

Il corretto impiego degli elementi forati di laterizio

testi di **M. Chiara Torricelli**

grafica **Marco Calenzo e Dragos Vulcanescu**

Impieghi degli elementi forati di laterizio

Gli elementi forati di laterizio si utilizzano prevalentemente per (fig.1):

- pareti interne, o divisorie, in edifici a diversa destinazione (residenze, scuole, ospedali ecc.);
- pareti di separazione fra unità abitative, fra unità abitative e unità ad altra destinazione d'uso (pareti fra alloggi, su vani scale, fra ambienti residenziali e non ecc.);
- contropareti interne di pareti realizzate con altri materiali;
- pareti esterne perimetrali, o di tamponamento.

In alcuni casi le pareti interne dividono solo parzialmente gli ambienti (pareti non ad altezza di vano, o con un lato libero), o servono a chiudere i cavedi di impianti o a costituire dei vani attrezzabili come armadi a muro.

Le pareti in elementi forati di laterizio non hanno funzione portante e devono perciò essere abbastanza leggere per non gravare sulle strutture. La loro relativa leggerezza permette di utilizzarle anche in interventi di rifunzionalizzazione e di recupero di edifici esistenti, senza problemi di carico eccessivo sui solai.

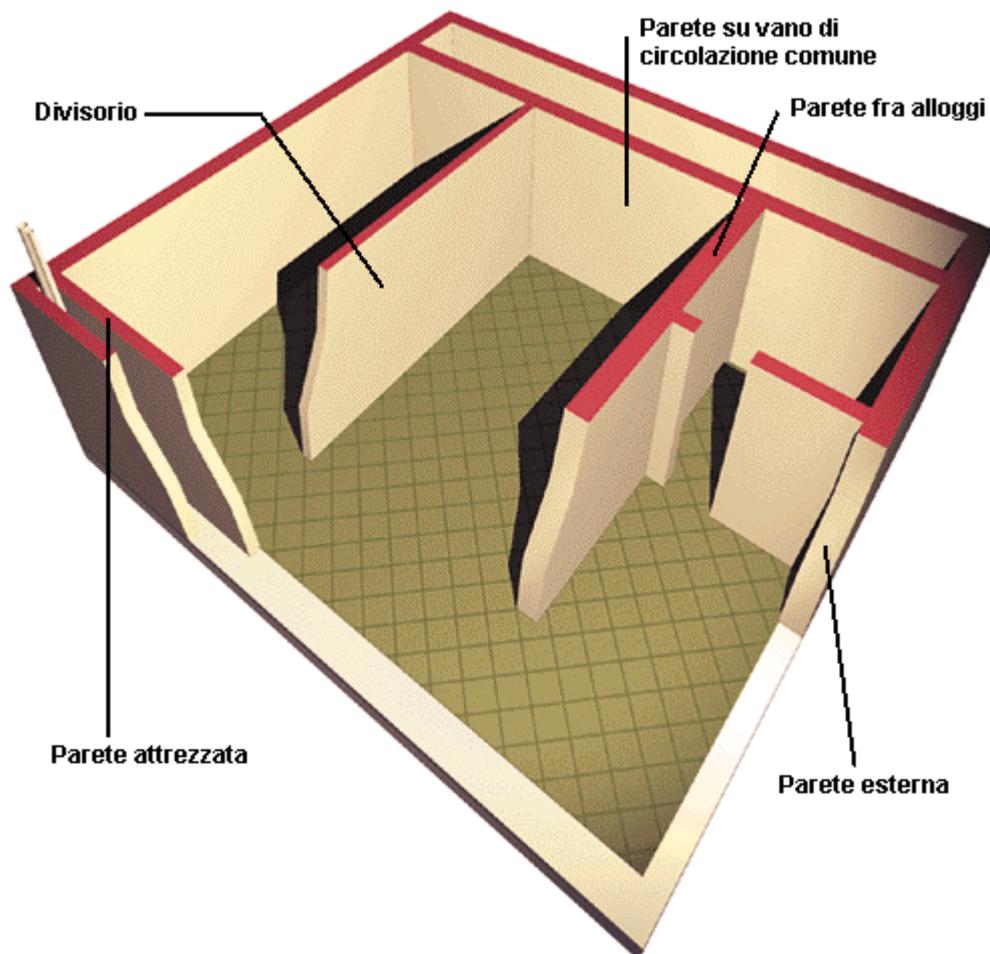


Fig. 1 – Possibili funzioni delle pareti in elementi forati di laterizio

Tipologie di pareti in elementi forati di laterizio

Le pareti in elementi forati di laterizio sono generalmente intonacate e si presentano con spessori non superiori ai 15 cm .

Si possono realizzare diversi tipi di pareti :

- pareti semplici (fig.2);
- pareti doppie (fig.3 e fig. 4),
- contropareti (fig. 5)

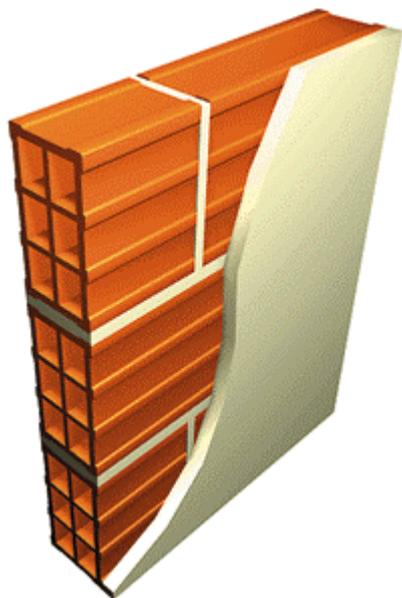


Fig. 2 - Parete semplice per la realizzazione dei divisori interni.

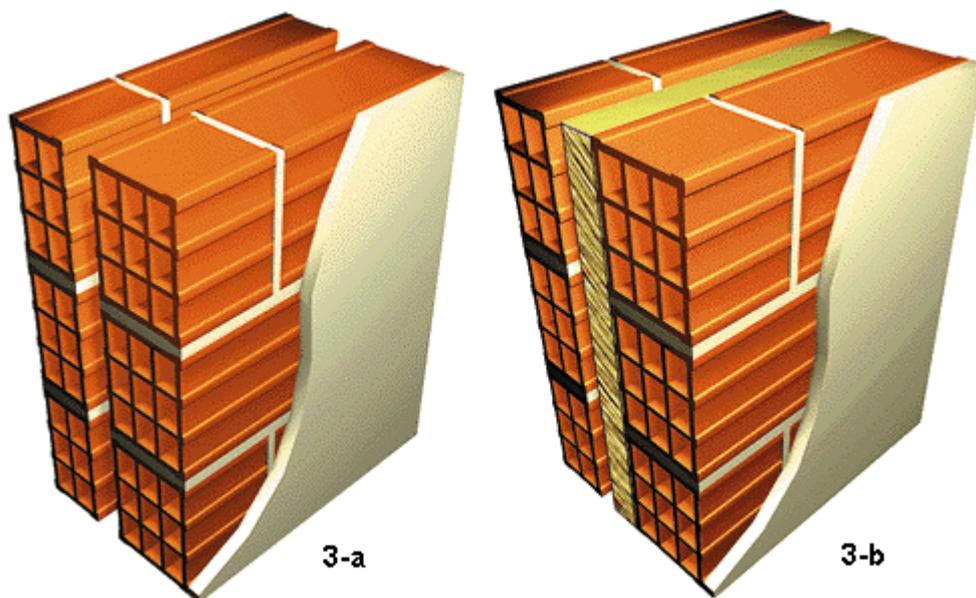


Fig. 3 a, b - Pareti doppie per interni o per tamponamenti esterni, isolate termicamente e acusticamente se necessario, con i due tavolati di elementi forati di laterizio di uguale o diverso spessore.

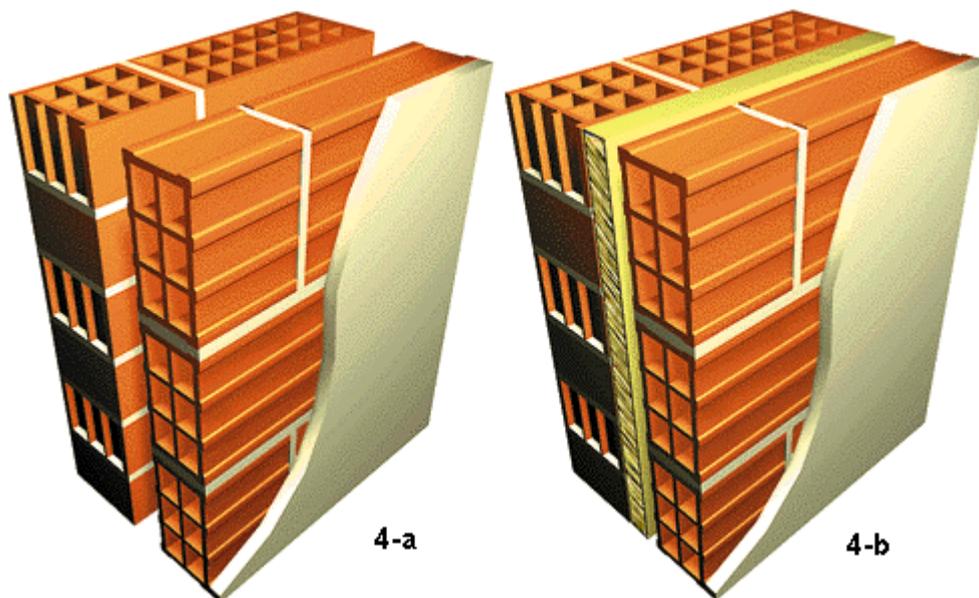


Fig. 4 a, b - Pareti doppie per tamponamenti esterni con il tavolato interno in elementi forati.

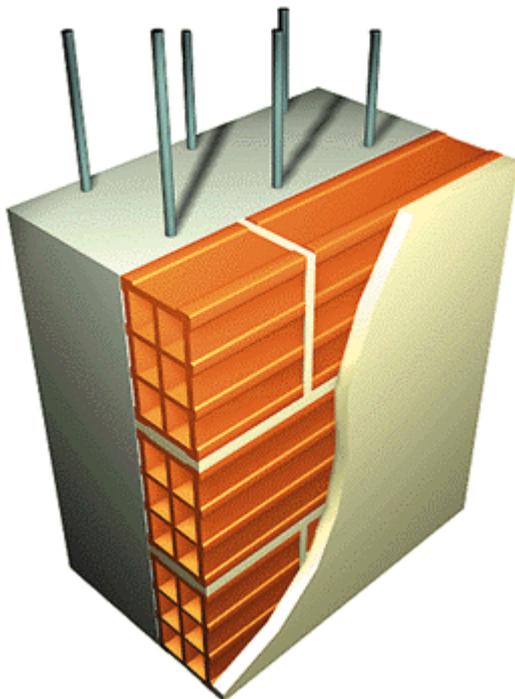


Fig. 5 - Controparete in elementi forati per murature portanti o setti in c.a.

Nelle pareti esterne doppie, isolate termicamente, può essere necessario, nei climi freddi, proteggere l'isolante verso l'interno con una barriera al vapore. Questa esigenza viene verificata con un metodo di calcolo (metodo di Glaser), in relazione alle condizioni termoigrometriche ambientali. Nei climi piovosi è utile uno strato di intonaco rustico sulla faccia del tavolato esterno rivolta verso l'intercapedine. Le contropareti in elementi forati di laterizio possono essere rese solidali alla parete principale con ancoraggi metallici o con uno strato di malta, facendo attenzione alla diversa deformabilità dei due tavolati.

In linea generale si può affermare che:

- le pareti semplici vengono utilizzate come divisori fra ambienti con condizioni climatiche e di rumore simili;
- le pareti con intercapedine vengono adottate per l'involucro esterno o la separazione fra ambienti interni con diverso grado di clima e/o rumorosità; l'intercapedine costituisce, infatti, una valida interruzione alla trasmissione del calore e del rumore;

- le contropareti sono utilizzate per migliorare le prestazioni di isolamento termoacustico e di integrazione impiantistica e attrezzabilità, in particolare di pareti in c.a. Infatti la muratura in elementi forati di laterizio costituisce un supporto facilmente tracciabile, per l'inserimento delle reti impiantistiche, e attrezzabile con ganci e tasselli.

Mattoni e blocchi forati di laterizio

Con riferimento alla norma UNI 8942/1, un elemento di laterizio è denominato forato quando presenta una percentuale di foratura superiore al 55%. La percentuale di foratura (Φ) è data dalla relazione:

$$\Phi = 100 \times \frac{F}{A}$$

dove F rappresenta la misura della superficie complessiva dei fori ed A la misura della superficie totale della sezione dell'elemento ortogonale ai fori stessi (fig.6).

Tale definizione di "forato" non deve essere confusa con la stessa denominazione utilizzata nel D.M. 20/11/87 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento". Nel decreto si tratta infatti di elementi resistenti (idonei cioè a realizzare murature portanti) che hanno una percentuale di foratura compresa fra il 45 e il 55%.

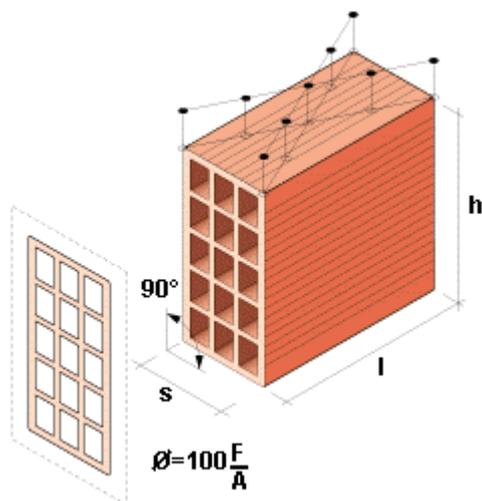


Fig. 6 - Gli elementi forati di laterizio devono rispondere a requisiti di qualificazione e di collaudo che, fra gli altri, riguardano: le dimensioni, la planarità delle facce lungo le diagonali, la rettilineità degli spigoli, la percentuale di foratura (F).

Tipologie di prodotti

Come tutti i laterizi per muratura, gli elementi forati hanno forma parallelepipedica con le superfici laterali scanalate per farvi aderire meglio la malta.

Secondo la norma UNI 8942/1, si chiamano mattoni gli elementi il cui volume è inferiore o uguale a 5.500 cm³ e blocchi quelli il cui volume è superiore. In pratica, tuttavia, si usano definizioni commerciali come "tramezza", "foratino", "foratone" ecc. Le dimensioni sono molto varie; si considerano comunemente forati per divisori gli elementi che hanno spessore non superiore a 15 cm (fig.7).

Oltre ai mattoni e ai blocchi forati sono disponibili elementi particolari, definiti tavelle e tavelloni, che possono essere utilizzati come componenti prefiniti (fig.7-e) ed elementi destinati a specifiche funzioni (architravi, rivestimento di strutture in c.a.) (fig. 33 e fig. 37).

Le dimensioni degli elementi sono funzione, oltre che del tipo di impiego, della maneggevolezza in cantiere e della rapidità di costruzione che si ottiene con prodotti di dimensioni più grandi.

Lo spessore è il dato dimensionale più importante nella scelta di un tipo di mattone o blocco, dal momento che questi prodotti vengono per lo più utilizzati con una giacitura di costa, nella quale lo spessore dell'elemento coincide con lo spessore della muratura, o tavolo, non intonacata.

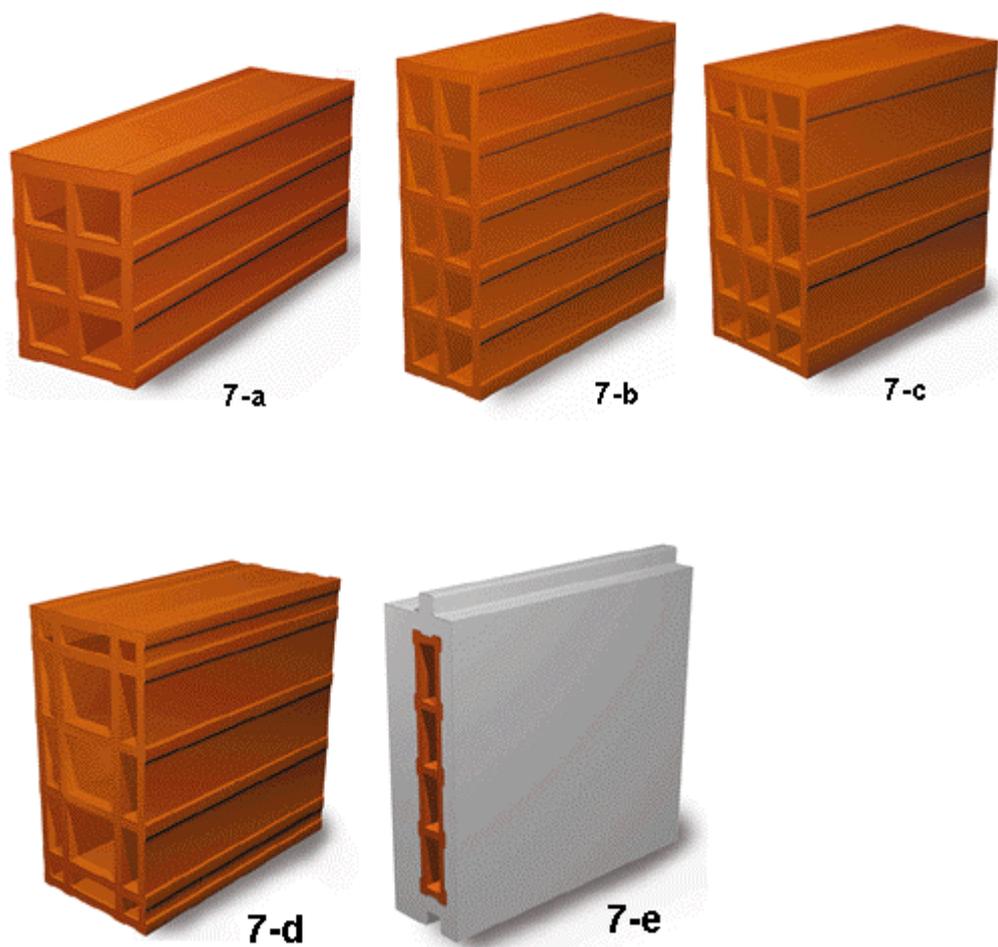


Fig.7 - Principali tipologie di elementi forati di laterizio:

- a) elemento a 4 o 6 fori disposti su due file, con spessore fra 6 e 10 cm (foratino)*
- b) elemento a 8 o 10 fori disposti su due file con spessore fra 8 e 12 cm e le altre due dimensioni uguali fra loro, pari a 24 o 25 cm (tramezza o foratella);*
- c) elemento a 12 o 15 fori disposti su tre file con spessore fra 12 e 15 cm e le altre due dimensioni uguali fra loro, pari a 24 o 25 cm (foratone);*
- d) elemento a forometria differenziata con fori disposti su tre o più file, talvolta a setti sfalsati, di spessore fra 10 e 15 cm e le altre due dimensioni uguali fra loro;*
- e) elemento per divisori di spessore fra 6 e 8 cm, lunghezza 50 ÷ 120 cm e altezza 25 cm (tavella); viene anche fornito pre-intonacato e con bordi conformati per la messa in opera a incastro e giunti sottili.*

Caratteristiche degli elementi forati di laterizio

Le caratteristiche, i limiti di accettazione, i piani di campionamento per la qualificazione degli elementi forati di laterizio per divisori sono definiti nella norma UNI 8942/2 e ripresi nelle norme per la certificazione di qualità delle aziende, in base alla UNI EN ISO 9002. Tali requisiti di accettazione sono: le dimensioni, la planarità delle facce lungo le diagonali, la rettilineità degli spigoli, la massa volumica apparente, l'aspetto, le inclusioni calcaree. I controlli sul prodotto finito, oltre alle caratteristiche appena citate, riguardano la percentuale di foratura e la resistenza a trazione per flessione su listello.

Per le caratteristiche dimensionali, di forma, di massa volumica apparente e di percentuale di foratura, i limiti di accettabilità stabiliscono le tolleranze rispetto ai valori nominali e alla forma parallelepipedica (fig. 6). Per le caratteristiche di aspetto, il controllo è volto a limitare la presenza negli elementi di fessure, scagliature e protuberanze. La verifica di resistenza a trazione per flessione su listello (provino in forma di barra prismatica ricavato da un mattone o blocco) è sostitutiva e correlabile con la prova di resistenza a compressione.

La massa volumica apparente è definita come rapporto tra la massa dell'elemento privo di umidità e il volume lordo, comprensivo cioè dei vuoti. La massa volumica apparente e la percentuale di foratura sono correlate fra di loro e con il peso dell'elemento. I produttori indicano generalmente il peso unitario (kg) o il peso a metro cubo, che corrisponde alla massa volumica apparente (fig. 8 e fig. 9).

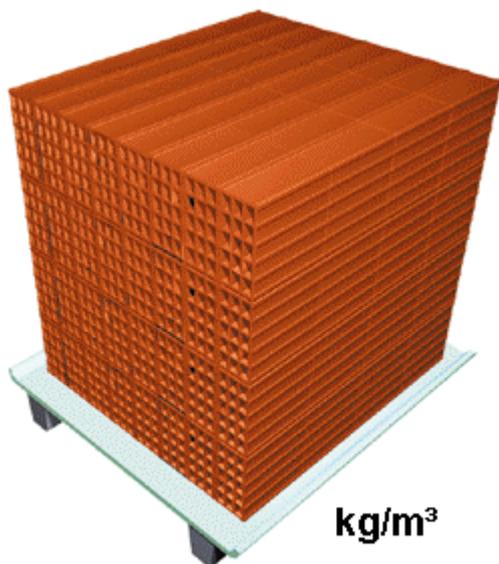


Fig. 8 - La massa volumica apparente degli elementi forati di laterizio varia fra 500 e 700 kg/m³.

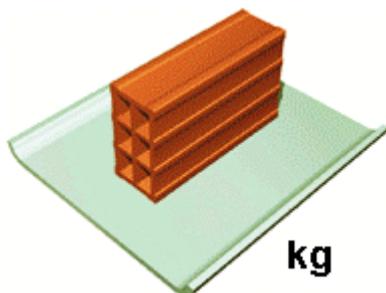


Fig. 9 - Gli elementi forati di laterizio hanno un peso unitario per lo più compreso fra 1,5 e 6,5 kg.

In funzione di quest'ultimo dato è possibile determinare il peso a metro quadrato della parete finita, o massa per unità di superficie, malta dei giunti e intonaco compreso (fig. 10), da cui dipendono molte prestazioni della parete e il carico che i solai devono portare.

Per il calcolo della massa per unità di superficie (M_S), espressa in kg/m² della parete in elementi forati di laterizio, senza intonaco, si può adottare la seguente formula:

$$M_S = [M_V - (M_V - K) \times a] \times s$$

dove:

M_V , è la massa volumica apparente dell'elemento in laterizio espressa in kg/m³;

K , è una costante pari a 1600 per malta dei giunti di tipo normale;

a , è un coefficiente variabile in funzione dello sviluppo dei giunti fra gli elementi su un metro quadrato di superficie di parete, che potrà assumere un valore compreso fra 0,12 e 0,08;

s , è lo spessore della parete senza intonaco espresso in metri.

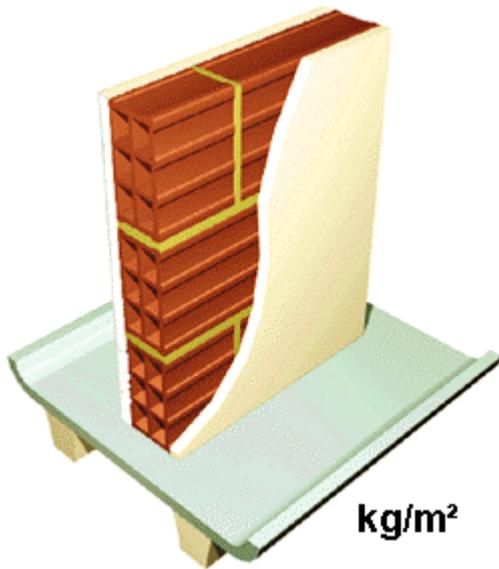


Fig. 10 - La massa per unità di superficie di una parete semplice intonacata, in elementi forati di laterizio, varia fra 70 e 150 kg/m^2 .

Materiali e prodotti complementari

Per la realizzazione delle pareti in elementi forati di laterizio si utilizzano malte, per i giunti fra gli elementi e per gli intonaci, e materiali diversi per gli strati di finitura e rivestimento.

I giunti

I giunti verticali di connessione tra elemento ed elemento devono essere sfalsati e riempiti con malta con continuità, così come avviene per i giunti orizzontali, per assicurare il corretto funzionamento statico e di involucro della parete (fig.11). A sua volta la parete è resa solidale, sempre con giunti di malta, con le strutture contigue sul perimetro e, in particolare, con i solai (fig.12). Talvolta i giunti perimetrali possono essere realizzati interponendo del materiale resiliente (feltro di fibre vegetali, gomma, elastomero poliuretano cellulare) atto a smorzare la trasmissione di vibrazioni (miglioramento del comportamento acustico) o ad assorbire possibili deformazioni della struttura (freccia dei solai).

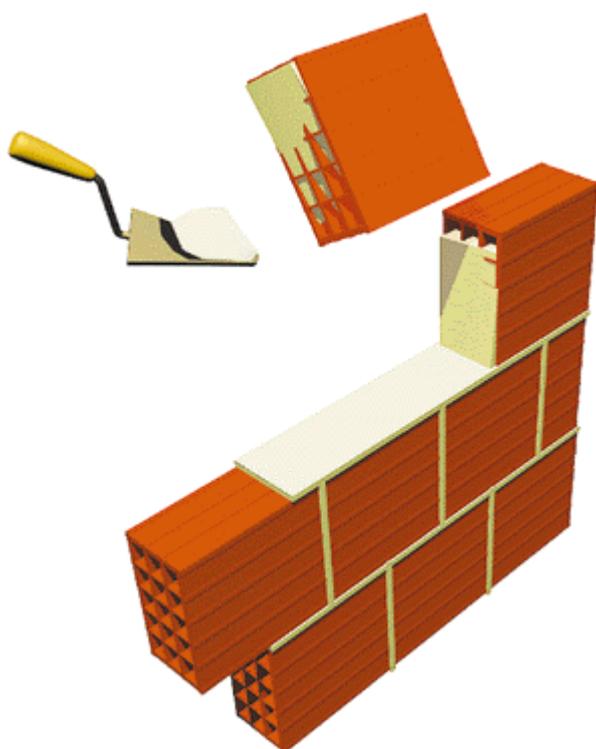


Fig. 11 - Giunti orizzontali e verticali fra gli elementi completamente riempiti a malta.

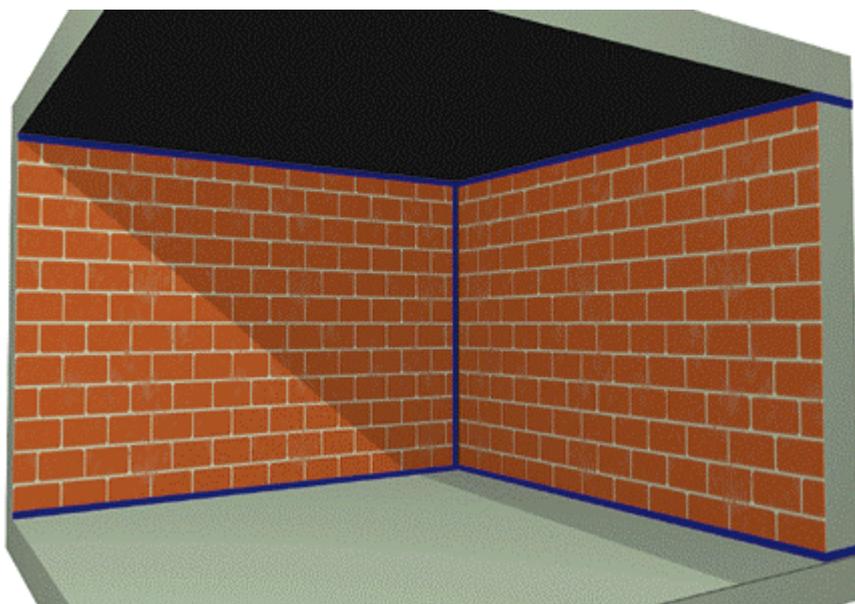


Fig. 12 - Giunti perimetrali della parete con le strutture contigue, realizzati a malta o con materiale resiliente.

Lo spessore dei giunti a malta fra elementi forati deve essere compreso fra 5 e 15 mm; si devono impiegare malte composte, più lavorabili e meno rigide di quelle a solo cemento, secondo i dosaggi indicati in tabella.

Dosaggi della malta		
	Malta composta	
	Classe *	
	M3	M4
	Parti in volume	
Calce idraulica	1	2
Cemento	1	1
Sabbia	5	9
* D.M. 20/11/87		

Gli intonaci

In una parete in elementi forati di laterizio l'intonaco svolge una funzione molto importante in quanto contribuisce significativamente a definirne le prestazioni in opera. Gli elementi di laterizio sono compatibili con tutti i tipi di intonaco, poiché l'aderenza con le malte è elevata; occorre evitare di utilizzare intonaci troppo rigidi, in particolare per le murature più leggere e di ridotto spessore e ancor più per le contropareti, che sono intonacate solo su di una faccia.

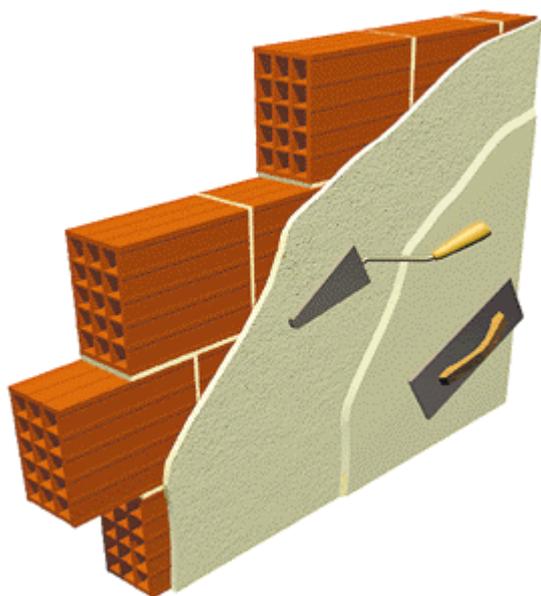


Fig. 13 - L'intonaco tradizionale si stende a mano. Il primo strato è gettato con la cazzuola contro la parete; lo strato di finitura viene lisciato con cazzuola metallica (finitura a gesso scagliola) o con fratazzo (finitura grezza) o con fratazzino (finitura liscia). Per ottenere particolari effetti la superficie lisciata può essere spazzolata con spazzola metallica.

L'intonaco tradizionale a base di malte di calce e cemento è realizzato in due o tre strati (fig. 13). Il primo, strato di rinzafo o strato di aderenza, serve a regolarizzare il supporto e ad assicurare l'aderenza degli strati successivi; in genere la malta presenta inerti a granulometria più grossa e maggiore dosaggio di leganti.

Il secondo strato, arriccio o stabilitura, costituisce, negli intonaci a due strati, anche lo strato di finitura; è composto da malte nelle quali gli inerti hanno granulometria più fine e il contenuto in leganti ad alta resistenza meccanica è minore rispetto allo strato precedente.

Talvolta lo strato di finitura è realizzato con leganti diversi da quelli utilizzati negli strati sottostanti (resine acriliche, gesso su malta a legante idraulico), per ottenere particolari rese estetiche o per abbreviare i tempi di esecuzione dell'intonaco.

Nel caso in cui le condizioni di messa in opera (in particolare le modalità di collegamento alle strutture di orizzontamento e laterali) richiedano alla parete di resistere a sollecitazioni rilevanti di flessione, causate dalla deformazione dei solai o da sovraccarichi orizzontali, dovrà essere verificata la necessità di rinforzare la parete con un intonaco armato. L'armatura è realizzabile con rete in fibre di vetro, in fibre sintetiche o in acciaio, inglobata nell'intonaco e ben aderente alla muratura. Il tipo di armatura deve essere scelto in funzione delle sollecitazioni meccaniche previste, delle condizioni ambientali e della compatibilità fra i materiali impiegati. In commercio esistono infatti armature con caratteristiche diverse di resistenza a trazione, resistenza agli alcali e alla corrosione (fig. 14 a). Quando la necessità di rinforzo dell'intonaco deriva da sovraccarichi orizzontali rilevanti, quali quelli previsti per particolari ambienti dal D.M. 16/1/96 "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi", in particolare per pareti di altezza comune (2,80 m), l'armatura può essere posta su una fascia a cavallo della quota di applicazione dei suddetti carichi (fig. 14 b). Il soddisfacimento delle prescrizioni di norma dovrà comunque essere documentato per via di calcolo o sperimentale.

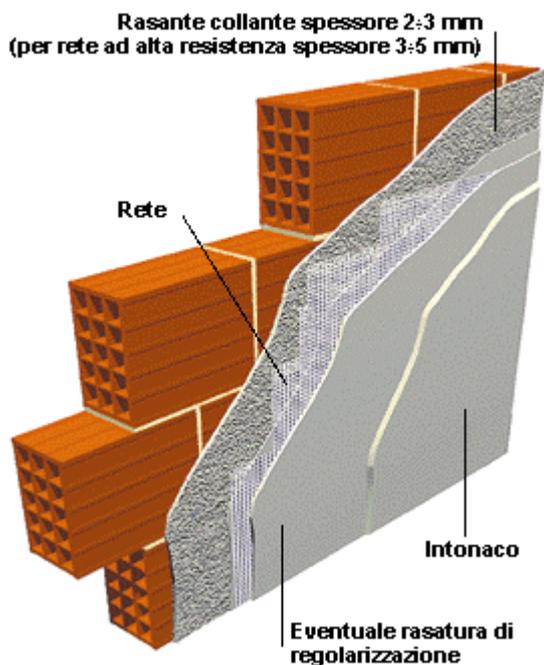


Fig 14 - a) Intonaco armato con rete immersa in uno strato di rasante collante (spessore 2-5 mm secondo il tipo di rete).

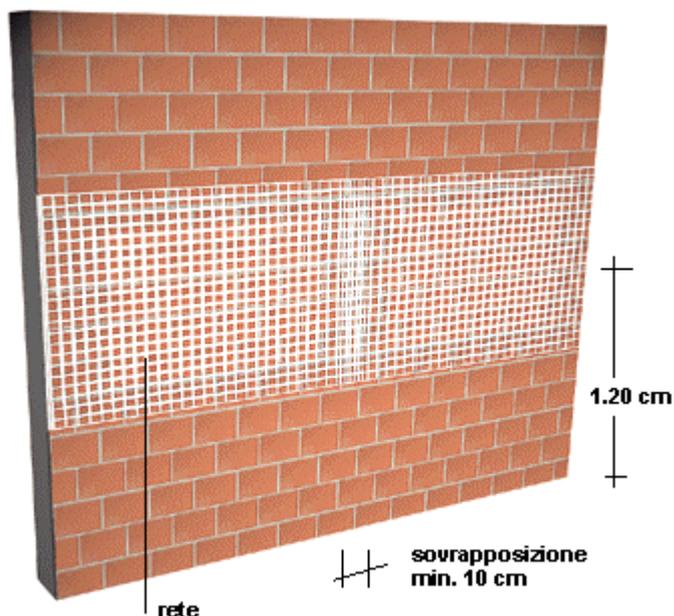


Fig 14 - b) La rete può essere posta in corrispondenza delle zone dove sono previste maggiori sollecitazioni. Le giunzioni della rete si effettuano per sovrapposizione.

Tipi di intonaco

Intonaco tradizionale a calce

E' un intonaco eseguito con malta di calce aerea spenta in pasta (grassello) e inerte fine. Ha ottime prestazioni di permeabilità al vapore e scarsa fessurabilità, ma richiede una notevole competenza nell'esecuzione. Con l'aggiunta di leganti idraulici si ottiene un miglioramento della resistenza e una riduzione dei tempi di indurimento.

Intonaco tradizionale al civile a base di leganti idraulici

E' un intonaco idoneo per ambienti esterni e interni, a base di leganti idraulici (cemento e calce idraulica), comunemente utilizzato per la maggiore facilità di esecuzione. Pur presentando buona resistenza meccanica ed impermeabilità all'acqua, risulta fessurabile e ha scarsa permeabilità al vapore.

Intonaco tradizionale e intonaco premiscelato a base di gesso

Generalmente per interni, ha la capacità di assorbire e restituire il vapore d'acqua; presenta bassa conducibilità termica e alta permeabilità al vapore; è utilizzato in tipi diversi: a base di gesso emidrato, a base di gesso anidro, premiscelato a base di gesso emidrato ed anidro, con aggiunta di calce, perlite e additivi, finiture a base di gesso scagliola.

In presenza di gesso non cotto sotto forma di biidrato, esiste la possibilità che si formino muffe ed efflorescenze, mentre eventuali parti metalliche a contatto possono venire corrose.

Altri tipi di intonaco

Altre applicazioni possibili riguardano: intonaci resino plastici o rivestimenti plastici ad applicazione continua (che devono però essere permeabili al vapore per evitare rischi di distacchi), intonaci isolanti a base di leganti idraulici e inerti leggeri, intonaci antincendio e intonaci fonoassorbenti.

Le tinteggiature e i rivestimenti

La parete intonacata è per lo più finita e protetta con tinteggiature o con rivestimenti ceramici. La tinteggiatura tradizionale è eseguita, di solito, con pitture a calce, a tempera o con idropitture lavabili. I rivestimenti possono essere realizzati con diversi prodotti; fra questi i più in uso sono i rivestimenti ceramici posati a malta cementizia su uno strato di rinzafo o con adesivo cementizio su uno strato di imprimitura dopo l'intonacatura della parete (fig. 15).

La posa a collante è obbligatoria sulle pareti intonacate a gesso.

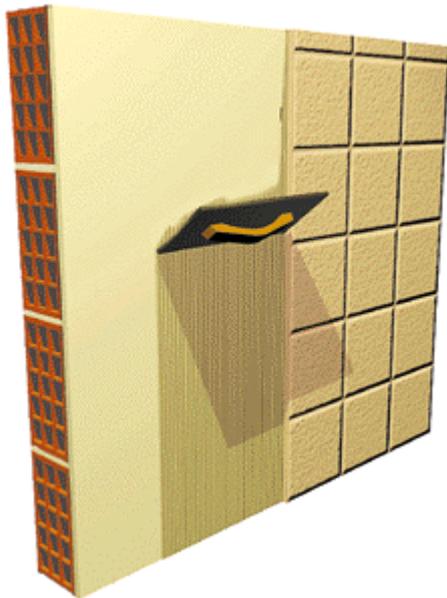


Fig. 15 - Rivestimento ceramico posato con adesivo cementizio, steso sulla parete con spatola dentata, dopo l'intonacatura e la preparazione con una mano d'imprimitura.

Prestazioni delle pareti in elementi forati di laterizio

Le prestazioni più importanti che caratterizzano le pareti in elementi forati di laterizio sono:

- *stabilità e resistenza*, anche in presenza di sollecitazioni orizzontali statiche e dinamiche (urti);
- *isolamento acustico*;
- *isolamento termico*, fra locali a diversa temperatura;
- *comportamento in presenza di incendio*;
- *igiene, non tossicità, qualità ecologica (riciclabilità)*;
- *integrabilità* con reti impiantistiche e con sistemi di ancoraggio di arredi;
- *qualità di aspetto*.

Stabilità e resistenza

Il carico esercitato dalle pareti interne sui solai deve essere compatibile con quanto previsto nel dimensionamento degli orizzontamenti dell'edificio. La Circolare del Min. LL.PP. 4/7/96, applicativa delle norme tecniche per la verifica di sicurezza delle costruzioni e per carichi e sovraccarichi, indica, per i tramezzi interni con peso minore di 150 kg/m^2 , in edifici per abitazioni e uffici, la possibilità di considerare un carico uniformemente distribuito sul solaio pari a 1,5 volte il peso complessivo dei tramezzi stessi, sempreché vengano adottate le misure costruttive atte ad assicurare un'adeguata distribuzione del carico.

Una parete in elementi forati di laterizio, di 8 cm di spessore, con intonaco a gesso di 1 cm di spessore sulle due facce, alta 2,80 m, trasferisce un carico sul solaio sottostante compreso fra 195 e 250 kg per metro lineare, in funzione della massa volumica degli elementi forati di laterizio utilizzati. Se l'intonaco è a calce e cemento, di 1,5 - 2 cm di spessore sulle due facce, il carico è compreso fra 280 e 335 kg per metro lineare. Quando la parete è disposta perpendicolarmente ai travetti, il peso può considerarsi correttamente ripartito (fig. 16). Ma se la parete è parallela alle nervature del solaio, allora grava su un solo travetto, se non addirittura sui blocchi di alleggerimento. In questo caso, per i divisori più pesanti, è opportuno rinforzare il solaio con armature orizzontali che ripartiscano il carico (fig. 17).

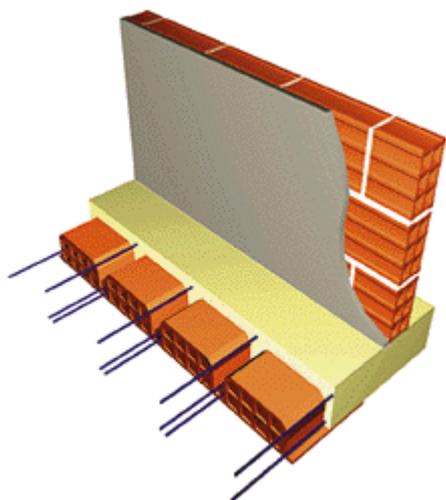


Fig. 16 - Parete divisoria disposta trasversalmente alle nervature del solaio.

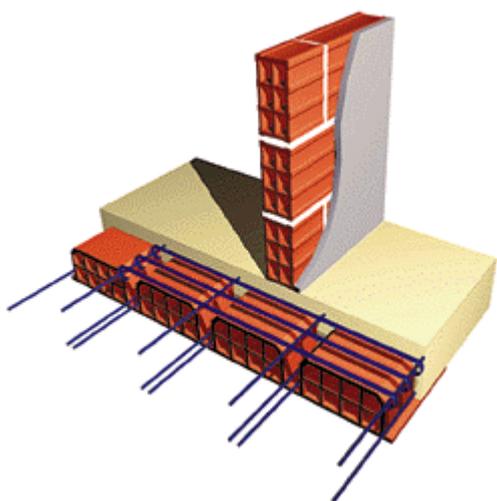


Fig. 17 - In presenza di divisori semplici abbastanza pesanti o di divisori doppi disposti parallelamente ai travetti del solaio, è opportuno rinforzare la struttura con armature trasversali che ripartiscano il carico su più nervature.

Negli interventi di recupero edilizio si può pensare anche a soluzioni di pareti sospese, ovvero non appoggiate direttamente sul solaio, ma dotate di una propria struttura di supporto che trasferisca il carico sulle pareti portanti.

Per quanto attiene alla stabilità e alla resistenza delle pareti interne, le azioni da considerare sono:

- carichi verticali indotti da cedimenti differenziati delle strutture di solaio (fig. 18 e fig. 19);
- carichi variabili orizzontali e con ripartizione lineare, applicati perpendicolarmente alla parete alla quota di 1,20 m dal piano di calpestio, prodotti dalla spinta dovuta alla presenza di persone (fig. 20);
- azioni orizzontali nel piano della parete dovute alla funzione irrigidente svolta dai divisori inseriti in un telaio in c.a. (fig. 21);
- urti accidentali di rilevante energia di impatto.



Fig. 18 - Parete sollecitata a flessione in presenza di solaio deformabile.

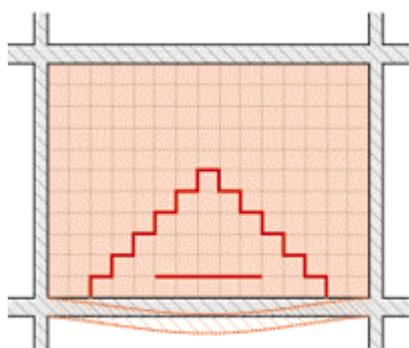


Fig.19 - Se il solaio inferiore si deforma più di quello superiore la parete divisoria tenderà a fessurarsi con andamenti delle fessure (ad arco o rettilinee secondo la dimensione degli elementi) che denunciano il distacco della porzione di muratura non più sufficientemente supportata.

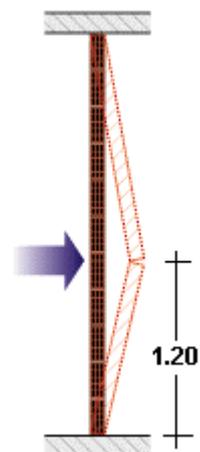


Fig.20 - Parete sollecitata a flessione in presenza di carico orizzontale perpendicolare al piano della parete.

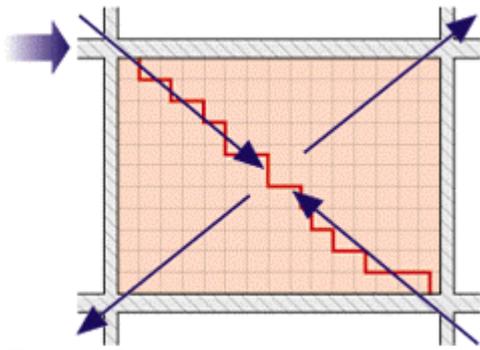


Fig. 21 - Parete rigidamente collegata ad un telaio in c.a. sottoposto a sollecitazioni orizzontali nel suo piano. Il divisorio contrasta le eventuali deformazioni del telaio, che producono sollecitazioni di compressione e trazione ad andamento diagonale nel divisorio, con conseguenti possibili fessurazioni.

Per evitare la fessurazione dei divisori in presenza di deformazioni dei solai, è bene che questi ultimi siano correttamente dimensionati. La normativa (D.M. 9/1/96 "Norme tecniche per il calcolo e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche") ammette frecce a tempo infinito, dei solai, non superiori a 1/500 della luce. Nel caso che si prevedano eventuali deformazioni maggiori, occorre realizzare i giunti della parete con l'intradosso degli orizzontamenti in materiale non rigido (fig. 30).

Per la resistenza ai carichi orizzontali perpendicolari alla parete, il D.M. 16/1/96 "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" prevede un carico orizzontale lineare variabile fra 1 e 3 kN/m, a seconda della destinazione d'uso dell'ambiente e precisamente: 1 kN/m per ambienti non suscettibili di affollamento, quali residenze, o suscettibili di affollamento, quali ospedali e biblioteche, e per parcheggi; 1,5 kN/m per ambienti suscettibili di grande affollamento, quali i cinema; 3 kN/m per sale da ballo, palestre, tribune, grandi magazzini ecc. Il rispetto delle prescrizioni normative deve essere documentato per via di calcolo o sperimentale. Sotto questo aspetto le pareti in elementi forati di laterizio, di altezza pari a 2,80 m e spessore non inferiore a 8 cm, correttamente murate a giunti orizzontali e verticali e intonacate, non presentano problemi. Tuttavia, quando le dimensioni della parete o le condizioni di integrazione con le strutture perimetrali, in particolare in presenza di giunti non rigidi, possono determinare sollecitazioni rilevanti di flessione dovute alla spinta, si può conferire adeguata resistenza alla parete con l'impiego di un intonaco armato con rete, come precedentemente indicato (figg. 14 a e b).

Per quanto riguarda la resistenza ad urti accidentali, non ci sono norme cogenti. Il comportamento dei divisori interni non portanti è giudicato idoneo, ai fini della sicurezza, se vengono soddisfatti i seguenti criteri: nessun sfondamento a seguito di urto da corpo molle da 240 J; nessuna rottura pericolosa a seguito di urto da corpo duro da 10 J (ICITE "Guida tecnica UEAtc per il benessere tecnico dei tramezzi leggeri"). Le pareti in elementi forati di laterizio intonacate resistono ad energie d'impatto superiori. Il livello di prestazione sopra indicato è assicurato anche in presenza di giunti di desolidarizzazione su tutto il perimetro, realizzati sia con una banda in gomma fissata a malta che con altro materiale elastico a guarnizione di un profilo metallico con funzione di ritegno della parete (fig. 30).

Relativamente alla stabilità dei divisori in presenza di deformazioni e spostamenti delle strutture contigue, dovuti all'azione sismica, la normativa (D.M. 16/1/96 "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica") impone di collegare (punto C.6.4) mediante nervature verticali ad interasse non superiore a 3 m, o con analoghi interventi, alla struttura superiore e inferiore, le pareti interne che abbiano altezza maggiore di 4 metri e sviluppino una superficie maggiore di 20 m² (fig. 22).

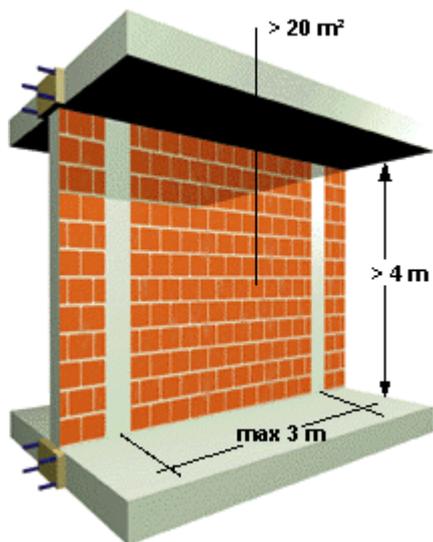


Fig. 22 - In zona sismica, nel caso di parete divisoria di grandi dimensioni, sono da prevedere collegamenti al telaio in c.a., con irrigidimenti ad interasse non superiore a 3 metri.

Isolamento acustico

La trasmissione diretta dei suoni fra due ambienti interni è funzione delle caratteristiche di isolamento acustico della parete divisoria, ovvero del suo potere fonoisolante (R) che può essere accertato in laboratorio (fig. 23). Altre trasmissioni sonore si verificano attraverso le pareti laterali; esse dipendono dalle condizioni di progetto e di messa in opera e possono notevolmente ridurre la prestazione propria della parete (fig. 24). Il D.P.C.M. 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" indica i livelli di isolamento delle pareti tenuto conto anche delle trasmissioni laterali (indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_W). Le esperienze fatte in laboratorio hanno permesso di ricavare una formula di calcolo per stimare, in assenza di prove, l'indice di valutazione del potere fonoisolante (R_W) di una parete in elementi forati di laterizio, in funzione del logaritmo in base dieci della massa per unità di superficie (m') della parete (espressa in kg/m^2), compreso l'intonaco:

$$R_W = 20 \lg m' \text{ (dB)}$$

Il valore così calcolato può essere assimilato all'indice di valutazione del potere fonoisolante (R_W) determinato come illustrato in fig. 23.

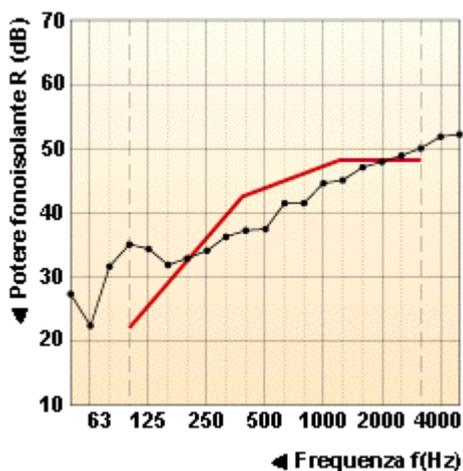


Fig.23 - Il potere fonoisolante di una parete R (espresso in decibel, dB), verificato in laboratorio, viene documentato attraverso un certificato che riporta in un diagramma (linea nera) la riduzione dell'energia sonora che si ha attraverso la parete alle diverse frequenze del suono (Hz). Per semplicità il diagramma viene confrontato con una spezzata (linea rossa) ad esso assimilabile e il potere fonoisolante della

parete viene espresso attraverso l'indice di valutazione letto (R_W) sulla spezzata a 500 Hz. Nel caso in figura $R_W = 44$ dB.

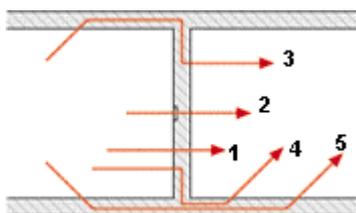


Fig.24- La trasmissione sonora fra due ambienti interni dipende dalla trasmissione diretta attraverso la parete di separazione (1), da eventuali trasmissioni dovute alla presenza di condotti di ventilazione, cavedi, reti di impianti ecc. (2) e dalla trasmissione dovuta al contributo delle strutture laterali degli ambienti interni (3, 4, 5). Il potere fonoisolante (R) di una parete è riferito alla trasmissione sonora tipo 1, il potere fonoisolante apparente (R') alle trasmissioni sonore tipo 1,3,4,5.

Le pareti semplici in elementi forati di laterizio intonacate hanno un indice di valutazione del potere fonoisolante compreso fra 42 e 43 dB in relazione allo spessore e alla percentuale di foratura degli elementi componenti.

Se questo valore non è sufficiente, ad esempio, per isolare acusticamente due alloggi, occorre ricorrere alla doppia parete, munita nell'intercapedine di un isolante acustico (ad esempio lana minerale). Una doppia parete, nella quale i due tavolati siano collegati rigidamente allo stesso solaio, è meno efficace, nel proteggere dal rumore, di analoga parete nella quale i due tavolati appoggino su due solai diversi o siano desolidarizzati dalle strutture perimetrali. (fig. 25)

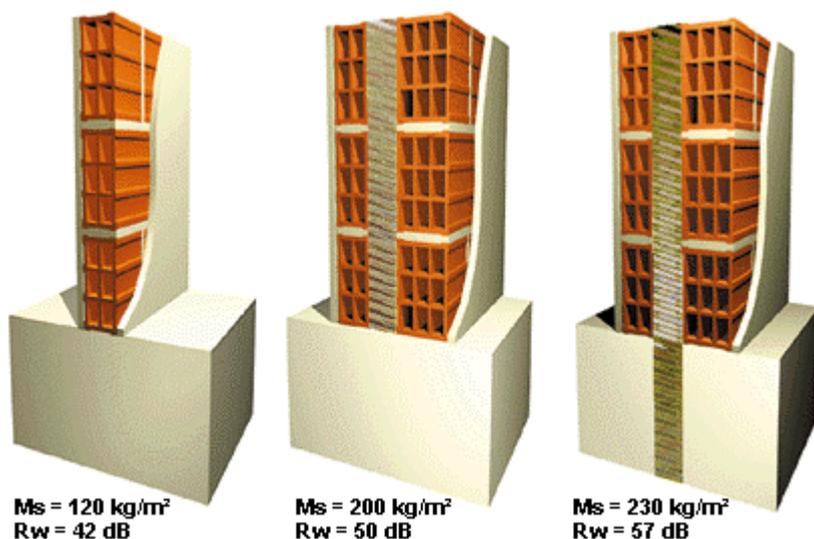
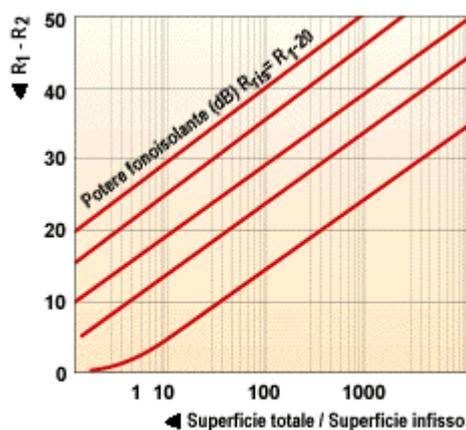


Fig. 25 - Numerose prove di laboratorio permettono di documentare l'indice di valutazione del potere fonoisolante R_W di pareti semplici e doppie in elementi forati di laterizio. Per le pareti doppie i livelli prestazionali sono molto diversi in funzione delle condizioni di integrazione con le strutture perimetrali. Le prestazioni più elevate si ottengono con pareti doppie isolate acusticamente nella intercapedine e con i due tavolati completamente indipendenti.

Infine, il potere fonoisolante di una parete viene notevolmente ridotto dalla presenza di una porta o comunque di una parte a bassa capacità di isolamento acustico. Il potere fonoisolante risultante dalla combinazione di una parete con una porta è ricavabile utilizzando appositi diagrammi (fig. 26).



R_1 = potere fonoisolante della parete a 500 Hz
 R_2 = potere fonoisolante dell'infisso a 500 Hz

Fig. 26 a- Nomogramma per il calcolo del potere fonoisolante risultante (R_{ris}) di una partizione composta da un divisorio con potere fonoisolante R_1 e una porta con potere fonoisolante R_2 , in funzione della incidenza superficiale della porta sulla superficie complessiva della partizione.

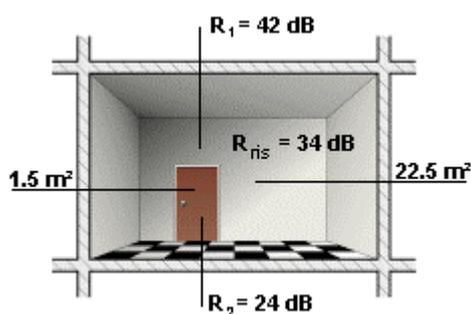


Fig. 26 b - Una porta di $1,5 \text{ m}^2$, avente un potere fonoisolante $R_2 = 24 \text{ dB}$, inserita in una partizione complessivamente di $22,5 \text{ m}^2$, con un divisorio avente un potere fonoisolante $R_1 = 42 \text{ dB}$, determina un potere fonoisolante risultante $R_{ris} = 34 \text{ dB}$.

Isolamento termico

Gli scambi di calore riguardano le pareti interne poste fra ambienti a temperatura diversa: ad esempio, parete su vano scala in un edificio residenziale multifamiliare.

Le normative prescrivono il contenimento del fabbisogno energetico del sistema edificio-impianto e limitano le dispersioni per trasmissione attraverso l'involucro. Inoltre controllano il comportamento dell'edificio in presenza di funzionamento intermittente dell'impianto di riscaldamento e in rapporto alla capacità di utilizzare apporti gratuiti di energia, dovuti alle sorgenti interne di calore e all'irraggiamento solare. Le caratteristiche termofisiche delle pareti entrano in gioco fondamentalmente sotto due aspetti: resistenza termica e inerzia termica. A parità di resistenza termica di una parete è da preferire quella che presenta una maggiore inerzia termica perché permette un raffreddamento più lento dei locali, una volta spento il riscaldamento, e un accumulo maggiore di energia dovuta all'irraggiamento solare che penetra negli ambienti attraverso le finestre.

Una parete semplice in elementi forati di laterizio non è in grado, da sola, di fornire un conveniente isolamento termico; tuttavia essa contribuisce con la sua resistenza termica all'isolamento globale di una parete multistrato e con la sua massa alla inerzia termica degli ambienti interni.

Per conoscere la resistenza termica delle murature in elementi forati di laterizio si può fare riferimento alla norma UNI 10355/94, che fornisce la metodologia di calcolo della resistenza termica e i suoi valori per le tipologie di pareti più comuni (fig. 27).

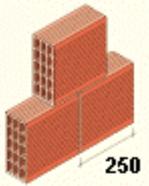
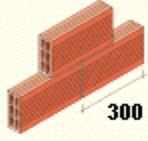
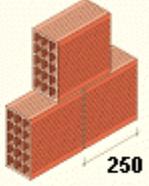
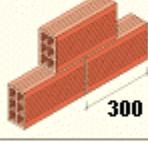
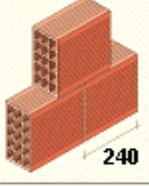
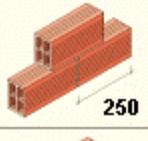
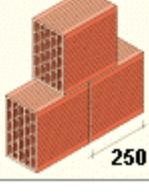
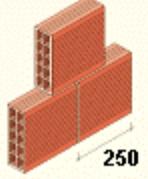
Sezione dell'elemento (misure in mm)	Rappresentazione della struttura	Massa areica kg/m ²	Resist. termica m ² K/W	Sezione dell'elemento (misure in mm)	Rappresentazione della struttura	Massa areica kg/m ²	Resist. termica m ² K/W
150 45 Ø=58%		38	0.11	250 100 Ø=62%		78	0.27
150 60 Ø=57%		52	0.16	250 120 Ø=66%		86	0.31
150 80 Ø=63%		63	0.19	240 120 Ø=70%		78	0.25
120 80 Ø=64%		63	0.16	250 150 Ø=60%		114	0.46
250 80 Ø=63%		62	0.20	* Secondo UNI 10355/94			

Fig. 27 - Resistenza termica di pareti (tavolati) in elementi forati di laterizio. La resistenza termica totale di una parete si ottiene aggiungendo alla resistenza termica indicata per la parete in laterizio (tavolato), quelle relative agli strati di intonaco e quelle relative agli scambi superficiali convettivi e radiativi.

Comportamento in presenza di incendio

Il laterizio è un materiale non combustibile e non sviluppa, in presenza di incendio, gas tossici e fumi. Quello che occorre controllare è esclusivamente la resistenza al fuoco della parete. La resistenza al fuoco è espressa con le lettere REI e un numero indicante, in minuti primi, il tempo durante il quale la parete esposta su di un lato all'incendio mantiene stabilità (R), tenuta ai fumi e ai gas (E) e contenimento della trasmissione del calore (I) nei confronti dell'ambiente non esposto direttamente al fuoco. Poiché le pareti in elementi forati di laterizio non hanno funzione portante, la prestazione è data dal tempo durante il quale la trasmissione del calore è contenuta, entro certi limiti, così da non causare incendio nel locale contiguo. La resistenza al fuoco di una parete in elementi forati di laterizio può essere notevolmente migliorata con l'utilizzo di intonaci isolanti, a base di gesso, vermiculite, perlite o simili, in idonei spessori. Per l'attribuzione dei valori di resistenza al fuoco REI si sottopone la parete ad una prova di laboratorio, in assenza della quale si deve fare riferimento ai valori riportati nella Circolare M.I. n. 91 del 14/9/61, che sono ampiamente cautelativi (fig. 28).

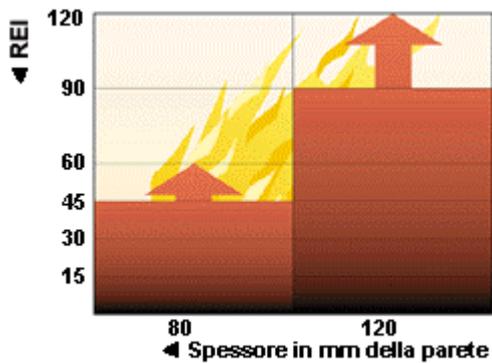


Fig. 28 - Resistenza al fuoco (REI) di pareti intonacate in elementi forati di laterizio di spessore pari a 8 e 12 cm escluso l'intonaco. La Circolare M.I. n. 91 del 14/9/61 indica, per pareti da 8 cm e per pareti da 12 cm, rispettivamente REI 15 e REI 30, con intonaco normale, REI 45 e REI 90, con intonaco isolante. Valori nettamente superiori (REI 60 e REI 120) sono stati verificati in laboratorio su pareti con intonaco normale.

Altre prestazioni

Igiene, non tossicità, qualità ecologica

Le pareti interne non devono emettere gas, aerosol, polveri e radiazioni nocive in quantità che possano nuocere, rispetto all'ambiente in cui sono collocate, in particolare in rapporto al volume dello stesso. Il requisito deve essere controllato in relazione ai prodotti di finitura e di rivestimento. Per quanto riguarda i laterizi, come per la maggior parte dei materiali da costruzione, il problema è limitato all'apporto di Radon all'interno degli ambienti confinati. Il contenuto di radioattività dipende dalla materia prima utilizzata dal produttore: argilla, eventuali additivi e residui industriali. Numerose indagini permettono di affermare che i laterizi sono materiali a basso contenuto di radioattività. Inoltre i laterizi sono riciclabili come inerti e non pongono pertanto problemi rispetto allo smaltimento dei rifiuti di cantiere o di demolizione.

Integrabilità con reti impiantistiche e con sistemi di ancoraggio di arredi

Le pareti interne devono permettere di alloggiare le reti di distribuzione dell'impianto elettrico e dell'impianto idrico. La tendenza attuale è tuttavia quella di limitare i percorsi in traccia all'interno delle pareti verticali e di realizzare strati appositi sotto pavimento per distribuire gli impianti. Inoltre sempre più si utilizzano sistemi sfilabili per il montaggio delle reti di impianti. Per un corretto alloggiamento è preferibile utilizzare pareti di spessore almeno pari a 12 cm. Nei percorsi orizzontali si sfrutta l'andamento orizzontale dei fori; nei percorsi in verticale si utilizza una traccia realizzata con apposite attrezzature (fig. 41 e fig. 42).

Per quanto riguarda la attrezzabilità con elementi di arredo, i divisori in elementi forati di laterizio non sono soggetti a deformazioni significative da carichi sospesi e la resistenza agli stessi è riconducibile al comportamento dei dispositivi di fissaggio, scelti in relazione al carico. Inoltre la zona di infissione dei dispositivi di ancoraggio può essere scelta ovunque senza limitazioni.

Qualità di aspetto

La parete interna deve essere realizzata in modo che le sue due facce siano prive di difetti visibili di planarità, verticalità, rettilinearità degli spigoli e regolarità delle superfici di finitura. Sul tavolato in elementi forati di laterizio devono essere controllate la planarità di insieme e la rettilinearità di eventuali spigoli, tenuto conto dello spessore dell'intonaco previsto, affinché sulla parete finita risultino rispettate le seguenti regole dell'arte:

- planarità d'insieme, scarto massimo non superiore a 0,2%;
- verticalità sull'altezza di vano, scarto massimo non superiore a 5 mm;
- rettilinearità degli spigoli, scarto massimo non superiore a 5 mm.

La corretta esecuzione delle pareti interne

La muratura in elementi forati di laterizio deve essere eseguita rispettando le regole comuni per tutti i tipi di muratura. Tutti i giunti (orizzontali e verticali) devono essere completamente riempiti a malta; i corsi degli elementi devono essere regolari, eseguiti per quanto possibile con elementi interi, posati a livello con giunti sfalsati rispetto a quelli del corso sottostante. Prima che la malta di allettamento abbia fatto completamente presa, si dovrà procedere alla raschiatura dei giunti.

Dopo avere tracciato la posizione della parete, si procede alla esecuzione del primo corso della muratura. Durante la realizzazione si effettua periodicamente il controllo della verticalità e degli allineamenti dei corsi (fig. 29).

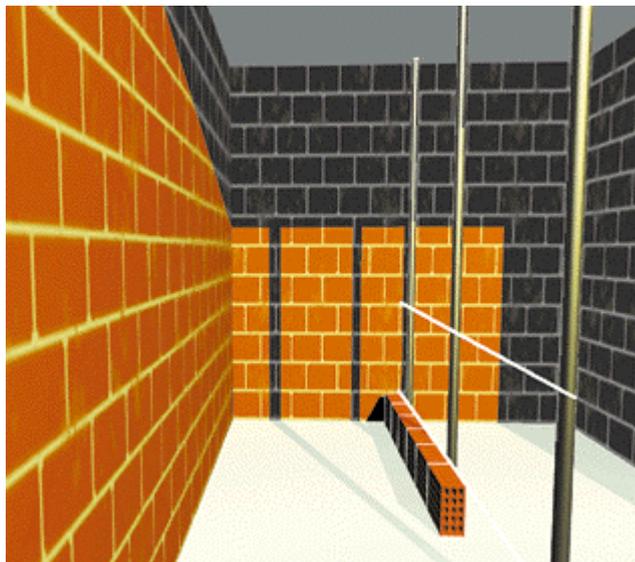


Fig. 29 - Per il tracciamento della posizione della muratura si tende un filo, spostabile in altezza, fra delle aste poste in verticale, a segnare uno dei bordi della parete. Il filo viene progressivamente alzato a segnare il piano di livello per l'allineamento dei corsi.

Giunti con il solaio

Il collegamento fra parete in elementi forati di laterizio e solaio è generalmente realizzato a malta. Poiché i solai possono presentare deformazioni differite nel tempo, oltre ad alcuni accorgimenti nella esecuzione dei lavori, quale quello di non sigillare le pareti all'intradosso dei solai per il tempo necessario al completamento delle pareti divisorie sovrastanti, in presenza di solai facilmente deformabili è opportuno inserire, nel giunto di intradosso, un materiale resiliente (feltro di fibre vegetali, elastomero poliuretano cellulare) di spessore 10÷20 mm. Due angolari metallici, poi coperti dall'intonaco, eventualmente rinforzato con rete, saranno sufficienti ad assicurare la richiesta stabilità della parete in senso ortogonale e idonee prestazioni di resistenza al fuoco (fig. 30).

A fini acustici, nel caso di pareti doppie, la esecuzione di giunti non rigidi su tutto il perimetro di uno dei due tavolati serve ad interrompere la trasmissione delle vibrazioni attraverso le strutture laterali, che produrrebbe la perdita dell'effetto di parete doppia. In questo caso i giunti alla base del tavolato devono essere realizzati con gomma, o altro materiale resiliente sotto carico, e fissati a malta.

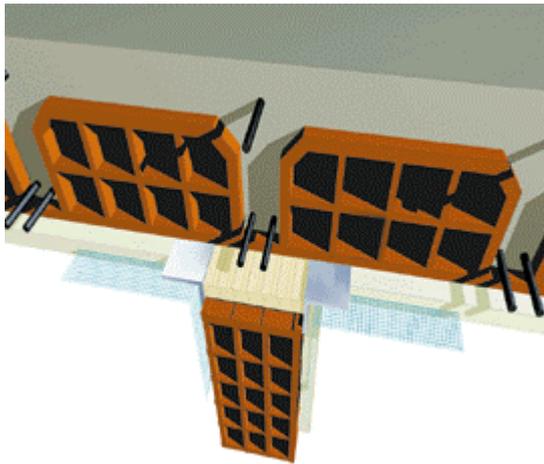


Fig. 30 - Giunto in materiale resiliente fra la parete e l'intradosso del solaio. La striscia resiliente ha uno spessore minimo di 10 mm. Lo spostamento orizzontale della parete è impedito da due angolari posti sotto l'intonaco, eventualmente rinforzato con rete.

Giunti con strutture in c.a.

Nel caso di divisori posti all'ultimo piano di edifici con copertura piana, se si prevedono rilevanti movimenti orizzontali del solaio in presenza di sbalzi termici, è conveniente interporre una striscia di materiale resiliente, di ridotto spessore, fissata con malta fra il lato della parete e la struttura verticale laterale di appoggio, al fine di realizzare un giunto stabile ma non rigido, così da limitare gli effetti delle deformazioni del solaio. Perché l'intonaco non si fessuri, in corrispondenza del giunto resiliente, è opportuno armarlo con rete (fig. 31).

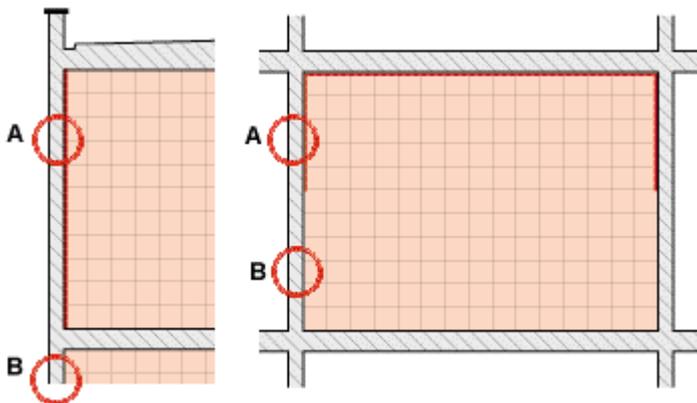


Fig. 31 - Giunto resiliente verticale per parete posta sotto un solaio di copertura piana (per A e B si veda il dettaglio).

Nel caso di divisori di ridotto spessore posti sotto solai pieni in c.a. e limitati lateralmente da setti sempre in c.a., qualora si prevedano deformazioni rilevanti delle strutture, per impedirne gli effetti negativi sulle pareti si può realizzare un giunto, stabile ma non rigido, con una striscia di materiale resiliente posta all'intradosso del solaio e fatta ricadere in verticale per circa 120 cm, fissandola alla parete e alla struttura con malta e coprendola con una banda angolare coprigiunto, posta sotto intonaco. La striscia resiliente utilizzata nei giunti verticali può avere spessore minore di quella utilizzata nel giunto orizzontale (fig. 32).

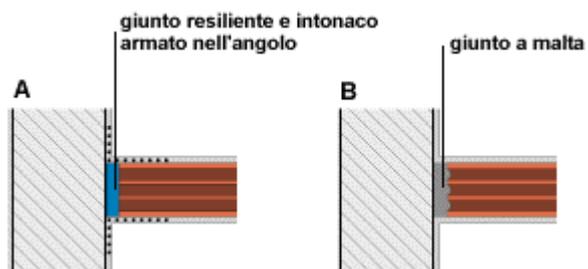


Fig. 32 - Giunto resiliente orizzontale e verticale per parete di ridotto spessore posta in un telaio in c.a. (per A e B si veda il dettaglio).

Quando un divisorio in elementi forati di laterizio è contiguo a travi o pilastri in c.a., al fine di evitare fessurazioni nell'intonaco, se le dimensioni in spessore degli elementi lo permettono, è opportuno rivestire le strutture in c.a. con tavelle di laterizio (fig.33). Altrimenti occorre porre sotto intonaco una rete d'armatura di idonea larghezza, in corrispondenza del giunto fra i due diversi materiali.



Fig. 33 - Rivestimento di una trave non contenuta nello spessore del solaio con tavelle di laterizio al fine di realizzare un supporto omogeneo sotto l'intonaco.

Giunti con strutture metalliche

Una parete in elementi forati di laterizio può essere collegata ad una struttura verticale metallica tramite staffe di acciaio nei giunti orizzontali e con l'interposizione di malte o altro materiale non rigido (fig. 34).

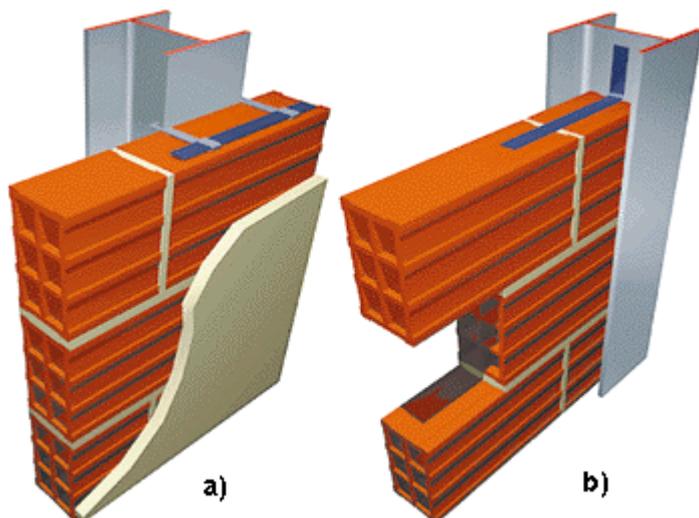


Fig. 34 a, b - Collegamento di una parete in elementi forati di laterizio a un profilato in acciaio mediante staffe poste nei giunti orizzontali: a) parete inserita. b) parete passante.

Connessioni fra pareti, angoli e lati liberi

Nei casi di connessione a T fra pareti divisorie (fig. 35), per l'ammorsatura della parete di testa è opportuno realizzare delle tasche sulla parete di appoggio (almeno tre su un'altezza di vano 2,80÷3,00 m).

In corrispondenza di angoli o di pareti con un lato libero, per evitare che i fori degli elementi risultino in vista si possono usare gli stessi elementi componenti con i fori in posizione verticale (fig. 35). Nel caso di elementi con altezza e lunghezza di identiche dimensioni questa disposizione è facilmente adottabile; negli altri casi si utilizzeranno elementi di laterizio a fori verticali, con dimensioni uguali a quelle degli elementi forati.

Per eseguire la connessione a T fra una parete in elementi forati di laterizio e una parete in muratura in elementi di tipo diverso, se i corsi orizzontali non hanno la stessa altezza, è difficile realizzare l'angolo con un'ammorsatura ben organizzata. Si ricorrerà allora a staffe metalliche poste nei letti di malta, adattabili rispetto alle diversità di quota dei rispettivi corsi nelle due pareti (fig. 36).

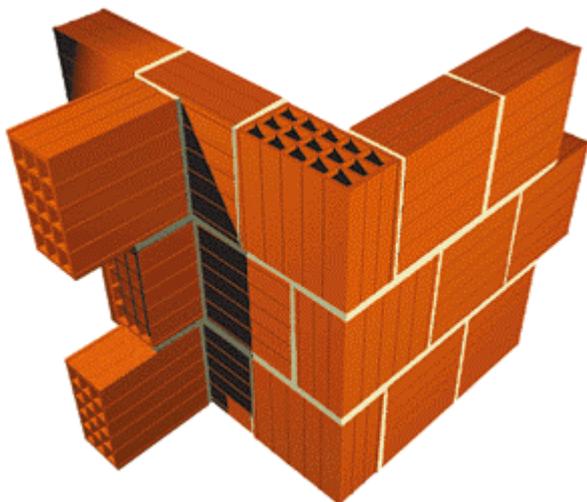


Fig. 35 - Formazione di un angolo e di un innesto a T fra pareti in elementi forati di laterizio.

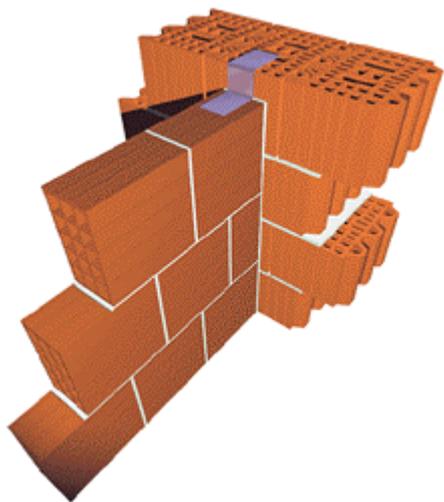


Fig. 36 - Innesto a T fra parete in elementi forati e parete in blocchi a fori verticali, tramite staffa metallica adattabile.

Vani e montaggio di porte

Per aperture nelle pareti di larghezza non superiore a 100 cm, la soluzione migliore per la realizzazione delle architravi è rappresentata dall'impiego di tavelloni, di spessore uguale alla muratura e altezza 25 cm, appoggiati su ciascuna spalla del vano per almeno 20 cm (fig. 37). Per vani di luce maggiore si deve ricorrere ad architravi prefabbricate in latero cemento con armatura. L'impiego per le architravi di altri materiali (legno, acciaio, solo c.a.) richiede l'armatura dell'intonaco in corrispondenza dei giunti con la muratura.

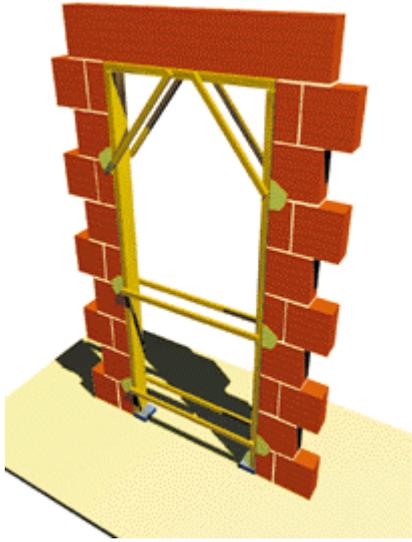


Fig. 37 - Realizzazione del vano porta con architrave in tavellone di laterizio. Montaggio del controtelaio tramite zanche. Si notino i distanziatori alla base del controtelaio, in corrispondenza dello spessore del massetto di pavimentazione.

Per il montaggio di una porta tradizionale si deve predisporre nel vano un controtelaio in legno, ancorato con zanche e malta nella muratura (almeno tre zanche su ciascuna spalla) (fig. 37). Il controtelaio dovrà avere una larghezza pari allo spessore della muratura più lo spessore degli strati di intonaco (fig.38 e fig. 39)).

Quando una porta deve essere inserita a filo parete, le zanche di fissaggio del controtelaio sono poste nella parete laterale. 'E comunque meglio prevedere sempre una spalla di almeno 10 cm (fig. 40).

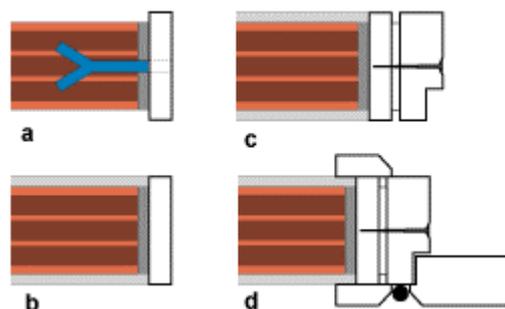


Fig. 38 a-d - Sequenza di montaggio di una porta: a) ancoraggio del controtelaio con staffe e malta, b) intonacatura della parete, c) montaggio del telaio della porta, d) montaggio dei coprigiunto e dell'anta.

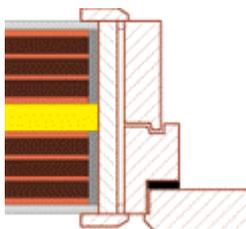


Fig. 39 - Sezione orizzontale di portoncino in legno su parete doppia isolata acusticamente. Si noti la guarnizione acustica alla battuta del portoncino per migliorarne il potere fonoisolante.

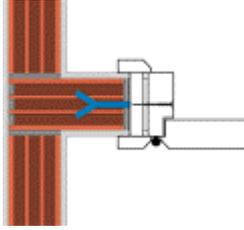


Fig. 40 - Sezione orizzontale della soluzione di montaggio di una porta in prossimità di un angolo.

Integrazione degli Impianti

La esecuzione delle tracce per le reti impiantistiche si effettua con scanalatrice (fig. 41). Dopo l'inserimento delle tubazioni e la chiusura a malta delle tracce si procede all'applicazione dell'intonaco, eventualmente armandolo con una rete nel primo strato di malta, in corrispondenza delle tracce (fig. 42). Per le reti verticali di ingombro maggiore può essere necessario prevedere opportuni vani di incasso nella parete, da riempire con calcestruzzo e isolare acusticamente (fig. 43), oppure realizzare un apposito cavedio con tavole di laterizio, coibentato acusticamente rispetto agli ambienti confinanti (fig. 44). Nel caso di pareti doppie le canalizzazioni possono essere alloggiare predisponendo un vano isolato e chiuso con tamponatura in tavole di laterizio. Per le pareti doppie su ambienti non riscaldati, si dovrà porre attenzione a che la realizzazione del cavedio non comporti una riduzione dell'isolamento termico e il conseguente rischio di formazione di condensa (fig. 45).



Fig. 41 - Scanalatrice con aspirazione delle polveri, per la esecuzione delle tracce per gli impianti.

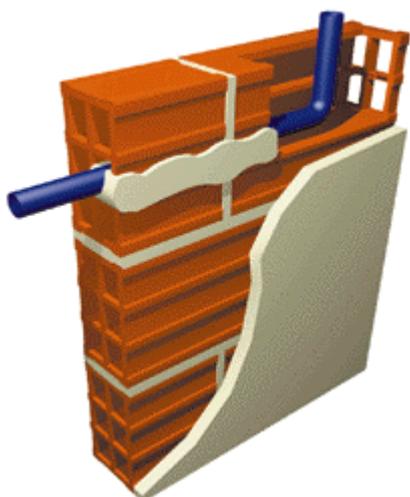


Fig. 42 - Chiusura a malta delle tracce prima dell'intonacatura.

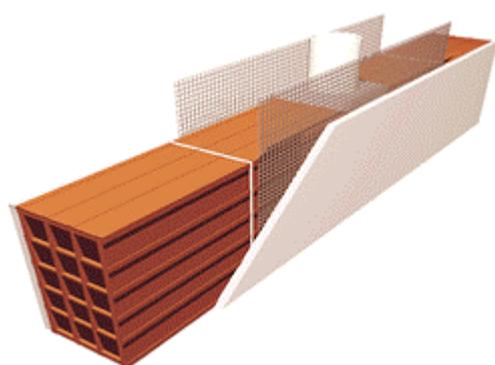


Fig. 43 - Incasso di una tubazione isolata acusticamente, con riempimento in calcestruzzo e armatura dell'intonaco.

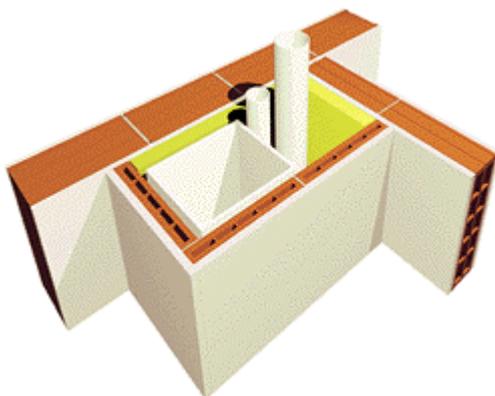


Fig. 44 - Realizzazione di un cavedio con tavelle di laterizio e isolamento acustico all'interno.

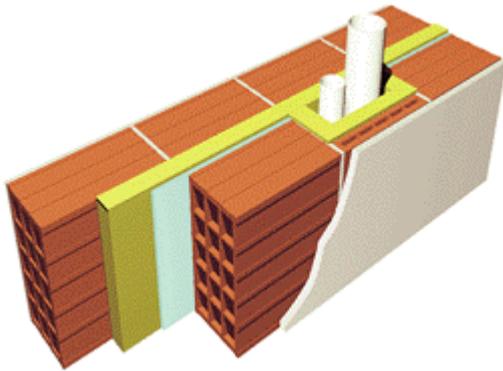


Fig. 45 - Alloggiamento di canalizzazioni verticali in una parete doppia. L'alloggiamento è foderato in sughero verso la parete fredda e riempito di materiale isolante.

La corretta esecuzione in altri impieghi

Di seguito sono fornite alcune indicazioni relative alla esecuzione, sempre con elementi forati di laterizio, di opere diverse dalle pareti interne.

Parapetti in elementi forati di laterizio

I parapetti in muratura di elementi forati di laterizio devono essere irrigiditi con pilastri in c.a. collegati superiormente da traversa sempre in c.a. Gli irrigidimenti verticali sono realizzati per getto fra gli elementi di muratura precedentemente montati; è meglio prevedere una ammorsatura fra muratura e getto con lo sfalsamento, a corsi alternati, degli elementi di laterizio per alcuni centimetri. Questa soluzione non richiede l'armatura successiva dell'intonaco al fine di evitare la formazione di fessurazioni (fig. 46).

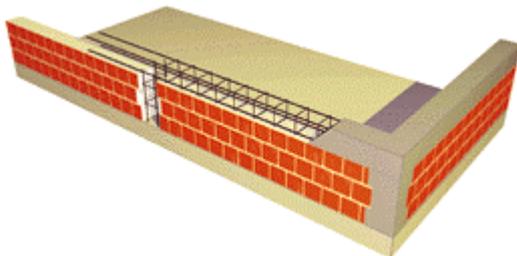


Fig. 46 - Irrigidimenti in c.a. , opportunamente ammorsati, in un parapetto in elementi forati di laterizio.

Pareti esterne in elementi forati di laterizio

Le pareti esterne in elementi forati di laterizio, del tipo parete a doppio tavolato con intercapedine interposta, possono dare luogo a ponti termici in corrispondenza del nodo con gli infissi e con le strutture in c.a.

Il giunto orizzontale con l'infisso deve essere eseguito in modo che i pannelli termoisolanti affiorino dall'intercapedine lungo l'intero riquadro del vano. La tenuta all'aria può essere migliorata con la iniezione di schiume isolanti fra muratura e controtelaio (fig. 47).

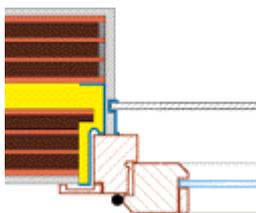


Fig. 47 - Giunto orizzontale con l'infisso di una parete esterna doppia in elementi forati di laterizio, realizzato tramite controtelaio metallico e schiuma isolante interposta. Si noti come il ponte termico sia notevolmente ridotto.

In corrispondenza dei nodi della parete con la struttura in c.a., al fine di evitare rischi di infiltrazione d'acqua, la stessa deve essere rivestita con tavelle forate in laterizio, senza retrostante strato di isolamento termico. La tavella di laterizio deve essere posta contro casseratura prima del getto e non fissata a malta successivamente. Strati isolanti sotto il rivestimento in laterizio sono ammessi solo in presenza di tavelle di spessore non inferiore a 10 cm.

Non sono ammessi rivestimenti delle strutture con materiale isolante ad alte prestazioni termiche direttamente sotto intonaco. Per ridurre le dispersioni termiche ed evitare gli effetti conseguenti ai ponti termici, sul lato interno della struttura in c.a. è necessario disporre uno strato di sughero sotto intonaco (fig.48 e fig. 49).

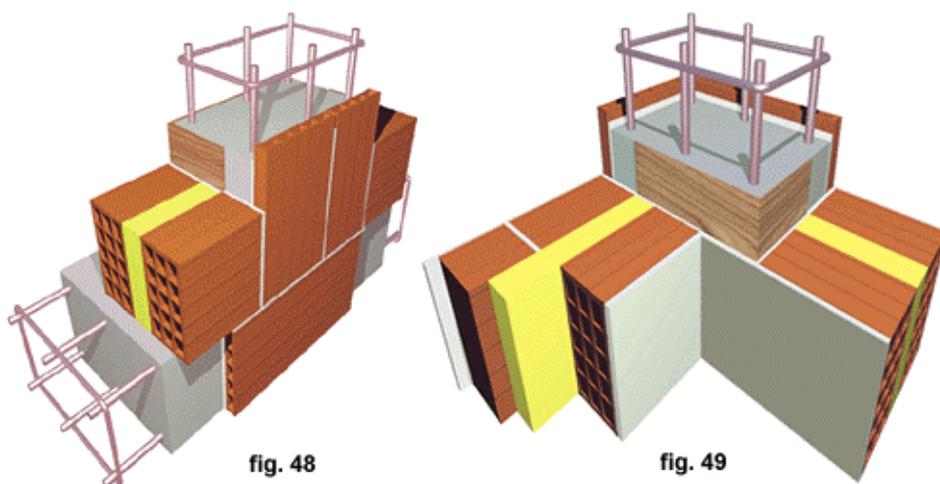


fig. 48

fig. 49

Figg. 48 - 49 - Giunti di parete esterna doppia in elementi forati di laterizio con pilastri in c.a. rivestiti da tavelle esternamente e da sughero verso l'interno.