



**CERTIFICAZIONE  
ENERGETICA:  
SECONDA PARTE  
DELL'ANALISI  
TECNICA  
RELATIVA  
ALL'APPLICAZIONE  
DELLA NORMATIVA**

# **COSTRUZIONE DEGLI EDIFICI A BASSO IMPATTO ENERGETICO: DALLE PARETI ALLE MANSARDE**

**La convinzione che le problematiche energetiche nell'edilizia avranno sempre maggior rilievo e cattureranno una continua e crescente attenzione da parte degli acquirenti, induce i costruttori in particolare ad approfondire la tematica dal punto di vista legale, amministrativo e tecnico.**

**L'evoluzione della materia in questione spinge ad investire notevoli risorse e molto tempo per lo studio, nel più breve periodo possibile, di abitazioni eco-sostenibili.**

**Per questo la nostra rivista prosegue nell'analisi (il precedente articolo è stato pubblicato nel numero di dicembre) delle tematiche tecniche relative alla soluzione delle problematiche riguardanti la realizzazione di una struttura residenziale o industriale, con caratteristiche tali da risultare in linea con l'attuale normativa.**



Riprendiamo in questo numero, approfondendoli, alcuni dei temi che abbiamo introdotto nell'articolo pubblicato in dicembre a proposito della tematica relativa alla realizzazione di edifici eco-sostenibili.

E ci occupiamo in particolare delle dispersioni termiche nelle parti edilizie.

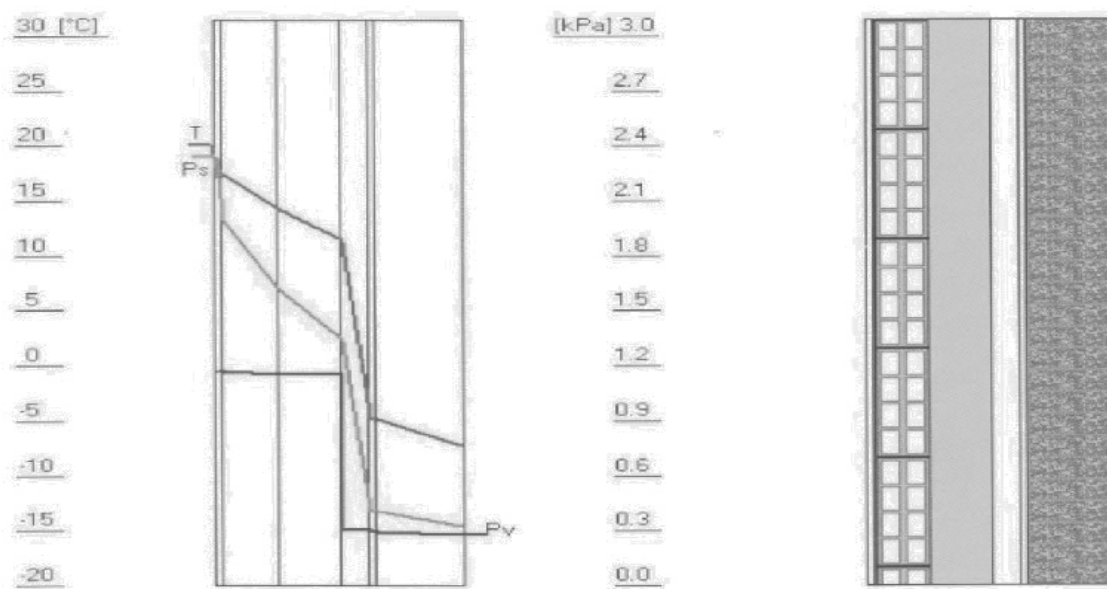
Poniamo anche come avvertenza la scelta di proseguire nella capitolazione numerica dei temi partendo dal V capitolo della nostra trattazione, in linea consequenziale e logica con quanto già pubblicato.

## **II DISPERSIONI TERMICHE: LE PARTI EDILIZIE**

### **GENERALITA'**

Per quanto riguarda la trasmissione di calore, in generale il comportamento di una parete che separa due ambienti a diversa temperatura, è sintetizzato dalla sua trasmittanza  $U$  che, ripetiamo, alla luce del D.Lgs. 192/05 e D.Lgs. 311/06 non dovrebbe superare lo 0,46 - 0,37. (Per quanto riguarda l'illustrazione grafica e tecnica del

fig. 1: scheda struttura parete di tamponamento



tema si deve far riferimento a quanto pubblicato nella pagina seguente dove illustriamo sinteticamente i passaggi analizzati nel testo).

### 5. La scheda struttura

Nel procedere al calcolo, in realtà i fenomeni risultano più complessi, ed il loro comportamento nella relazione accompagnatoria della denuncia secondo il D.Lgs. 192/05 e D.Lgs. 311/06 viene esposto nelle “schede struttura” (ove per “struttura” si intende una parete separante due ambienti) di cui si riporta in fig. 1 un esempio.

Il caso è quello assai comune di una parete di tamponamento di un edificio intelaiato: da sinistra a destra: intonaco interno, mattone forato 8 cm, camera d’aria, isolante, mattone pieno da 12, intonaco esterno.

Le caratteristiche della

struttura sono rappresentabili con la formula:  $T_i [^{\circ}\text{C}] = 20.00 T_e [^{\circ}\text{C}] = -8.00 \text{ U.R. (i) } [\%] = 50 \text{ U.R. (e) } [\%] = 90$  Vento  $[\text{m/s}] = 4.00$ .

#### 5.1 Trasmittanza Teorica $[\text{W}/\text{m}^2\text{C}]$ : 0.58

La tabella che riportiamo nella pagina seguente è preceduta

*La temperatura fra interno ed esterno di una parete è uno dei parametri indicativi per valutare l'utilizzo di materiali utili a creare un adeguato strato isolante, adatto a contribuire al migliore isolamento termico di un edificio.*

da due sezioni schematiche della parete (fig. 1). Nella parte relativa ad una struttura composta di diversi strati si notano:

- una riga per ogni strato;
- in ogni riga, per il materiale che costituisce quello strato, compare una serie di dati fisici alcuni dei quali non compaiono nelle relazioni finora introdotte (massa specifica, permeabilità al vapore...); altri invece sono proprio quelli in diretta relazione con gli elementi sopra introdotti: lo spessore  $s$  (colonna 2), la conduttività “ $\lambda$ ” (colonna 3) e quindi la resistenza “ $r$ ” dello strato interessato (colonna 4). Il valore di “ $r$ ” è quello decisivo agli effetti dell’isolamento; quindi scorrendo i valori di  $r$  si valuta l’importanza del contributo di ogni strato: in questo caso vediamo che quello dell’isolante (nell’esempio sopra riportato, lana di roccia)  $r = 1,00$  è pari al 57% del totale: ovvero l’isolante da solo fa più di tutti gli

altri componenti insieme;

- nelle altre colonne indicano il salto di temperatura  $\Delta T$ , la temperatura superficiale di ogni strato, la pressione di vapore, la permeabilità al vapore ed altre grandezze che fin qui non interessano;

- i valori di “r” si sommano, quindi in calce alla colonna delle “r” la  $R_{tot}$  della parete (1,74), risulta una trasmittanza  $U = 1/R$  (0,58). Si potrebbe azzardare che un costruttore può dirsi “termicamente alfabetizzato” quando sappia leggere la tabella struttura di una parete, almeno limitatamente a queste colonne.

*In senso contrario agli scopi dell'isolamento agisce il vapore acqueo che, tendenzialmente, passa dall'ambiente caldo a quello freddo, ovvero sfrutta comunque il principio della permeabilità della maggior parte dei materiali.*

anche l'andamento della temperatura all'interno della parete (linea T, scala a sinistra) nonché quello della pressione di saturazione (linea Ps, scala a destra); questo è importante agli effetti di una verifica necessaria in merito alla

formazione di condensa all'interno della parete.

La temperatura ha un certo valore all'interno dell'edificio, ed un altro valore all'esterno (più basso, nelle condizioni standard invernali); evidentemente, all'interno della parete, la cui presenza consente questo divario, la temperatura sarà intermedia e diversa da punto a punto, ed andrà a collegare i due valori estremi; ovvero passerà da valori di circa 20°C dell'ambiente interno, a valori via via più bassi (più “freddi”) avvicinandosi alla temperatura esterna.

Il fatto notevole, nel caso di strati di materiali diversi, è che all'interno degli strati poco isolanti la temperatura non ha variazioni rilevanti (la pendenza è piccola), mentre in corrispondenza degli strati isolanti essa varia fortemente. Infatti, è proprio il materiale

## **6. Il problema della condensa e il diagramma di Glaser**

Quasi sempre le schede delle strutture (fig.1) riportano

Descrizione materiale	D	s	l	r	dT	Tf	Ps	$\mu$	Rv	dP	Pv	Ds	CT	CTS
Aria ambiente						20,00	2338				1169			
Strato liminare interno				0,123	1,98	18,02	2064				1169			
Malta di gesso per intonaci	600	0,0100	0,290	0,034	0,56	17,46	1999	8	0,4	1	1168	6	0,84	4,8
Mattone forato 1.1.19 80	1800	0,0800		0,200	3,22	14,24	1619	9	3,8	12	1155	144	0,92	118,9
Intercapedine aria ver. 80 mm	1	0,0900	0,510	0,176	2,85	11,39	1348	1	0,5	2	1154	0	1,00	0,1
Polietilene in fogli	950	0,0010	0,350	0,003	0,05	11,35	1339	50000	266,6	851	303	1	2,10	1,7
Pannello in lana di roccia	150	0,0400	0,040	1,000	16,12	-4,77	409	1	0,3	1	302	6	0,84	2,8
Malta di cemento (rinfazzo)	2000	0,0100	1,400	0,007	0,12	-4,89	405	30	1,6	5	297	20	0,84	9,3
Mattone pieno 1.1.02 (a) 120	1800	0,1200		0,150	2,42	-7,31	330	9	5,8	18	279	216	0,92	101,8
Strato liminare esterno				0,043	0,69	-8,00	310				279			

Resistenza termica totale teorica:	1,74				Massa [Kg/m²]:	393	Ctunit.:	239,4
------------------------------------	------	--	--	--	----------------	-----	----------	-------

CERTIFICAZIONE  
ENERGETICA:  
IL FENOMENO  
DELLA PRESSIONE  
DI VAPORE  
CON  
PERMEABILITA'  
CRESCENTI

isolante che consente questa variazione; osservando il grafico riportato in corrispondenza della sezione della parete, si nota che esso presenta qui una forte pendenza, quasi un "ginocchio".

D'altra parte, nell'ambiente interno è sempre presente il vapore acqueo, che tende naturalmente a passare dall'ambiente caldo all'ambiente più freddo, quindi d'inverno dall'interno all'esterno: è una specie di canale che attraversa la parete consentendo al vapore di passare.

La presenza degli strati di parete tuttavia si fa sentire nel

percorso del vapore; prima di tutto perché, come visto, nel percorso il vapore si troverà a temperature diverse (decescenti) e magari (negli isolanti) diverse in modo "brusco"; secondariamente il materiale edilizio dello strato, anche se generalmente tutti i materiali si lasciano più o meno attraversare dal vapore (cioè sono permeabili ad esso, salvo che quando si sia specificamente previsto il contrario), costituiscono sempre un freno al suo libero passaggio, a seconda appunto della loro permeabilità, che è notevolmente diversa per i vari materiali.

Il fenomeno viene descritto con l'andamento del parametro della "pressione di vapore" che pure varia lungo il "canale" del percorso; in prima battuta in una casa "sana" le pareti dovrebbero consentire l'uscita del vapore senza intoppi, con permeabilità crescenti per i vari strati verso l'esterno.

Può darsi invece che in un certo punto si trovi una pressione di vapore alta in concomitanza con una temperatura bassa, così bassa da far sì che il vapore condensi (la temperatura di rugiada): esso allora, anziché uscire, si depositerà,

SISTEMA MODULARE  
LEGGERO BREVETTATO

# SMOL®

UN NUOVO MODO DI  
COSTRUIRE

## MONTAGGIO MANUALE NON C'E' DISARMO

**SMOL è un nuovo sistema costruttivo per edilizia per la realizzazione di murature di recinzioni, muri interrati e non, vasche, piscine, cabine, rivestimento di palificazioni e murature ammalorate, .....**



**MURATURE INTERRATE**

Distribuito da  
**PANNELLI**  
LIVIGNO S.p.A. PAVANESCATO

Via dell'artigianato, 8-25028 Verolanuova (BS)  
TEL 0309362241 FAX 0309362261 [www.smol.bs.it](http://www.smol.bs.it)

## BONTEMPI DEMOLIZIONI SPECIALI S.r.l.

### TAGLIO CEMENTO ARMATO

INTERVENTI DI DEMOLIZIONE NON DISTRUTTIVA SU STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO CON INPIEGO DI MACCHINE OPERANTI CON LAME DIAMANTATE AD ALTA TECNOLOGIA

*Tagli eseguiti in assenza di polvere e di vibrazioni*



**CAMPO DI SPECIALIZZAZIONE**

- TAGLIO E PERFORAZIONE DI CEMENTO ARMATO CON UTENSILI DIAMANTATI
- DEMOLIZIONE CONTROLLATA DI STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO
- TAGLIO DI PARETI, TRAVI, PILASTRI E PLINTI IN CEMENTO ARMATO
- TAGLIO DI MURATURE PER GIUNTI, APERTURE E PASSAGGI
- TAGLIO DI PAVIMENTI INDUSTRIALI PER ASPORTAZIONE BLOCCHI, ALLOGGIAMENTO MACCHINARI, POSA TUBAZIONI ANTINCENDIO E SCARICO
- CAROTTAGGIO CON FORETTI DIAMANTATI SU SOLETTE E PARETI IN CEMENTO ARMATO PER PASSAGGI TECNICI

**TECNICHE OPERATIVE ED ATTREZZATURE UTILIZZATE**

- SEGHE A PARETE A DISCO DIAMANTATO
- SEGHE DA PAVIMENTO A DISCO DIAMANTATO
- SEGHE A FILO DIAMANTATO
- CAROTATRICI ELETTRICHE ED IDRAULICHE
- DIVARICATORI AD ESPANSIONE IDRAULICA
- PINZE IDRAULICHE MANUALI



Via Mas Cior, 14/16 - 25080 Raffa di Puegnago (BS)  
Tel. 0365 554 254 - 0365 554 255 - fax 0365 554 252  
[www.bontempidemolizioni.it](http://www.bontempidemolizioni.it)

bagnando il materiale coinvolto; è questa la “condensa interstiziale”, che nella rappresentazione grafica (diagramma di Glaser) si verifica, con le opportune scale, quando la linea della pressione di vapore interseca quella discendente della temperatura.

Questo in genere accade più facilmente se lo strato isolante è posto all'interno, perché in tal caso la parete è quasi tutta fredda. Spesso, quando si pone questa eventualità, si ricorre al sistema di interporre uno strato di barriera al vapore (qui alla riga 5, polietilene in fogli) il quale non permettendo il passaggio di vapore taglia il problema alla radice.

In questo caso la ventilazione dei locali è ancora più importante, perché è solo ad essa che resta affidato il compito di smaltire l'umidità interna provocata dalla permanenza delle persone.

Il problema della condensa è rilevante all'interno del muro, anche se non visibile a priori; qualsiasi parte bagnata subisce un crollo delle capacità di isolamento (si pensi ad un cappotto bagnato), innescando con ciò un circolo vizioso: essa si raffredda ancor di più, quindi produrrà più condensa.

Se il fenomeno si manifesta già sulla superficie di un ambiente interno in vista si hanno poi risultati esiziali: compare allora la famigerata condensa, con il noto corollario di muffe, questioni di salubrità.

Ora, questo avviene sostanzialmente in corrispondenza dei “ponti termici” definiti sopra, che per effetto della loro trasmittanza eccessiva, assumono una tempera-

*Sotto l'aspetto pratico le pareti perimetrali possono essere suddivise in due grandi categorie: quelle composte dalla successione di più strati (disomogenee) e quelle omogenee, ovvero realizzate in sostanza con un solo materiale edilizio.*

tura superficiale molto bassa, tale che appunto l'umidità condensa.

### **7. Pareti opache verticali monostrato e pluristrato**

Sotto l'aspetto pratico, è il caso di suddividere le pareti perimetrali in due grandi categorie:

**- Le pareti perimetrali disomogenee, ovvero composte**

*In teoria, nelle strutture a “cassetta”, aumentando lo spessore dell'isolante si può ridurre la trasmittanza quasi a piacere, senza per questo accrescere lo spessore complessivo della parete che si intende mettere in opera in un edificio.*

dalla successione di diversi strati, sono quindi stratificate; in genere non sono portanti, vanno quindi portate dalle travi di bordo; e sono in genere più leggere di una parete portante. Quanto detto sopra non è però una regola; si hanno anche pareti portanti ma stratificate (ad esempio, una parete portante con rivestimento a cappotto).

**- Le pareti perimetrali omogenee** sono costituite in sostanza da un solo materiale edilizio (quindi monostrato; anche se in realtà la presenza dell'intonaco comporta che gli strati siano almeno due o tre), che è al contempo, componente strutturale e componente termoisolante (il caso classico originario è quello delle pareti in muratura); questo tipo di parete è solitamente anche portante, almeno negli edifici di minori dimensioni. E' anche, di solito, più pesante del secondo tipo, quindi si possono indicare come “monostrato, portanti, isolanti”.

#### **7.1 Pareti stratificate**

Esaminando la scheda struttura, portata ad esempio in precedenza per un tipico tamponamento a cassetta, si è visto il comportamento dei vari strati agli effetti del risultato complessivo. Si constata dunque l'efficacia dello strato isolante ai fini dell'isolamento della parete. Analoghe considerazioni valgono anche per diverse combinazioni di tavolati ed isolanti. Infatti, da quando si mette uno strato isolante (praticamente dall'avvento delle leggi 373/76 e 10/91), la trasmittanza di questo tipo di pareti è stata approssimativamente dimezzata.

CERTIFICAZIONE  
ENERGETICA:  
A SECONDA  
DELLA POSIZIONE  
DELL'ISOLANTE  
POSSONO AVERSI  
DIVERSI FENOMENI  
DI CONDENSA

### 7.1.a) Elementi positivi

E' immediato conseguire che, poiché in genere lo spessore di camera d'aria nel tamponamento è esuberante, basterebbe aumentare lo spessore dell'isolante nella camera d'aria per aumentare vistosamente la resistenza e quindi diminuire la trasmittanza della parete nel complesso. In teoria, nelle pareti a cassetta, aumentando lo spessore dell'isolante si può ridurre la trasmittanza quasi a piacere senza aumentare lo spessore del muro.

Per esempio, con uno spessore di 10 cm invece di 4 cm, si ot-

terrebbe una "r" pari a 3,14 e quindi una trasmittanza pari a 0,3185 W/m<sup>2</sup>K, come sarà necessario nel 2010, con il solo sovracosto dello spessore di isolante aggiunto (è molto probabilmente questa l'origine delle stime di sovracosto che si vedono talora pubblicate).

Una seconda possibile modalità di intervento può sembrare quella di scegliere un isolante avente una conduttanza migliore. In realtà la differenza non risulta parimenti significativa.

### 7.1.b) Elementi negativi

Quanto detto sopra è vero

per la parete ideale come sopra descritta. Purtroppo però, la struttura costituita da un telaio in cemento armato, che normalmente porta le pareti di tamponamento suddette, comporta necessariamente considerevoli porzioni di superficie che hanno prestazioni ben diverse (anzi sono ponti termici): i pilastri e le travi.

In termini di consumo energetico, questi finiscono per avere una incidenza che condiziona pesantemente il risultato finale.

Un altro punto a cui occorre prestare attenzione in questo tipo di parete è la questione della con-

UN MONDO  
DI  
**EDILIZIA**


**CAMMI** Sp.A.  
EDILIZIA GROUP

**19 PUNTI VENDITA**

Calvisano - Bs	Manerbio - Bs
Visano - Bs - (divisione legname)	Manerba del Garda - Bs
Gottolengo - Bs	Azzano Mella - Bs
Alfianello - Bs	Cremona, via Rosario
Ghedì - Bs	Cremona, via Monviso
Leno - Bs	Crema - Cr

Castiglione delle Stiviere - Mn  
Castel Goffredo - Mn  
Castel San Giovanni - Pc  
Borgonovo Val Tidone - Pc  
Gragnano - fraz. Casaliggio - Pc  
Rivergaro - fraz. Niviano - Pc  
Piacenza, via Fopplani

Sede legale ed amministrativa:  
Via Isorella 67 - 25012 Calvisano (Bs) ITALY - Tel. 030 9989951 - Fax 030 9989908 - www.cammi.it - info@cammi.it



**TECNOTAGLI**

la tecnologia al servizio  
delle demolizioni speciali

**Campo di specializzazione:**

- Taglio e perforazione del cemento armato con utensili diamantati
- Demolizione controllata di strutture in cemento armato
- Taglio di pareti, travi, pilastri e plinti in cemento armato
- Taglio di muratura per giunti, aperture, ecc.
- Taglio di pavimenti industriali per asportazione di blocchi, alloggiamento macchinari, posa tubazioni antincendio e scarico
- Carotaggio con foretti diamantati di solette e pareti in cemento armato per passaggi tecnici

**Tecniche operative:**

- Idrauliche e meccaniche con utilizzo di utensili diamantati
- Ad espansione idraulica e meccanica

**TECNOTAGLI** s.r.l.

BRESCIA • via Codignole, 54  
tel. 030 3542849 • fax 030 3550628  
e-mail: tecnotaglisrl@libero.it



densa. A seconda della posizione in cui si mette l'isolante, possono infatti aversi casi di formazione di condensa.

Infine, la "leggerezza". Le pareti portate sono relativamente leggere: circa 200 Kg/m<sup>2</sup> tutto compreso (si confronti con il peso del classico muro di mattoni pieno da 40 cm di un tempo, pari a 680 Kg/m<sup>2</sup>, o anche solo da 25 cm, pari a 425 Kg/m<sup>2</sup>). Questa leggerezza è da alcuni sottolineata come un fattore negativo rispetto alla questione della cosiddetta inerzia termica e dello sfasamento termico, cioè della capacità della parete di smorzare i picchi di temperatura esterna nel passaggio del calore e di sfasare l'oscillazione della temperatura interna rispetto a quella esterna, a prescindere dall'impianto termico. Questa è una questione rilevante soprattutto in regime estivo agli effetti del comfort ambientale (l'obiettivo è mediare la temperatura notturna e diurna). Su questo argomento ci si limita qui alla enunciazione dei problemi senza entrare nel merito, anche perché resta un tema delicato e discusso, ed ormai quasi tutte le pareti sono relativamente leggere.

Va detto che il D.Lgs. 311/06 nell' "Allegato I" considera il problema imponendo un peso minimo.

### **7.2 Pareti monostrato (omogenee, portanti isolanti)**

Le pareti stratificate (leggere) sono state introdotte con l'avvento delle strutture in cemento armato, ove esse sono portate dalle travi di bordo.

Tradizionalmente, non esistevano che le pareti in muratura

*Le pareti stratificate leggere sono state introdotte con l'avvento delle strutture in cemento armato, ove esse sono appunto portate dalle travi di bordo, al contrario di quelle in muratura piena e, quindi, definibili come portanti.*

piena portante. La scheda struttura di una tale parete (ipotizzata una parete in muratura a vista da 40 cm) risulta semplificata rispetto alla fig. 1, come segue:

- le prime tre righe (aria interna, strato liminare, intonaco) sarebbero uguali a quelle di fig. 1 (a pagina 14);

- non ci sarebbero le righe 4,5,6,7 (forato, intercapedine, polietilene, isolante, rinzaffo o intonaco interno);

*Per ottenere pareti laterizie di qualità isolanti migliori a parità di spessore non si poteva che agire sulla trasmittanza, cercando quindi nuovi componenti come i sistemi poroso od alveolari ottenuti con microsfere di polistirolo.*

- la terzultima riga (mattoni pieno) sarebbe uguale salvo lo spessore  $s$  che triplicherebbe, passando da 0,12 a 0,38, (quindi la resistenza corrispondente passerebbe da 0,15 a 0,45);

- l'ultima riga sarebbe identica (resistenza liminare);

- la resistenza totale  $R_{tot}$  sarebbe pari alla somma dello 0,45 dovuto al muro più quella delle altre  $r$ , che insieme valgono 0,20: totale 0,65; la trasmittanza  $U$ , inverso della  $R_{tot}$ , risulta pari a 1,54 W/m<sup>2</sup>K: un risultato non brillante, ben lungi dalle esigenze (l'indicazione di legge  $U_{lim} = 0,46$  W/m<sup>2</sup>K). Detto risultato è dovuto essenzialmente alla trasmittanza della muratura piena, di per sé non brillante ( $l = 0,63$ ).

Esaminato l'aspetto di queste pareti, passiamo ora ad esaminare un altro tema non meno importante, ovvero quello delle pareti in laterizio.

#### 7.2.1 Pareti in laterizio

Per ottenere pareti laterizie di qualità isolanti migliori a parità di spessore, ovviamente, non si poteva che agire sulla trasmittanza propria del materiale laterizio; ed è questa la via che l'industria ha imboccato, producendo laterizi che, in sostanza, hanno una sezione di laterizio vero e proprio minore, e per il resto contengono aria sia in termini "micro" (laterizio poroso o alveolare, ottenuto con una pasta argillosa contenente microsfere di polistirolo, o segatura, che bruciano nel processo di cottura) sia in termini "macro", con cavità interne ottenute per trafilatura.

Dal "blocco svizzero" nelle varie versioni al classico "Poroton"

CERTIFICAZIONE  
ENERGETICA:  
L'IDEA  
DI AUMENTARE  
GLI SPESSORI RESTA  
UNA SOLUZIONE  
PERSEGUIBILE  
E NON PRECLUSA

la rassegna è ampia. Il criterio di riferimento è quello di perseguire un blocco nel quale la parte “aria” sia massimizzata e quella laterizia minimizzata, pur mantenendo proprietà portanti (giocando sul fatto che per le esigenze statiche correnti, la resistenza a compressione del laterizio è esuberante).

Hanno rilievo altri due aspetti. Il primo è il fatto che le varie microcamere d'aria siano conformate in modo che i setti laterizi rimanenti siano sfalsati, affinché non abbiano un negativo effetto di ponte termico.

Va considerato poi che i blocchi siano grandi e la loro precisione dimensionale notevole, tale da consentire giunti di malta ridotti e non passanti. I giunti di malta, infatti, risultano in genere negativi sia agli effetti isolanti sia agli effetti statici.

Con questi accorgimenti le murature in laterizio poroso ottengono risultati già notevoli con gli spessori correnti (25, 30, 35 cm).

Ci si astiene qui dal riportare una rassegna delle trasmittanze relative alle diverse tipologie di blocchi per i vari spessori disponibili: la casistica sarebbe assai ampia, con valori da ricondurre praticamente agli specifici prodotti (sovente registrati) dei diversi produttori, ai quali si rinvia.

Ci si limita in questa sede a dire che trasmittanze di 0,7 - 0,6 W/m<sup>2</sup>K sono normali; per scendere a 0,5 - 0,4 W/m<sup>2</sup>K si richiedono in genere, salvo eccezioni, spessori superiori a 40 cm.

Resta il problema che la trasmittanza attualmente ottenibile da queste tipologie di pareti si discosta da quella richiesta dalla

*L'industria del settore propone, nelle espressioni più recenti, uno strato intermedio e continuo di materiale isolante specifico, lasciando fasce laterizie interne ed esterne collegate con legamenti metallici, oppure collanti al posto delle malte.*

nuova legge (0,46 - 0,37 W/m<sup>2</sup>K); ciò, ovviamente, limitandosi agli spessori oggi in uso.

Va precisato, in proposito, che le norme regionali hanno da tempo escluso lo spessore del tamponamento oltre i 30 cm dal calcolo agli effetti urbanistici, appunto per incentivare l'isolamento e quindi, in teoria, l'idea di aumentare lo spessore non è preclusa.

L'industria del settore propone, nelle espressioni più recenti,

*A detta dei produttori, le nuove tipologie di materiali, che hanno uno spessore complessivo non superiore ai 40 centimetri, dovrebbero raggiungere i valori di legge, ma questo ottimismo non pare debba essere condiviso senza opportune valutazioni.*

dei modelli che prevedono, in sostanza, uno strato intermedio e continuo di materiale isolante specifico (polistirolo, polistirene, poliuretano), lasciando una faccia laterizia esterna ed una interna, collegate in vario modo con legamenti metallici o altri sistemi che prevedono resine espanse e simili come “collanti” e sigillanti, al posto delle malte.

A detta dei produttori, queste tipologie, che oltretutto hanno uno spessore complessivo in genere contenuto in 40 cm, raggiungono i valori di legge e a prima vista ciò non sembra impossibile; restano da valutare gli aspetti economici ed applicativi.

Ma sotto questo aspetto è opportuno compiere approfondite valutazioni e sperimentazioni pratiche che siano decisamente più dettagliate.

Vi sono comunque blocchi portanti isolanti non laterizi, che consentono tranquillamente di arrivare ai valori di legge suddetti.

#### 7.2.1.a) Elementi positivi

In generale tutte le murature portanti - isolanti hanno il pregio di evitare i ponti termici strutturali del pilastro e della trave di bordo (resta solo la correia del solaio, che è problema minore).

Questo è un vantaggio non trascurabile; limitato, ovviamente, ai casi in cui le dimensioni dell'edificio consentano uno schema a muratura portante.

La maggiore pesantezza complessiva della parete viene indicata come fattore positivo per l'accumulo di calore e lo sfasamento dell'onda di temperatura come sopra accennato.



CERTIFICAZIONE  
ENERGETICA:  
IL GASBETON  
E' UN MATERIALE  
ISOLANTE  
GIÀ AMPIAMENTE  
UTILIZZATO  
IN GERMANIA

### 7.2.1.b) Elementi negativi

La conformazione teorica-mente complessa del blocco laterizio con le sue camere comporta che non si possa pervenire alla definizione del risultato col calcolo della semplice "scheda struttura" di cui sopra. Per le prestazioni occorre quindi affidarsi maggiormente alle dichiarazioni del costruttore o a prove di laboratorio, tenendo conto della difficoltà di riprodurre in laboratorio le condizioni di cantiere.

L'insieme delle prestazioni è molto condizionato dalla correttezza della posa in opera; incongrue

palate di malta (che in gran parte appartengono alla tradizione dei nostri muratori) possono facilmente compromettere il risultato.

### 7.2.2 Pareti in blocchi di calcestruzzo di argilla espansa (Leca®)

Un materiale introdotto da alcuni anni per la produzione di blocchi per murature portanti, che ha trovato anche altre utili applicazioni, è l'argilla espansa. Partendo da una materia prima naturalissima (l'argilla) si ottengono delle sferette con granulometria simile a quella della ghiaia (il marchio registrato è Leca®), ma

molto più leggera ed isolante. Il calcestruzzo confezionato con tale inerte è quindi molto più leggero e più isolante del calcestruzzo con ghiaia. Dosando le varie proporzioni si possono soddisfare diverse condizioni di portanza ed isolamento. In particolare ci sono linee di produzione di blocchi confezionati con tale calcestruzzo, di grandi dimensioni (in generale, altezza 20 cm, lunghezza 50 cm e spessori analoghi a quelli in laterizio alleggerito (25-30-35 cm).

Le prestazioni delle murature così eseguite (per i produttori) sono dell'ordine di quelle con il



Azienda certificata UNI EN ISO 9001:2000  
Sistema Qualità Certificazione di conformità  
all. XIII Direttiva Ascensori n° 95/16/CE



Attestato SOA Cat. OS4 per € 1.032.913,80



**ASCENSORI  
MONTACARICHI  
HOME LIFTS**

**via Artigianale, 2 - 25010 MONTIRONE (BS)**  
**Tel. 030.2677016 r.a. Fax 030.2677161 [www.tecnolifts.it](http://www.tecnolifts.it) [info@tecnolifts.it](mailto:info@tecnolifts.it)**  
**SERVIZIO EMERGENZA 24h**

CERTIFICAZIONE  
ENERGETICA:  
LA SOLUZIONE  
DEL "CAPPOTTO"  
E' EFFICACE,  
MA NON PUO'  
DIRSI DEL TUTTO  
ESAURIENTE

laterizio alleggerito: valgono le stesse valutazioni prima esposte.

### 7.2.3 In blocchi di cemento cellulare autoclavato (Gasbeton®)

Si tratta di un altro materiale introdotto abbastanza di recente in Italia, che è ampiamente usato in realtà da molti anni in paesi come la Germania e la Francia e viene soprattutto commercializzato con il marchio Gasbeton®.

Il particolare processo di produzione porta ad un materiale che è in realtà una schiuma di calcestruzzo di sorprendente leggerezza (400-500 kg/m<sup>3</sup>: ben più leggero del legno, difatti se immerso in acqua galleggia) e che ricorda il legno anche sotto altri aspetti (lavorabilità con sega, forabilità).

Il materiale ha capacità portanti e spiccate doti di isolamento; viene confezionato in blocchi di diversi spessori e grandi formati, ed è caratterizzato da una grande precisione dimensionale, sì da consentire dei giunti di malta (una malta specifica) di pochi millimetri.

Le prestazioni isolanti delle murature eseguite con questi blocchi, che naturalmente variano con lo spessore, consentono di rientrare con tranquillità nei limiti di legge (fino a 0,35 W/m<sup>2</sup>K per un muro da 40 cm).

L'accuratezza della posa, che richiede modalità specifiche, con un breve "rodaggio" per le maestranze abituate alla classica muratura, diventa una condizione di impiego, così da ovviare agli aspetti negativi indicati nel caso delle murature in laterizio alleggerito.

*Oltre alle pareti esterne vere e proprie ci sono altre superfici da considerare, ad esempio quelle confinanti con il vano scala (non riscaldato) e quelle di separazione fra diversi alloggi (utile al calcolo qualora non risultino riscaldati).*

### 7.3 Altre pareti opache verticali

Oltre alle pareti esterne vere e proprie, ci sono altre pareti verticali da isolare: quelle confinanti con il vano scala (non riscaldato) e quelle di separazione fra diversi alloggi. Anche in questo caso si prevede la possibilità che, in nome dell'autonomia del riscaldamento che si concretizza oggi in diversi modi, l'appartamento adiacente risulti non riscaldato.

Il valore massimo di tra-

*Si dovrà anche verificare, nel caso di pareti interne, che tecnica e materiali impiegati soddisfino anche adeguati valori di attenuazione acustica, utili soprattutto quando si sia in presenza di appartamenti in posizione tra loro confinante.*

smittanza ammesso dal D.Lgs. 192/05 e dal D.Lgs. 311/06 è di 0,8 W/m<sup>2</sup>K. Concettualmente, si possono usare tutti i tipi di parete, variamente isolati, con l'avvertenza che, essendo la differenza di temperatura minore, la dispersione è meno "pericolosa" e quindi in genere anche gli obiettivi di isolamento sono più modesti, come conferma il valore di riferimento della legge.

Piuttosto in questo caso va verificato che l'allestimento previsto per la parete soddisfi anche i requisiti di attenuazione acustica.

In genere per il costruttore hanno qui grande rilevanza anche altri fattori, quali il peso (quindi la possibilità di essere sopportate dai solai), lo spessore, ed i valori di attenuazione acustica.

### 7.4 Altre soluzioni: il sistema a cappotto esterno

Il rivestimento esterno a cappotto ha molti punti di interesse. Esso non richiede una camera d'aria; quindi in genere non si eseguono due tavolati ma uno solo, di consistenza e spessore adeguati. In genere si usano in blocchi da 18, 20 o 25 cm di laterizio alleggerito e proprio in questo sta una parte del suo vantaggio economico.

#### 7.4.a) Elementi positivi

Il grande vantaggio è che tutta la funzione isolante è affidata al rivestimento isolante esterno che ricopre tutta la superficie annullando i ponti termici. Il termine "cappotto" è quindi efficace, ma non del tutto esauriente: si tratta di un cappotto che copre tutto, anche la faccia e le mani, nella nostra analogia antropologica.

Inoltre, così facendo, mette al riparo tutta la struttura dalle variazioni termiche (chi abbia pratica di calcoli strutturali sa che le variazioni termiche sono una fonte di sollecitazioni strutturali non trascurabile).

Vengono usati tutti i tipi di isolante purché nella versione di pannello rigido di adeguata consistenza: dalle lane minerali e di vetro alle schiume sintetiche di derivati dal petrolio, fino al sughero.

Lo strato isolante era correntemente di 3-4 cm; ora, per rientrare nei limiti di legge, nelle nostre zone occorre prendere in considerazione spessori di 8-10 cm.

Infine, all'esterno, lo strato isolante viene rivestito, previa applicazione di una rete di ancoraggio, con un "rasante" ed uno strato a finire che sostituiscono il tradizionale intonaco e la cui deduzione va pure messa nel conto economico.

Ultimo ma non meno importante pregio del sistema è che questo si presta ad ottenere ex novo un efficace isolamento negli edifici esistenti, ipotizzando per essi un rifacimento dell'intonaco esterno, praticamente senza nessun disturbo od inconveniente per gli abitanti all'interno.

#### 7.4.b) Elementi negativi

Le potenziali riserve che non pochi costruttori hanno nei confronti del sistema, con sfumature squisitamente personali, sono rivolte alla potenziale delicatezza della faccia esterna e quindi alla durabilità, oppure considerano qualche complicazione esecutiva

*Anche i solai intermedi devono essere realizzati e chiamati ad adempiere alle adeguate necessità di garantire una razionale e provata protezione dal freddo dei vani sovrastanti o sottostanti un alloggio dell'edificio a basso impatto energetico.*

come quella di applicare persiane. In effetti, il pregio di liberare tutta la struttura dagli shock termici ha il suo contrappasso nel fatto che essi si scaricano appunto sul rivestimento esterno, che deve avere notevoli proprietà per assorbirle.

Detto rivestimento inoltre non avrà mai la resistenza di un laterizio a vista o di un intonaco tradizionale: cosa che forse ha qualche eco nell'inconscio del cliente italiano, abituato "romana-

*Il primo elemento strutturale da considerare è proprio il solaio che, nell'edilizia civile corrente, ha uno spessore variabile fra i 18 ed i 24 centimetri e per sua natura ha una resistenza termica piuttosto bassa, quindi insufficiente.*

mente" ad un edificio di consistenza "marmorea".

Queste valutazioni non hanno riscontro all'estero, dove il sistema ha esperienza di applicazioni ormai di vecchia data, anche per gli spessori ai quali qui non siamo ancora abituati.

### **8. Pareti opache orizzontali: il primo e l'ultimo orizzontamento**

Tutti gli edifici confinano con l'esterno o comunque con zone fredde, anche nella parte inferiore (con il primo solaio su pilotis o cantine o garages; non si considera qui il caso del vano abitabile posato direttamente sul terreno) e nella parte superiore (con il sottotetto non riscaldato oppure, nel caso di mansarde, con le falde del tetto; oppure, ancora, con una copertura piana impermeabilizzata).

In teoria, per il motivo visto poco sopra, data la possibilità che i singoli appartamenti non siano contemporaneamente riscaldati, anche i solai intermedi potrebbero essere chiamati ad isolare termicamente.

#### **8.1 Il primo solaio**

In ogni caso il primo elemento strutturale da considerare è il solaio. Il suo spessore, nell'edilizia civile corrente, varia fra i 18 cm ed i 24 cm; quanto alla sua costituzione, nell'edilizia corrente le categorie sono sostanzialmente due:

- il tipo in laterocemento (travetti in cemento armato, precompressi o no, ed elementi interposti in laterizio);

CERTIFICAZIONE  
ENERGETICA:  
ALCUNE BUONE  
SOLUZIONI  
POSSONO ESSERE  
SEMPLICEMENTE  
INCOLLATE  
AL SOFFITTO

- il tipo “a lastre prefabbricate” o predalles (con suola in cemento armato prefinita contenente le armature, più gli elementi interposti di alleggerimento, in laterizio o in pvc espanso; più i travetti di giunzione e soletta in cemento armato gettato in opera).

In tutti i casi la resistenza termica del solo solaio (che viene determinata sperimentalmente, perché esso non è omogeneo nel piano) è piuttosto bassa: R intorno a 0,33 - 0,60 (si noti l’analogia con la somma delle resistenze del mattone forato da 12 e da 8 nel tamponamento a cassetta, pari a 0,5).

L’elemento negativo va individuato nei travetti, presenti anche nel caso del solaio a predalles avente blocco interposto di isolante di notevole spessore; ogni travetto costituisce un ponte termico di puro calcestruzzo, annullando quasi l’effetto dell’isolante.

Agli effetti isolanti del solaio vanno aggiunti quelli degli intonaci e degli strati di sottofondo e pavimento.

Tutti questi, in assenza di provvedimenti specifici, non cambiano il risultato: la resistenza totale, a questo punto, è intorno a 0,42 - 0,62, che comporta una trasmittanza U di 2,4 - 1,6 W/m<sup>2</sup>K; del tutto inadeguata a fronte delle indicazioni del D.Lgs. 192/05 e D.Lgs. 311/06, come indicato più avanti: U = 0,43 W/m<sup>2</sup>K (2007) o 0,34 W/m<sup>2</sup>K (2008).

Occorre quindi prevedere uno specifico isolamento.

Le scelte sono due: o dalla parte esterna (in cantina, all’intradosso del solaio) o dalla parte interna dell’abitazione (all’intrados-



so del solaio), con la differenza di base che nel primo caso l’isolante potrà essere “leggero”, ovvero non resistente a compressione, essendo in sostanza appeso od incollato a soffitto, mentre nel secondo caso, risultando sottostante al pavimento, insieme ai sottofondi, esso dovrà, essere in grado di resistere a compressione.

#### 8.1.1 Isolamento esterno (all’intradosso del solaio)

È la soluzione usata praticamente sempre nel caso dei pilotis.

L’isolante è applicato a soffitto, e coperto da lastre di vario tipo (pannelli di gesso, controsoffitti vari). Più raramente si usa un sistema a cappotto.



#### 8.1.1.a) Elementi positivi

L'isolante può essere di qualsiasi tipo, è economico essendo a bassa densità, può raggiungere lo spessore che si vuole (cosa particolarmente utile nel caso di pilotis, in cui la temperatura è proprio quella esterna ed è quindi richiesto un isolamento notevole).

Inoltre risultando in un certo senso accessibile, può essere "manutenuto", aumentato, variato.

Questa soluzione lascia la libertà di definire e modificare successivamente le partizioni interne.

I pregi secondari sono che l'insieme isolante ed il pannello di rivestimento possano avere un notevole effetto fonoassorbente per i rumori sottostanti (tipici quelli di un garage) e di resistenza al fuoco.

#### 8.1.1.b) Elementi negativi

L'isolante di per sé, nei prodotti in commercio, non è mai "faccia a vista": non presenta una superficie finita (anche se rustica) che lo protegga e quindi va rivestito. Inoltre, non consentendo l'adesione di intonaci, occorre ricorrere a pannellature di diverso tipo, lastre o simili, come nel caso dei controsoffitti.

Questi controsoffitti hanno un costo che sembra giustificato in vani come i porticati d'ingresso, meno in locali tipo cantina o garage. Trattandosi di vani garage

la scelta dell'isolante deve fare i conti con la normativa antincendio. Tale normativa ne esclude alcuni, oppure riconduce abbastanza agevolmente a soluzioni di rivestimento idonee.

Una controsoffittatura in pannelli di fibromagnesite e sovrastante isolante, ad esempio, può tuttavia conseguire eccellenti risultati termici, acustici e antincendio.

#### 8.1.2 Isolamento interno (all'estradosso del solaio)

L'isolamento sottostante il pavimento comporta due alternative. La prima è adottare uno strato di isolante resistente a compressione, quindi di costo specifico elevato, che dovrà costituire uno strato a sé stante, dedicato e perfettamente piano (quindi uno spessore suo). Essendo poi comunque in qualche misura elastico, richiederà una sovrastante lastra rigida prima del pavimento (ed anche questa avrà un costo ed uno spessore). In compenso l'insieme costituirà "naturalmente" la base di un "pavimento galleggiante" che isola dai rumori da calpestio (anche se nel caso di sottostanti cantine, box o pilotis ciò non è richiesto).

D'altro canto si può approfittare della necessità di spessori di sottofondo per i vari impianti per eseguire un sottofondo edilizio avente notevoli proprietà isolanti (cemento cellulare, betoncini va-

riamente alleggeriti) con adeguato spessore in modo da soddisfare le richieste di isolamento. L'elemento negativo è che in questo caso gli spessori necessari diventano notevoli (15-20 cm).

#### 8.1.2.a) Elementi positivi

Se l'isolante è tipo sottofondo edilizio (come il calcestruzzo cellulare), si può approfittare dello spessore per annegare comodamente gli impianti.

Se l'isolante è specifico, (per esempio pannelli di lana di vetro), si può interporre uno strato fonoassorbente per realizzare un pavimento galleggiante ai fini dell'attenuazione dei rumori da calpestio.

L'intradosso del solaio (nel cantinato) resta non compromesso (per appendere tubazioni, far correre condotti,...).

#### 8.1.2.b) Elementi negativi

L'isolante specifico è ad alta densità quindi costoso, oppure, se di tipo edilizio, ha uno spessore notevole. Il pacchetto isolante nasce "stanza per stanza" (i tavolati partono dal solaio), definendo rigidamente le stanze una volta per tutte.

Gli isolanti restano inglobati insieme agli impianti, per la vita: la manomissione di questi comporta l'alterazione di quelli. Nel secondo caso (isolante tipo edilizio) occorre considerare il peso aggiuntivo.

*Si può approfittare della necessità di spessori di sottofondo per i vari impianti per eseguire un sottofondo edilizio avente notevoli proprietà isolanti (cemento cellulare, betoncini variamente alleggeriti) con adeguato spessore in modo da soddisfare le richieste di isolamento. L'elemento negativo è che in questo caso gli spessori necessari diventano notevoli (15-20 cm).*

CERTIFICAZIONE  
ENERGETICA:  
PER LE MANSARDE  
SONO IN  
COMMERCIO  
DIVERSI PRODOTTI  
PREFORMATI  
SOTTOTEGOLA

## 8.2 L'ultimo solaio

### 8.2.1 Caso della copertura piana impermeabilizzata

La posizione dell'isolamento in questo caso è necessariamente all'estradosso.

Vale ancora, teoricamente, la scelta fra isolante specifico ed isolante di tipo edilizio.

Tuttavia se ci sono limiti di spessore (soglie di portefinestre,...) la soluzione con isolante sintetico risulta obbligata.

Il sottofondo non ha più la funzione di contenere impianti, in compenso ha la possibilità di conformare le pendenze.

In ogni caso occorre pre-

stare attenzione alla successione degli strati in relazione alla posa della pavimentazione; ovviamente occorre che l'isolamento non si bagni per eventuali infiltrazioni provenienti dagli starti sovrastanti, a loro volta causate dalle precipitazioni, mentre per quanto riguarda la parte sottostante, va eliminata la pressione del vapore.

### 8.2.2 Caso del sottotetto non praticabile

E' il caso più semplice; un feltro-materassino posato sul pavimento assicura un buon isolamento col minimo costo (i materassini sono la tipologia di isolante a miglior prezzo, e sono elementari

come posa).

Si coglie l'occasione per ricordare che, affinché l'isolamento sia efficace, è necessario che l'isolante aderisca bene alla superficie da isolare e sia il più continuo possibile. Vale sempre l'analogia con un vestito: se l'aria può infiltrarsi da sotto, o se l'abito è fatto come quello di Arlecchino con tanti pezzi cuciti ai bordi, l'effetto isolante ne soffre alquanto, vanificando sforzi ed investimenti sostenuti per la posa in opera.

Pannelli rigidi mal aderenti alle superfici irregolari del solaio, di dimensioni limitate e con accostamenti non sigillati, risulteranno necessariamente meno efficaci.

# www.casari edilservice.it

## IL SITO BRESCIANO PER IL PROFESSIONISTA E L'OPERATORE EDILE

### Consulenze specialistiche

- \* Impermeabilizzazioni
- \* Energia solare dall'impermeabilizzazione
- \* Riparazioni risanamenti protezione
- \* Rinforzi consolidamenti strutturali
- \* Risanamento prefabbricati storici
- \* Isolamenti
- \* Depurazione e trattamento acque
- \* Canne fumarie ed esalazione
- \* Tecnologia del calcestruzzo
- \* Pavimenti industriali
- \* Protezione contro il fuoco
- \* Sottofondi, pavimenti e coperture
- \* Rivestimenti resinosi per pavimenti

### Pose in opera

- \* Energia Solare
- \* Impermeabilizzazioni
- \* Riparazioni risanamenti e protezione
- \* Barriera Chimica
- \* Rinforzi strutturali
- \* Isolamenti termici
- \* Pavimenti industriali
- \* Sottofondi, pavimenti e coperture
- \* Montaggio canne fumarie
- \* Rivestimenti protezione contro il fuoco
- \* Vernici e rivestimenti in resina

### Newsletters



Informatore  
Tecnico Edile

Pubblicazione informatica periodica nella quale si annunciano le varie novità tecnologiche e innovazioni produttive che possono interessare il mondo dell'EDILIZIA

### Obiettivo:



Durabilità

I prodotti che sono stati appositamente studiati per avere una vita lunga di utilizzo ben più lunga, in modo che la "casa" possa durare senza oneri di manutenzioni costose.



Obiettivo:  
Risultato  
Assicurato

Consulenza Tecnica qualificata su Calcestruzzi Impermeabili, Pavimenti Industriali senza tagli e senza giunti, Rinforzi strutturali con materiali compositi, ecc.

### CASARI EDILSERVICE

Via Preferita - Trav.I, 10 | 25014 Castenedolo (BS)  
Tel.: 030 2131471 | Fax: 030 2733068  
www.casari edilservice.it | info@casari edilservice.it



### Forniture

SIKA Italia  
SHUNT Italiana Technology

EDILTECO Group  
ITALVIS PROTECT

VALDATA  
VA-GA

### 8.2.3 Caso di una mansarda: isolamento delle falde

Nella presente circostanza si possono presentare diversi casi: a seconda che la falda sia un solaio in cemento armato oppure in legno.

Nel caso del legno le soluzioni sono molteplici; sono in commercio anche numerosi prodotti di isolante preformato sottotegola, o studiati per consentire al contempo la realizzazione di un tetto ventilato.

E' quindi arduo proporre una trattazione generale.

Si ricorda che nel caso di un solaio in legno (di per sé "caldo", ma caratterizzato da un peso ridotto e quindi una bassa inerzia termica) occorre che l'isolamento sia abbondante, per proteggere, oltre che dal freddo invernale, dai picchi di temperatura estivi raggiunti dalle coperture esposte quasi ortogonalmente ai raggi solari.

## **9. Le finestre**

Già si è detto che le finestre hanno trasmittanze multiple rispetto a quelle dei muri e quindi comportano dispersioni assai ingenti.

Si è detto anche che queste dispersioni derivano sia dal vetro vero e proprio, ma anche dal serramento ed infine dai ponti termici di contorno.

E' quindi il caso di esaminare singolarmente questi fattori.

### **9.1 La vetratura**

Già si è visto che quello che ha consentito di dimezzare la trasmittanza della vetratura è stato in sostanza l'inserimento di una camera d'aria fra due vetri, poiché la lastra di per sé, dato il suo ridottissimo spessore, non dà un contributo apprezzabile di resistenza termica.

Forse è il caso di ricordare che in realtà ("storicamente") si è passati anche dal vetro infilato di 2 o 3 mm (con i conseguenti spifferi e rumori) alla lastra composta di due cristalli float 4 mm sigillata al contorno.

Ad ogni modo arricchimenti ulteriori delle due lastre, magari prevedendo per una di esse un cristallo accoppiato con strato di butile 4+5 mm (utile agli effetti acustici) non danno ulteriori effetti apprezzabili dal punto di vista termico. D'altra parte, l'allargamento della camera d'aria (da 6 mm a 12 mm) dà un contributo più sensibile, ma comunque marginale.

L'unica altra via sostanziale teoricamente praticabile sarebbe in realtà l'aggiunta di un'ulteriore camera d'aria, con un terzo vetro. Le implicazioni in termini di ingombro, peso e costo sono tuttavia evidenti.

Un contributo sostanziale ci viene invece dall'innovazione tecnica dell'industria vetraria, con i vetri a bassa emissività.

Per dare un'idea della novità, si ricorda che qualcosa di analogo già esisteva sottoforma dei cosiddetti "cristalli atermici", molto impiegati nelle facciate continue. In essi, tuttavia, l'effetto "atermico" era piuttosto rivolto al periodo estivo, ad impedire l'ingresso dell'irraggiamento solare ed il conseguente surriscaldamento interno, ed essa era dunque in sostanza legata ad un fattore di riflessione della luce. Ora, agendo ancora su particolari trattamenti di un cristallo o di una sua superficie, si persegue lo scopo di "riflettere" il calore interno (la radiazione infrarossa) che naturalmente tende ad uscire. L'innovazione è molto promettente, perché i risultati sono di rilievo, a fronte di sovracosti abbastanza marginali.

Allo stato attuale regna tuttavia ancora una certa incertezza sui risultati in termini quantitativi per le diverse tipologie.

Come valori di massima si può indicare che un vetrocamera con due lastre ed intercapedine, la cui trasmittanza è correntemente intorno a 2,8 W/m<sup>2</sup>K, possa diventare di 1,2 - 2,0 W/m<sup>2</sup>K se una lastra è costituita da un vetro basso-emissivo; un risultato di rilievo dato che la trasmittanza si riduce

*Merita un accenno la novità dei vetri foto o termotropici, ovvero il cui comportamento varia al variare della luce incidente (si pensi alla personale esperienza, ormai comune, delle lenti da sole autoregolanti). In questo settore si possono attendere in tempi brevi grandi novità e possibilità di impiego industriale di massa.*

praticamente di un terzo.

Il settore vetrario vede comunque un'innovazione ammirevole; merita un accenno la novità dei vetri foto o termotropici, ovvero il cui comportamento varia al variare della luce incidente (si pensi alla personale esperienza, ormai comune, delle lenti da sole autoregolanti); si possono attendere in tempi brevi grandi novità e possibilità di impiego industriale di massa.

Va comunque ricordato un aspetto opposto delle finestrate: la possibilità del "guadagno solare" detto comunemente "effetto serra". Il concetto è che in presenza di sole (quindi quanto più una finestra è esposta verso sud, ed escluse quelle rivolte a nord) il calore che entra con la luce solare è maggiore della dispersione della finestra per effetto del salto di temperatura esterno-interno.

Questo fatto, previsto nel D.Lgs. 192/05, viene contabilizzato nei vari programmi di calcolo tramite complessi algoritmi che tengono conto di tutti i fattori (il soleggiamento locale nel tempo, l'esposizione della finestra, la presenza o meno di ombre e schermature) e può risultare non indifferente. In questi termini, una finestra (purché ben esposta, e meglio se con protezione notturna) può diventare un fattore positivo anziché negativo rispetto agli effetti energetici. Vale la pena di citare che negli edifici a risparmio energetico estremo (classe A, energia zero) l'irraggiamento solare (effetto serra) diventa una fonte energetica primaria.

Va pure aggiunto che ciò dipende sensibilmente dal clima

locale e che viceversa l'effetto serra può diventare un problema estivo, in assenza di opportuni accorgimenti.

## 9.2 Il serramento

### 9.2.1 Serramento in legno

A partire dai tempi ante legge 373/76, l'evoluzione del serramento in legno è consistita sostanzialmente nella migliore tenuta all'aria (e quindi ai rumori), grazie alle guarnizioni.

Al di là di questo, il serramento in legno, che nel confronto con altri resta comunque per ora il migliore, presenta una "barriera" fra interno ed esterno di 5-6 cm di legno, con una resistenza R corrispondente a circa  $0,5 \text{ Wm}^2/\text{r}$  (la trasmittanza conseguente è di poco inferiore a quella del vetrocamera); altri miglioramenti non sono in vista, salvo novità.

### 9.2.2 Serramento in alluminio

Il serramento di alluminio sconta un grosso handicap iniziale, quello che il profilato che lo costituisce (fatto di un metallo fra i migliori conduttori, quindi fra i peggiori isolanti) sembra fatto apposta per esporre nella parte interna del locale le fasce di un telaio completamente fredde. Così era ai tempi ante legge 373/76.

Successivamente è stato introdotto il serramento a taglio termico, ove il profilo esterno e quello interno sono separati da un elemento distanziatore sintetico isolante. Ulteriori affinamenti prevedono serramenti misti alluminio e legno, profilati riempiti di isolante ed altri accorgimenti. Per ora il serramento in alluminio

a taglio termico corrente resta un po' indietro rispetto al serramento in legno come valore finale di trasmittanza, considerati i profili comunemente impiegati.

Va detto, però, che soprattutto in Germania, ma anche in Italia, l'industria sperimenta e produce correntemente componenti avanzati, in cui l'obiettivo globale per il complesso serramento e vetro, è quello di una trasmittanza U dell'ordine di  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , ovvero pari ad un terzo circa dell'attuale valore.

Questo valore resta comunque assai maggiore del valore standard della parete isolata.

Tuttavia, in combinazione con l'effetto di guadagno solare, queste finestrate costituiscono un serio contributo al riscaldamento. Si tratta di sviluppi interessanti, da valutare tecnicamente ed economicamente.

### 9.2.3 Serramento in pvc

Solo un cenno per citare questo tipo di serramento, di uso più o meno esteso, che si trova a metà strada fra quello in alluminio e quello in legno. L'influenza di questo tipo di serramento sulla trasmittanza complessiva della finestra è marginale, tanto più quanto più la sua superficie è grande.

### 9.2.4 L'oscuramento

Si ricorda altresì che la legge impone che si preveda un sistema di oscuramento, con effetto di protezione notturna e protezione dall'irraggiamento estivo, già molto diffuso nel nostro paese.

L'effetto di questi sistemi non è trascurabile, tanto che i programmi di calcolo ne tengono conto (una schermatura che chiuda perfettamente equivarrebbe ad una camera



CERTIFICAZIONE  
ENERGETICA:  
IL DAVANZALE  
E' UN ELEMENTO  
DEBOLE  
DELLA "CATENA  
DI CONTROLLO"  
DEL FREDDO

d'aria); i dispositivi in pratica sono le tapparelle avvolgibili e le persiane a lamelle o cieche.

### **9.3 I ponti termici di contorno**

#### **9.3.1 Le mazzette**

Si è già accennato a cosa comportino le mazzette in termini di invito alle dispersioni termiche. Tendenzialmente, maggiore è lo spessore della mazzetta, maggiori sono i vantaggi.

#### **9.3.2 Il davanzale o la soglia**

Nel sistema edilizio corrente, il davanzale sembra un dispositivo fatto apposta per trasmettere il freddo

all'interno essendo costituito da una lastra di materiale come il marmo e cemento prefabbricato (entrambi ottimi conduttori) completamente esposta all'aria esterna, che passando sotto al serramento collega l'interno con l'esterno.

#### **9.3.3 Il sottofinestra**

Anche il sottofinestra, almeno nella modalità anni '60, era un dispositivo per trasmettere il maggior calore possibile all'esterno.

Evidentemente è necessario che il sottofinestra non sia meno isolato del tamponamento normale (il D.Lgs. 311/06 lo prevede esplicitamente) a

costo di far sporgere il termosifone, che giova tenere qualche cm staccato dalla parete, parzialmente all'interno.

#### **9.3.4 Il cassonetto dell'avvolgibile**

Si può ripetere quanto sopra anche per il rimedio proposto, che consiste nel coibentare l'interno del cassonetto. Questa operazione tuttavia risulta onerosa ed imprecisa se eseguita in opera da maestranze edili. Si può solo auspicare quindi che l'industria provveda ad offrire cassonetti precoibentati ad un prezzo competitivo.

***(fine - il precedente articolo è stato pubblicato nel numero di dicembre della rivista del Collegio Costruttori)***

**C  
E  
M  
A**

**LEADER NELLA  
PRODUZIONE  
DI MANUFATTI  
IN CEMENTO**

24060 QUINTANO DI CASTELLI CALEPIO  
(Bergamo) Via G.B. Moroni, 8  
Telefono 030 732944 - Telefax 030 734265  
info@cema.bg.it - www.cema.bg.it

**Fin-Beton s.r.l.**  
GRUPPO EDILE IMMOBILIARE  
www.fin-beton.com

**Divisione inerti e calcestruzzo**  
*Cave e centrali di betonaggio*

CHIARI (BS)	Tel. 030.711454	Fax 030.713917
CASTENEDOLO (BS)	Tel. 030.2732380	Fax 030.2130018
POZZOLENGO (BS)	Tel. 030.9918053	Fax 030.9918425
GHEDI (BS)	Cell. 348.4083436	
QUINZANO (BS)	Cell. 348.4083436	
VILLA CARCINA (Bs)	Tel. 030.881303	Fax 030.8981409

*Cave inerti*

CHIARI (BS)	Tel. 030.711454	Fax 030.713917
POZZOLENGO (BS)	Tel. 030.918344	Fax 030.918344

**Divisione materiali edili**

COCCAGLIO (Bs)	Tel. 030.7725400	Fax 030.7700550
S. POLO (Bs)	Tel. 030.2302941	Fax 030.2301014
CALCIO (Bg)	Tel. 0363.906220	Fax 0363.906199
CHIURO (So)	Tel. 0342.489059	Fax 0342.482703
COSIO VALTELLINO (SO)	Tel. 0342.635736	Fax 0342.636521
PRATA CAMPORTACCIO (SO)	Tel. 0343.32721	Fax 0343.35854

**Direzione commerciale**  
25030 COCCAGLIO (BS) Via per Chiari, 1a Trav. n° 15  
Tel. 030.7725400 (20 linee r.a.)  
Fax 030.7700550

**Serietà. Competenza. Passione.**