui la finestra è orientata ad ovest senza essere schermata).

Il flusso che scorre attraverso un'apertura monolaterale, come nel caso di una stanza con un'unica finestra, è bidirezionale. Ovvero l'effetto della stratificazione



Schematizzazione del raffrescamento convettivo attraverso ventilazione trasversale (fonte: Low-Energy cooling, a guide to the practical application of passive cooling energy conservation measures)

ne dell'aria è tale che la corrente d'aria fresca entra nella parte più bassa della finestra, mentre l'aria calda lascia la stanza passando attraverso la parte superiore dell'apertura.

Ventilazione indotta dal sole

Nel caso in cui la ventilazione naturale sia assistita dalla presenza di venti costanti, non ci sono grosse difficoltà nel fornire la quantità di flusso d'aria necessaria per garantire un buon livello di comfort negli ambienti interni.

Invece nel caso d'assenza di vento o insufficiente differenza di pressione tra interno ed esterno per generare una corrente d'aria efficace, si può ricorrere ad una ventilazione indotta dall'energia solare. Un metodo molto semplice e largamente diffuso nell'architettura dei paesi arabi. Si tratta di sfruttare in modo sapiente la radiazione solare incidente per riscaldare una parte dell'edificio e creare un forte gradiente di temperatura per garantire una ventilazione costante.

È interessante sottolineare la capacità di autoregolazione della

UNA TECNICA
SUGGERISCE
LA CREAZIONE
DI SQUILIBRI
TERMICI
COSÌ DA GENERARE
CORRENTI
D'ARIA

ventilazione indotta: più diventa opprimente il caldo dovuto all'irraggiamento solare e maggiore è l'apporto di flusso d'aria generato dal sistema di raffreddamento naturale.

Un camino o un tetto solare è un dispositivo che immagazzina energia solare in un collettore (generalmente parte di una parete o di un tetto) col fine di riscaldare l'aria e generare uno squilibrio termico capace di creare la corrente d'aria.

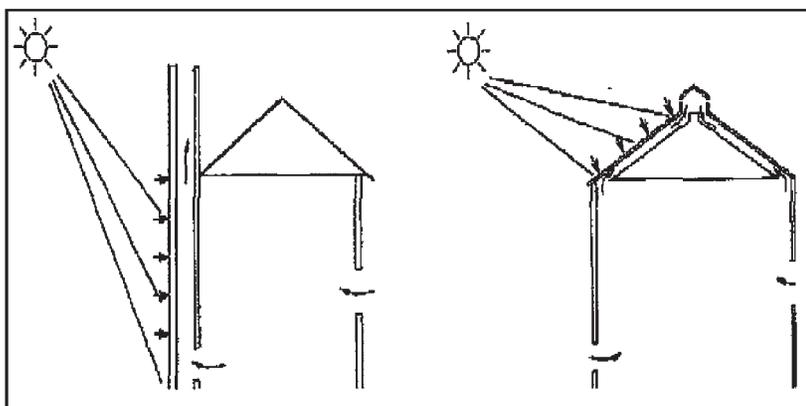
Nel progettare un camino o un tetto solare bisogna porre una particolare attenzione all'orientamento del collettore e al dimensionamento della profondità dell'intercapedine.

È buona norma evitare profondità superiori ai 20 cm, perché se si eccede è possibile che si creino delle inversioni di flusso capaci di annullare l'effetto del camino sulla ventilazione degli ambienti interni.

Ventilazione meccanica controllata

Come visto, esistono tecniche per favorire la ventilazione naturale, ma non ci sono procedure di calcolo per determinare in modo univoco la sua efficacia.

Nel caso in cui si optasse per un sistema di ventilazione meccanica, il legislatore indica che deve essere rispettato l'Art.5, comma 13 del DPR412/93: "Negli impianti termici di nuova installazione e nei casi di ristrutturazione dell'impianto termico, qualora per il rinnovo dell'aria nei locali siano adottati sistemi a ventilazione meccanica controllata, è prescritta l'adozione di apparecchiature per il recupero del calore disperso per rinnovo dell'aria ogni qual volta la portata totale dell'aria di ri-



Schema per un camino e un tetto solare: l'energia del sole riscalda il collettore creando un gradiente di temperatura, lo squilibrio termico indotto favorisce il mantenimento di una variazione di pressione nelle zone dell'edificio e attiva la ventilazione naturale. Maggiore è l'irraggiamento solare e più significativo è il flusso d'aria generato dal sistema [Fonte: "Chapter 7-ventilation"]

cambio G e il numero di ore annue di funzionamento M dei sistemi di ventilazione siano superiori ai valori limite riportati nell' "allegato C del presente decreto".

Quindi ad esempio se si decide di ricorrere ad un impianto di ventilazione meccanica con una portata calcolata di circa 5000 m³ d'aria all'ora, per un edificio situato a Milano (2404 GG), se il funzionamento dell'impianto prevede più di 1200 ore all'anno, l'installazione di un recuperatore di calore risulta essere obbligatoria.

CONTROLLO DELL'IRRAGGIAMENTO (le schermature solari)

Le indicazioni di legge prevedono che "il progettista, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti...: valuta-puntualmente e documenta l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare. (Art. 4 comma 1

8.a) del DPR 59/09); ad eccezione degli edifici di categoria E.6 ed E.8 prevede la presenza di sistemi schermanti esterni. Qualora se ne dimostri la non convenienza in termini tecnico-economici, detti sistemi possono essere omessi in presenza di superfici vetrate con fattore solare (UNI EN 410) minore o uguale a 0,5. Tale valutazione deve essere evidenziata nella relazione tecnica" (Art. 4 comma 19 del DPR 59/09).

Gli interventi coinvolti nella verifica

Le indicazioni di legge sono da verificare per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso del DPR 59/09 nel caso di:

- edifici di nuova costruzione;
- ampliamenti di edifici esistenti (anche con un volume minore del 20% rispetto al volume preesistente);
- ristrutturazioni integrali degli elementi dell'involucro e demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria di edifici esistenti con superficie utile maggiore di 1.000 metri quadri.

IL PROGETTISTA
DEVE VALUTARE
PUNTUALMENTE
L'EFFICACIA
DEI SISTEMI
SCHERMANTI
INTERNI
ED ESTERNI

Schermature solari esterne:	Secondo la definizione del DLgs 192/05 AMA, sono sistemi che, applicati all'esterno di una superficie vetrata trasparente, permettono una modulazione variabile e controllata dei parametri energetici e ottico luminosi.
Sistemi filtranti:	il DPR 59/09, Art. 2, comma 3 definisce i sistemi filtranti come pellicole polimeriche autoadesive applicabili su vetri, su lato interno o esterno, in grado di modificare uno o più delle seguenti caratteristiche della superficie vetrata: trasmissione dell'energia solare, trasmissione ultravioletti, trasmissione infrarossi, trasmissione luce visibile.
Fattore di trasmissione dell'energia Solare totale (o fattore solare):	La norma UNI EN 410:2000 "Vetro per edilizia – Determinazione dell'energia solare totale delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate, definisce il fattore solare g come la somma del fattore di trasmissione solare diretta T_e e del fattore di scambio termico secondario della vetrata verso l'interno q_i, quest'ultimo risultante dalla trasmissione di calore per convezione e per irraggiamento nel lontano IR (onda lunga radiazione terrestre) della frazione della radiazione solare incidente che è stata assorbita dalla vetrata.

• ristrutturazioni totali e manutenzioni straordinarie dell'involucro.

Valutazioni

Si legge quindi che il progettista deve valutare puntualmente l'efficacia dei sistemi schermanti esterni o interni, ma non viene data una definizione oggettiva di cosa si intenda con schermatura efficace.

Il controllo degli apporti solari e la gestione delle ventilazione durante i mesi estivi giocano un ruolo fondamentale nell'analisi delle prestazioni energetiche e una legislazione debole proprio su questi aspetti (il comma 18 è interpretabile più come un suggerimento progettuale che come una verifica di legge) non giova né al contenimento dei consumi né al comfort degli utenti.

Non mancano in letteratura esempi e metodi di calcolo: dalla simulazione oraria fino all'utilizzo di griglie solari semplificate.

INERZIA

DELL'INVOLUCRO

Le indicazioni di legge sottolineano come "Il progettista, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, esegue, in tutte le zone climatiche ad 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

1. relativamente a tutte le pareti verticali opache con l'eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest/nord/nord-est, almeno una delle seguenti verifiche:

- che il valore della massa superficiale MY , calcolato senza considerare gli intonaci, sia maggiore di 230 kg/m^2 ;

- che il valore del modulo del-

la trasmittanza termica periodica Y_{te} sia inferiore a $0,12 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;

2. relativamente a tutte le pareti opache orizzontali ed inclinate:

- che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica Y sia inferiore a $0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;

Gli effetti positivi che si ottengono con il rispetto dei valori di massa superficiale o trasmittanza termica periodica delle pareti opache possono essere raggiunti, in alternativa, con l'utilizzo di tecniche e materiali, anche innovativi, ovvero coperture a verde, che permettano di contenere le oscillazioni della temperatura degli ambienti in funzione dell'andamento dell'irraggiamento solare.

In tale caso deve essere prodotta una adeguata documentazione e certificazione delle tecnologie e dei materiali che ne attestino l'equivalenza con le predette

L'EVOLUZIONE
NORMATIVA
IMPONE LA
CONOSCENZA DEL
COMPORTAMENTO
ESTIVO DEI
SINGOLI ELEMENTI
CONSTRUTTIVI

disposizioni” (Art. 4 comma 18.b del DPR 59/09).

Gli interventi coinvolti nella verifica

Le indicazioni di legge sono da verificare per tutte le categorie di edifici delle categorie E.5, E.6, E.7 ed E.8, così come classificati in base alla destinazione d'uso del DPR 59/09 nel caso di:

- edifici di nuova costruzione;
- ampliamenti di edifici esistenti (anche con un volume minore del 20% rispetto al volume pre-esistente);
- ristrutturazioni integrali degli elementi dell'involucro e



demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria di edifici esistenti con superficie utile maggiore di 1000 metri quadri;

- ristrutturazioni totali e ma-

nutenzioni straordinarie dell'involucro.

Definizioni

L'evoluzione normativa impone ai progettisti ed ai costruttori, la conoscenza di nuovi parametri caratterizzanti il comportamento estivo dei singoli elementi costruttivi.

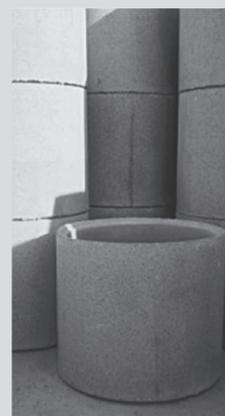
Tali parametri descrivono la reazione di un elemento edilizio ad una sollecitazione termica variabile nel tempo.

La trasmittanza termica periodica Y_{ie}

La definizione passa attraverso il concetto di annettenza,



basetti srl



MANUFATTI E PREFABBRICATI IN CEMENTO . IMPIANTI DEPURAZIONE ACQUE

25077 Roè Volciano (BS)
Tel. 0365 556509/556137 - Fax 0365 556884
www.basettisrl.it - info@basettisrl.it

definita dalla norma UNI EN ISO 13786 come: "quantità complessa definita come l'ampiezza complessa della densità di flusso termico attraverso la superficie del componente adiacente alla zona m, diviso per l'ampiezza complessa della temperatura nella zona n. Il flusso termico è definito positivo quando è diretto verso la superficie del componente".

Nel caso in cui la zona m sia l'ambiente esterno e la zona n quello interno dell'edificio l'ammettenza prende il nome di trasmittanza termica periodica Y_{ie} (periodic thermal transmittance), dove il pedice .. "i,e" sta per "interno-esterno". In altre parole la trasmittanza termica periodica mette in relazione la variazione del flusso termico sulla superficie esterna del componente edilizio con la conseguente variazione di temperatura sul lato interno dello stesso.

Si capisce quindi che, dal punto di vista estivo, il comportamento di una parete sarà tanto migliore quanto minore è la sua trasmittanza termica periodica.

La trasmittanza termica periodica quindi è espressa in W/m^2K .

Lo sfasamento dell'onda termica ϕ

Lo sfasamento dell'onda termica ϕ (time shift) è definito come: "periodo di tempo tra l'ampiezza massima di una causa e la massima ampiezza dei suoi effetti".

In generale si assume come causa la variazione di temperatura superficiale sul lato esterno del componente edilizio e come effetto la conseguente variazione sul lato interno.

Lo sfasamento rappresenta

quindi il tempo, misurato in ore, che intercorre tra il picco di temperatura sul lato esterno e quello sul lato interno.

Dal punto di vista matematico lo sfasamento è la fase del numero complesso Y_{ie} .

Il fattore di attenuazione fa

Il fattore di attenuazione fa (decrement factor) è definito dalla norma come: "rapporto fra la trasmittanza periodica e la trasmittanza termica in condizioni stazionarie, U".

Il fattore di attenuazione rappresenta la diminuzione d'ampiezza che subisce un'onda termica nel passare attraverso il componente edilizio in esame.

Essendo il rapporto tra due grandezze (Y_{ie} ed U) entrambe misurate in W/m^2K , il fattore di attenuazione è un numero adimensionale.

Maggiore diviene fa, maggiore è la capacità di attenuare il flusso termico.

IL FABBISOGNO ENERGETICO DI RAFFRESCAMENTO

"Si procede in sede progettuale alla determinazione della prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio Q_{e} , invol, e alla verifica che la stessa sia non superiore a:

a) per gli edifici residenziali di cui alla classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme, ai seguenti valori:

- 1) 40 kWh/ m² anno nelle zone climatiche A e B;
- 2) 30 kWh/ m² anno nelle zone climatiche C, D, E e F;
- b) per tutti gli altri edifici ai

seguenti valori:

1) 14 kWh/m³ anno nelle zone climatiche A e B;

2) 10 kWh/m³ anno nelle zone climatiche C, D, E e F";

(Art. 4 comma 3 DPR 59/09)

Il parametro E_{pe} , invol è calcolato come rapporto tra il fabbisogno annuo di energia termica per il raffrescamento dell'edificio e la superficie utile (o il volume) dell'edificio stesso.

Gli interventi coinvolti nella verifica

Il comma 3 deve essere rispettato nel caso di:

- nuova costruzione (con richiesta di permesso di costruire posteriore all'entrata in vigore del DPR 59/09, ovvero dal 25 giugno 2009);

- ampliamenti di edifici esistenti con un volume maggiore del 20% rispetto al volume preesistente;

- ristrutturazioni integrali degli elementi d'involucro e demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria di edifici esistenti con superficie utile maggiore di 1.000 metri quadri.

Valutazioni

Il fabbisogno Q_e (fabbisogno di energia finale) è calcolato secondo la norma UNI/TS 11300-1 con un bilancio energetico dell'involucro nella stagione di raffrescamento, tenendo conto della temperatura di regolazione estiva dell'edificio:

$$Q_e = (Q_{int} + Q_{sol}) - n_c(Q_{c,tr} + Q_{c,ve})$$

dove: Q_{int} sono gli apporti termici interni; Q_{sol} sono gli apporti termici solari; $Q_{c,tr}$ è lo scambio termico per trasmissione nel caso di raffrescamento; $Q_{c,ve}$ è lo scambio termico per ventila-

NEL NOSTRO
PAESE LA
CLASSIFICAZIONE
DELLE ZONE
CLIMATICHE TIENE
SOLO CONTO
DELLA STAGIONE
INVERNALE

zione nel caso di raffrescamento; N_c è il fattore di utilizzazione delle dispersioni termiche.

Il limite non riguarda l'intero sistema edificio-impianto, ma solo il comportamento dell'involucro in quanto al momento della pubblicazione del decreto non era disponibile la norma relativa all'analisi impiantistica in regime estivo, ovvero la parte 3 della UNI/TS 11300.

Il metodo di calcolo proposto per esprimere la quantità di energia necessaria a mantenere la temperatura di set point estiva a fronte di guadagni energetici e dispersioni, è semplificabile attraverso l'analogia idraulica: per ogni mese si valutano gli apporti energetici che entrano e che escono dall'involucro col fine di definire il surplus energetico che porterebbe ad un innalzamento della temperatura interna oltre il valore di progetto.

Questo eccesso rappresenta il fabbisogno di raffrescamento per il mese considerato e la somma di tutti i contributi mensili definisce il fabbisogno energetico dell'involucro nell'intero periodo di raffrescamento.

L'approccio stazionario è sensato per l'analisi di fenomeni riconducibili a un regime invernale. Non è invece il metodo ideale se le condizioni del periodo analizzato sono fortemente influenzate dalla variazione oraria e oscillatoria di parametri quali la temperatura esterna e interna dell'aria, l'irraggiamento solare diretto, le temperature superficiali, ecc.

Proviamo ad immaginare due edifici identici dal punto di vista dell'isolamento invernale (ovvero con stessi valori di trasmittanza termica U e coefficienti dispersivi

Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento:	quantità di calore che deve essere sottratta ad un ambiente climatizzato per mantenere le condizioni di temperatura desiderate durante la stagione di raffrescamento. Il parametro si indica con Q_c .
Stagione di raffrescamento:	periodo dell'anno durante il quale vi è una richiesta significativa di energia per il raffrescamento ambiente. La stagione non è definita a priori come nel caso invernale ma varia a seconda delle caratteristiche di ogni edificio.
Temperatura interna di regolazione (set-point) per il periodo di raffrescamento:	temperatura interna massima fissata dal sistema di regolazione dell'impianto di raffrescamento ai fini del calcolo del fabbisogno energetico. Il valore è assunto pari a 26°C per tutti gli edifici ad esclusione di piscine e saune (valore pari a 28°C) e palestre (pari a 24°C).

H), ma con differenti caratteristiche inerziali (diversa trasmittanza termica periodica delle strutture opache) e differente gestione della ventilazione (una legata alle condizioni climatiche orarie e l'altra alle condizioni climatiche medie mensili).

Analizzando il loro fabbisogno con il metodo del bilancio medio mensile della formula esaminata nella pagina precedente, otterremo per entrambi gli edifici identici valori di fabbisogno estivo, mentre in realtà è facile intuire che ci sarebbero notevoli differenze.

Un limite di legge su un parametro che non è sensibile all'oscillazione climatica giornaliera, non ha molto senso dal punto di vista della fisica dell'edificio, ma rappresenta semplicemente un primo passo verso il concetto di progettazione estiva.

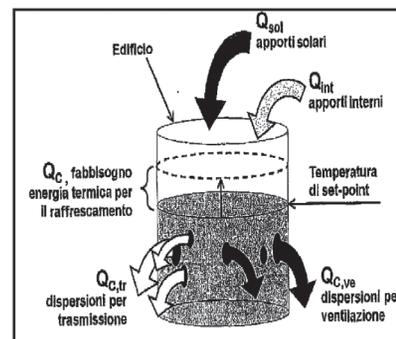
Una seconda critica alle indicazioni di legge riguarda la definizione stessa del limite: ovvero un limite meno severo per le zone climatiche A e B e uno più restrittivo per le zone C, D, E ed F.

La suddivisione del territorio italiano in zone climatiche però non dipende da criteri estivi, bensì invernali, infatti si riferisce al

parametro dei Gradi giorno (GG). Quindi semplicemente suppone che le zone d'Italia con gli inverni più miti (zona A e B) siano anche quelle con il periodo estivo più torrido; mentre le altre zone (C, D, E e F) corrispondano a territori con un periodo estivo meno intenso.

Ovviamente non sempre questo è riscontrato nella realtà e sarebbe più interessante l'introduzione di nuove suddivisioni climatiche in funzione delle problematiche estive.

Angelo Deldossi
ingegnere e costruttore
(prosegue
nel prossimo numero)



Il modello idraulico per il calcolo del bilancio energetico estivo in regime semi-stazionario

Gli specialisti nelle demolizioni.



Esperienza, competenza tecnica e un'ampia flotta di mezzi permettono di pianificare ogni tipologia di demolizione civile, industriale o chirurgica ad altezze anche superiori ai 40 metri, garantendo recupero, trasporto, smaltimento, riciclaggio dei materiali e abbattimento della polverosità con opportune nebulizzazioni d'acqua, nel massimo rispetto dell'ambiente.

CORBAT

DEMOLIZIONI



CORBAT S.p.A.



Via Don Lorenzo Milani, 58/60 • 25020 Flero (Bs) • Tel. 030 254 0081 / 264 0483 • Fax 030 254 0082
info@corbat.it • www.corbat.it