

Le recenti disposizioni legislative sul contenimento dei consumi energetici in edilizia portano necessariamente in primo piano il tema della scelta del tipo di materiale isolante da adottare. A partire dal 1° gennaio 2008, il D.Lgs. 311/2006 è entrato nella seconda fase in cui più severi sono i limiti minimi sull'isolamento dell'involucro, sul consumo energetico degli edifici e sui rendimenti degli impianti termici.

Limiti di legge per i materiali isolanti

Testo di Giorgio Galbusera e Sergio Mammi

Nella stagione invernale, nei mesi in cui accendiamo l'impianto di riscaldamento per garantire una temperatura confortevole all'interno delle nostre abitazioni, le dispersioni energetiche attraverso l'involucro, per ogni metro quadro di superficie, dipendono principalmente dal salto termico fra interno ed esterno, dalla durata temporale considerata nei calcoli e dalla trasmittanza termica della struttura. Di questi tre parametri, i primi due hanno valori standardizzati: il salto termico è pari alla differenza, mese dopo mese, fra la temperatura interna (fissata a 20 °C) e la temperatura media mensile esterna (normata dalla UNI 10349) e il periodo di riscaldamento è stabilito convenzionalmente dal D.P.R. 412/1993, mentre il terzo, la trasmittanza, dipende dalle caratteristiche termiche della stratigrafia progettata. Da questo ne deriva che il legislatore si preoccupi di imporre limiti massimi sulla trasmittanza termica U ($W/m^2 \cdot K$) al fine di limitare le dispersioni energetiche in edilizia, in quanto fra i tre è l'unico parametro su cui poter intervenire.

Ad esempio, per una muratura perimetrale di un edificio residenziale in pianura padana (zona climatica E), il limite massimo di trasmittanza termica in vigore dal 1° gennaio 2008 è pari a $0,37 W/m^2 \cdot K$ e scenderà a $0,34 W/m^2 \cdot K$ dal 1° gennaio 2010.

Questi valori, tradotti in centimetri (su una struttura standard di mattoni forati), equivalgono a spessori obbligatori di materiale isolante di almeno 6-7 cm dal 2008 e superiori agli 8 cm dal 2010.

Va sottolineato che, sono proprio questi pochi centimetri di materiale isolante che rendono energeticamente efficace un involucro, permettendo di abbassare la trasmittanza termica sotto i limiti e un buon progettista non può certo trascurare o delegare completamente ad altri questo obiettivo.

Un buon involucro edilizio però, oltre che a garantire un contenimento delle dispersioni energetiche nel periodo di riscaldamento, deve anche essere in grado di far fronte al problema del surriscaldamento estivo. La prestazione richiesta in questo caso si riferisce al controllo dei flussi termici entranti, riducendo e ritardando il loro effetto negativo negli ambienti interni. L'attenzione progettuale, pertanto, va posta principalmente nella messa a punto di efficaci sistemi di schermatura solare delle superfici trasparenti e in

secondo luogo nella qualità "estiva" dell'isolamento delle strutture che compongono l'involucro opaco, visto che, per garantire un ambiente fresco, va necessariamente controllata anche la temperatura interna superficiale.

Questo secondo obiettivo si raggiunge progettando una stratigrafia caratterizzata da una combinazione fra spessore delle stratigrafie s (m), conduttività termica λ ($W/m \cdot K$) e calore specifico c ($J/kg \cdot K$) dei materiali adottati, oltre che alla densità della struttura ρ (kg/m^3). Il D.Lgs. 311/2006 impone, per le località in cui nel mese di massima insolazione si supera un'irradiazione media mensile sul piano orizzontale di $290 W/m^2$, l'obbligo di adottare strutture massive (ovvero con massa superficiale $>$ di $230 kg/m^2$) o strutture leggere ma con comportamento estivo equivalente, vale a dire (secondo la norma UN ISO 13786) che garantiscono buoni valori di sfasamento e attenuazione dell'onda termica entrante.

Quale materiale scegliere?

Non esiste, in assoluto, un materiale migliore degli altri. Come è logico immaginare, per ogni applicazione si possono ipotizzare molteplici soluzioni che garantiscono la stessa prestazione.

Il miglior materiale isolante per ogni applicazione è quello che ottimizza tutte le proprie caratteristiche intrinseche in riferimento alla prestazione prefissata. Ad esempio, per coibentare l'intercapedine di una struttura verticale, un materiale isolante con un'elevata resistenza a compressione è spreco, pur garantendo la prestazione termica richiesta.

I requisiti che deve soddisfare un materiale isolante sono quelli previsti dalla direttiva europea 89/106 (recepita in Italia con il D.P.R. n. 246 del 21 aprile 1993) per i prodotti da costruzione (Tabella 1).

Classificazione dei materiali isolanti

La letteratura di settore definisce come isolanti i materiali con un valore di conduttività termica λ inferiore a $0,065 W/m \cdot K$ (i materiali isolanti comunemente commercializzati hanno valori tra $0,030$ e $0,045 W/m \cdot K$).

In realtà, bisognerebbe parlare di conduttività termica "apparente", in quanto, a livello microscopico, l'effetto di contenimento alla trasmissione di calore non dipende

Il salto termico fra interno ed esterno, la durata temporale considerata e la trasmittanza termica della struttura sono i tre parametri che permettono di calcolare le dispersioni energetiche attraverso l'involucro di un edificio residenziale

Inoltre, alcune Regioni italiane, tra cui Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna e Liguria, hanno deciso di far entrare in vigore già da oggi i limiti della terza fase previsti per il 2010

Tabella 1 - Resistenza meccanica e stabilità

L'OPERA DEVE ESSERE CONCEPITA E COSTRUITA IN MODO CHE LE SOLLECITAZIONI CUI PUÒ ESSERE SOTTOPOSTA DURANTE LA COSTRUZIONE E L'UTILIZZAZIONE NON PROVOCHINO:

- il crollo dell'intera opera o di una sua parte;
- deformazioni di importanza inammissibile;
- danni ad altre parti dell'opera o alle attrezzature principali o ausiliarie in seguito a una deformazione di primaria importanza degli elementi portanti;
- danni accidentali sproporzionati alla causa che li ha provocati.

SICUREZZA IN CASO DI INCENDIO

L'opera deve essere concepita e costruita in modo che, in caso di incendio:

- la capacità portante dell'edificio possa essere garantita per un periodo di tempo determinato;
- la produzione e la propagazione del fuoco e del fumo all'interno delle opere siano limitate;
- la propagazione del fuoco a opere vicine sia limitata;
- gli occupanti possano lasciare l'opera o essere soccorsi altrimenti, sia presa in considerazione la sicurezza delle squadre di soccorso.

IGIENE, SALUTE E AMBIENTE

L'opera deve essere concepita e costruita in modo da non compromettere l'igiene o la salute degli occupanti o dei vicini, in particolare in modo da non provocare:

- sviluppo di gas tossici;
- presenza nell'aria di particelle o di gas pericolosi;
- emissione di radiazioni pericolose;
- inquinamento o tossicità dell'acqua o del suolo;
- difetti nell'eliminazione delle acque di scarico, dei fumi e dei rifiuti solidi o liquidi;
- formazione di umidità su parti o pareti dell'opera.

SICUREZZA NELL'IMPIEGO

L'opera deve essere concepita e costruita in modo che la sua utilizzazione non comporti rischi di incidenti inaccettabili, quali scivolate, cadute, collisioni, bruciature, folgorazioni, ferimenti a seguito di esplosioni.

PROTEZIONE E CONTROLLO RUMORE

L'opera deve essere concepita e costruita in modo che il rumore cui sono sottoposti gli occupanti e le persone situate nelle vicinanze si mantenga a livelli che non nuociano alla loro salute e tali da consentire soddisfacenti condizioni di sonno, riposo e lavoro.

RISPARMIO ENERGETICO E RITENZIONE DI CALORE

L'opera e i relativi impianti di riscaldamento, raffreddamento e aerazione devono essere concepiti e costruiti in modo che il consumo di energia durante l'utilizzazione dell'opera sia moderato, tenuto conto delle condizioni climatiche del luogo e degli occupanti.

solo da un meccanismo di "conduzione", ma anche da meccanismi di "convezione" e "irraggiamento".

Visto che tra i materiali presenti in natura l'aria immobile rappresenta quello più economico e con conducibilità termica più bassa, il trucco per ottenere un buon materiale isolante a basso costo è quello di intrappolare, in modo stabile, il numero più grande possibile di molecole d'aria attraverso un processo industriale riproducibile su ampia scala.

Esistono diverse tipologie di conducibilità termica, in particolare per il mondo dell'edilizia è fondamentale chiarire il concetto di conducibilità dichiarata e di progetto. La prima è un valore che indica il produttore del materiale isolante e che rappresenta il 90% della produzione complessiva dei pannelli con livello di confidenza massima del 10% rispetto al valore dichiarato. Se il controllo della conformità dei prodotti, rispetto al valore dichiarato, è prerogativa dell'azienda produttrice, i

laboratori accreditati e notificati a livello europeo eseguono le prove tipo sul materiale che permettono di stabilire il valore di conducibilità termica $\lambda_{90/90}$.

Nella marcatura CE dei materiali isolanti è presente il valore di conducibilità dichiarata λ_D .

La conducibilità di progetto è invece il parametro che il progettista impiega nei calcoli per il dimensionamento degli impianti di riscaldamento e condizionamento e per i calcoli di fabbisogno energetico primario degli edifici. Tale parametro valuta le condizioni di impiego del materiale considerando quindi anche maggiorazioni derivanti dalle condizioni al contorno legate alla posa in opera del materiale.

La conducibilità di progetto è un valore indicato nella norma sui materiali da costruzione omogenei UNI 10351, oppure può essere valutata a partire dalle dichiarazioni dei produttori in accordo con la norma UNI EN ISO 10456.

L'isolante migliore è quello in grado di ottimizzare le proprie caratteristiche in funzione della prestazione richiesta. La direttiva europea 89/106 stabilisce i requisiti che deve soddisfare un buon materiale isolante

Struttura del materiale, processo di trasformazione subito e tipologia di derivazione delle materie prime sono le tre categorie che classificano un materiale isolante

In riferimento a quanto detto, si possono classificare i materiali isolanti sulla base di tre categorie: struttura del materiale, processo di trasformazione subito e tipologia di derivazione delle materie prime [Tabella 2].

Per quanto riguarda la prima categoria, si possono individuare materiali cellulari, fibrosi e porosi, che rispettivamente imprigionano l'aria all'interno di bolle di materiale, all'interno di una fitta rete di filamenti o all'interno di una matrice di materiale basso conduttivo. Il secondo metodo di classificazione, invece, fa riferimento alla natura delle materie prime utilizzate per la produzione del materiale isolante, distinguendo fra prodotti organici (mondo vegetale) e inorganici (mondo minerale). In questo schema, i materiali che derivano dalla raffinazione del petrolio ricadono nella categoria dei materiali organici.

Infine, un ultimo criterio di distinzione riguarda il livello di "sostanzialità" nel processo di trasformazione delle materie prime e si distingue fra prodotti naturali e prodotti sintetici.

Reazione al fuoco: Euroclassi

Negli ultimi anni, la chiusura sempre più ermetica degli edifici e l'utilizzo di intercapedini ventilate e canne fumarie di acciaio hanno modificato la tipologia di incendio normalmente conosciuta, spingendo gli addetti

alla sicurezza a dover fare i conti con problematiche nuove e nuovi modi per domare il fuoco.

Il decreto che in Italia regola la reazione al fuoco dei materiali è il D.M. 26 giugno 1984. Da allora, si sono susseguiti diversi documenti (non ultimo quello del settembre 2001), ma senza introdurre novità particolari.

La novità più importante si ha con il decreto del 10 marzo 2005 che, sebbene tardivamente rispetto al resto d'Europa, rivoluziona il modo di riferirci ai prodotti. Se nel decreto del 1984 i prodotti erano definiti in base alla loro funzione e posa in opera, con quello del 2005 ci si riferisce al materiale da costruzione come «qualsiasi prodotto fabbricato al fine di essere permanentemente incorporato in opere da costruzione».

Sulla Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea (ultima pubblicazione 4.12.2007) vengono riportati periodicamente tutti i prodotti da costruzione nell'ambito dell'applicazione della direttiva 89/106. In questo modo, qualsiasi materiale da costruzione così definito è soggetto all'omologazione e alla marcatura CE.

Come già in altri settori, possiamo dire che è cambiato l'approccio: mentre prima si operava in ambito nazionale, ora si opera in ambito europeo. Ne deriva, così, l'emanazione di regolamenti atti a definire le classi di reazione al fuoco, questa volta, europee.

La Finanziaria 2008 incentiva gli interventi sugli edifici esistenti finalizzati ad un alto profilo di risparmio energetico

Tabella 2 - Materiali isolanti classificati secondo le tre categorie

STRUTTURA DEL MATERIALE	PROCESSO DI TRASFORMAZIONE SUBITO	TIPOLOGIA DELLE MATERIE PRIME	ELENCO MATERIALI ISOLANTI
fibrosi	naturali	organici	fibra di cocco, fibra di legno, fibra di canapa, lana di legno, lana di pecora, fibra cellulosa
		inorganici	fibra d'amianto
	sintetici	organici	fibra di poliestere
		inorganici	fibra di vetro, fibra di roccia, fibra di ceramica
cellulari	naturali	organici	sughero
		inorganici	-
	sintetici	organici	eps, xps, pur, pir, pht, resine fenoliche, PNT, elastomeri espansi
		inorganici	vetro cellulare
porosi	naturali	organici	-
		inorganici	pomice, argilla espansa, vermiculite, perlite
	sintetici	organici	-
		inorganici	calcio silicato, cemento cellulare

Le classi europee si dividono in base alle prove di reazione al fuoco e sono denominate: A1, A2, B, C, D, E, F. Vengono introdotti parametri ulteriori, quali il fumo (smoke, con apici s1, s2, s3) e il gocciolamento (dropping, apici d0, d1, d2). Per quanto riguarda i fumi, viene definito solo l'aspetto quantitativo e non quello qualitativo, ossia se ne valuta solo l'opacità.

Ai sensi del D.M. 26 giugno 1984, un materiale isolante è tale se viene commercializzato come isolante. Inoltre, non tutti i materiali per l'isolamento hanno l'obbligo alla marcatura CE, ma tutti hanno l'obbligo all'omologazione. Attualmente, la norma che definisce le prove a cui bisogna sottoporre i prodotti per la risposta di classificazione europea è la UNI EN 13501-1, che sostituisce il su citato decreto. Nell'omologazione con procedura e classificazione europea, il rapporto di prova non fa riferimento al decreto D.M. 26 giugno 1984, ma alla norma in esame. Avere un'omologazione italiana con classe europea è possibile solo se non esiste la norma armonizzata o non è finito il periodo di coesistenza. Sull'atto di omologazione deve essere riportata l'indicazione che l'atto è stato rilasciato per un prodotto da costruzione, questo perché, qualora uscisse la norma armonizzata per quel prodotto, l'atto dovrebbe essere sostituito con la marcatura CE.

Finito il periodo di coesistenza, vale solo la marcatura CE.

Nuove opportunità

Infine, va ricordata la possibilità di incentivazione fiscale o volumetrica per la progettazione energeticamente efficiente.

La Finanziaria 2008 e l'attuazione della direttiva europea 2006/32 confermano la politica di sostegno economico per gli interventi con un alto profilo di risparmio energetico nella riqualificazione di edifici esistenti e nell'edilizia di nuova costruzione.

Il testo della Finanziaria 2008 (legge 24 dicembre 2007, n. 244), infatti, mantiene l'impostazione prevista dalla Finanziaria 2007, completando il panorama degli interventi incentivati (ammessi anche interventi su coperture e pavimenti) e prorogando fino al 2010 le detrazioni fiscali del 55%.

Contemporaneamente, lo schema del decreto legislativo in attuazione della direttiva 2006/32/CE, concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici, prevede, fra le altre cose, premi volumetrici e deroghe sulle distanze minime e altezze massime in caso di isolamento delle strutture opache, a cui si affiancano diverse opportunità di incentivazione regionali o locali in merito agli scomputi volumetrici.

In conclusione, è evidente che il mondo della progettazione sta subendo una forte settorializzazione e specializzazione. In questo quadro, conoscere e saper governare il comportamento energetico di un edificio è sicuramente uno degli aspetti più interessanti, una nuova sfida ricca di stimoli e di opportunità per chi crede che costruire in modo "energeticamente consapevole" non sia solo un obbligo imposto dalla legge, ma un dovere del progettista.