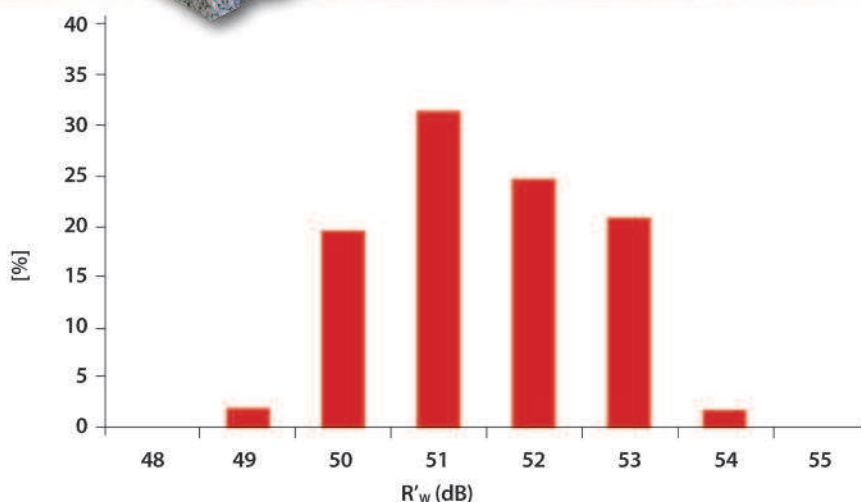


più
di 10 anni
di prove



"Distribuzione percentuale dei valori di R'_w misurati per le pareti realizzate con blocchi di 25 e 30 cm di spessore".

LECABLOCCO FONOIOLANTE: Soluzioni robuste per l'isolamento acustico di pareti divisorie.



Dal 2000 ad oggi, **circa 120 prove in opera** sul Potere Fonoisolante di pareti divisorie hanno **dimostrato l'affidabilità** del Lecablocco Fonoisolante.

Valori di $R'_w \geq 50$ raggiunti nel **98% dei casi** con soluzioni **monoparete** da **25 e 30 cm** di spessore.

Lecablocco****
Benessere concreto

P. Fausti ⁽¹⁾
S. Secchi ⁽²⁾
G. Guerrato ⁽³⁾

(1) Dipartimento di Ingegneria – Università di Ferrara

(2) Dipartimento di Tecnologie dell'Architettura e Design – Università di Firenze

(3) Associazione Nazionale Produttori Elementi Leca, Milano

Analisi dei risultati di misure di potere fonoisolante apparente di pareti in blocchi di calcestruzzo alleggerito con argilla espansa

Sommario

In seguito all'entrata in vigore del DPCM 5-12-97 "Requisiti acustici passivi degli edifici" e ulteriormente dopo la pubblicazione, nel Luglio 2010, della norma UNI 11367 ed in attesa di sviluppi legislativi contestualmente annunciati, è aumentata l'attenzione da parte degli operatori del settore verso la qualità acustica degli edifici.

L'impulso verso edifici di qualità acustica superiore rende oggi ancora più evidente l'importanza della **scelta di soluzioni tecnologiche affidabili**, che, oltre ad avere **buone prestazioni acustiche**, siano **robuste** nei confronti delle **scelte progettuali** e della **posa in opera**. Allo scopo di valutare la robustezza di determinate soluzioni di partizioni interne usate nel nostro Paese è stata condotta una campagna di misure in opera sulle prestazioni di potere fonoisolante apparente di pareti in blocchi di calcestruzzo alleggerito con argilla espansa.

La campagna di prove in opera effettuata tra il 2000 e il 2010 su circa **120 pareti in Lecablocco Fonoisolante** di spessore 25 e 30 cm in tutta Italia ha fornito validi risultati sul piano prestazionale e caratterizzati da buona ripetibilità.

Dalle misurazioni effettuate risulta che **l'indice di valutazione medio in opera** per le pareti in **Lecablocco di spessore 25 cm è pari a 51,6 dB**, mentre per le pareti realizzate in **Lecablocco di spessore 30 cm è pari a 52,5 dB**.

Dalla campagna di misurazioni in opera sono anche emerse le possibili problematiche acustiche che si potrebbero generare in opera, la cui conoscenza in fase di progetto permette di evitare errori di posa e di garantire in opera il soddisfacimento delle prestazioni richieste.

1

Introduzione

Con l'entrata in vigore, nel febbraio 1998, del decreto sui requisiti acustici passivi degli edifici [1] si è resa cogente anche in Italia la verifica delle prestazioni fonoisolanti degli edifici sia rispetto ai rumori provenienti da altri locali interni che dall'esterno dell'edificio o dagli impianti tecnologici.

Recenti studi [2] mostrano come con l'entrata in vigore di questo decreto sia stata indotta nel contesto costruttivo italiano una forte evoluzione della qualità acustica rispetto ai livelli qualitativi dei decenni passati con un notevole sviluppo delle conoscenze tecniche e della qualità dei prodotti.

Tuttavia, esistono ancora aspetti che fanno sì che il pieno soddisfacimento del DPCM 5/12/97 sia percepito come un problema da parte di costruttori e progettisti. La realizzazione di un edificio in grado di soddisfare appieno i requisiti minimi di legge si può ricondurre essenzialmente al problema della corretta scelta dei prodotti e dell'accuratezza durante la fase realizzativa; questi due aspetti mettono in evidenza l'importanza della soluzione tecnologica scelta che deve essere affidabile e robusta nei confronti della posa in opera.

Un recente studio condotto dagli autori [3] mostra come la variabilità dei risultati misurati in opera, a

parità di soluzione tecnica adottata dal progettista, sia da porre in relazione a differenti fattori legati alla forma e alla dimensioni dei locali, alle trasmissioni laterali strutturali ed aeree ma soprattutto alle modalità realizzative. Allo scopo di valutare la robustezza di determinate soluzioni di partizioni interne usate nel nostro Paese è stata condotta una campagna di misure in opera sulle prestazioni di potere fonoisolante apparente di pareti in blocchi di calcestruzzo alleggerito con argilla espansa.

La campagna di misure effettuate dal Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara e dal Dipartimento di Tecnologia dell'Architettura e Design dell'Università di Firenze tra il 2000 ed il 2010 riguarda circa **120 prove di potere fonoisolante apparente relative a pareti di separazione tra alloggi realizzate in blocchi di calcestruzzo alleggerito in argilla espansa (Lecablocco® Fonoisolante) di spessore 20, 25 e 30 cm.**

Complessivamente sono stati verificati circa 60 edifici situati in differenti Regioni nel centro e nord Italia ed è stato creato un database di prestazioni misurate in opera che ha consentito di effettuare numerose analisi sulla variabilità dei risultati ottenuti.



Palazzina a Ronchi dei Legionari (GO)
Lecablocco Fonoisolante, spessore 25 cm
 $R'_w = 51\text{dB}$ (in opera).

Il quadro legislativo e normativo italiano

In Italia, la protezione acustica degli edifici dai rumori provenienti dall'esterno o dall'interno è regolata dal DPCM 5/12/97 [1], attuativo della Legge quadro sull'inquinamento acustico 447/95 [4].

Tabella 1: Valori limite del DPCM 5/12/97 per il potere fonoisolante apparente (R'_w) di partizioni tra distinte unità immobiliari.

| Tipologia edificio | R'_w (dB) |
|---|-------------|
| Ospedali, cliniche, case di cura e simili | 55 |
| Residenze, alberghi e simili | 50 |
| Scuole e simili | 50 |
| Uffici, attività ricreative, commerciali o di culto, e simili | 50 |

Il frequente mancato rispetto dei requisiti minimi di protezione acustica in edifici realizzati dal 1998 ad oggi ha generato una molteplicità di contenziosi civili tra acquirenti di alloggi e venditori o costruttori degli stessi che può probabilmente essere imputata a differenti cause.

La prima spiegazione può essere data dalla forte crescita dei livelli prestazionali di protezione acustica imposta dal DPCM 5/12/97 rispetto agli standard costruttivi nazionali dell'epoca ed alla carenza di normative precedenti in materia.

Si deve anche citare la mancata emanazione, ai sensi dell'art. 3, comma "e", della Legge 447/95 [4], del

decreto concernente "i criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie e delle infrastrutture dei trasporti, ai fini della tutela dall'inquinamento acustico". Va sottolineato a questo riguardo che la norma UNI contenente i criteri di calcolo dei requisiti acustici degli edifici [5] è stata pubblicata quasi cinque anni dopo l'emanazione del DPCM 5/12/97 e che il rapporto tecnico che riferisce tali metodi al contesto costruttivo nazionale [6] è stato pubblicato nel novembre 2005.

La seconda spiegazione alla frequenza del mancato rispetto dei limiti del DPCM 5/12/97 è data dalla difficoltà di conseguire in opera i valori prestazionali calcolati secondo le metodologie definite dalla UNI EN 12354 [5]. Tale difficoltà è insita nella natura della propagazione sonora nelle strutture edilizie che privilegia fortemente la trasmissione attraverso i punti deboli, come punti singolari di contatto tra strutture disaccoppiate, discontinuità strutturali, ecc. L'esperienza dimostra come piccoli difetti realizzativi siano all'origine di forti alterazioni delle capacità fonoisolanti delle strutture edilizie.

A fronte del quadro sopra delineato, si è imposta negli ultimi anni la necessità di riformare completamente la disciplina inerente i requisiti di protezione acustica degli edifici, ipotizzando anche modi alternativi e meno stringenti per le imprese per la valutazione dei suddetti requisiti.

L'Ente Italiano di Normazione (UNI) ha quindi costituito un gruppo di lavoro (GL5, SC1) che, fin dal 2007, ha lavorato per la messa a punto di una nuova norma sulla classificazione acustica degli edifici che potesse essere la base per la definizione di un nuovo testo legislativo sulla protezione acustica degli edifici; tale norma è stata emanata nel luglio del 2010 come UNI 11367 [9].

UNI 11367:2010

Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera

Il documento, che appare nel suo insieme piuttosto complesso, considera la classe acustica come una "proprietà intrinseca dell'edificio" ed è pertanto indipendente dal contesto in cui questo si trova (clima acustico esterno, uso dell'edificio, ecc.).

Un secondo aspetto di notevole rilevanza è che la classificazione acustica si riferisca alle "unità immobiliari" sulla base dei "valori medi" delle prestazioni acustiche dei suoi componenti misurate in opera.

I componenti delle singole unità immobiliari che dovranno essere oggetto di misurazione sono tutti quelli che separano "ambienti acusticamente verificabili" e di cui almeno uno sia un "ambiente abitativo". Per quanto attiene nello specifico le misure di potere fonoisolante apparente (R'_w), la prestazione oggetto di confronto con il limite di classe sarà quella ottenuta come media delle prestazioni delle partizioni verticali (pareti) ed orizzontali (solai).

Una terza novità particolarmente rilevante introdotta dalla norma è la valutazione dell' "incertezza di misura" e dell' "incertezza di campionamento".

Per tenere conto in maniera cautelativa dell'incertezza delle misurazioni di acustica edilizia, tutti i risultati delle misure dovranno dunque essere corretti (ridotti, per gli isolamenti, ed incrementati, per i livelli sonori) con i valori riportati nel prospetto F2 della norma (correzione pari ad 1 dB per il potere fonoisolante apparente).

In tabella 2 sono riportati i valori limite riferiti alle diverse classi di qualità acustica degli edifici con destinazione residenziale, direzionale ed ufficio, ricettiva (alberghi, pensioni e simili), ricreativa, di culto e commerciale.

Tabella 2

Valori di soglia del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari [9].

| Classe | R'_w (dB) |
|--------|-------------|
| I | ≥ 56 |
| II | ≥ 53 |
| III | ≥ 50 |
| IV | ≥ 45 |

Si nota come il valore di soglia riferito alla classe III corrisponda (salvo la correzione di 1 dB per l'incertezza di misura) ai limiti del DPCM 5/12/97.

La norma UNI 11367 sulla classificazione acustica delle unità immobiliari è ancora a carattere volontario in quanto ad oggi non è stato pubblicato il nuovo Decreto sui requisiti acustici passivi degli edifici che dovrebbe recepirlo. Dopo un oltre un anno dalla sua pubblicazione, ed in considerazione dell'attuale crisi del settore, risultano ancora poche le sperimentazioni sui nuovi insediamenti residenziali. Tuttavia gli operatori del settore guardano con molta attenzione ai possibili sviluppi che questa normativa, qualora diventasse cogente per le nuove costruzioni, potrebbe dare al settore. A tale riguardo i produttori di materiali e le imprese di costruzione si stanno attivando per migliorare le caratteristiche delle proprie tecnologie costruttive per misurarsi con i valori di soglia tra le varie classi in modo da essere pronti a rispondere alle nuove esigenze di qualità che tale normativa potrebbe indurre.

¹ Ai sensi della norma si definisce "unità immobiliare" una porzione di fabbricato, o un fabbricato, o un insieme di fabbricati, ovvero un'area che, nello stato in cui si trova e secondo l'utilizzo locale, presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale.

Risultati delle misurazioni per pareti di spessore 25 cm

Nella campagna di prove effettuate in 40 differenti cantieri tra il 2000 il 2010 sono state testate 69 pareti realizzate con elementi Lecablocco® Fonoisolante da 25 cm di spessore, intonacato con 1,5 cm di intonaco tradizionale su ambo i lati. Tutte le prove sono state condotte nel rispetto delle norme tecniche pertinenti [10, 11].

Il valore della media aritmetica dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (R'_w) di tutte le pareti misurate è pari a 51,1 dB, con una deviazione standard 1,8 dB. Tuttavia, poiché in alcuni casi (15 casi su 69) la parete o gli ambienti oggetto di prova presentavano specificità tali da non rendere il risultato ottenuto rappresentativo della prestazione della parete in questione, nelle successive elabora-

zioni statistiche i dati relativi a queste situazioni non sono stati presi in esame. Ciò riguarda ad esempio i casi di pareti con contropareti applicate e la presenza di percorsi di trasmissione sonora aerea attraverso vani di porte.

Eliminando dalla media i risultati caratterizzati dalle specificità sopra menzionate, si ottiene il **valore medio dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di 51,6 dB con deviazione standard di 1,2 dB.**

Allo scopo di analizzare in modo più approfondito i risultati, è stata inoltre effettuata un'analisi statistica basata sulla distribuzione percentuale dei valori rilevati. Di seguito sono riportati i risultati di tale analisi, che prende in esame solo le pareti in cui non erano presenti le specificità citate.

Il grafico di **figura 2** riporta l'andamento medio in frequenza del potere fonoisolante misurato per i casi suddetti. Tale grafico, cui corrisponde il valore medio dell'indice di valutazione R'_w di 51,6 dB si può pertanto ritenere rappresentativo della parete in blocchi di calcestruzzo alleggerito di spessore 25 cm ed intonacata su ambo i lati.

Analizzando nel dettaglio i risultati ottenuti si può notare che sono stati misurati valori maggiori o uguali a 50 dB nel 98% delle prove effettuate e valori maggiori o uguali a 51 dB nel 72% dei casi.

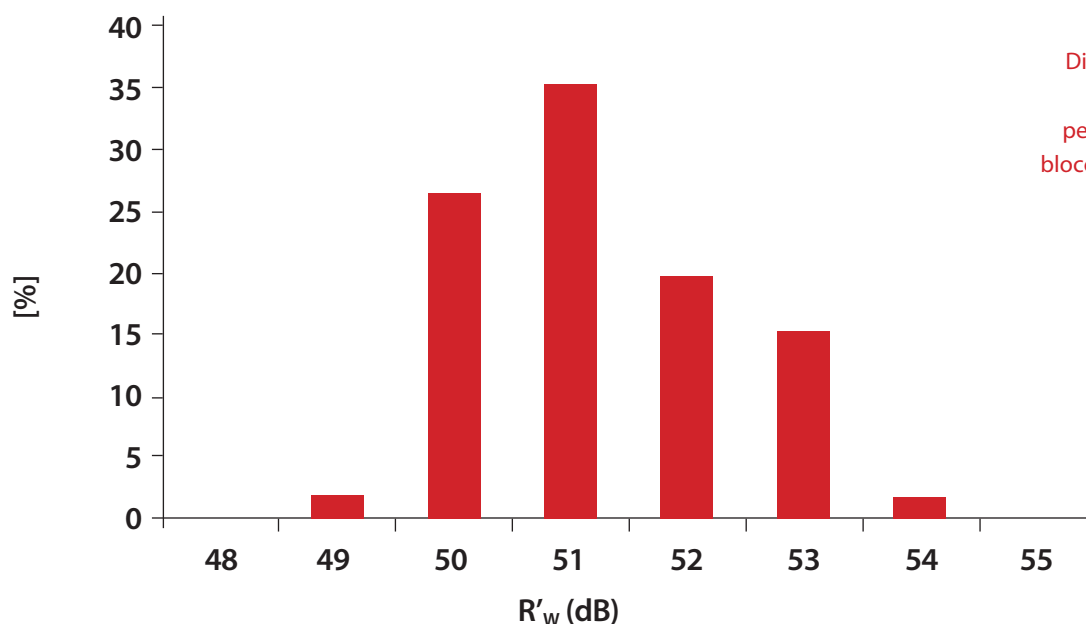


Figura 1
Distribuzione percentuale dei valori di R'_w misurati per le pareti realizzate con blocchi di 25 cm di spessore.

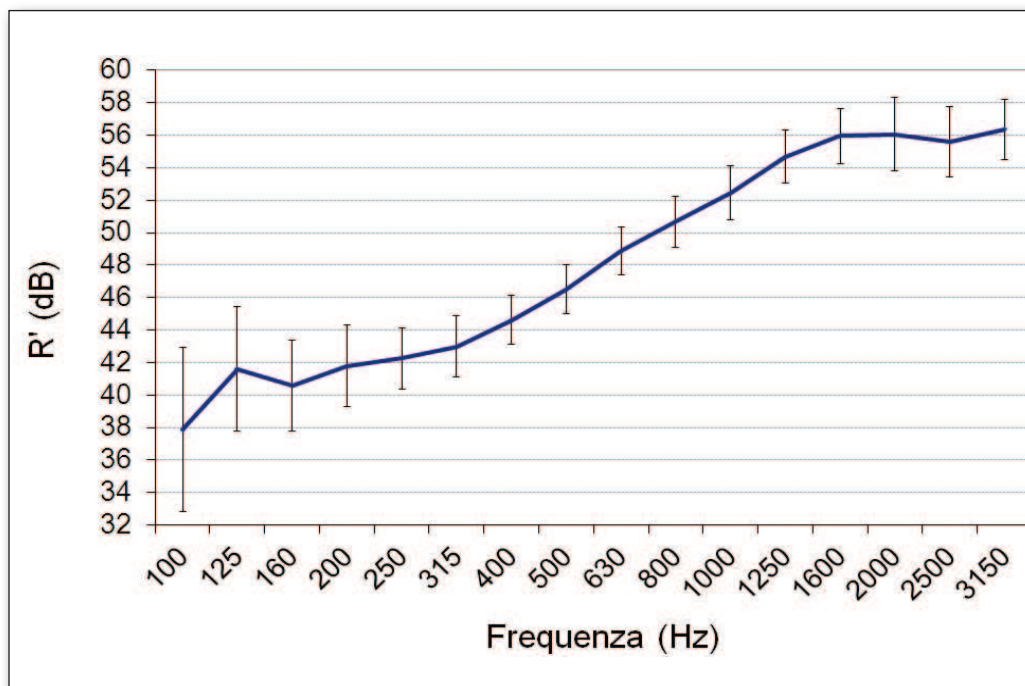


Figura 2
Valori in frequenza del
potere fonoisolante
medio e dello scarto tipo
per le pareti realizzate
con blocchi di 25 cm di
spessore.

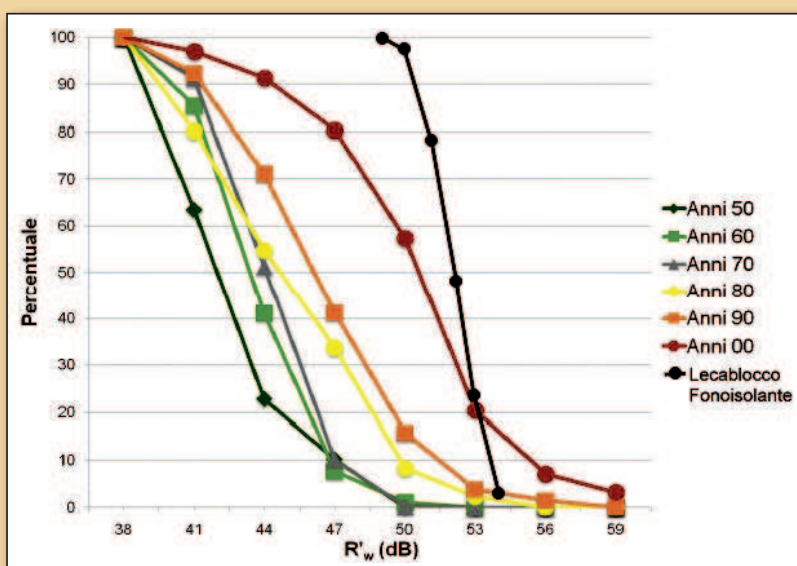
approfondimento

Evoluzione delle prestazioni acustiche per divisori interni.

Le modifiche alle tecniche costruttive negli ultimi decenni e l'evoluzione della normativa vigente in campo acustico hanno avuto importanti ricadute sulla qualità acustica degli edifici nel nostro Paese.

La figura a fianco mostra come l'entrata in vigore del DPCM 5/12/97 sui requisiti acustici passivi degli edifici abbia indotto un significativo miglioramento della qualità acustica degli elementi di partizione.

La media sui dati riportata nel grafico è riferita a numerose tipologie di pareti misurate in differenti contesti e da diversi operatori, in Italia. A partire dal 2005 è avvenuta una significativa crescita della qualità acustica dei nuovi edifici. La curva dell'andamento percentuale di R'_w delle pareti in Lecablocco si riferisce alla media dei risultati ottenuti con la campagna di prove in opera dal 2000 ad oggi; si nota come R'_w sia superiore o uguale ai 50 dB nel 98% dei casi.



Andamento percentuale di R'_w rispetto al decennio di costruzione dell'edificio. I dati antecedenti gli anni '90 sono ottenuti da stima sulla base della metodologia descritta in [13].

Risultati delle misurazioni per pareti di spessore 30 cm

Per le pareti in Lecablocco® Fonoisolante da 30 cm di spessore sono state effettuate, nello stesso periodo ed in 10 cantieri differenti, 18 prove. Di queste, solo tre casi presentavano problemi (per esempio per trasmissione area attraverso porte). Includendo tutti i dati misurati, il valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante è risultato pari a 51,8 dB con deviazione standard di 1,8 dB. Escludendo i tre casi particolari, **la media assume valore 52,5 dB, con deviazione standard di 0,8 dB.**

I grafici delle figure 3 e 4 riportano la distribuzione percentuale dei valori rilevati di R'_w e l'andamento in frequenza di R' per le pareti in blocchi da 30 cm in cui non erano presenti le specificità citate (15 prove).

Figura 3
Distribuzione percentuale dei valori di R'_w misurati per le pareti realizzate con blocchi di 30 cm di spessore.

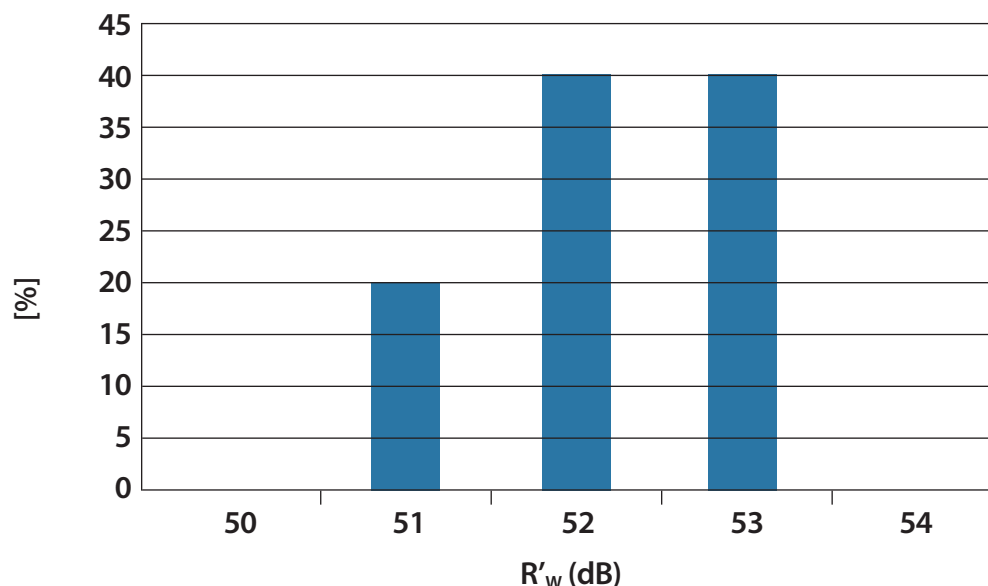
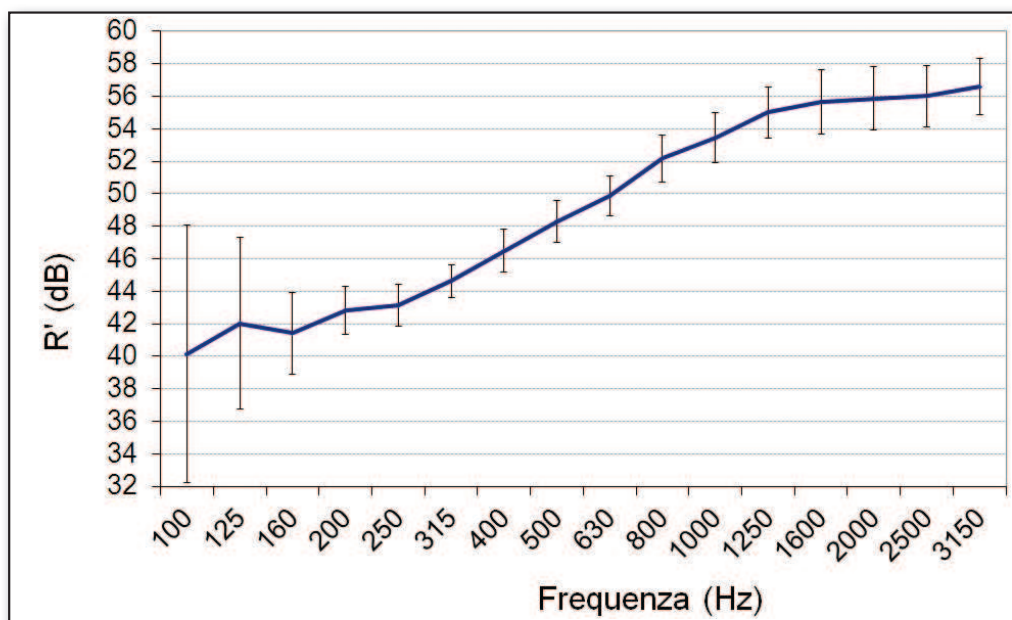


Figura 4
Valori in frequenza del potere fonoisolante medio e dello scarto tipo per le pareti realizzate con blocchi di 30 cm di spessore.



È evidente come nel 100 % dei casi esaminati, il risultato ottenuto sia maggiore o uguale a 51 dB.

Soluzioni per prestazioni acustiche affidabili

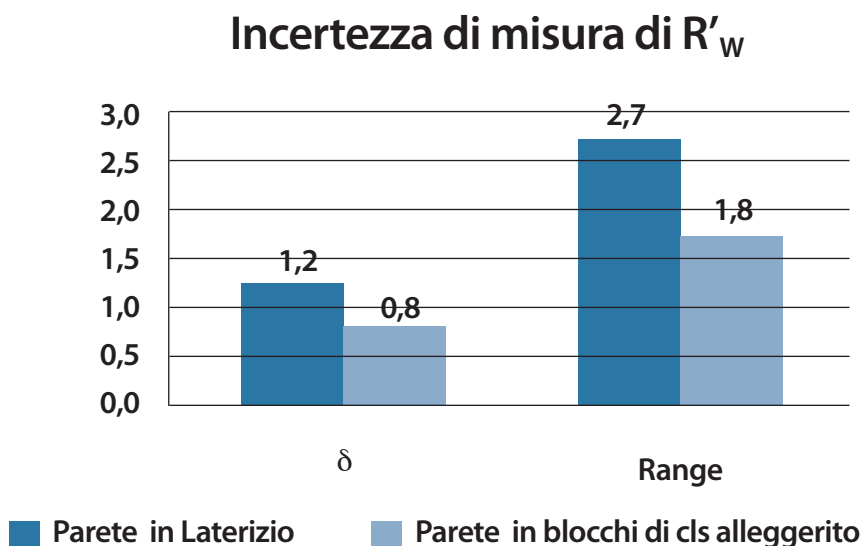
Con riferimento alle prestazioni dei divisori interni (prove di potere fonoisolante apparente), nello studio si è evidenziato come alcune soluzioni realizzate con diverse tipologie di pareti siano maggiormente suscettibili di variabilità nei risultati delle prove acustiche rispetto ad altre.

Ad esempio, si è evidenziato il comportamento più affidabile di pareti in Lecablocco rispetto a pareti in elementi di laterizio (figura 5), così come una minor variabilità per pareti a singolo strato di muratura rispetto a pareti a doppio strato o con rivestimenti leggeri.

In altri termini, si può affermare che determinate soluzioni di pareti offrono maggiore affidabilità rispetto al soddisfacimento di determinate prestazioni acustiche. Ciò è da porre in relazione probabilmente sia con la natura intrinseca dei materiali (che possono ad esempio essere meno suscettibili a fenomeni di risonanza) sia con il grado di complessità della procedura realizzativa della parete. Infatti, tanto maggiore è il grado di difficoltà realizzativa di una parete o controparete, tanto più influenti potranno essere le ricadute di possibili difetti esecutivi sulle prestazioni. L'idea di individuare soluzioni tecnologiche maggiormente robuste rispetto al soddisfacimento (o mantenimento) delle prestazioni acustiche misurate in laboratorio o stimate teoricamente non è nuova e può, più in generale, essere posta in relazione con la diffusione delle "soluzioni tecniche conformi" sulla cui utilità c'è stato ampio dibattito nel nostro Paese nei decenni passati [12].

Una recente esperienza in tale senso è quella dei Robust Details britannici (www.robustdetails.com) che consiste in un sistema per l'individuazione di soluzioni tecniche robuste sotto il profilo del soddisfacimento delle prestazioni acustiche; la diffusione dei Robust Detail ha consentito negli ultimi anni un'evoluzione notevole della qualità acustica degli edifici in Gran Bretagna a riprova dell'efficacia e dell'interesse che merita questo tipo di approccio per dare una soluzione affidabile.

Figura 5
Scarto tipo (δ) e campo massimo di variabilità (range) per misure effettuate su pareti in laterizio e pareti in blocchi di calcestruzzo alleggerito [3].



Effetti della posa in opera o di scelte progettuali errate

La campagna di misurazioni effettuate sulle due tipologie di pareti presentate ha consentito di determinare le prestazioni acustiche più rappresentative di tali pareti e di individuare i problemi maggiormente ricorrenti e le soluzioni idonee a garantire in opera il soddisfacimento delle prestazioni richieste.

In generale, si può ritenere che eventuali problemi evidenziati dalle prove in opera siano legati a scelte progettuali errate (come la presenza di porte scarsamente isolanti che mettono in comunicazione gli ambienti) o a difetti di posa in opera.

Di seguito si riportano alcuni esempi di scelte progettuali errate e di soluzioni idonee alla risoluzione dei principali problemi riscontrati in alcuni degli edifici esaminati.

6.1 Trasmissione sonora per via aerea attraverso porte

Un problema spesso presente in appartamenti di edifici con tipologia in linea, ovvero con porte di ingresso che si aprono su vani scale comuni, è rappresentato dal passaggio del rumore per via aerea attraverso le porte degli alloggi (figura 6). Il problema è dovuto alle scarse caratteristiche fonoisolanti che frequentemente caratterizzano le porte di ingresso, per cui il rumore generato in un ambiente si propaga in via preferenziale attraverso di esse ed il vano scala comune, influenzando in maniera marcata il risultato finale della prova.

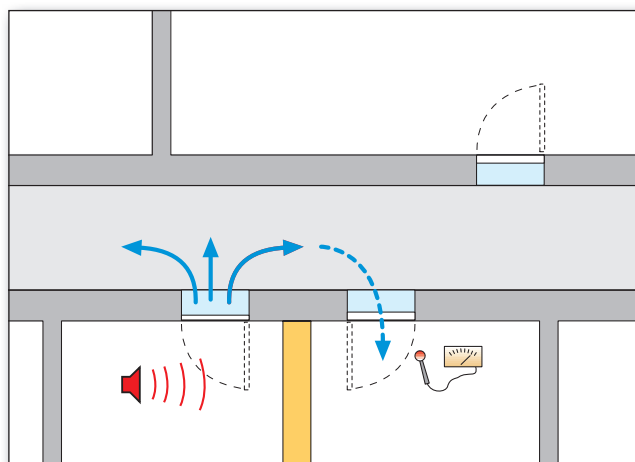


Figura 6
Propagazione del rumore attraverso le porte di ingresso.

La soluzione di questo problema può essere costituita da modifiche progettuali che prevedano vani di disimpegno per separare l'ambiente di vita dell'appartamento (normalmente un soggiorno) dall'ingresso, oppure dalla scelta di porte dotate di rilevanti caratteristiche fonoisolanti. In genere, si può ritenere che le porte dovrebbero essere caratterizzate, oltre che da massa idonea, anche da battute su tutti i quattro lati (quindi con soglia rilevata o con chiusura a ghigliottina sulla soglia).

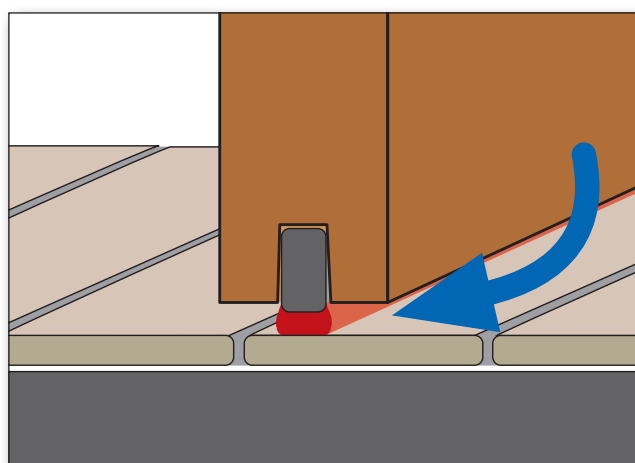


Figura 7
Riduzione della propagazione del rumore attraverso le porte di ingresso con sistemi idonei (sigillatura lungo i bordi).

6.2 Trasmissione laterale attraverso i solai

Un'altra problematica che si può presentare soprattutto negli edifici con tipologia a schiera (terra-tetto), è quella tipica degli ambienti sottotetto, in corrispondenza del giunto di collegamento tra la parete di separazione e la trave di colmo del tetto (foto 1).

La realizzazione in primis della struttura portante (i pilastri e le travi) e in seguito delle pareti di separazione, può rendere difficoltoso il riempimento dello spazio che rimane tra la parete e la trave di colmo.

La soluzione in questo caso deve fare riferimento alla buona esecuzione delle opere, che deve prevedere il completamento della parete di separazione verso l'alto con blocchi integri.

Sempre relativamente alla giunzione della parete con il solaio superiore, nel caso di solai in latero-cemento, è da tenere presente la necessità di inserire almeno una trave rompi-tratta nella struttura del solaio; ciò al fine di evitare di creare percorsi preferenziali di trasmissione sonora attraverso le cavità dei blocchi del solaio. Il problema dovuto all'assenza di alcuna discontinuità strutturale nel solaio può essere aggravato nel caso in cui il solaio stesso sia ordito in senso perpendicolare alla parete: tale configurazione crea infatti una via preferenziale di trasmissione del rumore all'interno dei fori delle pignatte del solaio tra i due ambienti (figura 8).

Foto 1
Nodo tra parete divisoria e solaio superiore.



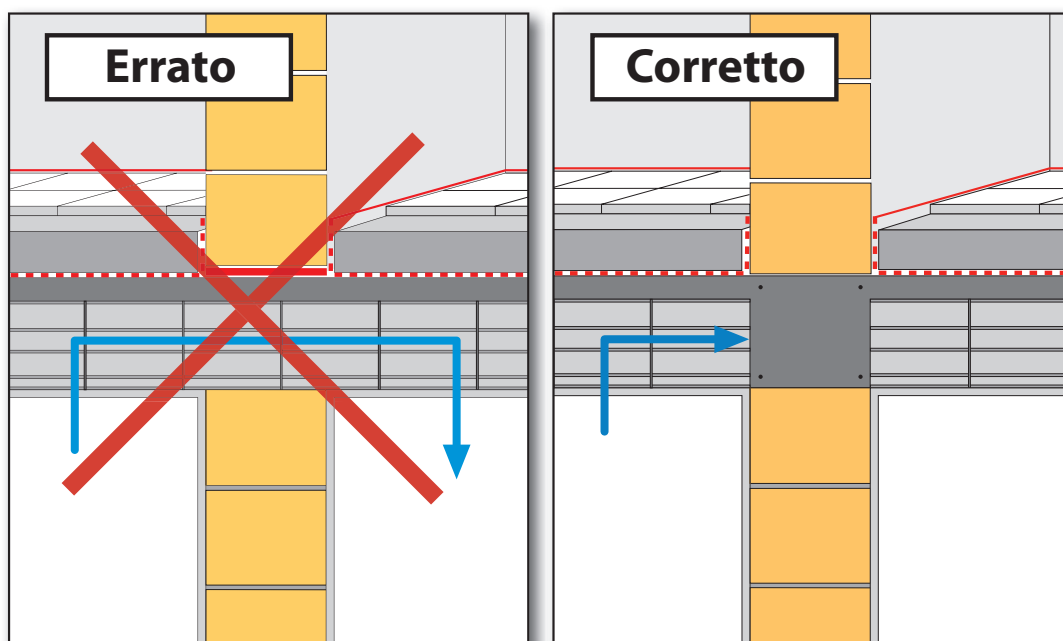


Figura 8
Soluzioni per l'attacco
tra parete e solaio
in laterocemento; la
soluzione a destra, con
trave rompi tratta, è da
preferire.

6.3 Interferenze con gli impianti

Uno dei problemi più comuni è relativo alle pareti degli angoli cottura, che spesso confinano con ambienti di vita dell'appartamento (il soggiorno o il pranzo). Tali pareti infatti sono soggette a scassi e tracce per l'inserimento degli impianti a servizio della cucina, in particolare i sistemi di adduzione idrica, gli impianti di scarico e il foro della cappa aspirante della cucina.

In linea generale, è preferibile non prevedere servizi sulla parete di separazione tra distinte unità immobiliare che ne comportino modifiche all'integrità strutturale. Se è necessario invece prevederli e soprattutto se entrambe le facciate della parete ospitano angoli cottura disposti in maniera simmetrica, è necessario che le tracce sulla parete siano realizzate sfalsate e che vengano adeguatamente riempite con malta o che siano realizzate contropareti in grado di ospitare tutta l'impiantistica necessaria (tubazioni di scarico, di ventilazione ecc.).

6.4 Giunzioni laterali delle pareti

La giunzione della parete in blocchi di calcestruzzo alleggerito con le strutture laterali avviene normalmente mediante giunzioni rigide, ovvero appoggiando direttamente i blocchi sulla struttura grezza del solaio. In queste condizioni ed in presenza di pareti realizzate in blocchi integri ed intonacati, è garantito il comportamento acustico descritto nei paragrafi precedenti.

L'interposizione di un materassino elastico alla base della parete non è necessaria e potrebbe indurre un comportamento acustico della parete non in linea con le aspettative.

Ciò vale anche per eventuali giunzioni con elementi strutturali (pilastri, travi, setti in c.a.), dove è sconsigliabile l'interposizione di strati di materiale elastico che potrebbero alterare il buon comportamento fonoisolante della parete.

Conclusioni

La campagna di prove in opera effettuata tra il 2000 e il 2010 sulle pareti costituite da Lecablocchi Fonoisolanti da 25 e 30 cm di spessore ha fornito validi risultati sul piano prestazionale e caratterizzati da buona ripetibilità. L'indice di valutazione medio per le pareti in Lecablocco da 25 cm è pari a 51,6 dB, mentre per le pareti realizzate in Lecablocco da 30 cm è pari a 52,5 dB. In entrambi i casi è stato ottenuto uno scarto tipo di circa 1 dB, indice di ripetibilità dei risultati.

Dalla campagna di misurazioni in opera sono anche emerse le possibili problematiche acustiche che si potrebbero generare in opera, la cui conoscenza in fase di progetto permetterebbe di evitare errori di posa e di rendere affidabile la previsione della prestazione in opera.

È emerso anche che l'utilizzo di una parete monostrato con la sua facile esecuzione riduce fortemente la variabilità legata alle procedure realizzative della parete stessa, rispetto, per esempio, alla realizzazione di una parete doppia

Ringraziamenti

Per la collaborazione nell'esecuzione delle campagne di misure e nell'elaborazione dei dati, si desidera ringraziare Renzo Cremonini, Giuliano Quiqueto, Federica Bettarello, Gianfranco Cellai, Sabrina Capra.

Bibliografia

- [1] D.P.C.M. del 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" pubblicato sulla G.U. n°297 del 22-12-97.
- [2] E. Nannipieri, S. Secchi, "L'evoluzione della qualità acustica degli edifici italiani", in Atti del 36° Convegno nazionale AIA, Milano, 10 – 12 giugno 2009
- [3] G. Cellai, R. Cremonini, P. Fausti, E. Nannipieri, S. Secchi, "Sensibilità alla posa in opera dei requisiti acustici ed effetti sulla variabilità dei risultati", in 2° Convention Nazionale del Gruppo di Acustica Edilizia dell'Associazione Italiana di Acustica "L'evoluzione e l'armonizzazione delle norme italiane ed europee sulla protezione acustica degli edifici", Firenze 13 dicembre 2010.
- [4] Legge quadro sull'inquinamento acustico n° 447 del 26 ottobre 1995, pubblicata sulla G.U. n°254 del 30-10-95.
- [5] UNI EN 12354: 2002, Acustica edilizia. Stima delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalle prestazioni dei componenti.
- [6] UNI TR 11175: 2005, Acustica in edilizia. Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale.
- [7] Legge 7 luglio 2009, n° 88, Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee - Legge

comunitaria 2008; in G. U. n. 161 del 14 luglio 2009.

- [8] Legge 4 giugno 2010, n° 96 - Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee - Legge comunitaria 2009; in G.U. n. 146 del 25 giugno 2010 - Suppl. Ordinario n. 138.
- [9] UNI 11367:2010, Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera.
- [10] UNI EN ISO 140-4: 2000. "Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edifici - Parte 4: misurazione in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti".
- [11] UNI EN ISO 717-1: 2007 "Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 1: Isolamento acustico per via aerea".
- [12] E. Nannipieri, S. Secchi, "I codici di pratica per la protezione acustica degli edifici: esempi di alcune normative di paesi europei", in Atti della Convention Nazionale "L'acustica edilizia in Italia: esperienze e prospettive", Ferrara, 11 – 12 marzo 2009.
- [13] E. Nannipieri, S. Secchi, "Qualità acustica di pareti in laterizio in edifici esistenti" in Costruire in Laterizio n.141.

ALCUNE PROVE IN OPERA

Dal 2000 ad oggi l'ANPEL ha realizzato circa 120 prove in opera di isolamento acustico in opera in collaborazione con l'Università di Ferrara e Firenze. Obiettivo della sperimentazione è stato verificare l'effettivo rispetto dei limiti imposti dal DPCM 5/12/1997 ($R'_w \geq 50$ dB) su pareti divisorie realizzate con Lecablocco Fonoisolante.

A titolo di esempio si riportano i risultati di alcune fra le numerose misure in opera.

PROVE IN OPERA SU PARETI IN LECABLOCCO FONOISOLANTE sp. 25 E 30 cm

$R'_w = 52$ dB (in opera)



Palazzina a Rolo (RE)
Lecablocco Fonoisolante spessore 25 cm

$R'_w = 53$ dB (in opera)



Palazzina a Massarosa (LU)
Lecablocco Fonoisolante spessore 25 cm

$R'_w = 51$ dB (in opera)



Palazzina a Firenze
Lecablocco Fonoisolante spessore 25 cm

$R'_w = 52$ dB (in opera)



Villette a schiera Sandra (VR)
Lecablocco Fonoisolante spessore 25 cm

$R'_w = 51$ dB (in opera)



Palazzina a Monte San Savino (AR)
Lecablocco Fonoisolante spessore 25 cm

$R'_w = 51$ dB (in opera)



Palazzina a Ronchi dei Legionari (GO)
Lecablocco Fonoisolante spessore 25 cm

$R'_w = 52$ dB (in opera)



Palazzina a Reggiolo (RE)
Lecablocco Fonoisolante spessore 30 cm

$R'_w = 53$ dB (in opera)



Palazzina a Novi di Modena (MO)
Lecablocco Fonoisolante spessore 30 cm

$R'_w = 53$ dB (in opera)

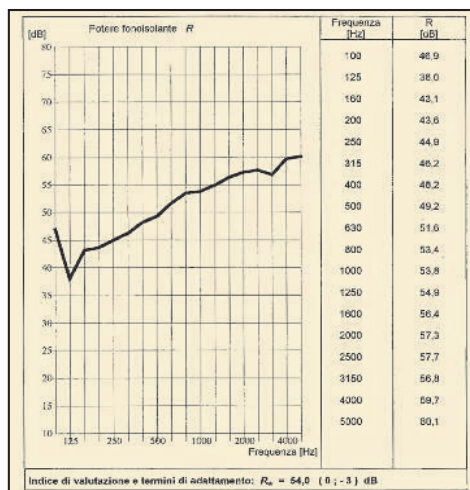


Villette a schiera a Suzzara (MN)
Lecablocco Fonoisolante spessore 30 cm

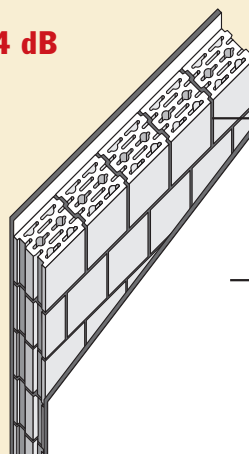
LECABLOCCO FONOIOLANTE

per pareti divisorie monostrato certificate

PARETE FONOIOLANTE spessore cm 20



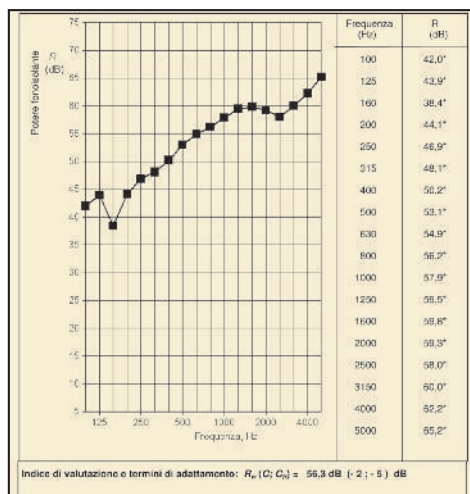
$R_w = 54$ dB



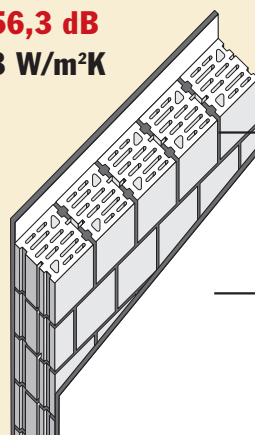
Giunti orizzontali
e verticali con malta
tradizionale

Intonaco tradizionale
spess. cm 1,5
sui due lati

PARETE FONOIOLANTE spessore cm 25



$R_w = 56,3$ dB
 $U \leq 0,8$ W/m²K

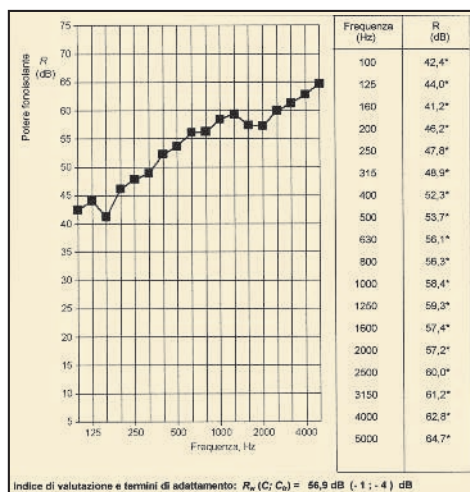


Giunti orizzontali
e verticali con malta
tradizionale

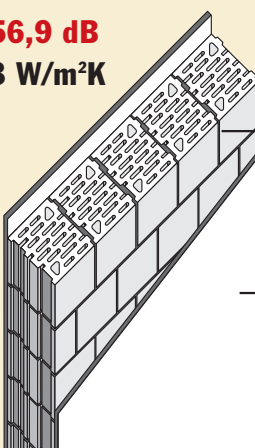
Intonaco tradizionale
spess. cm 1,5
sui due lati



PARETE FONOIOLANTE spessore cm 30



$R_w = 56,9$ dB
 $U \leq 0,8$ W/m²K

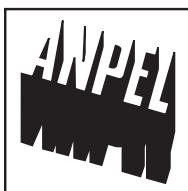


Giunti orizzontali
e verticali con malta
tradizionale

Intonaco tradizionale
spess. cm 1,5
sui due lati



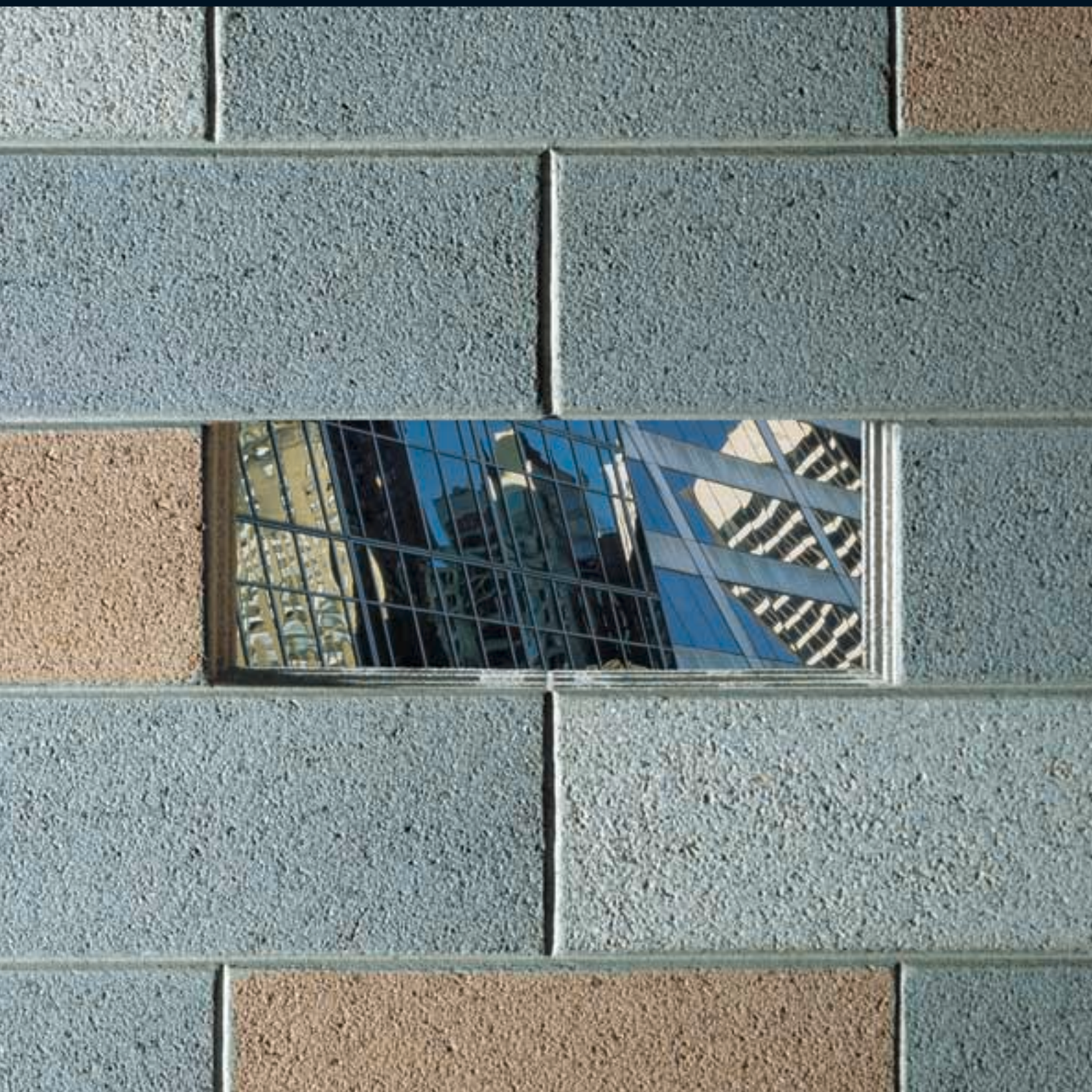
Leca[®]blocco
Benessere concreto



PER COSTRUIRE MEGLIO

Associazione Nazionale Produttori Elementi Leca

Via Correggio, 3 - 20149 Milano
Tel. 02.48011970 - Fax 02.48012242
www.lecablocco.it infoanpel@lecablocco.it







Gregotti Associati International



Studio Serteco

LECABLOCCO ARCHITETTONICO



Lecablocco è un piccolo componente in calcestruzzo di argilla espansa Leca che viene impiegato per murature verticali, portanti o di tamponamento, da intonacare o da lasciare a vista. Studiato nelle forme e nelle densità del calcestruzzo a seconda dell'impiego si può classificare come:



Lecablocco Bioclima: Lecablocco da intonaco a bassa densità e ad alte prestazioni di isolamento termoacustico, per una nuova qualità dell'abitare.



Lecablocco Architettonico: il Lecablocco Facciavista ad alte prestazioni e densità controllata in grado di soddisfare le esigenze di una progettazione creativa, grazie ad una ampia gamma di colori, formati e finiture.



Lecablocco Tagliafuoco: il Lecablocco per murature tagliafuoco con certificazione REI, sia in versione facciavista che in versione da intonaco.



Lecablocco Fonoassorbente: il Lecablocco le cui particolari geometrie ed impasti permettono valide soluzioni ai problemi di assorbimento acustico.

PROGETTO DI NORMA UNI

elementi di calcestruzzo vibrocompresso per murature

| MASSA VOLUMICA DEL CALCESTRUZZO | CATEGORIA |
|------------------------------------|-----------|
| < 900 Kg/m³ | M 0 |
| 901÷1.200 Kg/m³ | M 1 |
| 1.201÷1.500 Kg/m³ | M 2 |
| 1.501÷1.750 Kg/m³ | M 3 |
| 1.751÷2.000 Kg/m³ | M 4 |
| > 2.000 Kg/m³ | M 5 |

- L'UNI ha recentemente emanato un Progetto di Norma per i blocchi in calcestruzzo vibrocompresso. Questo rappresenta il primo passo per poter certificare la qualità dei manufatti prodotti.

Il Progetto di Norma fornisce infatti la definizione degli elementi, la loro classificazione, i requisiti e prestazioni, nonché i limiti di accettazione ed i relativi metodi di prova.

Vengono quindi offerti al Progettista gli strumenti necessari per scegliere la tipologia di manufatto che risponda alle esigenze tecniche e prestazionali della muratura, e viene fornito un sistema rigoroso per verificare la conformità di un manufatto a tali specifiche.

Nella classificazione introdotta dal Progetto di Norma due punti risultano fondamentali per capire il prodotto "blocco in calcestruzzo":

- i manufatti si suddividono in blocchi ad alte prestazioni e blocchi a normali prestazioni;
- la densità del calcestruzzo ha una importanza primaria sulle caratteristiche finali del manufatto.

Riguardo al primo punto il Progetto di Norma definisce:

"3.6.2 blocchi con alte prestazioni: sono quei blocchi i cui requisiti sono finalizzati all'ottenimento di determinate prestazioni della parete (di portanza, estetiche, termiche, acustiche, tagliafuoco)".

Per tenere conto del secondo punto il Progetto di Norma definisce sei classi di densità in base alle quali il Progettista può scegliere il manufatto più idoneo al proprio lavoro.

Il Lecablocco Architettonico rappresenta, nel campo dei blocchi faccia vista, l'elemento che intrinsecamente possiede tutte le caratteristiche che il progetto di norma assegna ai blocchi ad alte prestazioni, ed il marchio di qualità ANPEL attraverso prove e verifiche di laboratorio garantisce il rispetto delle specifiche della norma.

- Classi di densità del calcestruzzo definite dalla Norma. Le caselle evidenziate corrispondono al Lecablocco Architettonico.

- Alcuni elementi della famiglia Lecablocco Architettonico.



LECABLOCCO ARCHITETTONICO M2

ALTE PRESTAZIONI

$\text{densità } 1201 \text{ Kg/m}^3 < \gamma < 1500 \text{ Kg/m}^3$

Lecablocco facciavista per esterni o per interni, prodotto con impasto di calcestruzzo di densità compresa tra 1201 e 1500 Kg/m³.

■ Caratteristiche: leggerezza, ottimo isolamento termico, ottima resistenza al fuoco, durabilità, buona resistenza meccanica.

■ Superficie del Lecablocco: liscia.

■ Campi di impiego:

per spessore ≥ 20 cm pareti monostrato portanti o di tamponamento
per edifici industriali, commerciali, servizi;

per spessore ≤ 15 cm pareti di rivestimento per edifici in genere.

Per edifici residenziali si consiglia l'uso di pareti doppie.

CARATTERISTICHE TECNICHE (progetto di norma UNI)

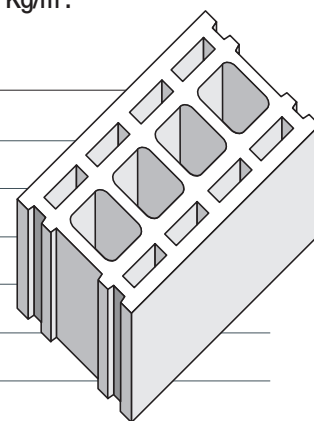
| | | |
|--|------------------------------------|---------|
| ■ conducibilità termica λ a secco (UNI10351) | ■ 0,33 - 0,47 (W/mK) | ■ |
| ■ conducibilità termica λ in opera (UNI10351) | ■ 0,39 - 0,57 (W/mK) | ■ |
| ■ tolleranze dimensionali | ■ L e S: -1 +2; H \pm 1,5 (mm) | ■ |
| ■ minima resistenza a compressione (media normalizzata) * | ■ 6,5 \div 4,5 N/mm ² | ■ |
| ■ spessore minimo delle costole esterne: | blocchi cavi, spessore > 160 mm | ■ 30 mm |
| | blocchi cavi, spessore < 160 mm | ■ 26 mm |
| | blocchi multicamera | ■ 24 mm |
| ■ assorbimento H ₂ O per immersione | ■ 21 % | ■ |
| ■ assorbimento H ₂ O per capillarità (valore medio) | ■ C _{ws} < 35 | ■ |
| ■ assorbimento H ₂ O per capillarità (valore singolo) | ■ C _{ws} < 50 | ■ |

* La resistenza meccanica varia al variare della percentuale di foratura

▼ Calcoli e certificazioni di questo esempio sono riferite ad uno specifico
Lecablocco a 4 pareti da 30 cm di spessore e densità 1450 Kg/m³.

PRESTAZIONI

| | |
|---|---------------------------|
| ■ trasmittanza termica K secco (calcolo analitico UNI10355) | ■ 1,12 W/m ² K |
| ■ trasmittanza termica K opera (calcolo analitico UNI10355) | ■ 1,21 W/m ² K |
| ■ trasmittanza termica K certificazioni | ■ 0,84 W/m ² K |
| ■ peso del blocco | ■ 27 Kg |
| ■ peso parete in opera | ■ 310 Kg |
| ■ isolamento acustico | ■ 50 dB |
| ■ fonoassorbenza | ■ N.R.C. 0,4 |
| ■ resistenza al fuoco | ■ REI 180 |



LECABLOCCO ARCHITETTONICO M3

ALTE PRESTAZIONI

densità $1501 \text{ Kg/m}^3 < \gamma < 1750 \text{ Kg/m}^3$

Lecablocco facciavista per esterni o per interni, prodotto con impasto di calcestruzzo di densità compresa tra 1501 e 1750 Kg/m³.

- **Caratteristiche:** leggerezza, ottimo isolamento termico, ottima resistenza al fuoco, durabilità, buona resistenza meccanica.
 - **Superficie del Lecablocco:** liscia, splittata.
 - **Campi di impiego:**
 - per spessore ≥ 20 cm pareti monostrato portanti o di tamponamento per edifici industriali, commerciali, servizi;
 - per spessore ≤ 15 cm pareti di rivestimento per edifici in genere.
- Per edifici residenziali si consiglia l'uso di pareti doppie.

CARATTERISTICHE TECNICHE (progetto di norma UNI)

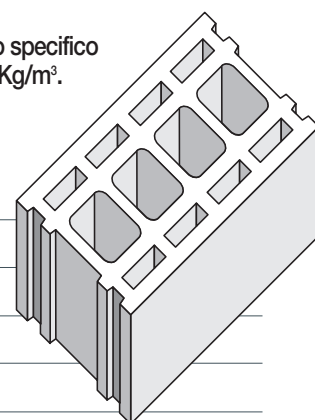
| | | |
|--|----------------------------------|---|
| ■ conducibilità termica λ a secco (UNI10351) | ■ 0,47 - 0,68 (W/mK) | ■ |
| ■ conducibilità termica λ in opera (UNI10351) | ■ 0,57 - 0,82 (W/mK) | ■ |
| ■ tolleranze dimensionali | ■ L e S: -1 +2; H $\pm 1,5$ (mm) | ■ |
| ■ minima resistenza a compressione (media normalizzata) * | ■ $8,0 \div 5,0 \text{ N/mm}^2$ | ■ |
| ■ spessore minimo delle costole esterne: | | |
| blocchi cavi, spessore > 160 mm | ■ 30 mm | ■ |
| blocchi cavi, spessore < 160 mm | ■ 26 mm | ■ |
| blocchi multicamera | ■ 24 mm | ■ |
| ■ assorbimento H ₂ O per immersione | ■ 18 % | ■ |
| ■ assorbimento H ₂ O per capillarità (valore medio) | ■ $C_{w,s} < 35$ | ■ |
| ■ assorbimento H ₂ O per capillarità (valore singolo) | ■ $C_{w,s} < 50$ | ■ |

* La resistenza meccanica varia al variare della percentuale di foratura

▼ Calcoli e certificazioni di questo esempio sono riferite ad uno specifico Lecablocco a 4 pareti da 30 cm di spessore e densità 1750 Kg/m³.

PRESTAZIONI

| | |
|---|---------------------------|
| ■ trasmittanza termica K_{secco} (UNI10355) | ■ 1,31 W/m ² K |
| ■ trasmittanza termica K_{opera} (UNI10355) | ■ 1,42 W/m ² K |
| ■ trasmittanza termica K certificazioni | ■ - |
| ■ peso del blocco | ■ 30 Kg |
| ■ peso parete in opera | ■ 340 Kg |
| ■ isolamento acustico | ■ 50 dB |
| ■ fonoassorbenza | ■ N.R.C. 0,4 |
| ■ resistenza al fuoco | ■ REI 180 |



BLOCCO ARCHITETTONICO M4-M5

ALTE PRESTAZIONI

$densità\ 1751\ Kg/m^3 < \gamma < 2000\ Kg/m^3$
(e $\gamma > 2000\ Kg/m^3$)

Blocco facciavista per esterni o per interni, prodotto con impasto di calcestruzzo di densità compresa tra 1751 e $> 2000\ Kg/m^3$.

■ Caratteristiche: durabilità, discreta resistenza al fuoco, buona resistenza meccanica.

■ Superficie del blocco: liscia, splittata, lavorata.

■ Campi di impiego:

per spessore $\geq 20\ cm$ pareti portanti o di tamponamento per edifici industriali, commerciali, servizi (accoppiati a controparete isolante);
per spessore $\leq 15\ cm$ pareti di rivestimento per edifici in genere.

Per edifici residenziali si consiglia l'uso di pareti doppie.

CARATTERISTICHE TECNICHE (progetto di norma UNI)

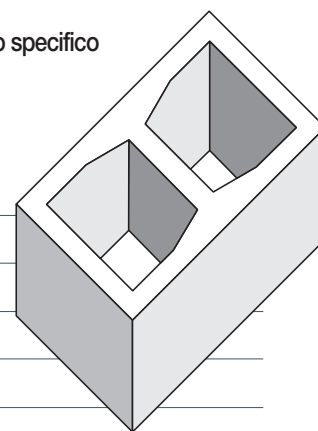
| | | |
|--|-------------------------------------|---------|
| ■ conducibilità termica λ a secco (UNI10351) | ■ 0,68 - 1,01 (W/mK) | ■ |
| ■ conducibilità termica λ in opera (UNI10351) | ■ 0,82 - 1,21 (W/mK) | ■ |
| ■ tolleranze dimensionali | ■ L e S: -1 +2; H $\pm 1,5$ (mm) | ■ |
| ■ minima resistenza a compressione (media normalizzata) * | ■ 13,0 \div 7,0 N/mm ² | ■ |
| ■ spessore minimo delle costole esterne: | blocchi cavi, spessore $> 160\ mm$ | ■ 30 mm |
| | blocchi cavi, spessore $< 160\ mm$ | ■ 26 mm |
| | blocchi multicamera | ■ 24 mm |
| ■ assorbimento H ₂ O per immersione | ■ 16 % (M4) - 15 % (M5) | ■ |
| ■ assorbimento H ₂ O per capillarità (valore medio) | ■ $C_{ws} < 35$ | ■ |
| ■ assorbimento H ₂ O per capillarità (valore singolo) | ■ $C_{ws} < 50$ | ■ |

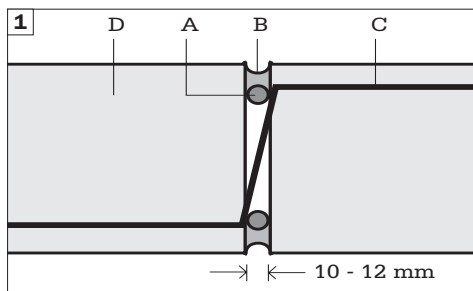
* La resistenza meccanica varia al variare della percentuale di foratura

▼ Calcoli e certificazioni di questo esempio sono riferite ad uno specifico Blocco a 2 fori da 30 cm di spessore e densità $2000\ Kg/m^3$.

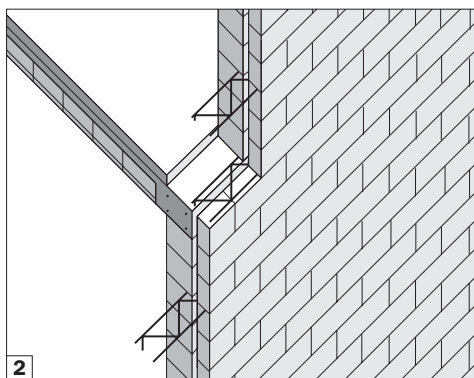
PRESTAZIONI

| | |
|---|---------------------------------|
| ■ trasmittanza termica K_{secco} (UNI10355) | ■ 2,11 W/m ² K |
| ■ trasmittanza termica K_{opera} (UNI10355) | ■ 2,21 W/m ² K |
| ■ trasmittanza termica K certificazioni | ■ - |
| ■ peso del blocco | ■ 24 Kg |
| ■ peso parete in opera | ■ 280 Kg |
| ■ isolamento acustico | ■ 49 dB |
| ■ fonoassorbenza | ■ N.R.C. 0,25 |
| ■ resistenza al fuoco | ■ vedi eventuali certificazioni |





1. Dettaglio di un giunto di controllo visto lungo la sezione trasversale della muratura:
A filotene; B sigillatura con elastomero; C ferro a Z.
2. Esempio di muratura doppia in cui la parete esterna non è portata ad ogni piano dal solaio.
3. Ferri a Z disposti in modo alternato tra i corsi in Lecablocco Architettonico in corrispondenza di un giunto verticale.
4. Esempi di tamponamento con Lecablocco Architettonico di campate di grande luce. Sono schematizzati cordoli orizzontali e verticali di irrigidimento, ricavati entro appositi Lecablocchi armati e gettati.



Il sistema costruttivo in Lecablocco Architettonico permette di risolvere l'insieme di particolari costruttivi che si presentano per la realizzazione di un'opera. Il passaggio infatti dal progetto architettonico al progetto esecutivo presenta una serie di dettagli che devono essere realizzati con una corretta impostazione ed una elevata lavorabilità del materiale. Il Lecablocco Architettonico è dotato di pezzi speciali per irrigidimenti strutturali, pezzi riducibili per mazzette, angoli, pezzi a testa piana per spallette di porte e finestre.

In questo senso si può parlare di **sistema costruttivo** e non di semplice materiale da costruzione.

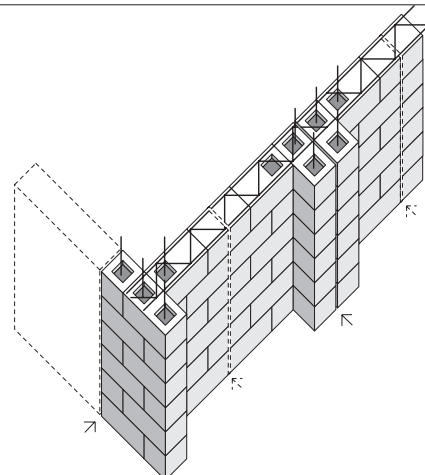
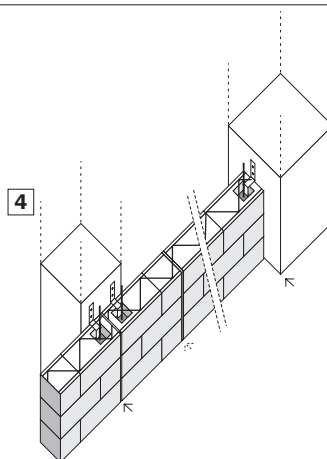
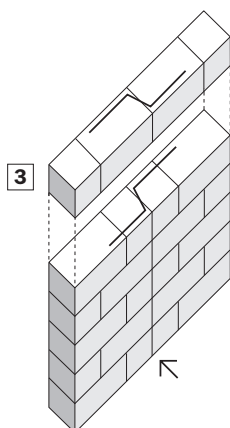
A seconda della tipologia muraria adottata cambiano le soluzioni funzionali sia per la muratura corrente che per i particolari costruttivi.

Una facciata in Lecablocco Architettonico infatti può essere realizzata secondo due modalità differenti: muratura monostato di elevato spessore (≥ 20 cm), o una muratura sottile di rivestimento (spessore da 8 a 15 cm). Per le murature monostato di grande spessore, portanti o di tamponamento, i particolari costruttivi più frequenti riguardano:

- irrigidimenti orizzontali e verticali per la costruzione di murature di grandi dimensioni;
- giunti di dilatazione e controllo per permettere i movimenti di dilatazione dovuti a diverse cause quali variazioni termiche, contatto con la struttura in cemento armato;
- rivestimento e aggancio a parti strutturali quali pilastri, solai; riquadratura di portali, serramenti.

Per le murature di rivestimento di spessore ridotto i particolari costruttivi più ricorrenti riguardano:

- l'ancoraggio del rivestimento alla parete interna;
- intersezione della fodera esterna con gli eventuali solai;
- possibilità di realizzare rivestimenti di dimensioni elevate con adeguati fissaggi e supporti.





LIBERTÀ PROGETTUALE

geometrie, finiture e colori



arch. V. De Simone

1. La combinazione di colori e finiture superficiali viene utilizzata come immagine per la nuova Reception della Fiera di Milano.
2. Il Lecablocco Architettonico, opportunamente lavorato, permette di realizzare un oblò di sicuro effetto architettonico.
3. Le murature in Lecablocco Architettonico sono state adottate per dare luminosità ed incisività formale a questo edificio.

Lecablocco Architettonico offre una ampia gamma di tipologie, colori e superfici, all'interno della quale ogni progettista può trovare non un semplice prodotto, ma un sistema modulare.

La modularità del sistema costruttivo permette una facile progettazione con una elevata flessibilità.

La possibilità di utilizzare spessori e formati differenti consente la realizzazione di diverse tipologie murarie, quali il rivestimento di pareti esistenti, murature portanti anche in edifici di elevato impegno statico (zone sismiche), oppure il semplice tamponamento di strutture intelaiate in calcestruzzo e acciaio.

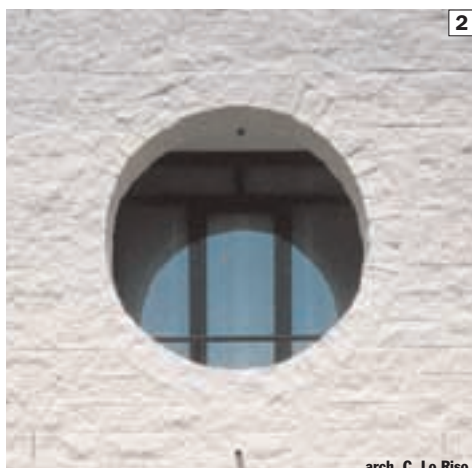
La disponibilità di numerosi colori moderni e classici, e le finiture di alto profilo estetico e funzionale rendono il Lecablocco Architettonico un materiale ideale per realizzazioni di prestigio.

L'elevata lavorabilità, i diversi formati e particolari tecniche di posa permettono di realizzare decorazioni architettoniche e dettagli quali angoli, finestre tonde od ogivali ed altro.

Il Lecablocco Architettonico è realizzato con inerti selezionati e curve granulometriche che garantiscono la massima compattezza ed omogeneità dell'impasto.

L'aggiunta di speciali additivi quali stearati ed ossidi di ferro conferiscono al Lecablocco Architettonico caratteristiche di idrorepellenza e colorazioni naturali.

La qualità del Lecablocco Architettonico è garantita sia da impianti di produzione di alto livello tecnologico, sia da controlli di qualità durante il ciclo di produzione che assicurano la conformità dei prodotti alle specifiche dichiarate.



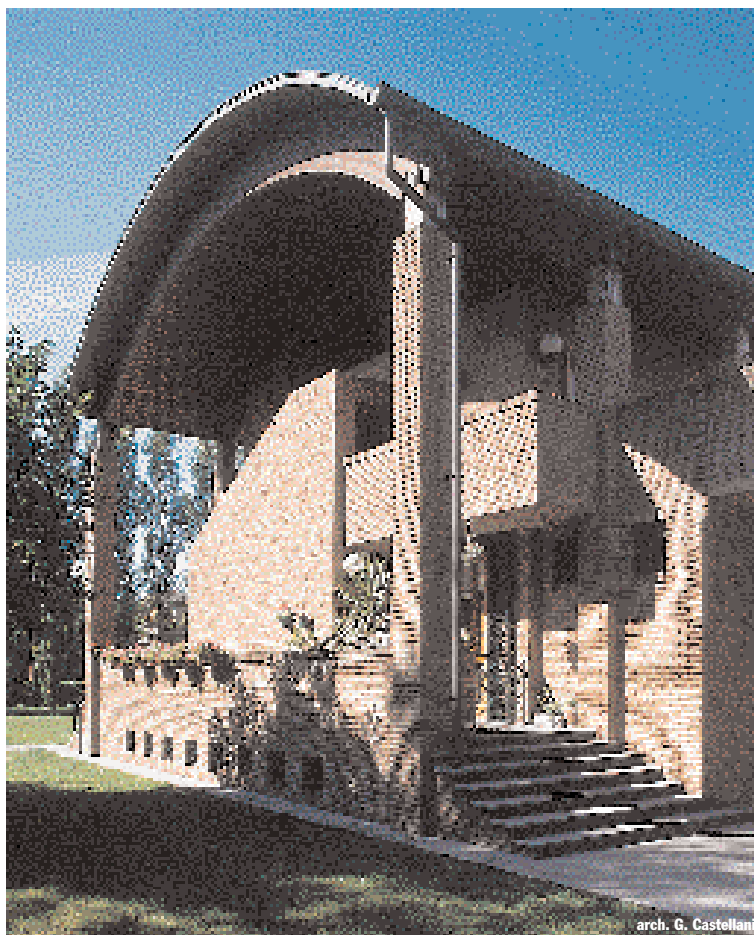
arch. C. Lo Riso



arch. S. Zanella



arch. E. Bardini, ing R. Morra



arch. G. Castellani



arch. A. Gobbi



arch. G. Zampolli



arch. A. Santarossa

ISOLAMENTO TERMICO

comportamento termoigrometrico delle murature

Diagramma di Glaser per una parete monostrato in Lecablocco Architettonico.

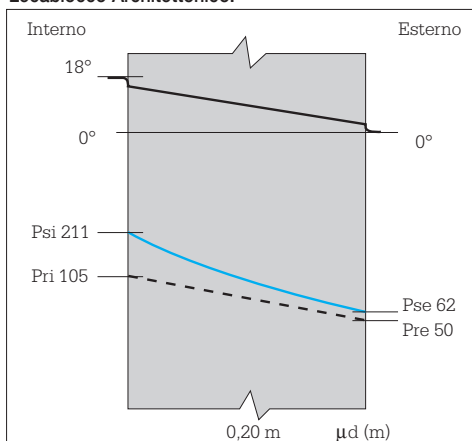
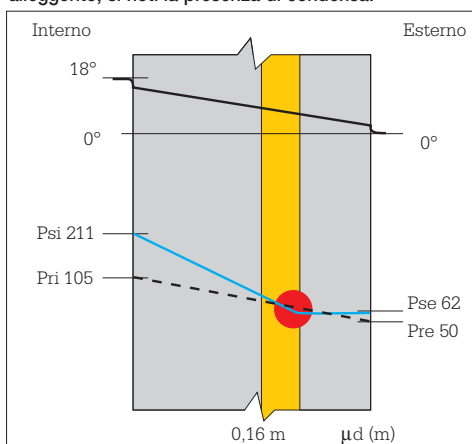


Diagramma di Glaser per un pannello di tamponamento alleggerito; si noti la presenza di condensa.



Effetto causato dai ponti termici e dalla condensa nei pannelli di tamponamento prefabbricati a "sandwich".

L'isolamento termico dei blocchi in calcestruzzo è inversamente proporzionale alla densità del conglomerato costituente il manufatto; la minor densità rappresenta infatti il maggior isolamento termico possibile.

Riferendosi alle classi definite nel progetto di norma la densità M0 (<900 kg/m³; per i blocchi da intonaco) corrisponde a quella con il massimo isolamento.

Man mano che si aumenta la densità diminuisce l'isolamento fino alle densità M4 ed M5 per le quali si può parlare di scarso isolamento termico.

Analizziamo per esempio l'impiego di blocchi nell'edilizia industriale e confrontiamo le prestazioni di pareti monostrato in Lecablocco Architettonico (densità M2 ed M3) con quelle in pannelli da tamponamento alleggeriti (a sandwich) e con quelle in blocchi di calcestruzzo (densità M4 e M5).

Si può osservare quanto segue:

- il Lecablocco Architettonico in densità M2 e con geometria multicamera (3 camere, 4 pareti) raggiunge valori di trasmittanza K in opera paragonabili a quelli di un pannello alleggerito, sufficienti per realizzare edifici industriali e commerciali con pareti monostrato, soprattutto in zone caratterizzate da un clima non troppo rigido;
- in densità M3 l'isolamento termico fornito da un Lecablocco Architettonico è inferiore; un miglioramento delle prestazioni (per i blocchi che hanno una sezione a 2 fori) si può ottenere riempiendo le cavità con argilla espansa Leca sfusa;
- Una muratura in blocchi di calcestruzzo di densità M4 e M5 deve essere accoppiata ad altri materiali per garantire un adeguato isolamento termico nella soluzione monoparete;
- la monoliticità del calcestruzzo costituente il Lecablocco evita fenomeni caratterizzanti i pannelli alleggeriti, che manifestano vistose macchie di umidità a causa dei fenomeni igrometrici che si verificano nella sezione della muratura (formazione di condensa causata dal salto di temperatura che avviene nella sezione del pannello in corrispondenza dello strato interno isolante, come mostrato dal diagramma di Glaser in figura);
- il sistema costruttivo in Lecablocco Architettonico offre una soluzione valida al problema dei ponti termici, fenomeno che invece caratterizza i pannelli da tamponamento.

| MATERIALE | spessore (cm) | λ (W/mK) (UNI10351) | K (W/m²K) |
|---|---------------|---|-----------|
| Pannello prefabbricato a sandwich | 16 | $\lambda_{cls} = 1,91$ ($\lambda_{coibente} = 0,045$) | 1,56 |
| Pannello prefabbricato a sandwich | 20 | $\lambda_{cls} = 1,91$ ($\lambda_{coibente} = 0,045$) | 1,26 |
| Lecablocco Architettonico densità M2 - 4 pareti | 20 | $\lambda = 0,54$ | 1,45 |
| Lecablocco Architettonico densità M2 - 4 pareti | 25 | $\lambda = 0,54$ | 1,30 |
| Lecablocco Architettonico densità M2 - 4 pareti | 30 | $\lambda = 0,54$ | 1,21 |
| Lecablocco Architettonico densità M3 - 2 fori splittato | 20 | $\lambda = 0,65$ | 2,10 |
| Lecablocco Architettonico densità M3 - 2 fori splittato con argilla espansa Leca sfusa nei fori | 20 | $\lambda_{cls} = 0,65$ ($\lambda_{Leca} = 0,10$) | 1,25 |



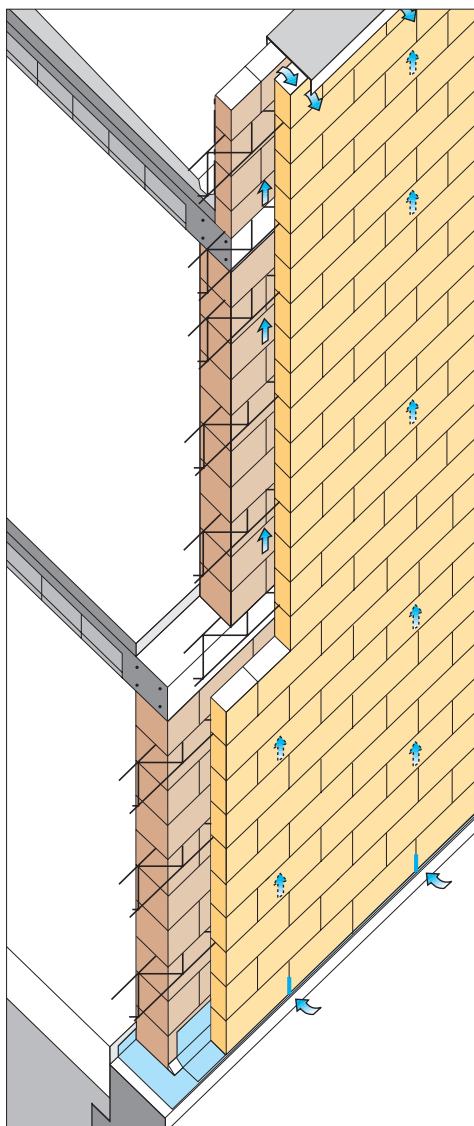
arch. G. Cenedese



arch. O. Diversi

PARETE DOPPIA E PARETE VENTILATA

soluzione Lecablocco per edilizia residenziale

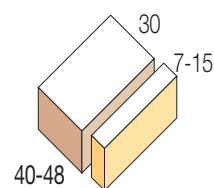
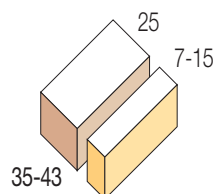
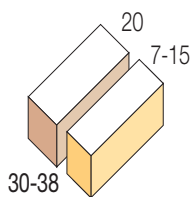


La parete doppia permette di conciliare soluzioni architettoniche di ottima finitura con le caratteristiche bioclimatiche necessarie. La qualità, i colori e le finiture in **Lecablocco Architettonico** permettono al progettista di esprimersi con la massima libertà nella ricerca dell'effetto estetico desiderato sull'esterno della parete, combinando poi il tutto con le qualità di isolamento termoacustico del **Lecablocco Bioclima** (muratura interna). Un altro vantaggio nell'utilizzo dei due elementi suddetti è la modularità dei Lecablocchi che facilita la posa e risolve le eventuali difficoltà nelle connessioni interno-esterno. Dal punto di vista propriamente tecnico la parete doppia consente di realizzare pareti con spessori compresi tra i 35 e i 48 cm, con trasmittanze "K" variabili tra 0,8 e 0,5 W/m²K. L'intercapedine compresa tra i due paramenti deve avere spessore di 3 - 5 cm e deve essere lasciata vuota. Del resto la realizzazione del muro (portante) interno con Lecablocchi Bioclima assicura un ottimo isolamento termoacustico senza la necessità di inserire ulteriori materiali isolanti. Il paramento esterno in Lecablocco Architettonico assicura la protezione della parete portante interna. Un'ulteriore possibilità di questa soluzione è la realizzazione dell'intercapedine ventilata, caratterizzata cioè dall'effetto "camino", particolarmente utile per la circolazione dell'aria e quindi per un maggiore comfort abitativo. La ventilazione si ottiene creando dei punti di comunicazione tra l'esterno e l'intercapedine; di solito si lasciano aperte alcune fughe di malta verticali in corrispondenza del primo e dell'ultimo corso di muratura.

I L'intercapedine può essere ventilata naturalmente sfruttando "l'effetto camino". Esso si ottiene lasciando aperte per alcuni cm le fughe verticali di malta nel primo e nell'ultimo corso (vedi figura). Alla base della parete si posa una guaina a maggiore protezione del muro interno.
La ventilazione, anche debole, dell'intercapedine mantiene asciutta la parete e facilita l'evacuazione del vapore che attraversa la parete l'intercapedine stessa.



Esempi di parete doppia con intercapedine

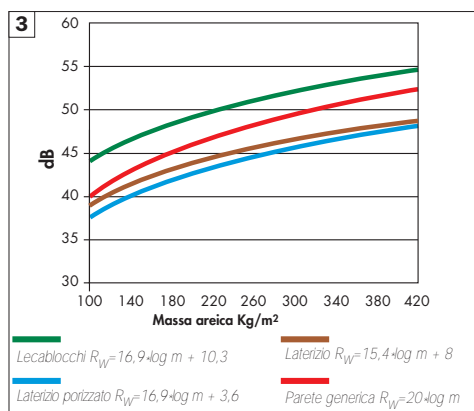
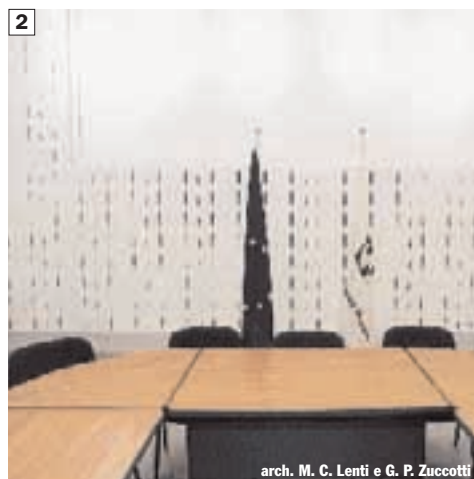


COMPORTAMENTO ACUSTICO

fonoisolamento e fonoassorbimento



1. Situazione tipica di ambienti industriali, la zona uffici è a diretto contatto con la zona produzione. Un Lecablocco Architettonico da 25 con lastra da 13 mm di cartongesso è certificata per R_w 51 dB.
2. Lecablocco Fonoassorbente usato per l'interno di una sala riunioni (parete certificata R_w 54,5 dB).
3. Confronto del potere fonoisolante R_w per alcune tipologie di manufatti esistenti.
4. Andamento del potere di fonoassorbimento per alcune tipologie di pareti.



I blocchi costruiti in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa Leca hanno delle ottime caratteristiche di isolamento acustico e, alcuni manufatti appositamente studiati, come i Lecablocco Fonoassorbenti, offrono anche un buon grado di assorbimento acustico all'ambiente in cui sono inseriti.

Il grado di fonoisolamento ottenibile con un Lecablocco è stato oggetto di diverse campagne sperimentali condotte all'Istituto Nazionale di Elettrotecnica Galileo Ferraris di Torino, ottenendo una serie di certificazioni acustiche che forniscono il valore dell'indice R_w riferito a varie tipologie di parete.

I Lecabloccchi che massimizzano le prestazioni acustiche di fonoisolamento sono quelli da intonaco, in particolare le ultime prove condotte all' I.E.N. G. Ferraris (Marzo - Luglio 1998) su Lecabloccchi con geometria, densità e curva granulometrica appositamente studiate, hanno permesso di massimizzare l'effetto combinato della massa e dello smorzamento interno.

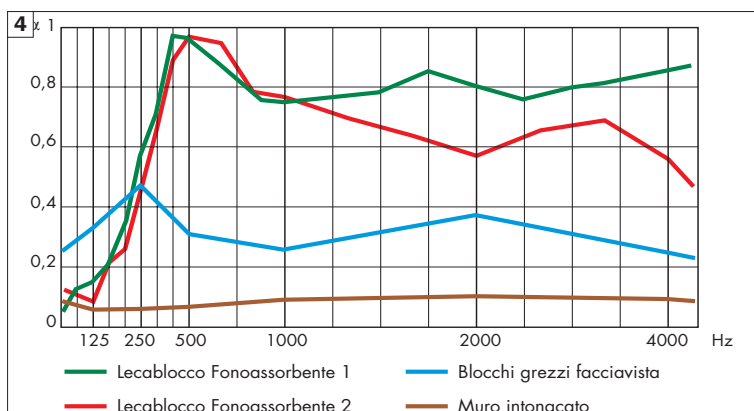
Anche per il Lecablocco Architettonico sono stati ottenuti dei buoni risultati nella stessa campagna di prove; una parete da 25 cm permette infatti di abbinare una resistenza al fuoco REI 180 ad una caratteristica di fonoisolamento di circa 50 dB.

Il fonoassorbimento di una superficie in Lecablocco Architettonico M2 ed M3 è superiore a quello ottenibile con superfici intonacate.

Esistono poi alcuni manufatti specifici che sfruttano una particolare geometria della superficie ed il principio del risonatore per ottenere una parete fonoassorbente.

Barriere acustiche stradali e ferroviarie, interni di capannoni industriali, zone particolari come sale prove motori, industrie tessili, sono molteplici le situazioni in cui è conveniente utilizzare una parete con buone caratteristiche di fonoassorbimento.

L'utilizzo del Lecablocco in teatri, sale conferenze e palestre permette di ottenere un buon assorbimento acustico accompagnato a finiture di pregio.



RESISTENZA AL FUOCO

protezione e sicurezza in caso d'incendio



Il Lecablocco è conosciuto e usato come materiale dalle elevate prestazioni Tagliafuoco dal 1969, anno della prima certificazione ottenuta dall'ANPEL su una parete provata presso i VV.FF.

Il calcestruzzo che lo costituisce possiede infatti un elevato grado di isolamento termico che, alle basse temperature da vita a pareti termoisolanti, e alle alte temperature costituisce una barriera sicura e durevole contro la propagazione di un incendio.

Questa proprietà deriva dall'argilla espansa Leca che nasce direttamente dal fuoco, essendo cotta e clinkerizzata a 1200° C durante il suo processo produttivo.

La ricerca e la sperimentazione negli ultimi trent'anni ha portato alla creazione di manufatti ottimizzati per la funzione Tagliafuoco.

La geometria è stata studiata per ottenere le migliori prestazioni di resistenza al fuoco con spessori contenuti.

La densità e la curva granulometrica caratterizzante l'impasto con cui viene prodotto il Lecablocco Tagliafuoco sono il frutto di una ricerca svolta negli anni e tesa a massimizzare le prestazioni senza penalizzare altri aspetti rilevanti per la muratura, quali la resistenza meccanica.

Il Lecablocco in una densità compresa tra i 1.400 kg/m³ e i 1.600 kg/m³ massimizza le prestazioni di resistenza al fuoco, ed il Lecablocco Architettonico M2 e M3 rientra in questi valori.

Nel 1997 sono state eseguite delle prove comparative (Ministero degli Interni, Direzione Generale della Protezione Civile e dei Servizi Antincendi, Centro Studi ed Esperienze, Laboratorio di Scienza delle Costruzioni, rapporto di prova n° 3804/04/97) tra pareti in blocchi di calcestruzzo con densità 2.000 kg/m³ e Lecablocchi con densità di 1.500 kg/m³.

Il risultato che emerge dalle prove comparative è che la prestazione del Lecablocco è nettamente superiore a quella del blocco in calcestruzzo pesante (vedi risultati in tabella).

Le osservazioni fatte in ambienti dove si sono sviluppati incendi hanno confermato questo primato del Lecablocco; si è verificato sul campo che le pareti costruite in Lecablocco Tagliafuoco hanno resistito all'incendio ed alle procedure di spegnimento, che possono causare shock termici di notevole entità, mentre altri materiali utilizzati negli stessi ambienti non hanno retto alla violenza dell'incendio.

MIGLIORAMENTO % DI RESISTENZA AL FUOCO DEL CLS LECA RISPETTO AL CALCESTRUZZO PESANTE (BLOCCHI FACCIAVISTA).

| | B10 pieno | B12 2 pareti | B20 2 fori |
|-------------------------------|-----------|--------------|------------|
| % foratura | 0 | 27% | 45% |
| spessore costole esterne (mm) | pieno | 30 | 32 |
| Risultati | + 63% | + 36% | + 23% |

1. Muratura in Lecablocco dopo un incendio. Il Lecablocco non ha subito danni.
2. Blocco in calcestruzzo di bassa qualità (non prodotto da azienda ANPEL) che non ha resistito allo stesso incendio della foto precedente.
3. Tabella con alcuni risultati emersi dalle prove comparative eseguite nel 1997 con i Vigili del Fuoco - Roma.



1

arch. G. Dutto

1. Esempi di murature Tagliafuoco realizzate in Lecablocco.
2. Muratura in Lecablocco che ha resistito all'incendio ed al collasso strutturale delle travi della copertura.
3. Differente comportamento delle murature in laterizio ed in Lecablocco Tagliafuoco nella zona direttamente interessata dallo stesso incendio della foto 2.



1

arch. G. A. Bertani e F. Vezzali



2



3

idrorepellenza e resistenza nel tempo

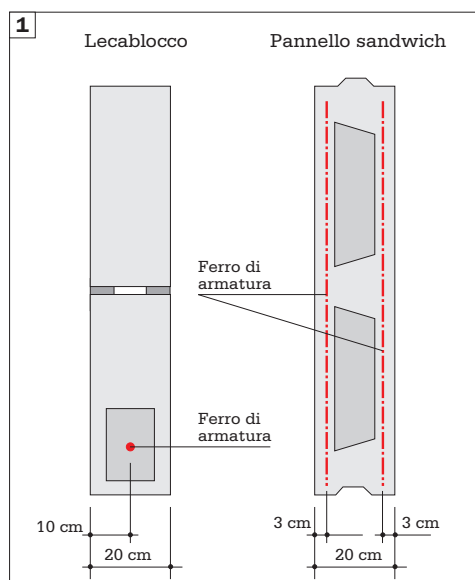


TABELLA RIASSUNTIVA DEGLI SPESSORI MINIMI DELLE COSTOLE ESTERNE PER I BLOCCHI FACCIA VISTA PER ESTERNI (progetto di norma UNI).

| tipo di blocco | blocchi faccia vista per esterno ad ALTE PRESTAZIONI |
|--------------------------------|--|
| blocchi cavi spessore > 160 mm | 30 |
| blocchi cavi spessore < 160 mm | 26 |
| blocchi multicamera | 24 |

1. Copriferro all'interno di un pannello sandwich e di un pilastro verticale realizzato in appositi Lecablocchi.
2. Edificio realizzato a Ronchi dei Legionari (GO) nel 1972 (foto di archivio).
3. Stesso edificio fotografato nel 1998.



La protezione dalle acque meteoriche e dagli agenti atmosferici, la conservazione della colorazione uniforme nel tempo e la assenza di fenomeni degenerativi per quanto riguarda gli inserti metallici (armature di irrigidimento, sistemi di fissaggio) sono i parametri su cui misurare la durabilità nel tempo di una muratura.

Il progetto di norma UNI fissa degli spessori minimi per le costole esterne dei blocchi, assegnando i requisiti più stringenti alla categoria faccia vista per esterno ad alte prestazioni, in quanto è la tipologia più esposta all'azione degli agenti atmosferici.

Il Lecablocco viene idrofugato nella massa con l'uso di stearati aggiunti all'impasto; in questo modo si modificano le caratteristiche della tensione superficiale acqua-blocco impedendo la penetrazione dell'acqua liquida all'interno degli elementi.

Lo spessore delle costole e l'idrofugazione del blocco non assicurano la tenuta all'acqua della parete, si deve infatti idrofugare anche la malta di posa; per ovviare alla variabilità del cantiere le Aziende ANPEL commercializzano malte idrofugate già pronte, aumentando le garanzie di buona realizzazione della muratura.

La colorazione dei blocchi viene realizzata con ossidi (di natura inorganica, e quindi non soggetti a degrado) ed è realizzata nella massa, questo impedisce l'alterarsi nel tempo della muratura.

Nei pannelli e nelle strutture il copriferro è solitamente abbastanza ridotto, cosa che porta ad un innesco abbastanza veloce dei fenomeni corrosivi. L'armatura inserita negli appositi Lecablocchi invece è protetta da un copriferro di spessore maggiore, composto da costola del blocco e dal copriferro dei rinforzi realizzati.

Il più diffuso tra i fenomeni degenerativi del ferro delle armature è quello della carbonatazione (fenomeno elettrochimico che porta una graduale diminuzione del pH del calcestruzzo).

Le conseguenze dirette di tale fenomeno sono:

- la diminuzione della sezione resistente del ferro,
- uno stato tensionale sul calcestruzzo circostante il ferro che può provocare crepe e distacchi. Questo stato tensionale deriva dal fatto che i prodotti della corrosione occupano un volume superiore a quello del ferro originario.



RESISTENZA MECCANICA

elevate prestazioni anche in zona sismica



RESISTENZA MINIMA DEI BLOCCHI FACCIA VISTA AD ALTE PRESTAZIONI per esterno in N/mm² (in funzione della densità e percentuale foratura come da progetto di norma UNI).

| CATEGORIA | percentuale di foratura | | | |
|------------------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | F1 0÷15% | F2 15÷30% | F3 30÷45% | F4-5 >45% |
| * M0 (<900 kg/m ³) | 6,5 | 6,0 | 5,0 | 4,5 |
| * M1 (900-1200 kg/m ³) | 6,5 | 6,0 | 5,0 | 4,5 |
| M2 (1200 -1500 kg/m ³) | 6,5 | 6,0 | 5,0 | 4,5 |
| M3 (1500-1750 kg/m ³) | 8,0 | 7,0 | 6,0 | 5,0 |
| M4 (1750-2000 kg/m ³) | 10,5 | 9,0 | 8,0 | 7,0 |
| M5 (>2000 kg/m ³) | 13,0 | 11,0 | 10,0 | 8,5 |

* Le densità M0 e M1 sono incompatibili con la finitura superficiale facciavista.

1. Muratura portante in zona sismica eseguita con Lecablocco cassero armato e gettato con calcestruzzo.
2. Fase di controllo delle caratteristiche meccaniche nel laboratorio di un'Azienda ANPEL.
3. Lesena portante realizzata in Lecablocco.



Il progetto di Norma UNI per i "blocchi in calcestruzzo vibrocompres- so" assegna dei valori minimi di resistenza alla compressione che i manufatti devono possedere.

Tali valori dipendono da alcuni fattori quali percentuale di foratura del blocco, densità del calcestruzzo, prestazioni richieste (Alte o Normali) e tipologia di blocco (intonaco, facciavista per interni o per esterni).

Il progetto di norma UNI si riferisce alla resistenza media normalizzata (prEN772-1), non entrando nel merito dell'utilizzo dei blocchi; esso prescrive solo degli standard minimi da soddisfare sulla base della classe di appartenenza (Alte o Normali prestazioni) e della famiglia a cui il blocco appartiene (da intonaco, faccia vista per esterni e faccia vista per interni). Il Lecablocco Architettonico rispetta le prescrizioni della norma per la categoria ad alte prestazioni, ed i controlli effettuati sulla produzione dalle Aziende produttrici (ANPEL) garantiscono la conformità dei manufatti ai valori dichiarati.

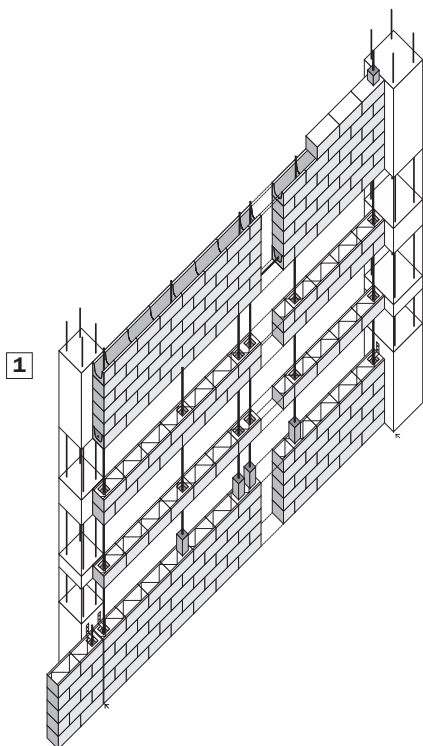
Oltre le certificazioni specifiche richieste da alcune normative vigenti (D.M. 103 del 20.11.87 e D.M. del 16.01.96 per le zone sismiche) il progetto di norma UNI fissa una resistenza minima che i blocchi devono comunque avere, questo a garanzia del Progettista e dell'Impresa che possono lavorare con un materiale di cui sono note e verificate le prestazioni meccaniche.

Per zone sismiche ad esempio, il Lecablocco garantisce la possibilità di realizzare edifici di medie dimensioni grazie alle sue caratteristiche meccaniche ed a quelle delle pareti finali realizzate con sistemi costruttivi idonei.

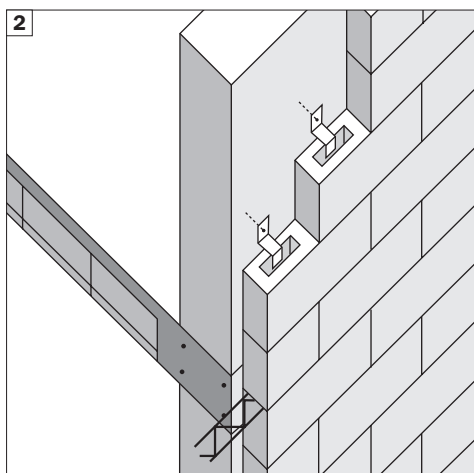


SISTEMA MURATURA

elementi e soluzioni costruttive per grandi murature



1. Rappresentazione schematica di una muratura di grande dimensione. Si possono vedere gli irrigidimenti orizzontali e verticali realizzati all'interno di Lecablocchi speciali.
2. Particolare di ancoraggio di un Lecablocco Architettonico utilizzato come rivestimento di una muratura principale.
3. Realizzazione di una parete di grande dimensione con un Lecablocco Architettonico da 25 cm.



I Lecablocchi Architettonici sono componenti ideali per murature sottoposte a sollecitazioni statiche anche di notevole entità.

Questo piccolo manufatto "prefabbricato" permette infatti, se assemblato con le opportune tecniche del buon costruire, di realizzare murature portanti e murature di tamponamento di dimensioni rilevanti.

Mentre le prime due tipologie sono guidate da normative specifiche (D.M. 20/11/87, D.M. 16/01/96) o da specifiche idoneità tutt'ora in vigore (Costruzione in zona sismica con Sistema MBZ), per la realizzazione di murature di tamponamento ogni Progettista deve valutare la resistenza della muratura all'azione del vento adottando uno schema di calcolo a lui congeniale. Le forze orizzontali agenti sulle murature (vento ed eventualmente sisma) inducono stati tensionali di trazione che la muratura può non sopportare da sola, senza un'adeguata armatura di rinforzo.

Il comportamento di una muratura armata in Lecablocco è stato oggetto di alcune campagne sperimentali condotte al Politecnico di Torino e finalizzate ad ottenere dati riguardanti il modulo elastico, la resistenza a compressione dei blocchi e della muratura, la resistenza al taglio.

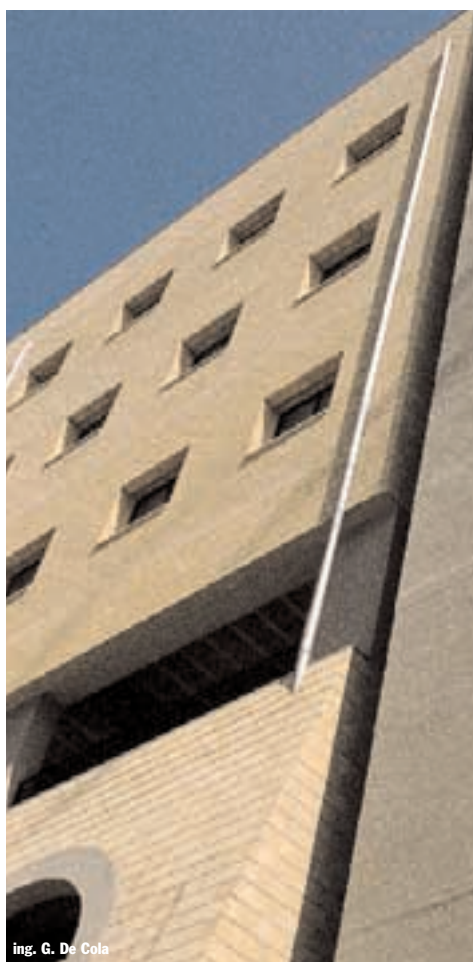
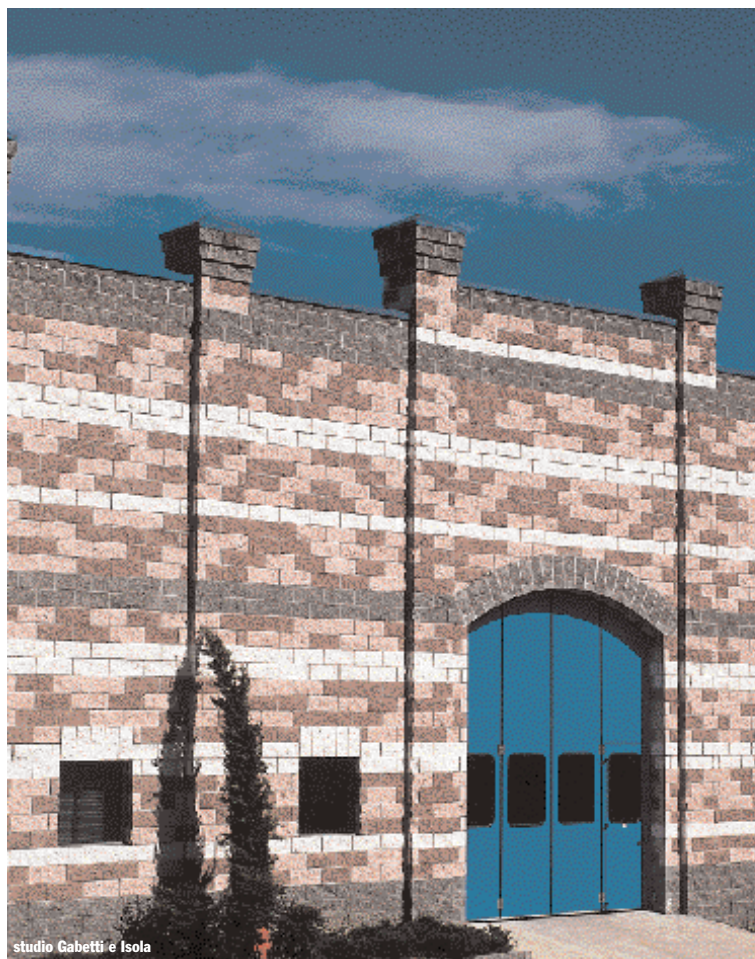
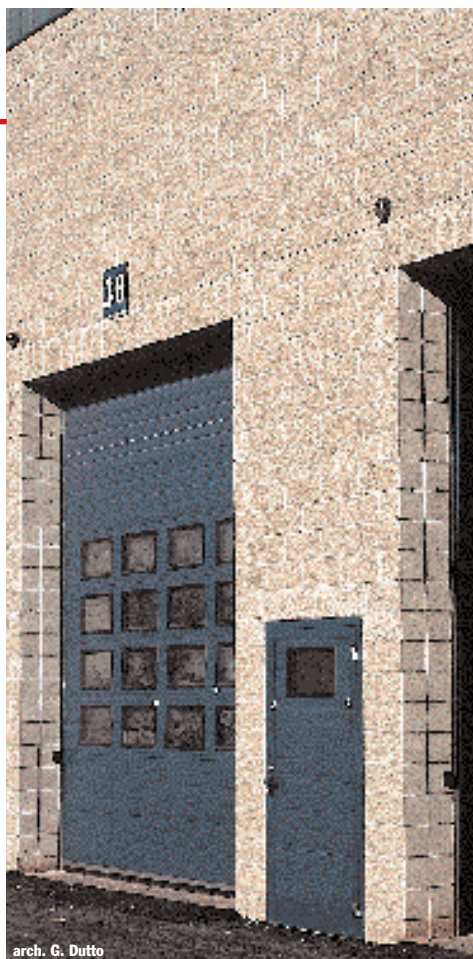
I risultati di tale indagine hanno inoltre permesso di ottenere un 'idoneità tecnica per costruzione di edifici in muratura armata per zone sismiche dal Ministero dei Lavori pubblici nel 1985, undici anni prima che la muratura armata fosse oggetto di un Decreto Legge (D.M. 16/01/96).

Nel progettare e realizzare una muratura di grandi dimensioni si procede in maniera diversa a seconda che si tratti di una muratura monostrato (spessore ≥ 20 cm) oppure di un rivestimento in Lecablocchi (spessore da 8 a 15 cm).

• **Una muratura autoportante di tamponamento ad una struttura in c.a. o in acciaio, è sottoposta ad una azione verticale dovuta al peso proprio e ad una forza superficiale specifica, l'azione del vento (D.M. 16/01/96 "Criteri Generali per la Verifica di Sicurezza delle Costruzioni e dei Carichi e Sovraccarichi"). Si dovrà calcolare l'armatura necessaria a sopportare l'eventuale sforzo di trazione a cui è sottoposta la muratura.**

• **Per una muratura di rivestimento in Lecablocchi la problematica statica riguarda le tipologie di appoggi e i sistemi di ancoraggio alla struttura principale. Il ricorso a profili metallici, tasselli, e staffe permette di progettare e realizzare murature di grandi dimensioni con Lecablocchi di ridotto spessore, soluzione utilizzata spesso nel recupero di strutture esistenti.**





VALUTAZIONE ECONOMICA

della soluzione Lecablocco



1



2

1. Taglio in cantiere di un Lecablocco Architettonico.

2. Particolare di posa di Lecablocco.

3. Esempi di degrado di finiture superficiali tradizionali.

Progettare e realizzare un edificio in Lecablocco Architettonico significa creare un involucro durevole nel tempo, che non necessita di finiture ulteriori e che non ha bisogno di manutenzione.

In fase di progettazione l'utilizzo del sistema costruttivo in Lecablocco Architettonico presenta vantaggi quali:

- **progettazione facilitata da un sistema flessibile;** la modularità, la gamma integrata di prodotti e l'esistenza di numerosi pezzi speciali permettono infatti già in fase di concezione dell'edificio di avvalersi di una soluzione completa;

- **soluzione sicura,** il rivolgersi infatti al prodotto Lecablocco significa chiedere un blocco ad alte prestazioni, prodotto da Aziende operanti in regime di qualità ottenendo la garanzia di una conformità effettiva del manufatto alle specifiche richieste.

In fase di esecuzione del lavoro i vantaggi del Lecablocco Architettonico riguardano aspetti pratici del cantiere, quali:

- **la ampia gamma di pezzi speciali** che costituiscono il sistema costruttivo assicura un tempo inferiore per la realizzazione di pilastri, mazzette, architravi;

- **un tempo inferiore di posa in opera e di movimentazione,** data la differenza di peso a pari spessore della muratura;

Lungo il ciclo di vita dell'edificio poi si hanno una serie di vantaggi economici grazie alla soluzione Lecablocco Architettonico, e cioè:

- **assenza di manutenzione,** non c'è infatti il problema del degrado di materiali di ricopertura il sistema Lecablocco infatti non prevede sostituzioni, manutenzione periodica od altro;

- **costi di esercizio dell'edificio ridotti,** grazie all'isolamento termico in opera garantito da Lecablocco Architettonico.



3



3



L'A.N.P.E.L.,

Associazione Nazionale Produttori Elementi Leca, nasce 25 anni fa riunendo i migliori produttori italiani di manufatti in calcestruzzo di argilla espansa Leca.

Si sviluppa così il Lecablocco da intonaco che si afferma sul mercato dell'edilizia per le sue caratteristiche innovative e per l'elevato potere di isolamento termico.

Il Lecablocco Facciavista diventa, invece, protagonista dell'evoluzione estetica e funzionale della moderna architettura italiana.

Oggi i Lecablocchi Bioclima (da intonaco), Facciavista, Tagliafuoco, Fonoassorbenti e Splittati sono una realtà affermata.

I Soci produttori sono più che mai attivi nella ricerca, nello sviluppo della qualità dei prodotti e nelle iniziative rivolte ai progettisti e al mercato, facendo del Lecablocco, il piccolo manufatto, lo strumento ideale per migliorare la nostra edilizia.

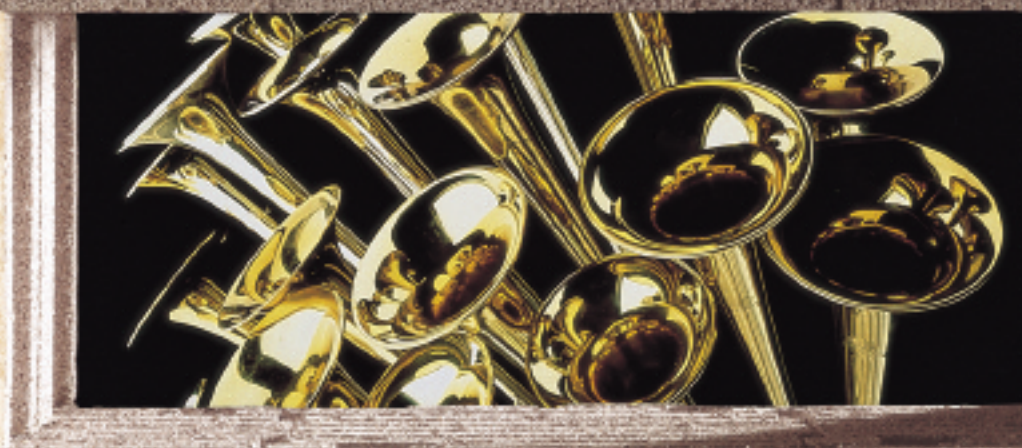


Dislocazione in Italia delle Aziende associate all'ANPEL.



**ASSOCIAZIONE
NAZIONALE
PRODUTTORI
ELEMENTI LECA**

Via Correggio, 3 - 20149 Milano
Tel. 02 48011970 - Fax 02 48012242
www.lecablocco.it
e-mail: infoanpel@lecablocco.it



LECABLOCCO FONOISOLANTE

per pareti divisorie monostrato certificate



Leca, prodotto ecobiocompatibile certificato ANAB-ICEA.



Uno degli elementi della famiglia Lecablocco Fonoisolante.



Le caratteristiche tecniche riportate sono relative alla produzione del Lecablocco secondo le specifiche ANPEL.

Le verifiche e i controlli periodici garantiscono la qualità dei prodotti contrassegnati dal marchio "Lecablocco Qualità Certificata".

■ Leca è un prodotto naturale

Il Leca, principale costituente del Lecablocco, è la prima argilla espansa prodotta in Italia. Esso deriva dalla cottura entro forni rotanti di particolari argille. La temperatura all'interno del forno è di oltre 1200°C, e questo conferisce al Leca classe 0 di reazione al fuoco e l'assenza di sostanze organiche. Leca è un inerte granulare leggero, isolante, resistente e ecobiocompatibile certificato ANAB-ICEA.

■ Lecablocco Fonoisolante

Lecablocco Fonoisolante, studiato nella geometria, densità e composizione della miscela di inerti, è l'elemento per murature monostrato che rispetta i requisiti di isolamento acustico imposti dal DPCM 5/12/97 e i requisiti di isolamento termico imposti dal DLgs 192/05 e dal DLgs 311/06.

L'isolamento acustico di Lecablocco Fonoisolante è certificato in laboratorio presso l'INRIM di Torino (già IEN Galileo Ferraris) ed è certificato in opera in collaborazione con l'Università di Ferrara e Firenze.

■ Vantaggi

- Ottimo comportamento acustico
- Buoni valori di isolamento e di inerzia termica
- Garanzia di igiene e salubrità ambientali
- Ottimo comportamento al fuoco
- Buona resistenza meccanica
- Elevata durabilità.

■ Campi di impiego

- Pareti divisorie tra diverse unità immobiliari (Legge 447/95)
- Pareti perimetrali con elevato isolamento acustico
- Pareti divisorie e perimetrali portanti anche in zone sismiche (D.M. 16/1/1996) con isolamento termico $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (spessore del blocco $\geq 25 \text{ cm}$).

CARATTERISTICHE TECNICHE DI LECABLOCCO FONOISOLANTE *

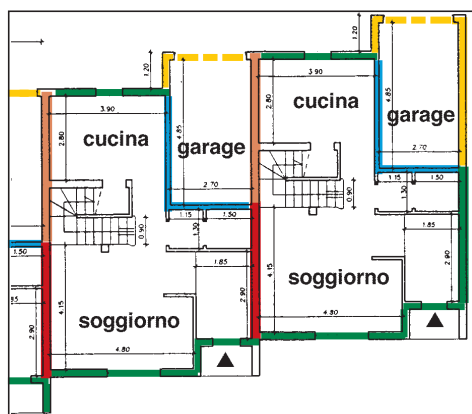
| | | | |
|--|-----------|-----------------------|--------------------|
| Spessore | s | ≥ 20 | cm |
| Massa volumica del calcestruzzo di argilla espansa Leca | γ | $\leq 1200 \div 1400$ | kg/m ³ |
| Percentuale di foratura | ϕ | ≤ 25 | % |
| Indice di valutazione del potere fonoisolante | R_w | ≥ 54 | dB |
| Resistenza caratteristica a compressione del blocco nella direzione dei carichi verticali | f_{bk} | ≥ 5 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica a compressione del blocco nella direzione dei carichi orizzontali nel piano della muratura | f'_{bk} | $\geq 1,5$ | N/mm ² |
| Trasmittanza termica della parete interna intonacata (sp. blocco $\geq 25 \text{ cm}$) | U | $\leq 0,8$ | W/m ² K |
| Calore specifico | c_p | 1000 | J/kgK |
| Permeabilità al vapore acqueo | δ | $25 \cdot 10^{-12}$ | kg/smPa |
| Resistenza alla diffusione del vapore | μ | 8 | - |
| Resistenza al fuoco | REI | ≥ 180 | min |

* I valori riportati sono indicativi. I dati dettagliati possono essere richiesti ai singoli produttori associati.

ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO

la Legge 447/95 e il DLGS 311/06

Dove si applicano i requisiti acustici e termini del DPCM 5/12/97 e del DLgs 311/06



LEGENDA

Divisori tra distinte unità immobiliari

- $R'_w \geq 50$ dB
- $U \leq 0,8$ W/m²K

Divisori tra distinte unità immobiliari (ambiente riscaldato verso ambiente non riscaldato)

- $R'_w \geq 50$ dB
- $U \leq U_{limite}$ come da Tabella 2.1 dell'Allegato I del DLgs 311/06

Pareti divisorie tra locali ad uso residenziale e locali tecnici non riscaldati (garages)

- R'_w nessuna prescrizione specifica
- $U \leq U_{limite}$ come da Tabella 2.1 dell'Allegato I del DLgs 311/06

Pareti delimitanti ambienti riscaldati verso l'ambiente esterno

- $D_{2m,n,T,W} \geq 40$ dB
- $U \leq U_{limite}$ come da Tabella 2.1 dell'Allegato I del DLgs 311/06

Pareti delimitanti ambienti non riscaldati verso l'ambiente esterno

- $D_{2m,n,T,W}$ nessuna prescrizione specifica
- $U \leq 0,8$ W/m²K



I requisiti di isolamento acustico per le pareti divisorie

Il Consiglio della Comunità europea nel 1994 ha emanato una Direttiva che ha definito la "Protezione acustica contro il rumore" come uno dei requisiti essenziali dei prodotti per le costruzioni. Come conseguenza, gli Stati membri dell'Unione Europea hanno emanato Leggi nazionali che hanno recepito questa Direttiva.

Con l'emanazione della Legge 447 del 26 ottobre 1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico", l'Italia si è dotata di una normativa organica in materia di protezione contro il rumore. Nell'ambito delle costruzioni, è stato poi emanato il Decreto Attuativo del 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" che ha fissato i requisiti acustici necessari per garantire che l'edificio sia progettato e realizzato in modo che il rumore al suo interno si mantenga entro livelli tollerabili.

Per quanto riguarda l'elemento da costruzione "parete divisoria tra diverse unità immobiliari", il Decreto ha indicato valori di isolamento acustico da garantire in opera, cioè a edificio realizzato, evidenziati in tabella.

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI E DEI LORO COMPONENTI (DPCM 5/12/97)

| Categorie | Isolamento di facciata (Pareti esterne) $D_{2m,n,T,w}$ | Isolamento partizioni interne R'_w | Livello rumore calpestio (Solai) $L'_{n,w}$ |
|--------------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| Residenze e Alberghi | 40 dB | 50 dB | 63 dB |
| Scuole | 48 dB | 50 dB | 58 dB |
| Uffici, Culto e Attività commerciali | 42 dB | 50 dB | 55 dB |
| Ospedali | 45 dB | 55 dB | 58 dB |

Gli elevati valori di isolamento acustico imposti dal Decreto 5/12/1997 sono ispirati agli analoghi requisiti contenuti nelle legislazioni dei più avanzati Paesi europei.

I requisiti di isolamento termico per le pareti divisorie

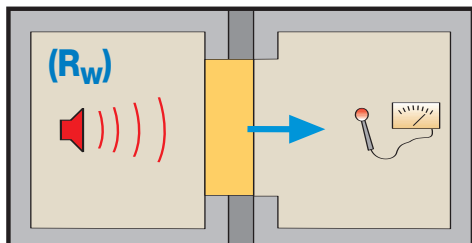
Il DLgs 311/06 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia" impone che per tutti gli edifici realizzati nelle zone climatiche C, D, E, F, ad eccezione della categoria E8 secondo DPR 412/93 (edifici industriali e artigianali),

la trasmittanza termica U delle pareti divisorie tra alloggi o unità immobiliari confinanti non sia superiore a 0,8 W/m²K. Lo stesso limite di trasmittanza termica si applica anche a tutte le pareti che delimitano gli ambienti non riscaldati dall'ambiente esterno.

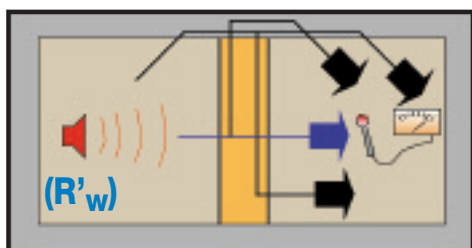
LE NOVITÀ DELLA LEGGE 447

requisiti in opera e prove di laboratorio

IN LABORATORIO



IN OPERA



Verifica dell'isolamento acustico di una parete divisoria in laboratorio (R_w) e in opera (R'_w).

L'entrata in vigore del Decreto Attuativo 5 dicembre 1997 ha introdotto nel nostro Paese una legislazione specifica e completa in materia di isolamento acustico degli edifici. L'esistenza di questa normativa di riferimento rende l'isolamento acustico un tema importante nella progettazione e realizzazione degli edifici.

■ Novità introdotte dal D.P.C.M. 5/12/1997

- I requisiti di Legge sono valutati in opera, vale a dire nelle reali condizioni di installazione dei componenti edilizi.
- I requisiti di isolamento acustico introdotti sono molto severi.
- La semplicità della misura di verifica in opera garantisce l'effettiva fattibilità dei controlli.

■ La verifica dei requisiti di legge

Le prestazioni di isolamento acustico degli elementi edilizi sono valutate attraverso prove realizzate come prescritto dalle norme UNI EN ISO 140. Si distinguono due tipi di prove, condotte con modalità analoghe ma che forniscono indicazioni diverse:

- **Prove realizzate in Laboratorio con cui si misura l'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w ;**
- **Prove realizzate in opera con cui si misura l'indice di valutazione del potere fonoisolante R'_w ;** tali prove sono utilizzate per verificare il rispetto dei requisiti di Legge.

! La tabella illustra le principali caratteristiche delle due modalità di prova evidenziando ciò che è utile ai fini del rispetto della legislazione acustica.

PROVE IN LABORATORIO E PROVE IN OPERA

| | Prova in laboratorio: R_w | Prova in opera: R'_w |
|--|--|--|
| Grandezza misurata | Indice di valutazione di potere fonoisolante R_w (dB) | Indice di valutazione di potere fonoisolante apparente R'_w (dB) |
| Cosa indica | R_w rappresenta l'isolamento acustico offerto dalla parete in laboratorio | R'_w rappresenta l'isolamento acustico offerto da una parete nelle sue reali condizioni di installazione; è quindi l'indicatore dell'isolamento acustico percepito dagli utenti |
| Normativa di riferimento | UNI EN ISO 140-3 | UNI EN ISO 140-4 |
| Caratteristiche della parete divisoria | Integra | Con eventuali tracce impiantistiche |
| Strutture laterali | L'ambiente di prova è realizzato in modo che l'energia sonora trasmessa attraverso le strutture laterali (perdite laterali) sia trascurabile | L'energia sonora viene trasmessa tra i due ambienti anche attraverso le strutture laterali, per cui il valore di isolamento acustico misurato è relativo all'intero "Sistema parete" |
| Perdite laterali | $c_f = 0$ dB | $c_f = 3 \div 5$ dB |
| Utilizzo ai fini della Legge 447 | <ul style="list-style-type: none"> • confronto tra pareti diverse • Fornisce i dati necessari per la progettazione acustica (UNI EN 12354-1) | Modalità di verifica indicata dalla Legge |

LE NOVITÀ DELLA LEGGE 447

vecchia normativa e scelta delle nuove soluzioni tecniche



La Legge 447 del 26 ottobre 1995.

■ Legislazione acustica precedente alla Legge 447

In Italia non esisteva una normativa acustica organica precedente alla 447, ma solo alcune indicazioni specifiche per tipologie costruttive. Nella tabella sono riportati i requisiti richiesti da queste normative, confrontati con quelli della recente legislazione italiana.

VECCHIA E NUOVA LEGISLAZIONE ACUSTICA IN ITALIA: VALORI DI R'_w PRESCRITTI

| Categorie | Circolare 1769/66 (edilizia sovvenzionata) | D.M. 18/12/75 (edilizia scolastica) | DPCM 5/12/97 |
|---|--|---|-----------------|
| Residenze | 42 dB ($R_w = 47$ dB) | - | 50 dB |
| Scuole | - | 40 dB | 50 dB |
| Uffici, Culto, Alberghi e Attività commerciali | - | - | 50 dB |
| Ospedali | - | - | 55 dB |

La tabella mostra come i requisiti acustici imposti dalla legge attuale siano molto più severi rispetto a quelli contenuti nelle norme precedenti. Pertanto non tutte le soluzioni tradizionali utilizzate per realizzare pareti divisorie sono a norma con la Legge 447.

■ La scelta della parete divisoria conforme alla 447

I valori di isolamento acustico di una stessa parete divisoria in laboratorio (R_w) ed in opera (R'_w) differiscono in funzione dell'entità delle perdite laterali c_f , vale a dire dalle tipologie delle strutture laterali e dai loro giunti con la parete divisoria. Una indicazione generale è data dal Regolamento Edilizio Tipo dell'Emilia Romagna il quale richiede un valore di R_w certificato in laboratorio superiore di almeno 3 dB rispetto al requisito di Legge.

Nel caso di civili abitazioni (R'_w pari a 50 dB), il **Regolamento Edilizio tipo dell'Emilia Romagna** impone di utilizzare una parete divisoria avente un R_w almeno superiore a 53 dB.

A titolo di esempio, la tabella qui riportata paragona pareti realizzate in Lecablocco Fonoisolante con altre pareti tradizionalmente utilizzate per realizzare pareti divisorie confrontando i valori di isolamento acustico (R_w) ottenuti da prove di Laboratorio.

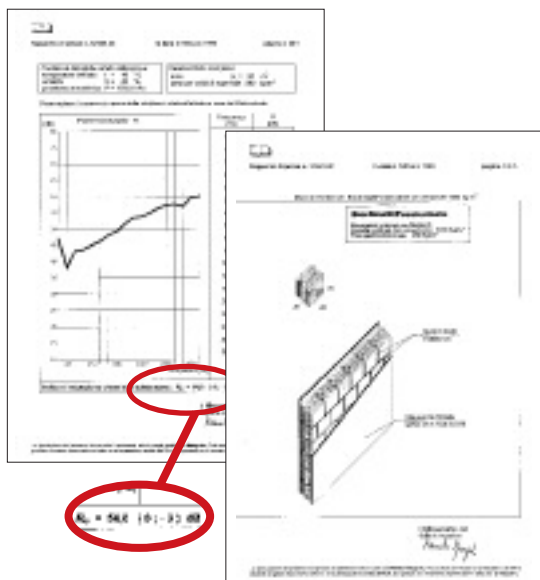
POTERE FONOISOLANTE R_w : CONFRONTO TRA ALCUNE PARETI CERTIFICATE IN LABORATORIO

| descrizione parete | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|----------------|-------------------|--------------------|-------------|------------|
| spessore parete cm | 22,5 | 27,5 | 32,5 | 26 | 25,5 | 27,5 | 33 | 27 |
| peso parete in opera (kg/m²) | 1,5+19,5+1,5 | 1,5+24,5+1,5 | 1,5+29,5+1,5 | 1,5+8+5+10+1,5 | 1,5+8+1,5+5+8+1,5 | 1,5+12+1,5+4+8+1,5 | 1,5+30+1,5 | 1,5+24+1,5 |
| potere fonoisolante R_w (dB) laboratorio | 54 | 56,3 | 56,9 | 56 | 47 | 48,5 | 46,5 | 49 |
| fonte dei dati | * | * | * | ** | *** | *** | *** | **** |

* Certificati IEN Galileo Ferraris di Torino; ** Certificati Istituto Giordano; *** Campagna prove ANDIL; **** Manualetto RDB - 11ª edizione.

CAMPAGNA PROVE ANPEL

R_w certificato > 54 dB all'I.N.R.I.M. di Torino



■ Campagna di prove ANPEL per la determinazione di “ R_w ”

Dopo l'emanazione del Decreto 5/12/1997, l'ANPEL ha condotto una campagna di prove di Laboratorio presso l'I.N.R.I.M. di Torino (già I.E.N. Galileo Ferraris). Obiettivo della campagna prove era definire la forma del blocco, la densità e la curva granulometrica dell'impasto di calcestruzzo Leca per ottimizzare le caratteristiche acustiche dei Lecablocchi.

Il risultato della campagna prove è stata la definizione di una famiglia di blocchi in calcestruzzo in argilla espansa Leca, denominata “Lecablocco Fonoisolante”, con la quale è possibile realizzare pareti monostrato intonacate di spessore 20, 25 e 30 cm con indice di valutazione di potere fonoisolante compreso tra 54 e 56,9 dB.

ELEMENTI DELLA FAMIGLIA LECABLOCCO FONOISOLANTE

| Tipo di blocco e dimensioni nominali in cm | U W/m ² K | R_w dB |
|--|-------------------------|-------------|
| Fonoisolante 20 (20x20x25 cm) | - | 54,0 |
| Fonoisolante 25 (25x20x25 cm) | ≤ 0,80 | 56,3 |
| Fonoisolante 30 (30x20x25 cm) | ≤ 0,80 | 56,9 |

ALTRE PARETI CERTIFICATE

| Tipo di blocco e dimensioni nominali in cm | Densità nominale cls kg/m ³ | R_w dB |
|--|---|-------------|
| B25 pieno ⁽¹⁾ 25x25x25 | 1000 | 54,8 |
| Bioclima25 ⁽¹⁾ 25x20x25 | 1000 | 52,9 |
| B25 4 pareti facciavista ⁽²⁾ 25x20x50 | 1500 | 48,2 |
| Lecalite T8 pieno ⁽³⁾ 8x28x55 | 750 | 42 |
| Lecalite T10 pieno ⁽³⁾ 10x28x55 | 800 | 46 |
| Doppia parete ^{(4) (5)} Lecalite T8 e T10 Pieno 5 cm di camera d'aria e 2 intonaci | 800 | 56 |

⁽¹⁾ Pareti esterne intonacate.

⁽²⁾ Pareti esterne facciavista per edilizia industriale e del terziario.

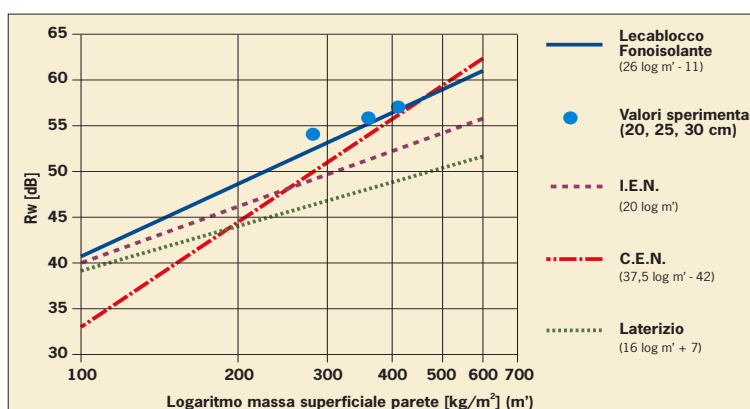
⁽³⁾ Tramezze interne intonacate.

⁽⁴⁾ Pareti divisorie tra unità immobiliari.

⁽⁵⁾ Certificato presso Istituto Giordano.

Nel seguito si riportano i valori dell'indice di valutazione di potere fonoisolante in laboratorio R_w e i valori di isolamento acustico alle varie frequenze degli elementi della famiglia Lecablocco Fonoisolante. I certificati completi possono essere richiesti all'ANPEL.

LEGGE DI MASSA DI PARETI MONOSTRATO

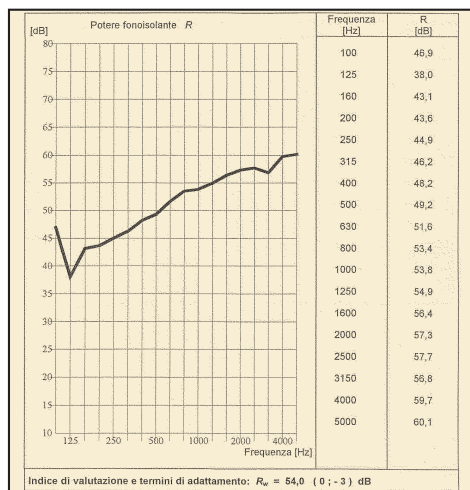


La campagna prove ANPEL ha permesso di individuare una correlazione “peso/ R_w ” (legge sperimentale della massa) per le pareti provate, decisamente più favorevole della correlazione delle pareti monostrato tradizionali. Tale legge è mostrata nel diagramma, a confronto con quelle in uso per le pareti monostrato.

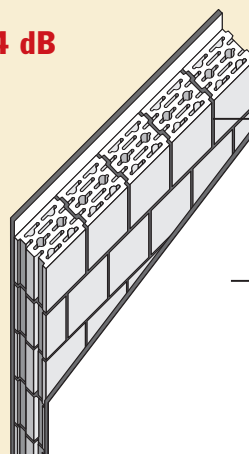
CERTIFICATI LECABLOCCO

R_w certificato > 54 dB all'I.N.R.I.M. di Torino

PARETE FONOISOLANTE spessore cm 20



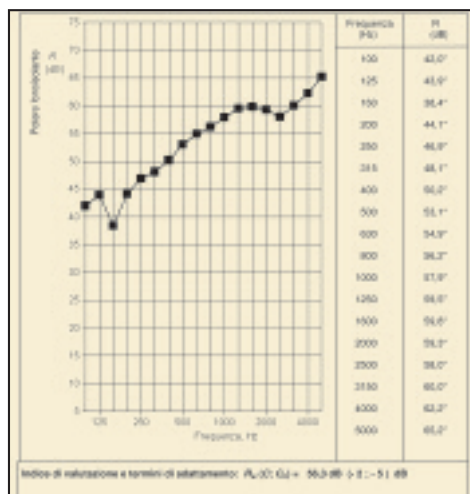
$R_w = 54$ dB



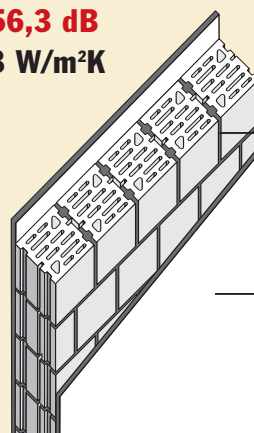
Giunti orizzontali
e verticali con malta
tradizionale

Intonaco tradizionale
spess. cm 1,5
sui due lati

PARETE FONOISOLANTE spessore cm 25



$R_w = 56,3$ dB
 $U \leq 0,8$ W/m²K

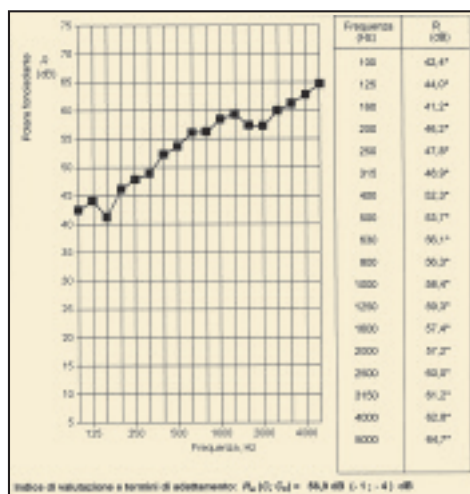


Giunti orizzontali
e verticali con malta
tradizionale

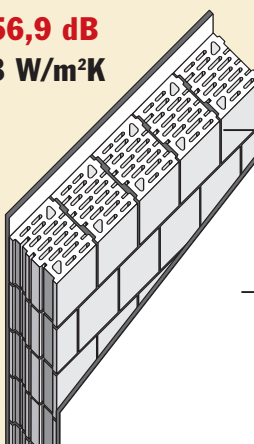
Intonaco tradizionale
spess. cm 1,5
sui due lati



PARETE FONOISOLANTE spessore cm 30



$R_w = 56,9$ dB
 $U \leq 0,8$ W/m²K



Giunti orizzontali
e verticali con malta
tradizionale

Intonaco tradizionale
spess. cm 1,5
sui due lati



PROGETTAZIONE ACUSTICA

perdite laterali e ponti acustici

Nelle costruzioni tradizionali le perdite laterali assumono valori generalmente compresi tra 3 e 5 dB. Per ottenere, all'interno di questo intervallo, i valori più contenuti di c_f è necessario scegliere strutture laterali (2 pareti e 2 solai) con buoni valori di isolamento acustico. Per valutazioni più approfondite è possibile utilizzare il metodo di calcolo proposto dalla UNI EN 12354-1 "Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti".

■ Perdite laterali

Il valore di isolamento acustico (indice di valutazione di potere fonoisolante R_w) misurato in laboratorio e quello misurato in opera (indice di valutazione di potere fonoisolante apparente R'_w) sono legati dalla relazione:

$$R'_w = R_w - c_f \quad (1)$$

dove il termine c_f rappresenta le perdite laterali, vale a dire la riduzione di isolamento acustico del divisorio dovuta alla trasmissione del rumore attraverso le strutture laterali.

Poiché il valore di R'_w da raggiungere in opera è il requisito prescritto dal Decreto 5/12/1997, la formula (1) può essere riscritta come:

$$R_w = R'_w + c_f.$$

! L'entità delle perdite laterali c_f indirizza quindi la scelta di una parete divisoria idonea.

■ Ponti acustici

Per garantire l'effettivo rispetto dei valori di Legge inoltre è necessario garantire nel "sistema" parete divisoria l'assenza di ponti acustici. Essi costituiscono punti deboli in grado di trasmettere una quantità di rumore tale da compromettere l'isolamento acustico complessivo del sistema.

I ponti acustici sono costituiti da:

- forti riduzioni di spessore della parete divisoria;
- punti in cui si realizzano percorsi di trasmissione diretta del rumore per via aerea (per esempio fori e cavità).

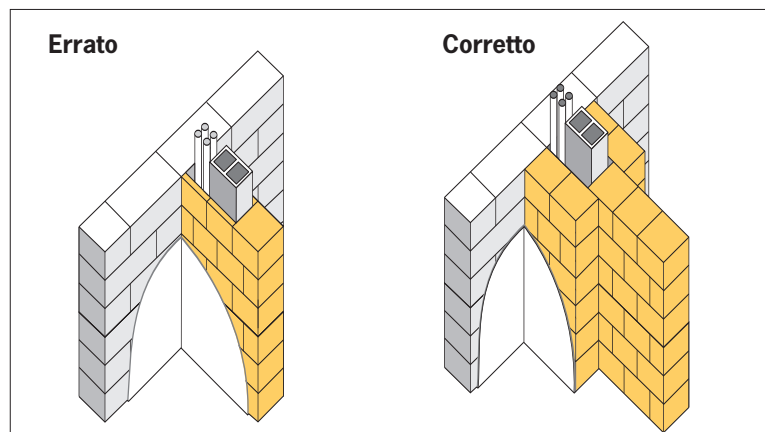
■ Eliminazione dei ponti acustici nella parete divisoria

Per evitare la formazione di ponti acustici nella parete divisoria è necessario seguire alcune semplici regole sia in fase di progettazione che di realizzazione.

• Inserimento impianti nei divisori



Parete divisoria con ponte acustico dovuto alla presenza di cavedio impiantistico.



Inserimento nella parete divisoria di impianti tecnici che alterino la capacità di isolamento. Canalizzazioni per aerazione o altri impianti inseriti nella parete divisoria hanno due effetti: determinano un "ponte acustico" con conseguente perdita di isolamento, e possono trasportare il rumore lungo la canalizzazione.

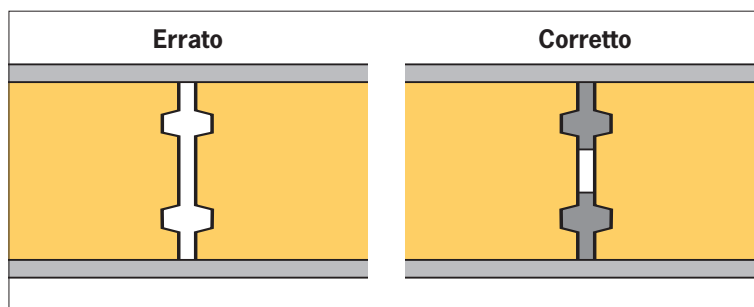
PARTICOLARI COSTRUTTIVI

per eliminare i ponti acustici nella parete divisoria

- Giunti di malta tra elementi per muratura



Corretta posa dei blocchi con malta nei giunti orizzontali e verticali.

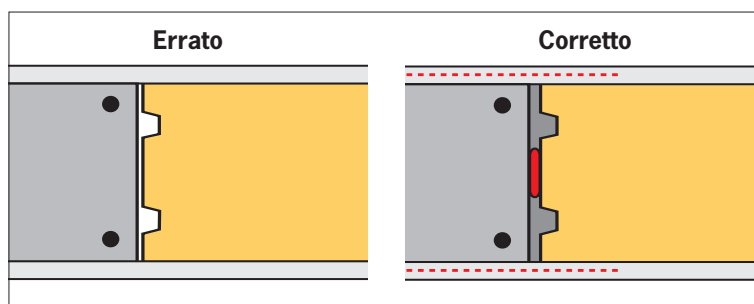


Il mancato riempimento con malta dei giunti verticali tra i blocchi, pur in presenza di intonaci, permette il passaggio del rumore. In generale le pareti vanno eseguite così come sono state provate in laboratorio. Quando si dispone di un certificato, verificare il disegno che rappresenta le condizioni di prova.

- Giunti di malta tra elementi per muratura e pilastri



Giunto tra pilastro e muratura.

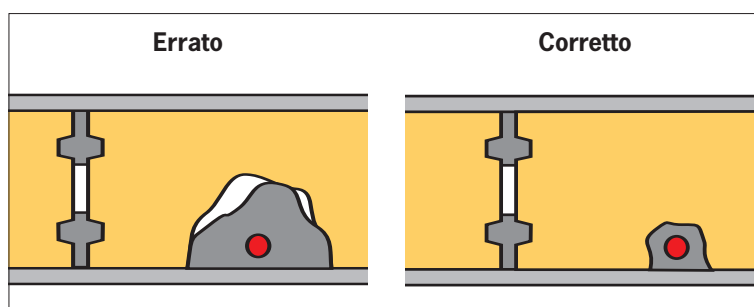


Il mancato riempimento con malta dei giunti verticali tra i blocchi e pilastri in calcestruzzo armato, pur in presenza di intonaci, permette il passaggio del rumore per via aerea. È necessario assicurarsi della corretta esecuzione del giunto.

- Realizzazione di tracce di impianti



Corretto riempimento delle tracce impiantistiche.



“Tracce” di limitate dimensioni possono essere tollerate purché ben riempite di malta dopo la posa degli impianti e successivamente ricoperte dall'intonaco.

PARTICOLARI COSTRUTTIVI

per ottimizzare il potere fonoisolante in opera R'_w

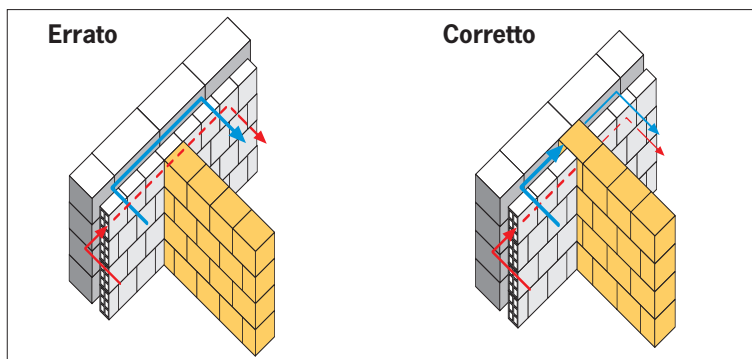
■ Eliminazione ponti acustici nelle strutture laterali

L'energia sonora trasmessa attraverso le strutture laterali può compromettere l'isolamento acustico complessivo del sistema "parete divisoria". Per limitarne l'entità occorre adottare le soluzioni riportate.

• Nodo tra parete divisoria e pareti perimetrali



Giunto tra parete divisoria e tramezzatura. Per evitare perdite di isolamento acustico la tramezza non deve interrompere la continuità del divisorio.

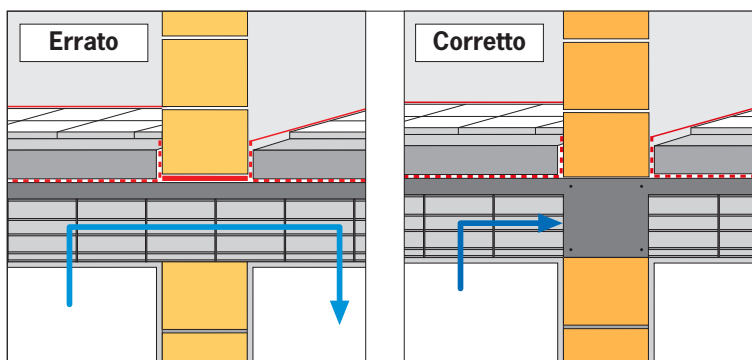


L'utilizzo di doppi tavolati, per le pareti laterali rispetto al divisorio fonoisolante, senza interruzione dell'intercapedine, o l'uso di elementi con fori orizzontali allineati e non interrotti da giunti di malta verticali, crea dei percorsi preferenziali per il rumore. È necessario interrompere tali percorsi.

• Nodo tra parete divisoria e solaio superiore



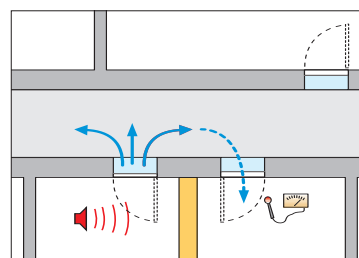
Nodo tra parete divisoria e solaio superiore; realizzazione di un cordolo in calcestruzzo in corrispondenza della parete.



Percorsi preferenziali per il rumore si possono formare anche nel caso di pareti divisorie poste al di sotto di solai con "pignatte" forate aventi travetti ortogonali rispetto alla parete fonoisolante (solaio passante tra i due locali). I fori delle pignatte sono allineati e, se non interrotti, formano un percorso preferenziale per il rumore. È necessario interrompere il percorso con, ad esempio, un cordolo in calcestruzzo.

• Posizionamento di porte su corridoi

Il posizionamento nelle strutture laterali, rispetto al divisorio, di porte può facilitare il passaggio di rumore "di ritorno". È necessario utilizzare serramenti con buone caratteristiche acustiche.



VERIFICA DEI REQUISITI DI LEGGE

alcune prove in opera ANPEL

Dal 2000 l'ANPEL ha realizzato una campagna di prove di isolamento acustico in opera in collaborazione con l'Università di Ferrara e Firenze. Obiettivo della sperimentazione è stato verificare l'effettivo rispetto dei limiti imposti dal DPCM 5/12/1997 ($R'_w \geq 50$ dB) su pareti divisorie realizzate con Lecablocco Fonoisolante.

A titolo di esempio si riportano i risultati di alcune fra le numerose misure in opera.

PROVE IN OPERA SU PARETI IN LECABLOCCO FONOISOLANTE sp. 20, 25 E 30 cm

$R'_w = 50$ dB (in opera)



Palazzina a Monterenzio (BO)
Lecablocco Fonoisolante spessore 20 cm

$R'_w = 53,4$ dB (in opera)



Palazzina a Massarosa (LU)
Lecablocco Fonoisolante spessore 25 cm

$R'_w = 51,4$ dB (in opera)



Palazzina a Firenze
Lecablocco Fonoisolante spessore 25 cm

$R'_w = 51,4$ dB (in opera)



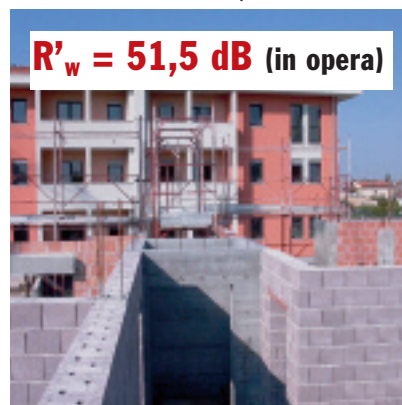
Palazzina a Porcari (LU)
Lecablocco Fonoisolante spessore 25 cm

$R'_w = 51,0$ dB (in opera)



Palazzina a Monte San Savino (AR)
Lecablocco Fonoisolante spessore 25 cm

$R'_w = 51,5$ dB (in opera)



Palazzina a Ronchi dei Legionari (GO)
Lecablocco Fonoisolante spessore 25 cm

$R'_w = 52,8$ dB (in opera)



Villette a schiera Sandra (VR)
Lecablocco Fonoisolante spessore 25 cm

$R'_w = 51,6$ dB (in opera)



Palazzina a Silea (TV)
Lecablocco Fonoisolante spessore 25 cm

$R'_w = 53,3$ dB (in opera)



Villette a schiera a Suzzara (MN)
Lecablocco Fonoisolante spessore 30 cm

Voce di capitolato

Muratura da intonacare per divisioni di unità immobiliari (eventualmente per tamponamento) anche portante eseguita con manufatti in calcestruzzo di argilla espansa Leca tipo "Lecablocco Fonoisolante", fornito da Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo le norme UNI EN ISO 9000 da Ente accreditato e dotata di certificazione di prodotto "Lecablocco Qualità Certificata" secondo le specifiche ANPEL.

I manufatti devono essere marcati CE secondo la norma UNI EN 771-3.

I manufatti devono avere dimensioni modulari (H x L) 20x25 e spessore ...cm, densità del calcestruzzo compresa tra 1200 e 1400 kg/m³ e percentuale di foratura inferiore al 25 %.

I blocchi devono possedere le seguenti caratteristiche minime:

- indice di valutazione del potere fonoisolante R_w non inferiore a 54 dB; tale valore deve risultare a un certificato ottenuto secondo la norma UNI EN ISO 140-3 e rilasciato da Laboratorio ufficiale.
- trasmittanza termica U della parete interna intonacata non superiore a 0,8 W/m²K (per spessore del blocco ≥ 25 cm).
- se utilizzati come muratura portante, i blocchi devono possedere una resistenza caratteristica a compressione nella direzione dei carichi verticali f_{yk} superiore a 5 N/mm² come comprovato da un Certificato, rilasciato da Laboratorio autorizzato, ottenuto secondo le modalità prescritte dal D.M. 20/11/1987 e valido per l'anno in corso.
- spessore delle costole esterne del blocco superiore a 20 mm.
- tolleranze dimensionali pari a +1;-3 mm per spessore e lunghezza e ± 2 mm sull'altezza, il tutto riferito alle dimensioni nominali di fabbricazione.

I blocchi inoltre devono essere dotati di certificazione comprovante un Indice di radioattività I inferiore a 0,5.

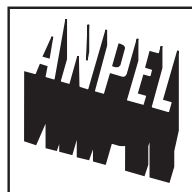
I blocchi dovranno essere posati con malta di classe M3 secondo DM 20/11/1987 (M1 o M2 per murature portanti in zona sismica) sia nei giunti orizzontali che verticali.

È compreso l'occorrente ponteggio per altezze fino a 3,5 metri dal piano di lavoro.
Sovrapprezzo per altezze superiori.

Euro/m²...
Euro/m²...



Dislocazione in Italia delle Aziende associate all'ANPEL.



PER COSTRUIRE MEGLIO

Associazione Nazionale Produttori Elementi Leca

Via Correggio, 3 - 20149 Milano
Tel. 02.48011970 - Fax 02.48012242
www.lecablocco.it infoanpel@lecablocco.it



Leca[®]blocco
QUALITÀ CERTIFICATA

Tagliafuoco

aggiornato al
D.P.R.
151/2011

Soluzioni certificate



LECABLOCCO TAGLIAFUOCO

una elevata resistenza al fuoco per murature sicure e durevoli



Leca, prodotto ecobiocompatibile certificato ANAB-ICEA.



Uno degli elementi della famiglia Lecablocco Tagliafuoco.

Lecablocco
QUALITÀ CERTIFICATA
Tagliafuoco

Le caratteristiche tecniche riportate sono relative alla produzione del Lecablocco secondo le specifiche ANPEL. Le verifiche e i controlli periodici garantiscono la qualità dei prodotti contrassegnati dal marchio "Lecablocco Qualità Certificata".

■ Leca è un prodotto naturale e sostenibile

Il Leca, principale costituente del Lecablocco, è un aggregato leggero che deriva dalla cottura di particolari argille all'interno di forni rotanti. Clinkerizzato a 1200°C, Leca è un inerte incombustibile ("Euroclasse A1" di reazione al fuoco), e non contiene sostanze organiche.

Caratterizzato da una struttura interna cellulare racchiusa entro una scorza esterna dura e resistente, Leca è un inerte granulare leggero, isolante termicamente, resistente ed ecocompatibile certificato ANAB-ICEA.

■ Lecablocco Tagliafuoco

I Lecablocco Tagliafuoco sono elementi modulari studiati per realizzare murature ad elevate prestazioni di resistenza al fuoco.

Costituiti da calcestruzzo alleggerito con argilla espansa Leca, di modulo 20x50 cm e spessore variabile da 8 a 30 cm, si dividono in due gruppi di prodotti a seconda dell'impasto:

- **Blocchi da intonaco:** elementi caratterizzati da un calcestruzzo molto leggero (densità di riferimento 800÷1.500 kg/m³) richiedono una intonacatura tradizionale per la finitura delle superfici;
- **Blocchi Facciavista:** elementi caratterizzati da un calcestruzzo di densità non superiore a 1600 kg/m³, presentano una superficie finita, che non necessita di intonaco o altro.

■ Vantaggi

- Ottimo comportamento al fuoco
- Euroclasse A1 di reazione al fuoco (incombustibile)
- Ottima resistenza meccanica
- Buoni valori di isolamento e inerzia termica (versione multicamera)
- Buoni valori di isolamento acustico (versione multicamera)
- Leggerezza e facilità di posa
- Realizzazione di murature con spessori ridotti rispetto ad altri materiali a parità di resistenza al fuoco

UNA MURATURA IN LECABLOCCO DOPO UN INCENDIO



Area Magazzino
distrutta dall'incendio

Lato opposto con
Produzione indenne

Si noti a sinistra il diverso comportamento di resistenza al fuoco dei diversi materiali (parete in Lecablocco e parete in laterizio) in seguito ad un incendio. La parete in Lecablocco ha resistito molto meglio lasciando il lato opposto indenne.

IL D.P.R. N.151 DELL'1/08/2011

Responsabilità del progettista e affidabilità delle prestazioni



D.P.R. 151/2011 – Nuovo Regolamento sulle procedure di prevenzione incendi.

Suddivisione delle attività soggette in tre categorie (Art. 2 comma 3 del DPR 151/2011). Alcuni esempi:

- A Impianto di produzione di calore fino a 350 kW
Albergo fino a 50 posti letto;
Autorimessa fino a 1000 m².
- B Impianto di produzione di calore tra 350 e 700 kW;
Albergo fino dai 50 ai 100 posti letto;
Autorimessa tra i 1000 m² e i 3000 m²;
Deposito di GPL dai 300 ai 1000 kg.
- C Impianto di produzione di calore oltre i 700 kW;
Albergo oltre i 100 posti letto;
Autorimessa oltre i 3000 m²;
Struttura sanitaria con oltre 100 posti letto;
Scuola oltre 300 persone;
Impianto fisso di distribuzione carburanti gassosi.

■ Il D.P.R. n.151 dell'1/08/2011 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi" ha modificato l'iter delle procedure di prevenzione incendi al fine di renderle più snelle e brevi.

Alla luce del Decreto le attività soggette alla normativa di prevenzione incendi sono state suddivise in tre Categorie con diverse conseguenze sui compiti e responsabilità a carico del progettista e dei Vigili del Fuoco, vale a dire:

| Categoria | Livello di rischio | Parere di conformità del progetto rilasciato dai V.V.F | Certificato di Prevenzione Incendi (C.P.I.) rilasciato dai V.V.F |
|-----------|--------------------|--|--|
| A | Basso | Non più previsto | Non più previsto |
| B | Medio | Obbligatorio | Non più previsto |
| C | Alto | Obbligatorio | Obbligatorio |

Le attività di Categoria A e B, numericamente, costituiscono la maggior parte di quelle soggette a prevenzione incendi.

Queste, anche se non più sottoposte al rilascio dei C.P.I. da parte dei Vigili del Fuoco, restano comunque soggette a tutte le disposizioni vigenti, sotto il controllo e la responsabilità del tecnico incaricato.

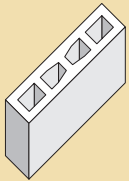
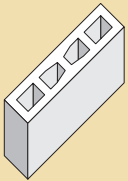
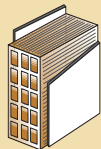
Di conseguenza crescono le responsabilità dirette dei Progettisti che quindi esigono dagli elementi costruttivi prestazioni certe, affidabili e supportate dalla documentazione richiesta dal D.M. 16/02/2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione" (per esempio il Fascicolo Tecnico del Produttore).

■ Prestazioni delle pareti in Lecablocco Tagliafuoco

Le pareti tagliafuoco, facciavista o intonacate, realizzate con i Lecablocchi hanno le migliori prestazioni di resistenza al fuoco.

Lo dimostrano 40 anni di prove al fuoco realizzate presso i migliori Laboratori italiani e lo confermano le tabelle del D.M. 16/2/2007 relative ai blocchi in calcestruzzo leggero (i Lecablocchi appunto), in calcestruzzo normale e in laterizio. Si riportano, a titolo di esempio, le prestazioni per blocchi di spessore 12 cm.

■ LO DICE LA NORMA E LO CONFERMA LA REALTÀ ■

| Lecablocco | Blocco in cls normale | Laterizio forato |
|---|---|---|
| sp.12 cm con fori monocamera | sp.12 cm con fori monocamera | sp.12 cm con percentuale di foratura > 55% |
|  |  |  |
| (parete facciavista) | (parete facciavista) | (parete intonacata) |
| EI 90 (metodo sperimentale) | EI 30 (metodo tabellare) | EI 30 (metodo tabellare) |

CLASSIFICAZIONE AL FUOCO "EI"

D.M.16/2/2007 e modalità di certificazione



Foto del lato non esposto al fuoco dopo la prova.

Nel nostro Paese il metodo sperimentale è stato tradizionalmente il più diffuso ed è illustrato nel seguito. Le Classi di resistenza al fuoco relative a pareti in Lecablocco Tagliafuoco facciavista riportate a pagina 7 sono riferite a tale metodo di classificazione. Al di fuori dei limiti previsti dal metodo sperimentale, è possibile certificare la classe di resistenza al fuoco delle pareti anche con gli altri metodi.

■ Nuove Classi di resistenza al fuoco

Il D.M. 16/2/2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione" ha aggiornato la normativa tecnica italiana introducendo le nuove modalità di prova e criteri di classificazione.

I prodotti e gli elementi costruttivi sono classificati in base alla loro capacità di mantenere per la durata di un incendio di progetto le seguenti caratteristiche:

- **R** è l'attitudine di un elemento (portante) a conservare la **capacità statica** sotto l'azione dell'incendio;
- **E** è l'attitudine di un elemento (di separazione o di compartimentazione) a mantenere la **tenuta ai fumi e alle fiamme**;
- **I** è l'attitudine di un elemento (di separazione o di compartimentazione) a **ridurre la trasmissione del calore** entro un dato limite.

Alla luce del nuovo Decreto, la Classe di resistenza al fuoco varia per una parete di separazione o compartimentazione in base alla sua funzione statica. Infatti, mentre con la precedente normativa questi elementi erano comunemente e indistintamente classificati come "REI", il Decreto 16/2/2007 nell'Allegato A ha chiarito che:

- la classificazione "REI" è attribuita a elementi portanti con funzione di compartimento antincendio (Prospetto A.2);
- la classificazione "EI" è attribuita a elementi di separazione non aventi funzione portante (Prospetto A.4).

| | Circ. n.91 del 14/09/61 | D.M. 16/02/07 |
|-------------------------------------|-------------------------|---------------|
| Pareti aventi funzione portante | REI | REI |
| Pareti non aventi funzione portante | REI | EI |



Per una parete non avente funzione portante (vale a dire sottoposta a prova in assenza di carichi verticali), la vecchia Classe "REI" è assolutamente equivalente alla nuova Classe "EI". Si sottolinea che si tratta esclusivamente di una differenza di simbologia rispetto alla normativa precedente.

■ Modalità di certificazione della resistenza al fuoco delle murature

Il D.M. 16/2/2007 indica nell'art.2 comma 3 che le prestazioni di resistenza al fuoco degli elementi costruttivi possono essere determinate secondo tre modalità:

- **Metodo analitico (calcoli)**, secondo gli Eurocodici e le relative Appendici Nazionali;
- **Metodo tabellare (confronto con tabelle)**, secondo le tabelle contenute nel Decreto e nella Circolare n.1968 del 15/2/2008 "Pareti di muratura portanti resistenti al fuoco";
- **Metodo sperimentale (prove)**; le prove in laboratorio devono essere condotte secondo le norme europee (per esempio UNI EN 1364-1 per le murature non portanti).

METODO SPERIMENTALE

differenze rispetto alla Circolare 91 e campo di diretta applicazione

■ Metodologia di prova

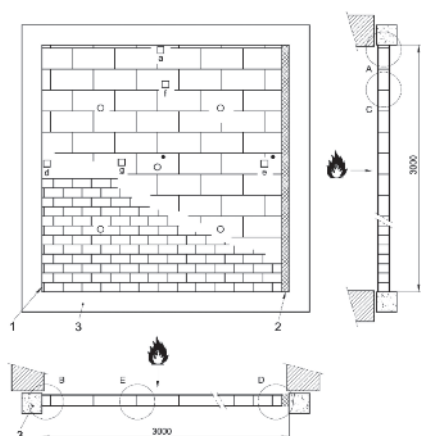
Il D.M. 16/2/2007 prevede che le prove sperimentali di resistenza al fuoco siano condotte secondo le moderne norme europee. Ad esempio per quanto riguarda le murature si applica la norma UNI EN 1364-1 per gli elementi non portanti.

La vecchia Circolare 91, pubblicata nel 1961, conteneva indicazioni datate e meno precise.

Nella seguente tabella si riporta un confronto tra le modalità di prova previste dalla UNI EN 1364-1 e quelle previste dalla vecchia normativa.

| | UNI EN 1364-1 (D.M. 16/2/2007) | Circ. n.91 del 14/09/61 |
|---|--|-------------------------|
| Altezza del campione | 3 metri | 2 metri |
| Lunghezza del campione | 3 metri | 2 metri |
| Modalità costruttiva del campione | un bordo verticale libero riempito con materiale resiliente e non combustibile | nessuna specifica |
| Numero delle termocoppie sulla faccia della parete non esposta al fuoco | non inferiore a 5 | non inferiore a 3 |
| Temperatura media sulla faccia non esposta al fuoco | 140°C + Ti (Ti temperatura ambientale all'inizio della prova) | ≤ 150°C |
| Misura della deformazione massima del campione durante la prova | Obbligatoria | non prevista |
| Campo di diretta applicazione | Limiti di utilizzo dei risultati di prova | non previsto |

L'elenco sopra riportato mostra come le nuove norme europee descrivano con precisione le modalità di prova e prescrivano dimensioni "reali" dei campioni.



Nell'immagine sopra si mostra la parete di prova secondo UNI EN 1364-1 con l'esempio di posizionamento delle termocoppie nella faccia della parete non esposta al fuoco e dei punti di misurazione della flessione della parete (dimensioni in mm).

■ Campo di diretta applicazione

Il campo di diretta applicazione è riportato nel **Rapporto di classificazione** rilasciato dal Laboratorio e consente di applicare i risultati di prova a pareti reali purché queste ultime prevedano le seguenti modifiche rispetto al campione provato:

- riduzione di altezza;
- aumento dello spessore del muro;
- aumento dello spessore dei materiali componenti;
- aumento di lunghezza del muro. È consentito senza limitazioni se il provino sottoposto a prova presenta una lunghezza minima di 3 metri con un bordo verticale libero;
- aumento di altezza del muro: è consentito per una altezza compresa tra 3 e 4 metri in funzione del risultato della prova.



In base al Rapporto di classificazione è possibile certificare pareti reali le quali rientrano nei limiti del campo di diretta applicazione. Per esempio, per pareti alte più di 4 metri il solo Rapporto di classificazione non può essere utilizzato per certificare le pareti reali: occorre il Fascicolo Tecnico del Produttore previsto dal D.M. 16/2/2007.

per applicazione estesa in base ai risultati di prove sperimentali



Esempio di parere tecnico positivo relativo ad un fascicolo tecnico emesso dal laboratorio di prova.

La normativa Europea di riferimento per il campo di applicazione diretta dei risultati di prova per pareti non portanti è la seguente:
UNI EN 1364-1:2002

Prove di resistenza al fuoco per elementi non portanti – Muri.

La normativa Europea di riferimento per il campo di applicazione estesa dei risultati di prova per pareti non portanti è la seguente:
UNI EN 15254-2:2009

Applicazione estesa dei risultati da prove di resistenza al fuoco – Pareti non portanti – Parte 2: Blocchi di gesso e muratura.

■ Campo di applicazione estesa

I rapporti di classificazione relativi alle prove sperimentali di resistenza al fuoco su murature riportano sempre i limiti del "campo di applicazione diretta" dei risultati delle prove stesse.

Oltre detti limiti è ancora possibile avvalersi dei risultati delle prove sperimentali ricorrendo ai criteri di "applicazione estesa" definiti da specifiche norme europee; si opera così nel cosiddetto "campo di applicazione estesa".

Per le murature non aventi funzione portante la norma di riferimento è la UNI EN 15254-2 "Applicazione estesa dei risultati da prove di resistenza al fuoco – pareti non portanti – blocchi di gesso e muratura".

■ Fascicolo Tecnico del Produttore secondo D.M. 16/2/2007

Il DM 16.02.07, art. 4 comma 4 e allegato B, stabilisce che, per variazioni dell'elemento o del prodotto non previste nel "campo di applicazione diretta" dei risultati sperimentali, il Produttore predisponga e renda disponibile un apposito documento denominato "Fascicolo Tecnico".

Nel caso di murature tagliafuoco il Produttore, con la redazione del Fascicolo Tecnico, attribuisce caratteristiche di resistenza al fuoco a pareti "reali", anche differenti da quelle provate, applicando i criteri ed i limiti espressi dalle norme di riferimento, a partire dai riscontri di prove sperimentali appositamente condotte. Il Fascicolo Tecnico è a disposizione del Professionista che se ne avvale per le certificazioni di sua competenza.



*Il DM 16.02.07 prevede che la correttezza delle valutazioni riportate nel Fascicolo Tecnico sia **accertata dallo stesso Laboratorio di Prova** che ha eseguito la sperimentazione di cui si estendono i risultati.*

*Questa "validazione", espressa mediante un **parere tecnico positivo** da allegare ad ogni Fascicolo Tecnico, si pone, specie per il Professionista, a **garanzia del fatto che l'estensione dei risultati sperimentali alla parete "reale" sia effettivamente conforme ai criteri delle norme e ne rispetti i limiti.***

Non si può, invece, attribuire una classificazione di resistenza al fuoco a murature "reali", che differiscano dal campione provato, nei casi in cui:

- le caratteristiche della muratura "reale" siano tali da non rientrare nei criteri e limiti del "campo di applicazione estesa";
- non sia disponibile il Fascicolo Tecnico della muratura "reale";
- il Fascicolo Tecnico non sia validato dal Laboratorio che ha eseguito la prova sperimentale.

Il "campo di applicazione estesa" definisce la più ampia possibilità di applicazione dei risultati delle prove e quindi del metodo sperimentale, tuttavia pone anche dei limiti. In particolare l'altezza della parete "reale", se ci si avvale dei soli risultati di prova sul campione non può comunque superare gli 8 metri.

Oltre detto limite è quindi necessario avvalersi di valutazioni complementari e di approcci alternativi (quali il metodo analitico o quello tabellare).

CLASSIFICAZIONE EI

pareti in Lecablocco Tagliafuoco Facciavista















Le pareti non intonacate vanno realizzate con giunti orizzontali e verticali di posa con malta tipo M5 (UNI EN 998-2). Per murature di grandi dimensioni (altezze superiori ai 4 m) il sistema prevede irrigidimenti orizzontali e verticali come specificato a pagina 10 e seguenti.

■ I limiti di altezza indicati sono quelli massimi per i quali è possibile classificare la muratura con il metodo sperimentale e sono quelli riportati nei fascicoli tecnici.

Si consiglia di contattare direttamente l'Assistenza Tecnica per informazioni circa le modalità di determinazione delle prestazioni di resistenza al fuoco per pareti non portanti di altezza superiore a 8 m.

Lecablocco Tagliafuoco Facciavista – pareti non portanti – Classificazione secondo metodo sperimentale

altezza limite di validità dei valori di resistenza al fuoco in applicazione diretta o estesa

| | | | 3 m | 4 m | 5 m | 6 m | 7 m | 8 m |
|--|--------|---|-----|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----|
| Classificazione di resistenza al fuoco per pareti non portanti | EI 60 |  B8x20x50 2 pareti | | h_{max} 4,0 m | | | | |
| | EI 90 |  B12x20x50 2 pareti | | h_{max} 4,6 m | | | | |
| | |  B15x20x50 2 fori | | | h_{max} 5,8 m | | | |
| | EI 120 |  LecaliteT8x28x55 pieno** | | h_{max} 4,0 m | | | | |
| | |  LecaliteT10x28x55 semipieno** | | h_{max} 4,0 m | | | | |
| | |  B12x20x50 3 pareti | | h_{max} 4,0 m | | | | |
| | |  B15x20x50 3 pareti | | h_{max} 4,0 m | | | | |
| | |  B20x20x50 2 fori | | | | | h_{max} 7,8 m | |
| | EI 180 |  LecaliteT10x28x55 pieno** | | h_{max} 4,0 m | | | | |
| | |  LecaliteT12x28x55 semipieno** | | h_{max} 4,8 m | | | | |
| | |  B20x20x50 3 pareti | | | | | h_{max} 7,8 m | |
| | EI 240 |  B20x20x50 4 pareti | | | | | h_{max} 7,8 m | |
| | |  B25x20x50 4 pareti | | | | | h_{max} 8,0 m | |
| | |  B30x20x50 4 pareti | | | | | h_{max} 8,0 m | |

Lecablocco Tagliafuoco Facciavista – pareti non portanti – Classificazione secondo metodo tabellare (D.M. 16/02/2007 – Allegato D)




| | | | | | | | |
|--------|--|--|--|--|--|-----|--|
| EI 180 |  B25x20x50 2 fori | | | | | | |
| EI 240 |  B30x20x50 2 fori | | | | | (*) | |

* La classificazione di resistenza al fuoco (secondo allegato D del D.M. 16/02/2007) è valida per altezze della parete tra i due solai o distanze tra due elementi di irrigidimento con equivalente funzione di vincolo non superiori ai 4 m.

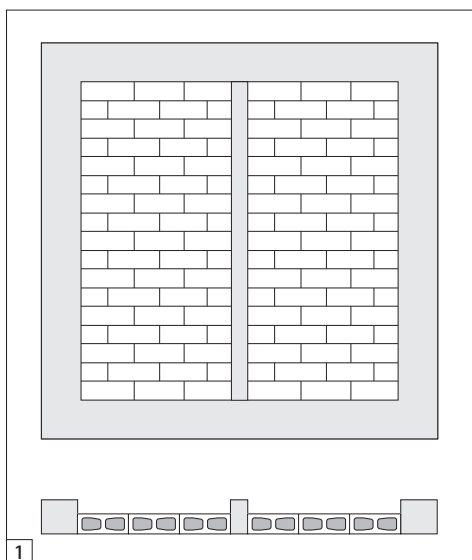
** Pareti posate con malta cementizia a consistenza fluida nei giunti orizzontali e ad incastro in quelli verticali.

VANTAGGI DEL CLS LEGGERO

la conferma delle prove comparative ANPEL

| Principali caratteristiche rilevate negli elementi provati | | Densità kg/m ³ | |
|---|---|---------------------------|-------|
| | | 1.500 | 2.000 |
| Blocchi Pieni | | | |
| (Dimensioni modulari cm 50x20x10) | | | |
|  | Percentuale di foratura | % | 0 |
| | Peso a secco | kg | 13,7 |
| | Carico di rottura per compressione (resistenza media norm.) | N/mm ² | 21,6 |
| | | | 26,9 |
| Blocchi cavi B 12 2 pareti | | | |
| (Dimensioni modulari cm 50x20x12) | | | |
|  | Percentuale di foratura | % | 26,9 |
| | Peso a secco | kg | 11,0 |
| | Carico di rottura per compressione (resist. media norm.) | N/mm ² | 11,4 |
| | | | 13,1 |
| Blocchi cavi B 20 2 fori | | | |
| (Dimensioni modulari cm 50x20x20) | | | |
|  | Percentuale di foratura | % | 45,4 |
| | Peso a secco | kg | 13,4 |
| | Carico di rottura per compressione (resist. media norm.) | N/mm ² | 8,1 |
| | | | 11,5 |

1. Schema del pannello provato.
2. Esempi di Lecablocco Tagliafuoco a più file di pareti (Multicamera).



1

2

La ricerca

L'ANPEL sotto la direzione del Centro Studi ed esperienze dei VV.F. di Roma, ha realizzato una serie di prove comparative per studiare le prestazioni tagliafuoco di murature in blocchi di calcestruzzo tradizionale ($\gamma = 2.000 \text{ kg/m}^3$) e blocchi in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa ($\gamma = 1.500 \text{ kg/m}^3$).

Sono stati scelti tre tipi di blocchi a due differenti densità: un blocco pieno per verificare l'influenza del solo parametro densità (1.500 kg/m^3 contro 2.000 kg/m^3), e due blocchi forati con differente spessore e percentuale di foratura. Sono stati costruiti 3 pannelli murari di dimensione $3 \times 3 \text{ m}$ suddivisi in due semipareti, una con i blocchi a 1.500 kg/m^3 e l'altra con i blocchi a 2.000 kg/m^3 , mantenendo separate le due semipareti da un pilastro in blocchi isolanti.

I risultati

- 1) Lecablocco Tagliafuoco ha superato anche le prove al fuoco condotte secondo la norma europea EN1364-1 confermando l'attuale rapporto spessore/classe di resistenza al fuoco.
- 2) A parità di geometria, il calcestruzzo a densità 1.500 kg/m^3 ha un tempo di resistenza al fuoco considerevolmente superiore a quello a densità 2.000 kg/m^3 (vedi tabella).

Sicurezza contro il fuoco

Lecablocco Tagliafuoco nelle geometrie a più file di pareti o "Multicamera" (vedi Fig. 2) abbina superiori prestazioni di resistenza al fuoco e maggiore sicurezza.

Infatti durante un incendio le pareti dei blocchi sul lato della muratura esposto al fuoco sono sottoposte a notevoli sollecitazioni termiche. Disporre di più file di pareti è quindi la garanzia di una più efficace difesa contro il fuoco.

Miglioramento percentuale di resistenza al fuoco del calcestruzzo alleggerito rispetto al calcestruzzo pesante in corrispondenza delle costole.

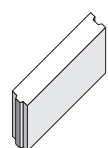
| | Incremento % in corrispondenza delle costole | Incremento % in corrispondenza delle camere d'aria |
|---------------------|--|--|
| Blocco B10 pieno | + 63% | * |
| Blocco B12 2 pareti | + 36% | + 24% |
| Blocco B20 2 fori | + 23% | + 18% |

* Non applicabile in quanto il blocco provato è pieno.

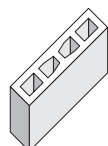
VANTAGGI DEL CLS LEGGERO

la conferma della normativa italiana e americana

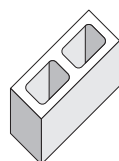
!!! La Normativa italiana e quella americana, coerentemente con la campagna di prove svolte dall'ANPEL, ribadiscono che un blocco in calcestruzzo di argilla espansa ha le caratteristiche di resistenza al fuoco migliori rispetto ad un blocco in calcestruzzo tradizionale.



Blocco Pieno Sp.10 cm



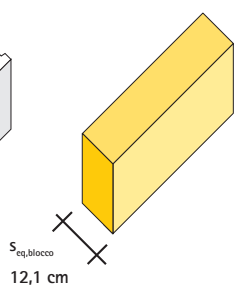
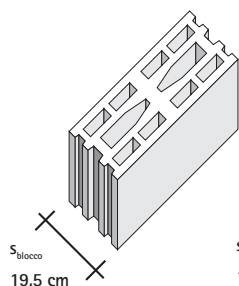
Blocco B12 2 pareti



Blocco B20 2 fori

Tabella 2. Confronto tra prestazioni di resistenza al fuoco di blocchi in calcestruzzo alleggerito e in calcestruzzo tradizionale secondo la normativa americana. Calcolo dello spessore equivalente per classe di resistenza al fuoco 180.

| Blocco in calcestruzzo | tradizionale | di argilla espansa |
|---|--------------|--------------------|
| Densità dell'impasto di calcestruzzo kg/m ³ | 2.100 | 1.600 |
| % in volume di ghiaietto | 40 % | 15 % |
| % in volume di sabbia | 60 % | 35 % |
| % in volume di argilla espansa (densità ≤ 700 kg/m ³) | 0 % | 50 % |
| Spessore equivalente minimo del blocco per classe 180 | 13,0 cm | 11,5 cm |



■ Normativa italiana

Il D.M. 16/02/2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione" ribadisce il vantaggio nelle prestazioni delle pareti in blocchi in calcestruzzo alleggerito ($\rho \leq 1700 \text{ kg/m}^3$) rispetto a murature in blocchi di calcestruzzo tradizionale.

Di seguito si riporta un esempio in cui si può notare facilmente come le prestazioni per blocchi in calcestruzzo tradizionale siano inferiori rispetto a quelle dei blocchi in calcestruzzo alleggerito.

Tabella 1. Confronto tra prestazioni di resistenza al fuoco di alcuni blocchi in calcestruzzo leggero e in calcestruzzo tradizionale secondo la normativa italiana (D.M. 16/02/2007 – Allegato D)

| | Blocchi di cls normale D.M. 16/02/2007 Tabella D.4.2 | Blocchi in cls leggero ($\rho \leq 1700 \text{ kg/m}^3$) D.M. 16/02/2007 Tabella D.4.3 |
|-----------------------|--|--|
| Blocco Pieno Sp.10 cm | EI 30 | EI 90 |
| Blocco B12 2 pareti | EI 30 | EI 60 |
| Blocco B20 2 fori | EI 90 | EI 120 |

■ Normativa americana

Negli Stati Uniti la resistenza al fuoco di murature in blocchi può essere determinata in due modi:

- secondo modalità di prova al forno simili a quelle utilizzate in Italia;
- con il metodo di calcolo semplificato della norma ANSI/ACI 216.1-97, TMS-0216-97 "Standard Method for Determining Fire Resistance of Concrete and Masonry Construction Assemblies" (*). I risultati ottenuti applicando questo metodo sono ovviamente cautelativi.

Per determinare la resistenza al fuoco di una parete con tale metodo semplificato occorre calcolare:

- lo spessore equivalente del blocco utilizzato $s_{eq,blocco}$, vale a dire lo spessore della sua parte piena tolti i vuoti;
- lo spessore equivalente minimo (per una determinata classe di resistenza al fuoco, per esempio 180) $s_{eq,180}$, calcolato in funzione della composizione in volume degli aggregati con cui è prodotto il blocco (sabbia, ghiaietto, inerti leggeri).

Se risulta che:

$$s_{eq,blocco} \geq s_{eq,180}$$

la parete realizzata con un determinato blocco è classificata con una classe di resistenza al fuoco 180.

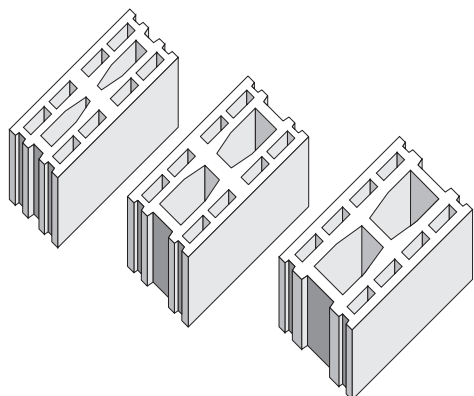
Con riferimento alla Tabella 2, per il blocco B20 4 pareti facciavista prodotto con un impasto di calcestruzzo di argilla espansa $s_{eq,blocco}$ risulta essere 12,1 cm, mentre $s_{eq,180}$ è pari a 11,5 cm.

Poiché $s_{eq,blocco} > s_{eq,180}$, la parete realizzata con questo blocco è classificata con una classe di resistenza al fuoco 180. Per il blocco B20 4 pareti facciavista prodotto con un impasto di calcestruzzo tradizionale $s_{eq,blocco}$ risulta essere 19,5 cm, mentre $s_{eq,180}$ è pari a 13,0 cm.

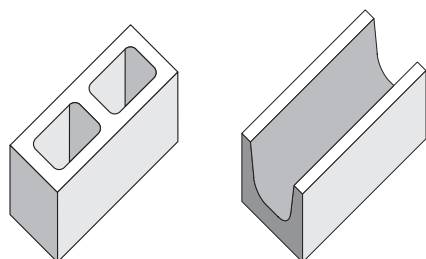
Poiché $s_{eq,blocco} < s_{eq,180}$, la parete realizzata con questo blocco non può essere classificata con una classe di resistenza al fuoco 180.

IL SISTEMA COSTRUTTIVO

gli elementi fondamentali: i Lecablocchi Tagliafuoco



Lecablocco Tagliafuoco Multicamera AD ALTE prestazioni tecniche, per murature di grandi dimensioni (spessore 20, 25, 30 cm).



Lecablocco Cavo e Lecablocco Correa (spessore 20, 25, 30 cm), per formazione degli irrigidimenti verticali (pilastrini) e orizzontali (cordoli).

Esempio di muratura rinforzata di grandi dimensioni con irrigidimenti verticali e orizzontali.

I pilastrini e i cordoli, in opera, sono costituiti dalle due costole perimetrali del Lecablocco tipo cavo o correa e da un getto pieno di calcestruzzo.

La resistenza al fuoco dei pilastrini e dei cordoli è quindi garantita sia dallo spessore pieno di calcestruzzo, sia dall'adeguato ricoprimento delle armature di irrigidimento.

I Lecablocchi si sono affermati come la migliore soluzione in tutti quegli impieghi in cui è necessario l'utilizzo di pareti aventi resistenza al fuoco.

In ambito industriale e terziario, l'utilizzo di edifici prefabbricati con ampie maglie strutturali ha portato alla realizzazione di **murature "snelle"** che devono garantire sicurezza statica sia in condizione di esercizio che in caso di incendio (murature Tagliafuoco alte).

Il Sistema Costruttivo "Lecablocco Tagliafuoco" abbina le tecniche costruttive più idonee alla realizzazione di murature alte tagliafuoco alle prestazioni di resistenza al fuoco proprie di un blocco in argilla espansa Leca.

■ Lecablocchi Tagliafuoco

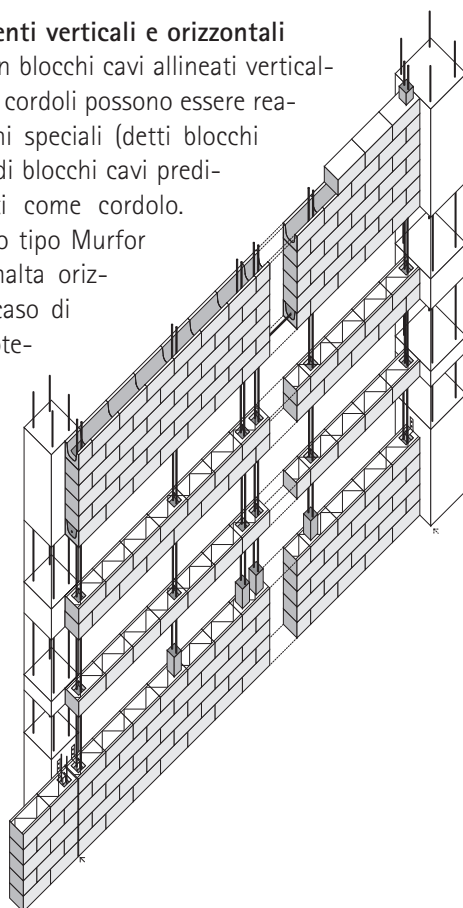
Le prestazioni al fuoco certificate dei Lecablocchi Tagliafuoco sono presentate a pag. 7.

In particolare i Lecablocchi Tagliafuoco multicamera sono la migliore soluzione tecnica in quanto consentono di ottenere elevate prestazioni di resistenza al fuoco, isolamento termico e acustico. La leggerezza di Lecablocco Tagliafuoco, **dovuta all'utilizzo dell'argilla espansa Leca, porta, inoltre, ad una riduzione della spinta orizzontale dovuta all'azione sismica.**

■ Lecablocchi per irrigidimenti verticali e orizzontali

I pilastrini sono realizzati in blocchi cavi allineati verticalmente con giunti sfalsati. I cordoli possono essere realizzati all'interno di blocchi speciali (detti blocchi correa) oppure all'interno di blocchi cavi predisposti ad essere utilizzati come cordolo.

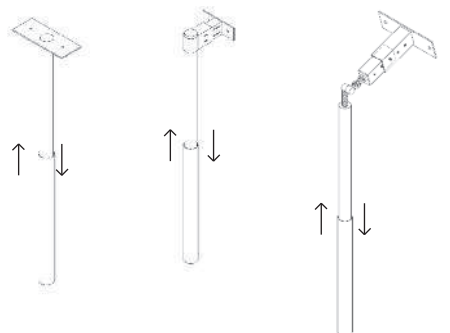
L'uso del traliccio metallico tipo Murfor all'interno dei giunti di malta orizzontali è consigliato nel caso di murature sottoposte a notevoli azioni orizzontali.



IL SISTEMA COSTRUTTIVO

I sistemi di ancoraggio alla struttura

Gli elementi del sistema

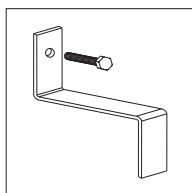


Staffa
sottotrave

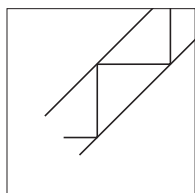
Staffa
fianco trave

Staffa
superficie inclinata

Staffe telescopiche da inserire nei pilastri verticali di irrigidimento per vincolare la muratura alle strutture orizzontali e di copertura dell'edificio. Disponibili per aggancio sottotrave, fianco trave o superficie inclinata.



Zanca utilizzata per il collegamento della muratura alla struttura verticale.



Traliccio piatto da inserire nei giunti orizzontali di malta per rinforzo delle murature.



Malta di posa e Calcestruzzo strutturale per irrigidimenti:

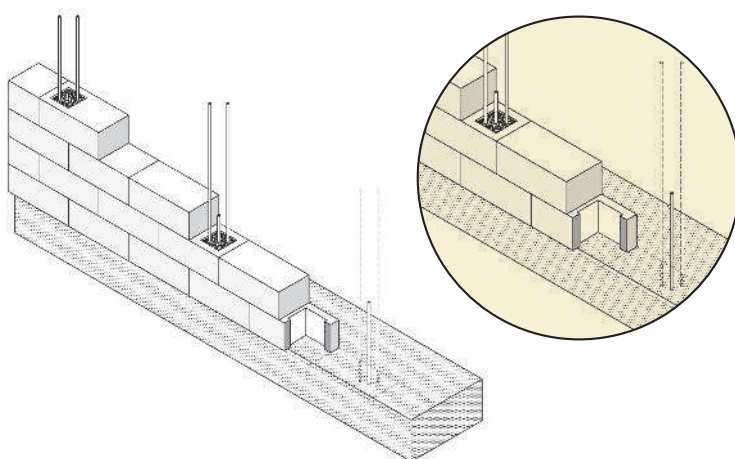
Per realizzare murature con caratteristiche di resistenza al fuoco occorre utilizzare malte di posa con caratteristiche analoghe o migliorative rispetto a quelle utilizzate per realizzare la parete certificata (M5 o superiore).

Il calcestruzzo utilizzato per gli irrigidimenti orizzontali e verticali ha una funzione strutturale e deve possedere idonee caratteristiche meccaniche.

L'utilizzo di malte e calcestruzzi premiscelati rappresenta la soluzione più vantaggiosa perché con prestazioni garantite e riducono la velocità di preparazione in cantiere.

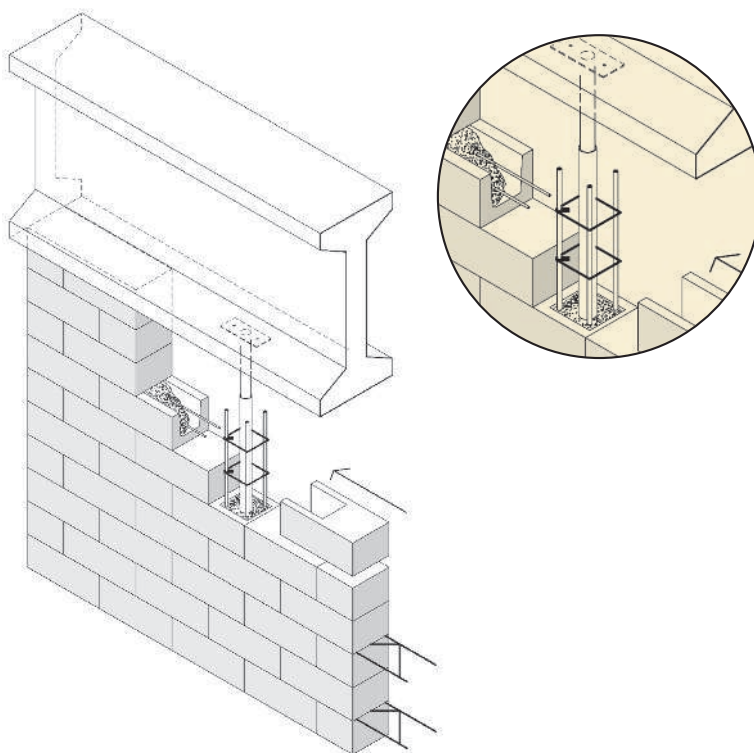
■ Ancoraggio alla fondazione

In corrispondenza della base, ed in particolare degli irrigidimenti verticali (pilastri), la muratura rinforzata deve essere efficacemente collegata alla fondazione (ad esempio tramite chiamate). I collegamenti e la stessa fondazione devono tenere conto delle sollecitazioni trasmesse dalla muratura in funzione del tipo di vincolo realizzato.



■ Ancoraggio a travi

Esempio di vincolo in corrispondenza della base di una trave prefabbricata. L'elemento di collegamento utilizzato contiene un sistema telescopico in grado di assorbire i movimenti di innalzamento e abbassamento della trave senza trasmettere azioni verticali alla muratura.

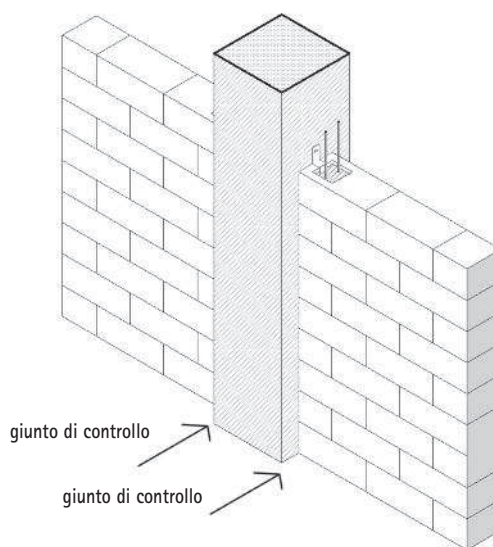
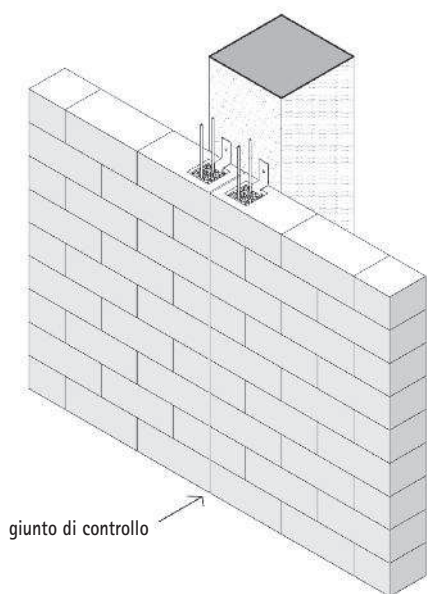


IL SISTEMA COSTRUTTIVO

ancoraggio ai pilastri e giunti di controllo

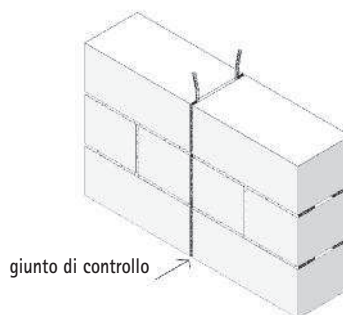
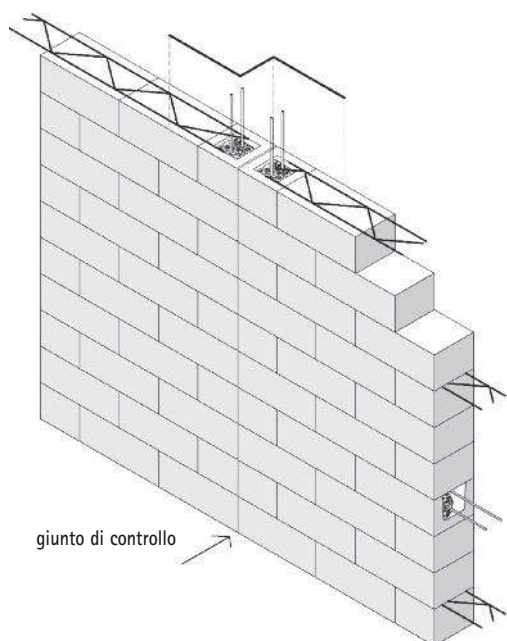
■ Ancoraggio ai pilastri

La muratura va collegata verticalmente ai pilastri prefabbricati. Il collegamento è realizzato con staffe metalliche il cui numero e la cui disposizione sono determinati in funzione dell'azione orizzontale trasmessa dalla muratura.



■ Giunti di controllo

I giunti di controllo sono interruzioni continue della sezione verticale del muro. Qualora si verificano tensioni superiori alla resistenza a trazione e taglio della parete, queste si scaricano in corrispondenza dei giunti di controllo evitando la creazione di fessurazioni. In certi casi può essere necessario dare stabilità in corrispondenza dei giunti di controllo utilizzando ferri di armatura piegati a 90°. La distanza fra i giunti di controllo è funzione dello spessore del muro e dell'esposizione della parete (esterna o interna).



IL SISTEMA COSTRUTTIVO

sigillatura tagliafuoco dei giunti di controllo



Cartuccia di sigillante tagliafuoco.

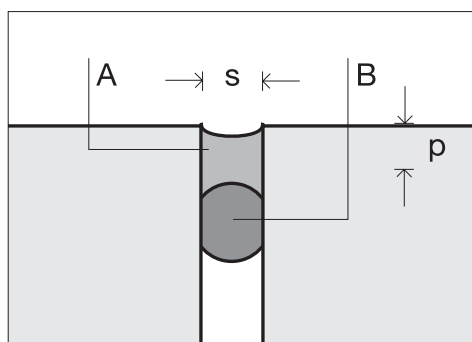


Figura 1

Schema di sigillatura tagliafuoco per giunti di controllo verticali (tutti gli spessori) e orizzontali (spessori fino a 3÷4 cm). Nella figura:

A - sigillante tagliafuoco;

B - cordone in filotene per riempimento dei giunti di controllo;

s - spessore del giunto di controllo;

p - profondità della sigillatura tagliafuoco.

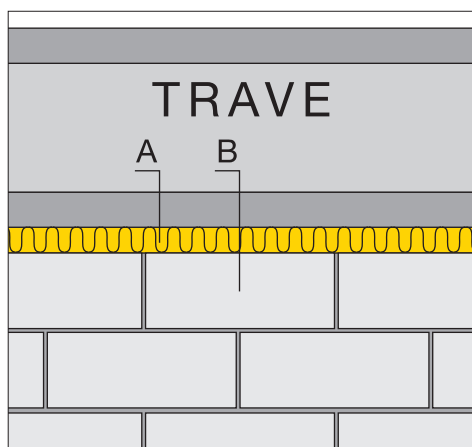


Figura 2

Sigillatura tagliafuoco per giunti orizzontali sotto trave (spessore maggiore di 3/4 cm).

Nella figura:

A - Materassini espandenti tagliafuoco;

B - Muratura;

La corretta sigillatura dei giunti di controllo riveste una grande importanza nella realizzazione di murature tagliafuoco. Infatti l'eventuale formazione di cavillature potrebbe compromettere, in caso di incendio, l'ermeticità della compartimentazione.

■ Sigillatura dei giunti verticali

In presenza di giunti di controllo verticali (vedi fig. 1) si procede alla sigillatura con idonei elastomeri previo inserimento di materiali (cordoni) tipo filotene.

Il diametro del cordone deve essere inoltre maggiore rispetto allo spessore del giunto. Per esempio per giunti di spessore 10 mm è consigliabile utilizzare un cordone di diametro 20 mm.

Il sigillante deve possedere elevate caratteristiche di elasticità a freddo per evitare la formazione di fessure per i movimenti differenziali delle due strutture che esso delimita. Nello specifico delle murature tagliafuoco, il sigillante tagliafuoco deve conservare la sua integrità anche durante l'incendio in modo da preservare il requisito di ermeticità.

Per garantire la resistenza della sigillatura, occorre realizzare giunti di profondità p crescente in funzione dello spessore s del giunto. A tal proposito è necessario rifarsi alle indicazioni fornite dai produttori sulla base delle certificazioni di resistenza al fuoco.

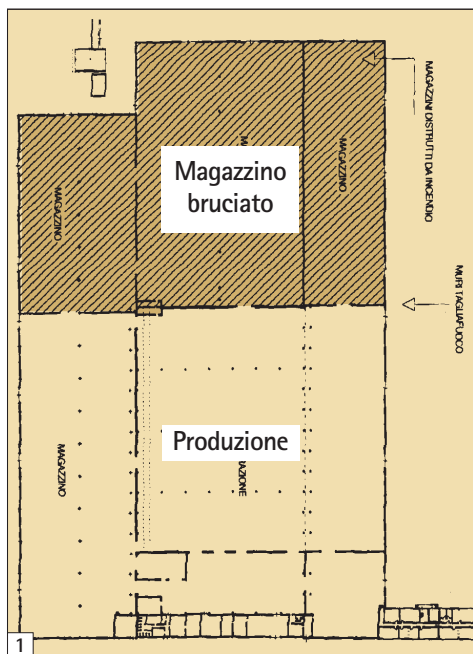
■ Sigillatura dei giunti orizzontali

La sigillatura tagliafuoco dei giunti orizzontali (trave muratura) può essere realizzata in due modi:

- in presenza di giunti di controllo orizzontali di spessore fino a 3/4 cm, viene utilizzato lo stesso sistema con cordone e sigillante tagliafuoco descritto a proposito dei giunti verticali.
- per spessori maggiori di 3/4 cm si possono utilizzare materassini espandenti che vengono inseriti manualmente comprimendo i materassini nello spessore del giunto orizzontale tra muratura e trave. Questi materassini con temperature intorno a 200°C iniziano un processo di espansione. Oltre tale temperatura modificano la loro struttura fisica formando una schiuma rigida a celle chiuse che crea una barriera al passaggio di fumi e fiamme.

ESEMPIO DI INCENDIO

comportamento della muratura in Lecablocco Tagliafuoco



1. Planimetria del fabbricato interessato dall'incendio. La compartimentazione tagliafuoco tra produzione e magazzino è stata progettata dall'ing. L. Gambogi.
2. Vista generale del fabbricato distrutto dall'incendio.
3. Differente comportamento delle murature in laterizio ed in Lecablocco Tagliafuoco nella zona direttamente interessata dall'incendio.



■ Caratteristiche del fabbricato interessato da un incendio

Lo stabilimento industriale posto lungo l'autostrada Firenze - Mare, di complessivi mq 24.530, avente un'altezza media di ml 6,50 è adibito alla trasformazione di carta e a magazzino prodotti finiti. Quest'ultimo di circa mq 10.000 è diviso dal reparto lavorazione mediante un muro tagliafuoco che spinge dalla quota zero fino al di sotto dell'estradosso della lastra di copertura delle travi a "Y".

Il muro tagliafuoco è stato costruito, seguendo le tecniche di buona costruzione, con Lecablocco Tagliafuoco di spessore cm 25 (con irrigidimenti orizzontali e trasversali gettati entro blocchi speciali) e nello stesso erano inseriti due portoni tagliafuoco certificati REI 180.

■ L'incendio

In data 11/03/98 l'intero magazzino è stato interessato da un violentissimo incendio che ha distrutto tutto il materiale immagazzinato ed ha portato al crollo delle coperture. La durata dell'incendio si è protratta da circa le ore 18.00 del giorno 11 marzo a circa le ore 5.00 del giorno successivo con la fase più acuta dalle ore 18.00 alle ore 23.00. La temperatura raggiunta è stata elevatissima tanto che i portoni sono divenuti quasi trasparenti e le fiamme si notavano nel raggio di circa 10 km.

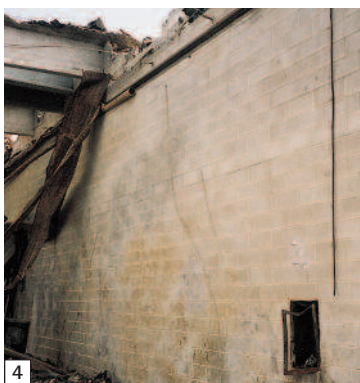
■ Dopo l'incendio

Il muro Tagliafuoco in Lecablocco a protezione della zona lavorazione (foto 5), tenuto continuamente bagnato dai Vigili del fuoco, dopo il loro arrivo, ha contenuto perfettamente l'incendio permettendo all'azienda nel giro di qualche giorno di riprendere il lavoro.

Particolarmente evidente (foto 3) il differente comportamento delle murature in laterizio e in Lecablocco Tagliafuoco nella zona direttamente interessata dall'incendio.

4. La muratura in Lecablocco Tagliafuoco che ha resistito all'incendio ed al collasso strutturale delle travi della copertura.

5. L'incendio è stato confinato dall'altro lato della partizione in Lecablocco Tagliafuoco salvando la zona Produzione.

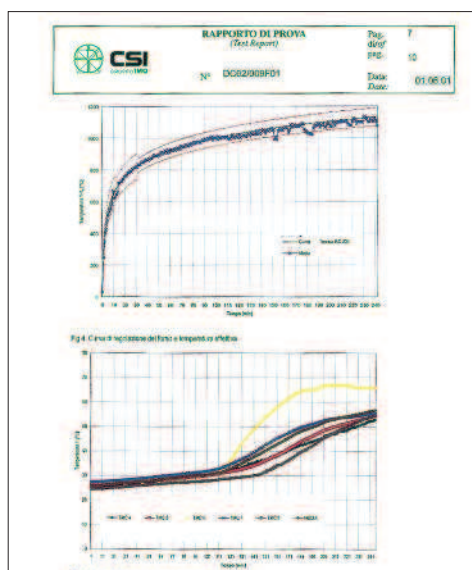
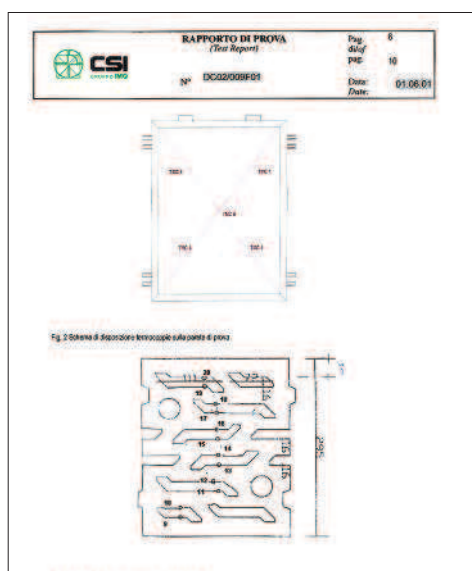


UN INTERVENTO PREVENTIVO

i Rifugi Antincendio nel Tunnel del Monte Bianco



Certificati di Resistenza al fuoco REI

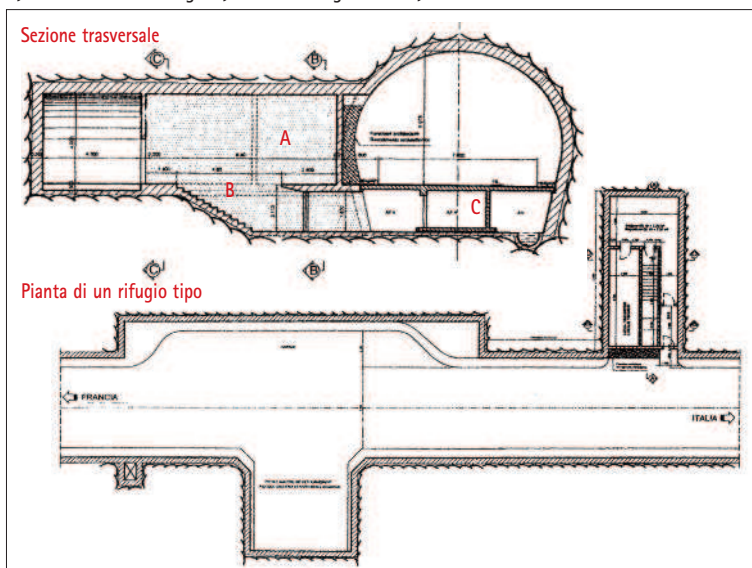


Il drammatico incendio scoppiato nel Tunnel del Monte Bianco il 24 marzo 1999 ha portato ad una serie di interventi necessari per garantirne la sicurezza in relazione ai livelli di traffico attuali. Tuttavia i sistemi di sicurezza, se non associati a vie di fuga protette e facilmente accessibili, possono rivelarsi comunque non sufficienti. Per dotare il traforo di una via di fuga indipendente dalla sede stradale, i progettisti hanno scelto di utilizzare alcuni condotti posti sotto la sede stradale collegandoli al tunnel per mezzo di scale poste all'interno dei rifugi antincendio. È pertanto evidente che la prestazione di resistenza al fuoco delle pareti di separazione tunnel/rifugio è di primaria importanza per garantire anche la sicurezza delle vie di fuga.

La normativa tecnica ha imposto alle pareti severi requisiti di resistenza al fuoco, in particolare le classi **CN 240** e **HCM 120**. I due differenti indici tengono conto di due possibili tipi di incendio: alla classe CN, assimilabile alla classe REI, è associato un incendio con un aumento relativamente lento della temperatura; alla classe HCM è associato un incendio con un aumento di temperatura molto rapido, caso che si verifica quando bruciano sostanze altamente infiammabili quali combustibili. Per garantire la sopravvivenza delle persone all'interno dei rifugi, si è inoltre imposto di valutare entrambi gli indici ammettendo una temperatura massima sul lato della parete non esposto al fuoco di 60°C contro i 150°C ammessi dalla normativa italiana. I progettisti si sono pertanto orientati verso il **Lecablocco Bioclima** che possiede una bassa densità dell'impasto di calcestruzzo Leca (circa 1.000 kg/m³), garanzia di elevato isolamento termico del materiale. Le prove di resistenza al fuoco condotte presso un prestigioso laboratorio hanno testimoniato la validità della scelta progettuale soddisfacendo i severi requisiti prescritti.

Pianta e Sezione tipo di un rifugio

A) Accesso alle vie di fuga. B) Scala di collegamento. C) Canali di ventilazione.





Muratura Tagliafuoco Facciavista

Muratura facciavista eseguita con manufatti in calcestruzzo di argilla espansa Leca tipo "Lecablocco Tagliafuoco Facciavista" fornito da Azienda con Sistema di Qualità certificato da Ente accreditato secondo la norma UNI EN ISO 9001 e dotata di certificazione di prodotto «Lecablocco Qualità Certificata» secondo le specifiche ANPEL. I manufatti devono essere marcati CE secondo la norma UNI EN 771-3.

I manufatti devono avere dimensioni modulari (HxL) 20x50 cm e spessorecm, densità del calcestruzzo di argilla espansa compresa tra 1.400 e 1.600 kg/m³. La parete deve essere posata con malta M5 (UNI EN 998-2) ovvero con malta pronta per Lecablocco Tagliafuoco. Se la parete è portante, il blocco deve garantire una resistenza caratteristica a compressione f_{bk} non inferiore a 5 N/mm².

Le prestazioni di resistenza al fuoco, determinate secondo D.M. 16/2/2007, devono fornire:

- (per murature non portanti) una Classe di resistenza al fuoco EI ..., determinata con metodo tabellare conformemente all'Allegato D del D.M. 16/2/2007; ovvero con metodo sperimentale (altezza massima della parete pari a ...) con documentazione tecnica conforme all'Allegato B del D.M. 16/2/2007 (Fascicolo tecnico del Produttore);
- (per murature portanti) una Classe di resistenza al fuoco REI ... determinata con metodo tabellare in conformità alla Circolare del Ministero degli Interni n°1968 del 15/2/2008.

Sono compresi gli oneri per la formazione di spalle, architravi; i giunti di controllo sigillati con prodotti adeguati sono computati a parte.

Nel caso di murature in Lecablocco Tagliafuoco di grandi dimensioni:

Sono inclusi inoltre la fornitura e posa in opera di eventuali pezzi speciali, correa e pilastro, per la formazione di irrigidimenti sia orizzontali che verticali, armature metalliche, ferramenta per il collegamento alla struttura, getti di calcestruzzo confezionato in cantiere oppure premiscelato tipo... per i sopra menzionati irrigidimenti e quant'altro occorre per eseguire la muratura a regola d'arte.

Sigillatura dei giunti.

€/m²

€/m²

Muratura Tagliafuoco da intonaco



Muratura da intonacare eseguita con manufatti in calcestruzzo di argilla espansa Leca tipo "Lecablocco Tagliafuoco da intonaco" fornito da Azienda con Sistema di Qualità certificato da Ente accreditato secondo la norma UNI EN ISO 9001 e dotata di certificazione di prodotto «Lecablocco Qualità Certificata» secondo le specifiche ANPEL. I manufatti devono essere marcati CE secondo la norma UNI EN 771-3.

I manufatti devono avere dimensioni modulari (HxL) 20x50 cm e spessorecm, densità del calcestruzzo di argilla espansa compresa tra 800 e 1.500 kg/m³. La parete deve essere posata con malta M5 (UNI EN 998-2) ovvero con malta pronta per Lecablocco Tagliafuoco.

Le prestazioni di resistenza al fuoco, determinate secondo D.M. 16/2/2007, devono fornire per murature non portanti una Classe di resistenza al fuoco EI ..., determinata con metodo tabellare conformemente all'Allegato D del D.M. 16/2/2007; ovvero con metodo sperimentale (altezza massima della parete pari a ...) con documentazione tecnica conforme all'Allegato B del D.M. 16/2/2007 (Fascicolo tecnico del Produttore).

Sono compresi gli oneri per la formazione di spalle, architravi, giunti di controllo sigillati con prodotti adeguati e computati a parte.

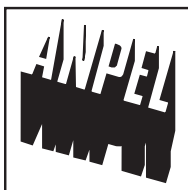
Sigillatura dei giunti.

€/m²

€/m²



Dislocazione in Italia delle Aziende associate all'ANPEL.



PER COSTRUIRE MEGLIO

Associazione Nazionale Produttori Elementi Leca

Via Correggio, 3 - 20149 Milano

Tel. 02.48011970 - Fax 02.48012242

www.lecablocco.it infoanpel@lecablocco.it

PARETI IN LECABLOCCO PER IL COMFORT ACUSTICO

SOLUZIONI
PER LA NORMA
UNI 11367



Leca[®]blocco
Benessere concreto

LA NUOVA NORMA UNI 11367

Classificazione acustica delle Unità Immobiliari.

Norma UNI 11367.

Nel luglio 2010 è stata pubblicata la **norma UNI 11367 "Acustica in edilizia. Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di valutazione e verifica in opera"** che introduce la procedura per la qualificazione acustica in edilizia. Tale documento sarà di riferimento anche per la futura normativa sui requisiti acustici passivi degli edifici che sostituirà il DPCM 5/12/1997, tuttora in vigore.

La **principale novità** introdotta dalla norma UNI è la **classificazione acustica delle unità immobiliari (Classe da I a IV)**. Tale classificazione complessiva si basa sulla valutazione dei singoli requisiti acustici passivi richiamati in pagina 3.

L'unità immobiliare è classificata con un unico indice descrittore che fornisce una valutazione sintetica dell'insieme dei requisiti e che ne rappresenta la **CLASSE ACUSTICA**.

Ambiti di applicazione.

La classificazione acustica è prevista per le seguenti destinazioni d'uso:

- residenziale;
- direzionale ed ufficio;
- ricettiva (alberghi, pensioni o simili);
- ricreativa;
- di culto;
- commerciale.

Nell'ambito di applicazione della norma i requisiti acustici di ospedali, cliniche, case di cura e scuole sono definiti nell'Appendice A della norma.

Misurazioni in opera.

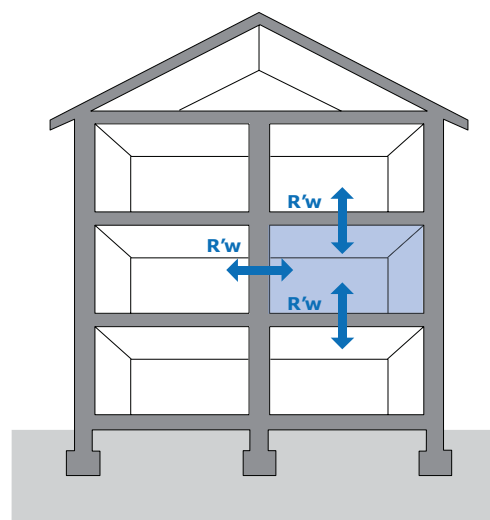
Diversamente da quanto avviene per la certificazione energetica, **la classificazione acustica avverrà sulla base delle misurazioni in opera delle prestazioni acustiche degli elementi tecnici** svolte in conformità alle relative norme tecniche.

La classificazione acustica di una unità immobiliare, **basata su misure effettuate al termine dell'opera**, offre una **garanzia delle effettive prestazioni acustiche** degli elementi e consente di informare compiutamente i futuri utenti sulle caratteristiche acustiche della stessa e di valorizzare sul mercato gli edifici di migliore qualità.

Tutte le fasi che convergono nel processo realizzativo dell'opera (la progettazione, l'esecuzione dei lavori, la posa in opera dei materiali, la cura dei dettagli costruttivi e la direzione lavori) **sono, a questo punto, determinanti ai fini del risultato acustico**.



La nuova norma UNI 11367:2010 «Acustica in edilizia. Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di valutazione e verifica in opera».



La classificazione acustica delle unità immobiliari si riferisce a misurazioni in opera delle prestazioni acustiche degli elementi tecnici. In figura si mostra l'esempio delle prestazioni di isolamento ai rumori aerei: il valore di R'_w è calcolato come **media energetica dei singoli valori misurati per i divisori interni verticali e orizzontali**.

LE NUOVE CLASSI ACUSTICHE

I valori

Descrittori della qualità acustica degli edifici.

Le classi acustiche sono definite nel prospetto 1 della Norma UNI 11367 in riferimento ai seguenti descrittori dei requisiti prestazionali:

- **$D_{2m,nT,W}$** : indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata;
- **R'_w** : indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti appartenenti a differenti unità immobiliari;
- **L'_{nw}** : indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti e/o adiacenti appartenenti a differenti unità immobiliari;
- **L_{ic}** : livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo (a differenza dell'analogo L_{ASmax} non è normalizzato rispetto al tempo di riverberazione);
- **L_{id}** : livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo (a differenza dell'analogo L_{Aeq} non è normalizzato rispetto al tempo di riverberazione).

Ad ogni requisito misurato è associato un **valore «utile»** corrispondente al **valore misurato corretto con l'incertezza di misura** (pari ad 1 dB).

La classe acustica del singolo descrittore è determinata con media energetica delle misure effettuate su ogni descrittore.

Approfondimento sul descrittore R'_w

Il requisito di potere fonoisolante apparente R'_w si riferisce alle **partizioni sia verticali sia orizzontali che suddividono unità immobiliari distinte** e si applica anche

- alle partizioni tra ambienti abitativi e ambienti individuali o collettivi destinati ad autorimessa, box o garage;
- alle partizioni (non dotate di accessi o aperture) che separano ambienti abitativi di una unità immobiliare da parti comuni.

Relazione tra la classificazione acustica e la qualità acustica dell'unità immobiliare.

Per ogni requisito sopra descritto sono previsti quattro differenti classi di efficienza acustica con riferimento alla qualità acustica interna attesa: **si va dalla classe I, che identifica le prestazioni migliori, alla classe IV per le peggiori** (Appendice L - UNI 11367).

Classi acustiche dell'unità immobiliare

Prestazioni acustiche attese

| | |
|-----|--------------------|
| I | molto buone |
| II | buone |
| III | di base |
| IV | modeste |
| NC | non classificabile |

Prospetto 1: Valori dei parametri descrittori delle caratteristiche prestazionali degli elementi edilizi da utilizzare ai fini della classificazione acustica di unità immobiliari.

| Classe | Isolamento acustico di facciata | Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali | Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato | Livello sonoro da impianti a funzionamento continuo | Livello sonoro da impianti a funzionamento discontinuo |
|--------|---------------------------------|---|---|---|--|
| | $D_{2m,nT,W}$ dB | R'_w dB | L'_{nw} dB | L_{ic} dB(A) | L_{id} dB(A) |
| I | ≥ 43 | ≥ 56 | ≤ 53 | ≤ 25 | ≤ 30 |
| II | ≥ 40 | ≥ 53 | ≤ 58 | ≤ 28 | ≤ 33 |
| III | ≥ 37 | ≥ 50 | ≤ 63 | ≤ 32 | ≤ 37 |
| IV | ≥ 32 | ≥ 45 | ≤ 68 | ≤ 37 | ≤ 42 |

Nel caso in cui un requisito sia inferiore al valore corrispondente alla classe IV, esso si considererà Non Classificabile (NC).

PARETI IN LECABLOCCO

Per il comfort acustico

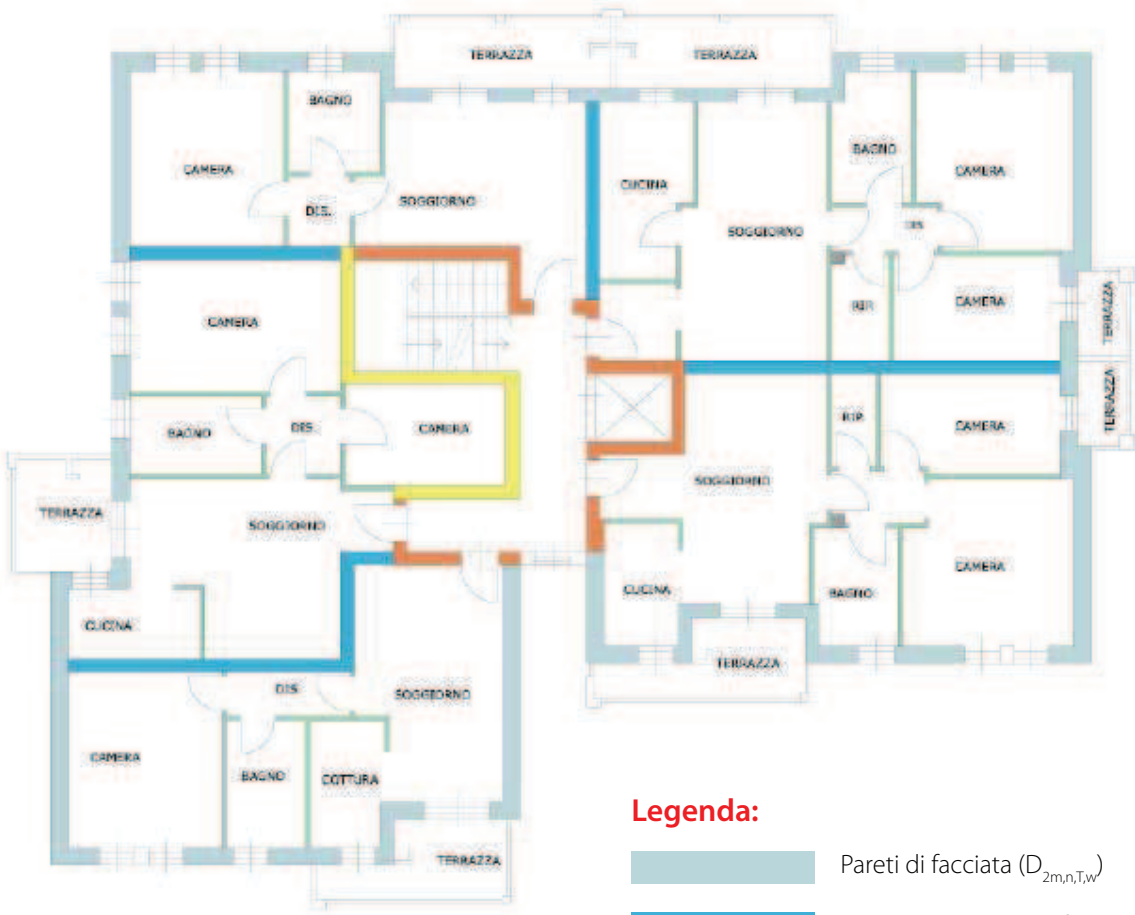
Di seguito si presentano alcune soluzioni in Lecablocco per il massimo comfort acustico per:

- **pareti divisorie tra differenti unità immobiliari** (tali soluzioni sono studiate per raggiungere la classe acustica I e II secondo UNI 11367 oltre a superare i valori minimi richiesti dalla normativa vigente per il potere fonoisolante apparente R'_w); queste soluzioni rispettano anche il requisito di trasmittanza termica U inferiore a $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ richiesto dal D.Lgs. 311/06 per gli elementi divisori.
- **tramezzature interne per edifici nuovi e per ristrutturazioni.**

Tabella 1: Valori di Indice di potere fonoisolante apparente delle partizioni tra ambienti di differenti unità immobiliari per ogni classe acustica (UNI 11367).

| Classe | Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali tra ambienti di differenti unità immobiliari |
|--------|--|
| | R'_w dB |
| I | ≥ 56 |
| II | ≥ 53 |
| III | ≥ 50 |
| IV | ≥ 45 |

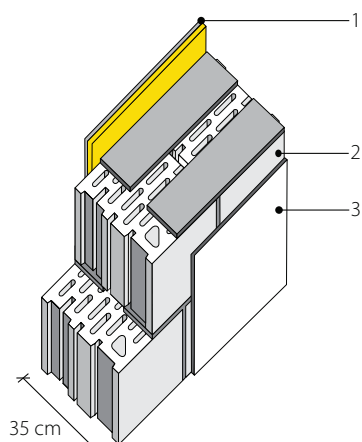
Tipologie di intervento:



Legenda:

- Pareti di facciata ($D_{2m,n,T,W}$)
- Pareti divisorie tra differenti unità immobiliari (R'_w).
- Pareti senza accessi ed aperture tra unità immobiliari e parti comuni (R'_w).
- Pareti divisorie tra ambienti accessori e di uso comune collegati mediante accessi ad ambienti abitativi (Requisito $D_{nT,W}$ secondo Appendice B-UNI 11367; es. Classe II: $D_{nT,W} \geq 36 \text{ dB}$).
- Tramezzature interne alla stessa unità immobiliare.

• Parete monostrato in Lecablocco Fonoisolante 30 con controplaccaggio con lana di vetro.



Certificato n.11-0756-05 del 9/1/2012
emesso da I.N.R.I.M. di Torino.

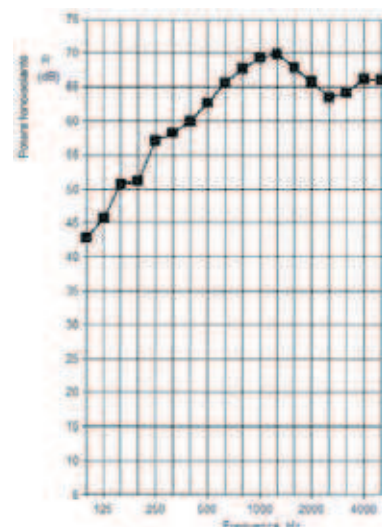
Legenda:

1. Lastra in cartongesso (sp. 12,5 mm) preaccoppiata ad un pannello isolante in fibra di vetro (sp. 20 mm, densità 85 kg/m³);
2. Lecablocco Fonoisolante 30x20x25 posato con giunti verticali ed orizzontali con malta tradizionale;
3. Intonaco tradizionale (sp. 15 mm).

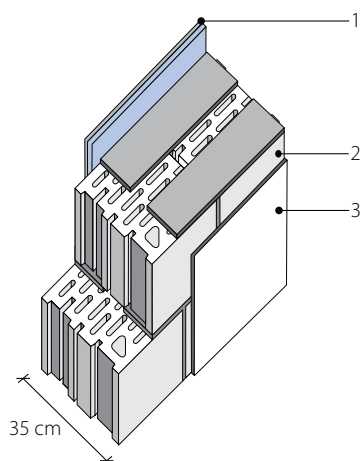
$$R_w(C; C_{tr}) = 64 (-2;-6) \text{ dB}$$

Indice di valutazione del potere fonoisolante elaborato procedendo a passi di 0,1 dB:

64,6 dB



• Parete monostrato in Lecablocco Fonoisolante 30 con controplaccaggio con fibra in tessile tecnico.



Certificato n.11-0756-06 del 10/1/2012
emesso da I.N.R.I.M. di Torino.

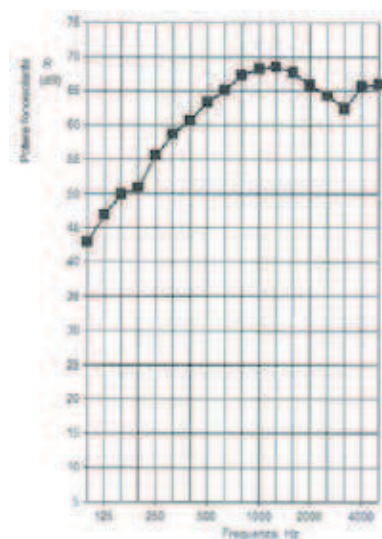
Legenda:

1. Lastra in cartongesso (sp. 12,5 mm) preaccoppiata ad un pannello isolante in fibra in tessile tecnico a densità crescente (sp. 20 mm);
2. Lecablocco Fonoisolante 30x20x25 posato con giunti verticali ed orizzontali con malta tradizionale;
3. Intonaco tradizionale (sp. 15 mm).

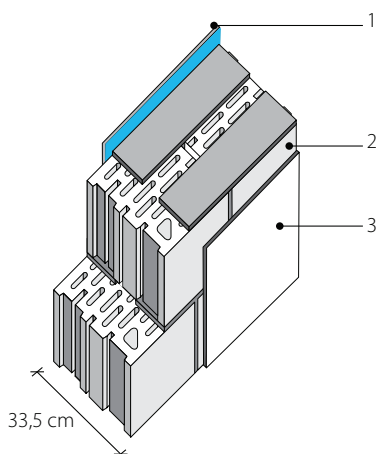
$$R_w(C; C_{tr}) = 64 (-2;-6) \text{ dB}$$

Indice di valutazione del potere fonoisolante elaborato procedendo a passi di 0,1 dB:

64,5 dB



• Parete monostrato in Lecablocco Fonoisolante 30 con controplaccaggio con lamina bituminosa.



Certificato n.11-0756-04 del 9/1/2012
emesso da I.N.R.I.M. di Torino.

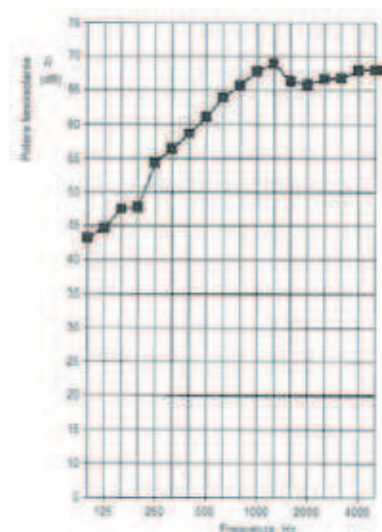
Legenda:

1. Lastra in cartongesso (sp. 12,5 mm) preaccoppiata ad una lamina fonoimpedente elastomerica (bituminosa) ad alta densità (sp. 4 mm) rivestita con un tessuto non tessuto in poliestere (sp. 4,5 mm);
2. Lecablocco Fonoisolante 30x20x25 posato con giunti verticali ed orizzontali con malta tradizionale;
3. Intonaco tradizionale (sp. 15 mm).

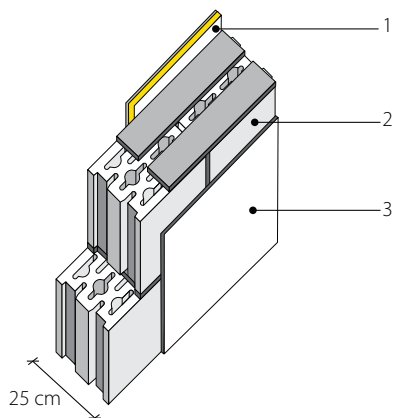
$$R_w(C; C_{tr}) = 63 (-2;-6) \text{ dB}$$

Indice di valutazione del potere fonoisolante elaborato procedendo a passi di 0,1 dB:

63,7 dB



• Parete monostrato in Lecablocco Fonoisolante 20 con controplaccaggio con lana di vetro.



Certificato n.12-0448-03 del 13/6/2012
emesso da I.N.R.I.M. di Torino.

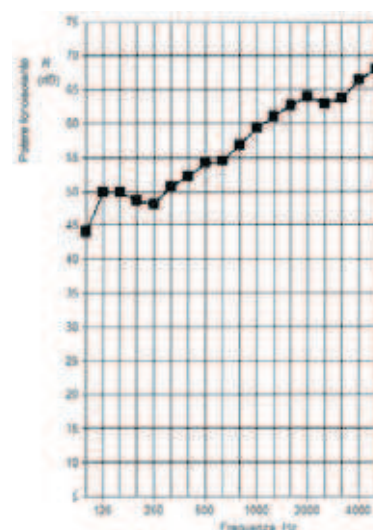
Legenda:

1. Lastra in cartongesso (sp. 12,5 mm) preaccoppiata ad un pannello isolante in fibra di vetro (sp. 20 mm, densità 85 kg/m³);
2. Lecablocco Fonoisolante 20x20x25 posato con giunti verticali ed orizzontali con malta tradizionale;
3. Intonaco tradizionale (sp. 15 mm).

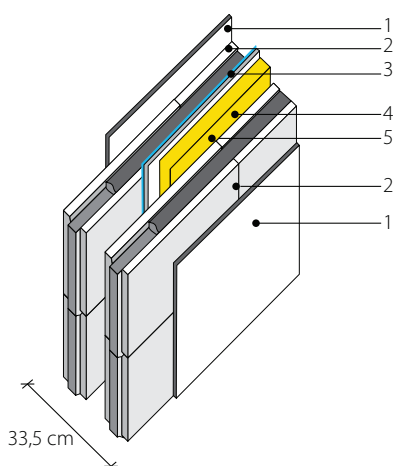
$$R_w(C; C_{tr}) = 58 (-1; -3) \text{ dB}$$

Indice di valutazione del potere fonoisolante
elaborato procedendo a passi di 0,1 dB:

58,8 dB



• Doppia parete in Lecablocco Tramezza Lecalite T10x28x55 pieno.



Certificato n.11-0359-07 del 7/11/2011
emesso da I.N.R.I.M. di Torino.

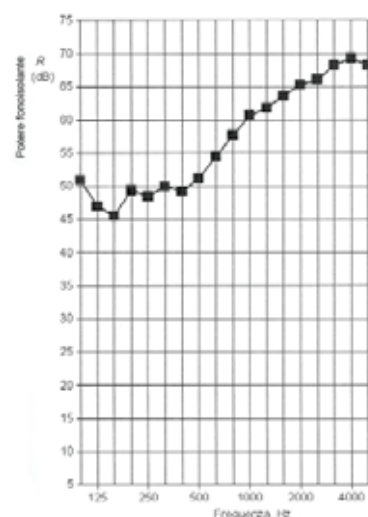
Legenda:

1. Intonaco tradizionale (sp. 15 mm);
2. Lecablocco Tramezza Lecalite T10x28x55 pieno posato con giunti orizzontali con malta a consistenza fluida e verticale ad incastro;
3. Lastra in cartongesso (sp. 12,5 mm) preaccoppiata ad una lamina fonoimpedente elastomerica (bituminosa) ad alta densità (sp. 4 mm);
4. Isolante in Lana di roccia (sp. 6 cm, densità 40 kg/m³);
5. Camera d'aria (sp. 3 cm).

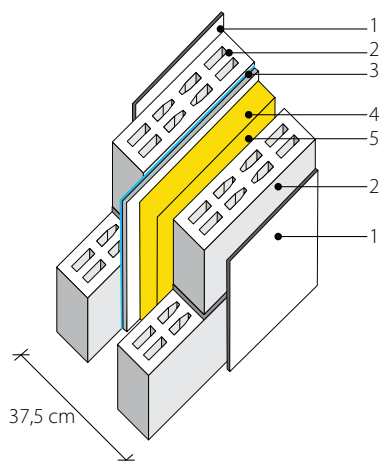
$$R_w(C; C_{tr}) = 58 (-1; -4) \text{ dB}$$

Indice di valutazione del potere fonoisolante
elaborato procedendo a passi di 0,1 dB:

58,4 dB



• Doppia parete in Lecablocco Fonoisolante B12x20x50 3 pareti da intonaco.



Certificato n.12-0076-01 del 21/2/2012
emesso da I.N.R.I.M. di Torino.

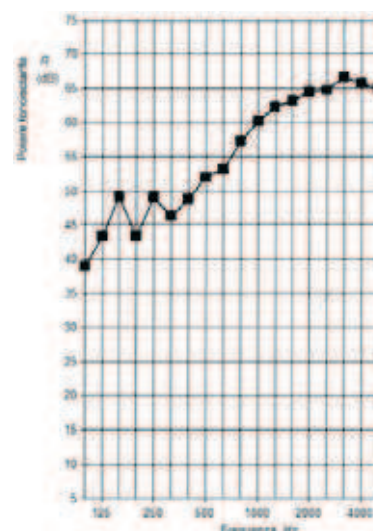
Legenda:

1. Intonaco tradizionale (sp. 15 mm);
2. Lecablocco Fonoisolante B12x20x50 3 pareti da intonaco posato con giunti verticali ed orizzontali con malta tradizionale;
3. Lastra in cartongesso (sp. 12,5 mm) preaccoppiata ad una lamina fonoimpedente elastomerica (bituminosa) ad alta densità (sp. 4 mm);
4. Isolante in Lana di roccia (sp. 6 cm, densità 40 kg/m³);
5. Camera d'aria (sp. 3 cm).

$$R_w(C; C_{tr}) = 57 (-2; -5) \text{ dB}$$

Indice di valutazione del potere fonoisolante
elaborato procedendo a passi di 0,1 dB:

57,2 dB



TRAMEZZATURE INTERNE PER IL COMFORT ACUSTICO

È importante preservare il benessere acustico anche all'interno della stessa unità immobiliare.

Le tramezzature in Lecablocco permettono di avere un ottimo comfort acustico anche all'interno della stessa abitazione. Le prestazioni di tali pareti sono infatti nettamente superiori a quelle delle tramezze tradizionali.

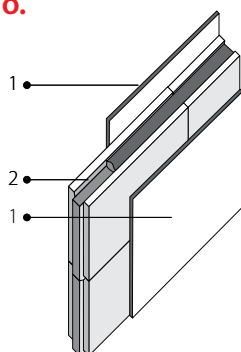
m = peso della parete compresa finitura

• Parete intonacata in Lecablocco Tramezza Lecalite T10x28x55 pieno.

Legenda:

1. Intonaco tradizionale (sp. 15 mm).
2. Lecablocco Tramezza Lecalite T10x28x55 pieno.

$R_w = 46 \text{ dB}$

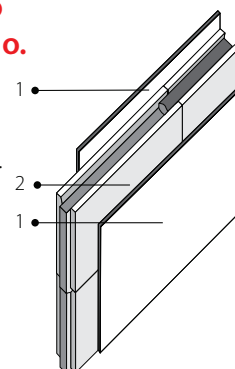


• Parete intonacata in Lecablocco Tramezza Lecalite T8x28x55 pieno.

Legenda:

1. Intonaco tradizionale (sp. 15 mm).
2. Lecablocco Tramezza Lecalite T8x28x55 pieno.

$R_w = 42 \text{ dB}$

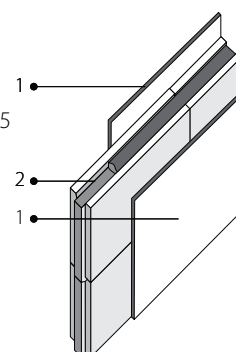


• Parete intonacata in Lecablocco Tramezza Lecalite T10x28x55 semipieno.

Legenda:

1. Intonaco tradizionale (sp. 15 mm).
2. Lecablocco Tramezza Lecalite T10x28x55 semipieno.

$R_w = 42 \text{ dB}$



• Parete intonacata in Lecablocco Tramezza Lecalite T10x28x55 pieno e semipieno con controplaccaggio.

Legenda:

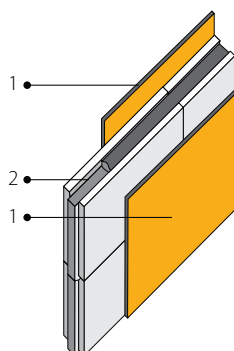
1. Lastra in cartongesso (sp. 12,5 mm);
2. Lecablocco Tramezza Lecalite T10x28x55 pieno o semipieno.

con tramezza Lecalite T10x28x55 pieno

$R_w = 48 \text{ dB}$

con tramezza Lecalite T10x28x55 semipieno

$R_w = 47 \text{ dB}$



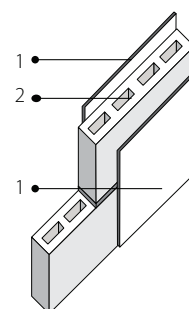
• Parete intonacata in Lecablocco Fonoisolante B8x20x50 2 pareti.

Legenda:

1. Intonaco tradizionale (sp. 15 mm).
2. Lecablocco Fonoisolante B8x20x50 2 pareti da intonaco.

$R_w = 47 \text{ dB}^*$

$m = 150 \text{ kg/m}^2$



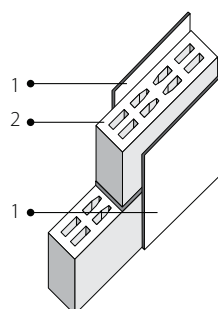
• Parete intonacata in Lecablocco Fonoisolante B12x20x50 3 pareti.

Legenda:

1. Intonaco tradizionale (sp. 15 mm).
2. Lecablocco Fonoisolante B12x20x50 3 pareti da intonaco.

$R_w = 49 \text{ dB}^*$

$m = 192 \text{ kg/m}^2$



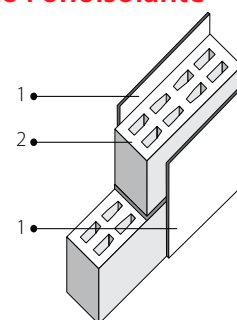
• Parete intonacata in Lecablocco Fonoisolante B15x20x50 3 pareti.

Legenda:

1. Intonaco tradizionale (sp. 15 mm).
2. Lecablocco Fonoisolante B15x20x50 3 pareti da intonaco.

$R_w = 50 \text{ dB}^*$

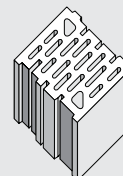
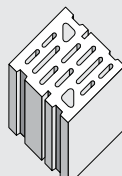
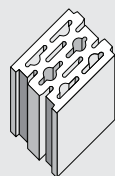
$m = 217 \text{ kg/m}^2$



*Calcolato con legge della massa sperimentale specifica per il Lecablocco.

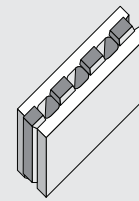
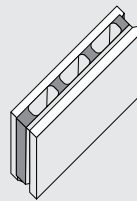
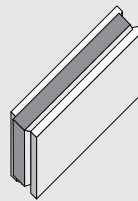
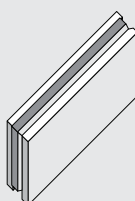
I PRODOTTI LECABLOCCO PER L'ISOLAMENTO ACUSTICO

Lecablocco è la risposta a molteplici esigenze costruttive in quanto in grado di abbinare all'elevato isolamento acustico l'isolamento termico e la sicurezza statica. Di seguito sono indicati i prodotti utilizzati per le soluzioni acustiche presentate per le **pareti divisorie tra diverse unità immobiliari e per le tramezzature con un buon comportamento acustico.**



Lecablocco Fonoisolante per elementi divisorii tra unità immobiliari.

| | | Lecablocco Fonoisolante 20x20x25 | Lecablocco Fonoisolante 25x20x25 | Lecablocco Fonoisolante 30x20x25 |
|--|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Spessore | cm | 20 | 25 | 30 |
| Massa volumica del calcestruzzo di argilla espansa Leca | kg/m ³ | 1400 | 1200 | 1200 |
| Massa superficiale della parete (esclusa finitura) | kg/m ² | 240 | 290 | 350 |
| Indice di valutazione del potere fonoisolante R _w | dB | 54 | 56,3 | 56,9 |

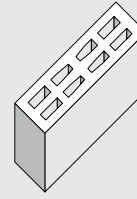
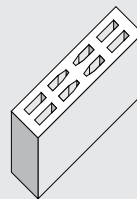
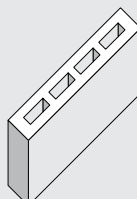


Lecablocco Tramezza Lecalite.*

| | | Lecablocco Tramezza Lecalite T8x28x55 pieno | Lecablocco Tramezza Lecalite T10x28x55 pieno | Lecablocco Tramezza Lecalite T10x28x55 semipieno | Lecablocco Tramezza Lecalite T12x28x55 semipieno |
|--|-------------------|---|--|--|--|
| Spessore | cm | 8 | 10 | 10 | 12 |
| Massa volumica del calcestruzzo di argilla espansa Leca | kg/m ³ | 800 | 800 | 800 | 800 |
| Massa superficiale della parete (esclusa finitura) | kg/m ² | 76 | 96 | 76 | 96 |
| Indice di valutazione del potere fonoisolante R _w | dB | 42 | 46/48** | 42/47** | 44 |

* Per doppie pareti divisorie e tramezzature interne all'abitazione.

** Parete con controplaccaggio in cartongesso ambo i lati.



Lecablocco Fonoisolante da intonaco.*

| | | Lecablocco Fonoisolante da intonaco B8x20x50 2 pareti | Lecablocco Fonoisolante da intonaco B12x20x50 3 pareti | Lecablocco Fonoisolante da intonaco B15x20x50 3 pareti |
|--|-------------------|---|--|--|
| Spessore | cm | 8 | 12 | 15 |
| Massa volumica del calcestruzzo di argilla espansa Leca | kg/m ³ | 1400 | 1400 | 1400 |
| Massa superficiale della parete (esclusa finitura) | kg/m ² | 96 | 138 | 163 |
| Indice di valutazione del potere fonoisolante R _w | dB | 47 | 49 | 50 |

* Per doppie pareti divisorie e tramezzature interne all'abitazione.

Per maggiori informazioni sulle Soluzioni acustiche in Lecablocco contattare:



Associazione Nazionale Produttori Elementi Leca
infoanpel@lecablocco.it
www.lecablocco.it - www.metrocuboweb.it
Tel. 02.48011970 - Fax 02.48012242

Leca®blocco
Benessere concreto

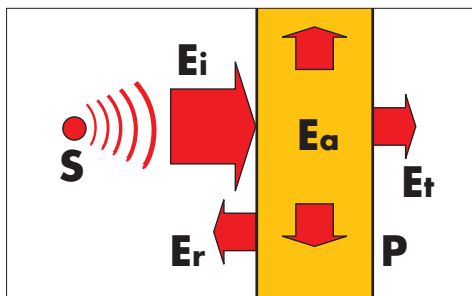


LECABLOCCO FONOASSORBENTE

una forte protezione acustica per barriere e murature interne



1



Comportamento di un'onda sonora in corrispondenza di una parete P.

S: sorgente sonora

Ei: energia sonora totale

Er: energia sonora riflessa

Ea: energia sonora assorbita

Et: energia sonora trasmessa

Ei = Er + Ea + Et

Fonoassorbimento: minimizza Er

Fonoisolamento: minimizza Et

1. Granuli di argilla espansa Leca, principali componenti del Lecablocco Fonoassorbente.

La struttura esterna dura e resistente racchiude una struttura cellulare che conferisce leggerezza e capacità isolante all'argilla.

2. Alcuni elementi della famiglia Lecablocco Fonoassorbente.

2



● I Lecablocchi Fonoassorbenti sono elementi modulari studiati per realizzare pareti ad elevate prestazioni acustiche in ambienti industriali, civili e stradali. Si dividono in:

■ **Blocchi:** elementi con modulo 20x50, spessore variabile tra 12 e 25 cm con indice di assorbimento acustico N.R.C. > 0,6;

■ **Piastre:** elementi con modulo 50x50 e spessore 15 cm N.R.C. > 0,7. Tutti gli elementi della famiglia Fonoassorbente sono caratterizzati da un ottimo comportamento acustico grazie alla porosità, ed alla massa del calcestruzzo realizzato con un impasto di argilla espansa Leca (densità 850÷1400 Kg/m³).

La porosità della superficie di un manufatto determina le caratteristiche di fonoassorbimento (capacità di dissipare l'energia sonora incidente sulla parete nelle cavità e microcavità del materiale). La massa determina le caratteristiche del fonoisolamento (capacità di impedire il passaggio da un ambiente all'altro dell'energia sonora incidente sulla parete). Lecablocco Fonoassorbente ha tutte le qualità di un Lecablocco: ottima resistenza al fuoco, coibenza termica, durabilità delle prestazioni. La possibilità di variare le geometrie, le curve granulometriche degli impasti e le frequenze specifiche su cui intervenire mediante la tecnica dei risonatori, permette di creare manufatti ad hoc per applicazioni acustiche e bonifiche ambientali.

■ I vantaggi del Lecablocco Fonoassorbente

- Ottime prestazioni di fonoassorbimento su un'ampia gamma di frequenze.
- Apporti significativi in termini di fonoisolamento (R_w).
- Durabilità nel tempo e resistenza agli agenti atmosferici.
- Ecocompatibilità, assenza di sostanze nocive e nessuna emissione di sostanze tossiche.
- Ottima resistenza al fuoco (l'argilla espansa Leca è un materiale incombustibile, classe 0 secondo le norme antincendio).
- Significativo apporto di coibenza termica (la norma UNI10351 prevede

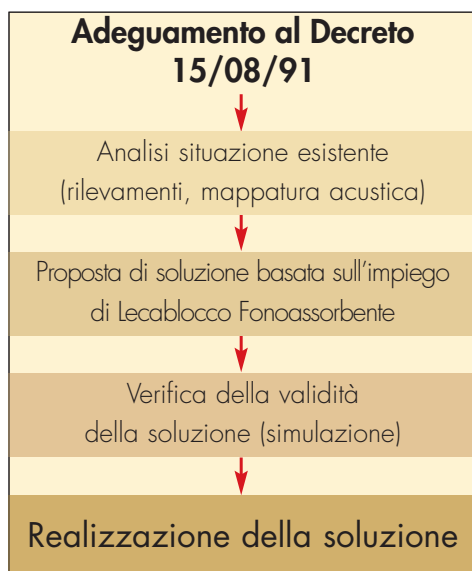
per un calcestruzzo alleggerito di densità $\gamma = 1000 \text{ Kg/m}^3$ una conducibilità termica $\lambda \text{ secco} = 0,25 \text{ W/mK}$).

● Colori, forme e geometrie per la personalizzazione di ambienti e l'architettura d'interni.

- Facilità di posa e sistemi costruttivi completi.
- Garanzia di qualità Lecablocco (ANPEL).

IL FONOASSORBIMENTO

cenni di normativa per gli edifici industriali e sull'indice N.R.C.



■ La normativa sull'inquinamento acustico in ambiente industriale.

Il Decreto Legislativo del 15.08.1991 n°277 fissa i limiti di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro. Tale Decreto si basa sul calcolo del livello equivalente per il tempo di esposizione e fissa dei limiti e dei doveri del datore di lavoro. Il presupposto legislativo è in linea con quanto viene fatto anche negli altri Paesi; si valuta un massimo livello a cui è considerata non nociva per la salute l'esposizione durante la giornata lavorativa di 8 ore (80 dB(A)). Sono ammessi valori di livello di esposizione superiore andando a diminuire il tempo, mantenendo costante quindi il livello equivalente durante le otto ore. Responsabilità del datore di lavoro è quella di verificare il livello di esposizione quotidiana per i lavoratori nei reparti e, in conseguenza dei risultati, attuare un piano di informazione e risanamento ambientale.

L'ausilio di Società specializzate in consulenze acustiche risulta quindi importante sia per la verifica della situazione esistente, sia per la valutazione degli effetti delle soluzioni proposte.

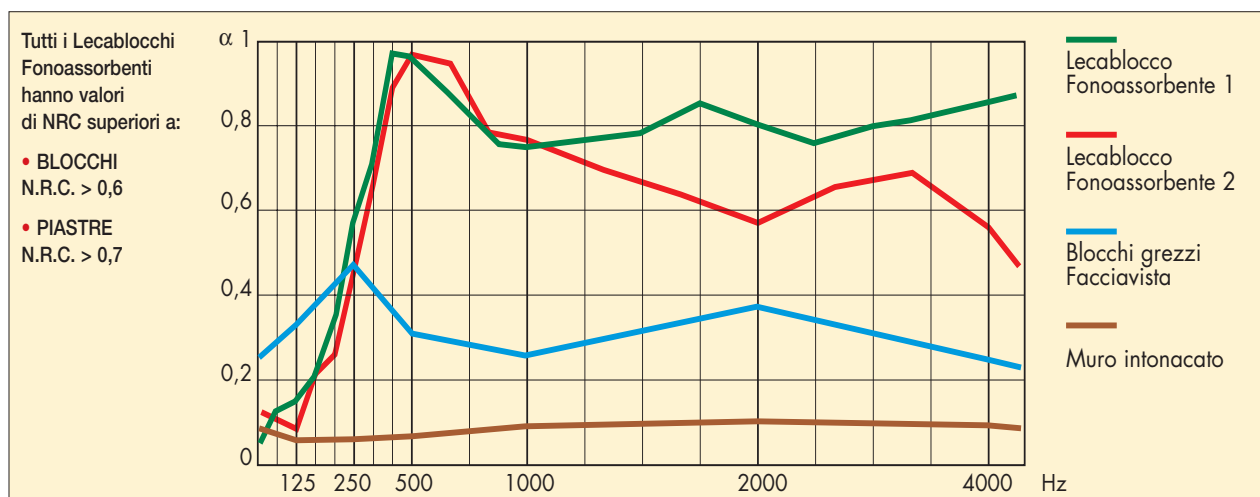
Le soluzioni in Lecablocco permettono di intervenire sugli ambienti industriali esistenti ed in progettazione, realizzando bonifiche acustiche.



■ Fonoassorbimento e l'indice N.R.C.

La misura della capacità fonoassorbente di un materiale si può esprimere con il coefficiente di assorbimento α che è un numero compreso tra 0 (riflessione totale) e 1 (assorbimento totale). Esso viene misurato in appositi laboratori con prove secondo la normativa vigente (ISO354-1995), e calcolato a partire dalla formula del tempo di riverberazione T di Sabine $T=0,163*(V/A)$. Il valore di α varia al variare delle frequenze sonore secondo il grafico che è riportato sui certificati di misura del potere fonoassorbente.

Un altro indice sintetico utilizzabile per caratterizzare un materiale è l'indice N.R.C. Questo rappresenta la media dei valori di α alle 4 frequenze 250, 500, 1.000 e 2.000 Hertz (quelle a cui l'orecchio umano è più sensibile).



ESEMPIO DI CALCOLO

barriera acustica per la protezione di un edificio civile



■ Esempio di attenuazione del rumore prodotto dall'attività di lavaggio di autobetoniere.

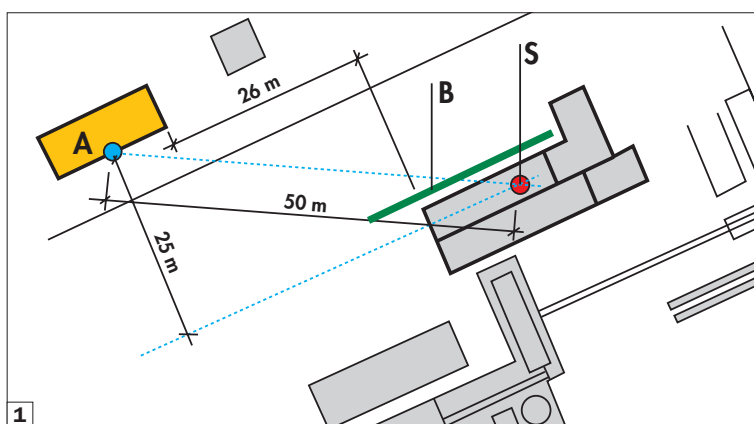
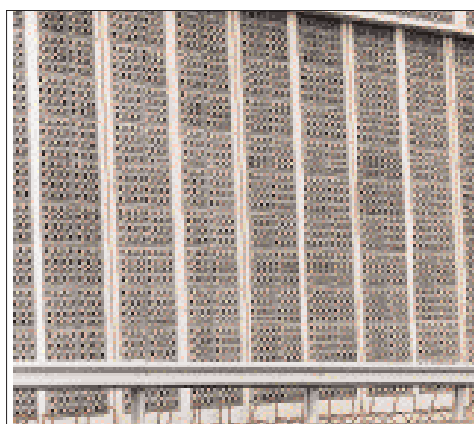
L'intervento è consistito nella realizzazione di una barriera acustica interposta tra una zona dell'impianto di una centrale di betonaggio adibita al lavaggio delle betoniere ed una abitazione civile.

Nella planimetria, riportata in figura, si possono vedere la sorgente S individuata nella zona dell'impianto adibita al lavaggio delle autobetoniere, l'abitazione (A) da proteggere dal rumore e la barriera (B) interposta. Il dimensionamento geometrico della barriera, lunga in pianta 25 metri, è tale da evitare l'aggiramento laterale della parete da parte delle onde sonore.

Lo studio è stato effettuato tenendo come riferimento le caratteristiche acustiche di un Lecablocco Fonoassorbente "SoundLeca" di spessore 20 cm, proposto come soluzione tecnica e strutturale.

Per quanto riguarda l'altezza della barriera si è calcolato il valore dell'attenuazione prevista nell'intervallo 5 - 7 metri, utilizzando come riferimento per il rumore quello previsto nella proposta di documento ISO-DIS 717.

Le coppie di valori altezza di barriera - fonoisolamento sono riportate nella tabella.



1. Planimetria della zona dell'intervento.

A Abitazione da proteggere

B Barriera

S Sorgente

2. Veduta della barriera realizzata e in esercizio.

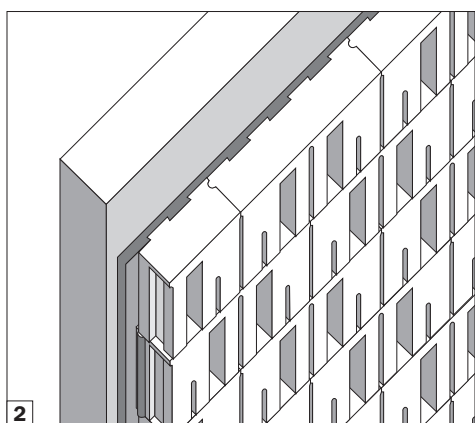
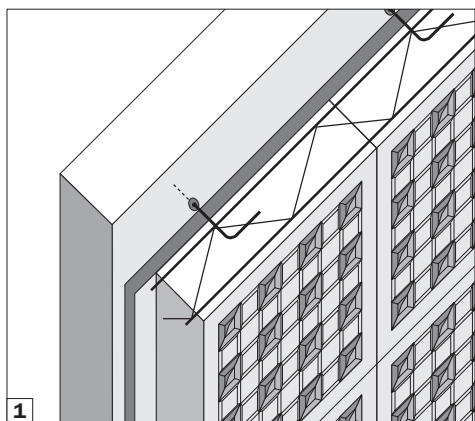
Valori di attenuazione in dB (A) ottenibili al variare dell'altezza della barriera.

| ALTEZZA (m) | ATTENUAZIONE dB (A) |
|----------------|------------------------|
| 5,0 | 12,7 |
| 5,5 | 14,3 |
| 6,0 | 15,7 |
| 6,5 | 16,8 |
| 7,0 | 17,8 |

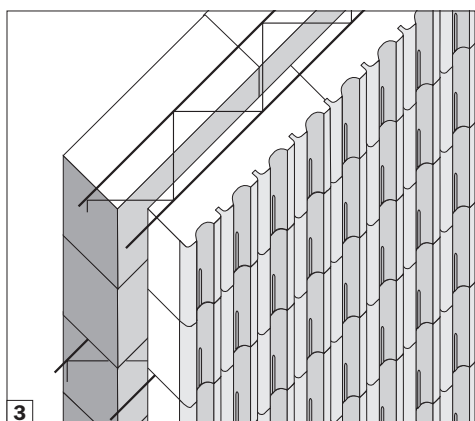


SISTEMI COSTRUTTIVI

rivestimenti, murature portanti, pannelli, solai



1. Rivestimento in Lecablocchi Fonoassorbenti (piastre) di parete esistente.
2. Rivestimento in Lecablocchi Fonoassorbenti (blocchi) di parete esistente.
3. Muratura doppia in Lecablocchi fonoassorbenti e blocchi da intonaco.
4. Muratura autoportante realizzata con l'uso di pezzi speciali.
5. Pannello prefabbricato con Lecablocchi Fonoassorbenti e calcestruzzo.



■ Rivestimento

È la soluzione ideale per la bonifica acustica di locali già esistenti e per pareti di nuova costruzione.

La parete così ottenuta offre una massa molto superiore alla soluzione monostrato, con l'effetto di aggiungere al fonoassorbimento una elevata prestazione di fonoisolamento. Si possono utilizzare sia blocchi che piastre.

■ Murature autoportanti e di tamponamento

Con i Lecablocchi Fonoassorbenti di opportuni spessori si realizzano pareti di tamponamento e murature autoportanti, permettendo così soluzioni che integrino la muratura con la funzione acustica, garantendo un buon risultato tecnico ed economico.

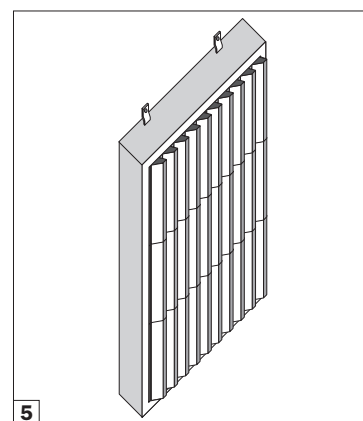
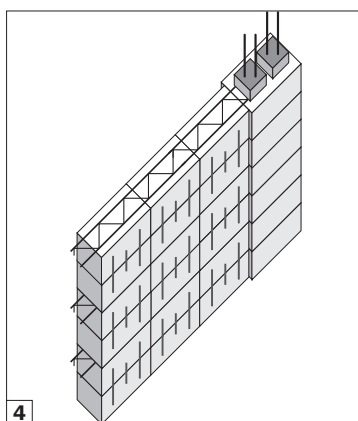
■ Pannelli

Pannelli composti da blocchi o piastre in argilla espansa Leca integrati da un pannello in calcestruzzo armato con funzione strutturale, eventualmente con la base di appoggio a terra costituita da barriere tipo New Jersey; l'integrazione dei due materiali può avvenire o per incollaggio mediante idonei prodotti o per getto del pannello con i blocchi inseriti nel cassero.

Tale soluzione consente una posa rapida ed agevole, caratteristiche fondamentali per cantieri stradali e ferroviari, garantendo una soluzione resistente agli agenti atmosferici e durevole nel tempo.

■ Solai

Sistemi integrati murature - solai permettono di progettare una soluzione ottimale anche nei casi in cui i soli elementi murari non siano sufficienti o non possano essere utilizzati.



ESEMPI COSTRUTTIVI

soluzioni per applicazioni industriali, civili, trasporti, spettacolo

1. Interno di una discoteca.
2. Sala conferenze di un centro universitario.
3. Sala registrazione.
4. Adeguamento acustico di una palestra esistente.
5. Barriera acustica sull'autostrada.
6. Particolare di una sala di prova motori.
7. Adeguamento acustico di un capannone per la produzione di prefabbricati.

■ Industriale

- insonorizzazione di capannoni;
- divisori ad alte prestazioni acustiche tra zone macchina e uffici;
- compartimentazione di zone particolari (cabine motori, schermi macchina).

■ Civile

- ottimizzazione delle caratteristiche acustiche di auditori, teatri, cinema e palestre;
- limitazione e controllo del "mascheramento delle comunicazioni" in uffici, ristoranti, bar, sale riunioni;
- componente architettonico per ambienti.

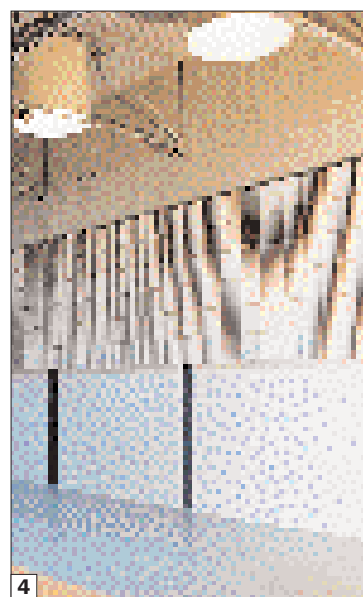
■ Trasporti

- realizzazione di barriere acustiche per autostrade e ferrovie;
- realizzazioni di schermi acustici in aree urbane.

■ Voce di capitolato per sistemi in Lecablocco Fonoassorbente

Sistema fonoassorbente realizzato con manufatti in argilla espansa Leca tipo "Lecablocco Fonoassorbente" di modulo 20 X 50 cm (blocchi in Leca) o 50 X 50 (piastre in Leca) con densità del calcestruzzo $\gamma = \dots \text{Kg/m}^3$, spessore nominale dell'elemento cm, indice N.R.C. di assorbimento acustico $\geq 0,6$ (blocchi), $\geq 0,7$ (piastre), dotati di idonea certificazione del potere fonoassorbente rilasciata da laboratorio autorizzato, posati in opera come:

- a) muratura autoportante;
 - b) muratura di rivestimento in aderenza o ancorata con sistema idoneo a muratura esistente;
 - c) elementi prefabbricati per barriere pannelli e schermi acustici.
- Il tutto eseguito a regola d'arte.





5



6



7

L'A.N.P.E.L.,

Associazione Nazionale Produttori Elementi Leca, nasce 30 anni fa riunendo i migliori produttori italiani di manufatti in calcestruzzo di argilla espansa Leca.

Si sviluppa così il Lecablocco da Intonaco che si afferma sul mercato dell'edilizia per le sue caratteristiche innovative e per l'elevato potere di isolamento termico.

Il Lecablocco Architettonico diventa, invece, protagonista dell'evoluzione estetica e funzionale della moderna architettura italiana.

Oggi il Lecablocco con le famiglie Bioclima, Architettonico, Tagliafuoco, Fonoassorbente, Fonoisolante e Tramezza è una realtà affermata.

I Soci produttori sono più che mai attivi nella ricerca, nello sviluppo della qualità dei prodotti e nelle iniziative rivolte ai progettisti e al mercato, facendo del Lecablocco, il piccolo manufatto, lo strumento ideale per migliorare la nostra edilizia.



**ASSOCIAZIONE
NAZIONALE
PRODUTTORI
ELEMENTI LECA**

Via Correggio, 3 - 20149 Milano
Tel. 02 48011970 - Fax 02 48012242
www.lecablocco.it
e-mail: infoanpel@lecablocco.it