

Acustica

Quadro normativo e progettazione



© Foto: Markus Esser

## Quadro normativo italiano sull'acustica

### **D.P.C.M. 05/12/97**

Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici in GU n. 297 del 22/12/97

### **Norma UNI 11367**

Acustica in edilizia, classificazione acustica delle unità immobiliari, procedura di valutazione e verifica in opera

### **UNI EN ISO 12354-1**

Acustica in edilizia, stima delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalle prestazioni dei componenti

### **UNI EN ISO 140-3**

Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 3: misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio

## Quadro generale e finalità dei provvedimenti

Il **DPCM 5/12/97** è il documento di riferimento normativo italiano per l'acustica in edilizia. Definisce i valori (minimi o massimi) di rumore riscontrabili all'interno degli edifici riguardanti:

- rumore tra differenti unità immobiliari;
- rumore esterno;
- rumore da calpestio;
- rumore di impianti a funzionamento continuo o discontinuo.

Il decreto classifica in 7 categorie gli ambienti abitati, per ognuna delle quali fissa i livelli di isolamento acustico relativamente a determinate prestazioni dei singoli componenti dell'edificio.

Il 22 luglio 2010 è stata pubblicata la norma tecnica **UNI 11367** – “Acustica in edilizia, classificazione acustica delle unità immobiliari, procedura di valutazione e verifica in opera” – che permette di determinare, in modo simile all'attestato di prestazione energetica (APE), una classificazione acustica dell'edificio esistente in base ad opportune misure fonometriche da realizzarsi in opera.

La norma prevede quattro differenti classi di efficienza e classificazione acustica ma, ad oggi (Marzo 2015), non è richiamata in alcun documento legislativo. Pertanto l'applicazione delle classi acustiche è volontaria. Il rispetto di una specifica classe acustica diventa obbligatorio se previsto dalle condizioni contrattuali.

**D.P.C.M. 05/12/97 - Allegato A - Tabella A**  
**Classificazione degli ambienti abitativi (Art. 2)**

Categoria	AMBIENTI
A	Residenze o assimilabili
B	Uffici o assimilabili
C	Alberghi, pensioni ed attività assimilabili
D	Ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
E	Scuole a tutti i livelli e assimilabili
F	Edifici per attività ricreative, di culto o assimilabili
G	Edifici per attività commerciali o assimilabili



© Foto: Markus Esser

## I requisiti del D.P.C.M. 05/12/97

Di seguito la tabella riassuntiva dei limiti acustici secondo il D.P.C. M. 05/12/97.

Nei particolari riguardi della muratura, i valori a cui fare riferimento sono  $R'_w$  e  $D_{2m,n,T,w}$ .

D.P.C.M. 05/12/97 - Allegato A - Tabella B					
Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici					
Categoria	$R'_w$ [dB]	$D_{2m,n,T,w}$ [dB]	$L'_{n,w}$ [db]	$L_{ASmax}$ [dB]	$L_{Aeq}$ [dB]
A	50	40	63	35	35
B	50	42	55	35	35
C	55	40	63	35	35
D	50	45	58	35	35
E	50	48	58	35	25
F	50	42	55	35	35
G	50	42	55	35	35
$R'_w$ $D_{2m,n,T,w}$ $L'_{n,w}$ $L_{ASmax}$ $L_{Aeq}$	indice del potere fonoisolante apparente riferito a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata indice del livello del rumore di calpestio livello massimo della pressione sonora con costante di tempo slow per servizi a funzionamento discontinuo livello continuo equivalente di pressione sonora per servizi a funzionamento continuo				

## I requisiti della norma UNI 11367

In riferimento alla norma UNI 11367 si riporta una tabella riassuntiva nella quale si rilevano i valori limite da rispettare nei riguardi della classificazione acustica. La classificazione, come detto, definisce la qualità acustica degli edifici oggetto di

studio: alla classe I corrisponde una qualità di fonoisolamento migliore; viceversa, alla classe IV corrisponde una qualità acustica di fonoisolamento scadente.

In particolare si rilevano limiti diversi per diverse tipologie edilizie, dove quelle

destinate alla ricezione (alberghi) risultano più restrittive. Gli ospedali, le case di cura e le scuole (a tutti i livelli) non sono soggette a classificazione.

UNI 11367 - Tabella 1							
Valori limite per le varie classi acustiche							
Classe acustica	INDICI DI VALUTAZIONE / LIVELLI GLOBALI						
	<i>Residenziale; Direzionale ed ufficio; Ricettiva; Ricreativa; Di culto; Commerciale</i>					<i>Ricettiva</i>	
	$D_{2m,n,T,w}$ [db]	$R'_w$ [dB]	$L'_{nw}$ [dB]	$L_c$ [dBA]	$L_d$ [dBA]	$D_{nT,w}$ [dB]	$L'_{nw}$ [dB]
I	≥ 43	≥ 56	≤ 53	≤ 25	≤ 30	≥ 56	≤ 53
II	≥ 40	≥ 53	≤ 58	≤ 28	≤ 33	≥ 53	≤ 58
III	≥ 37	≥ 50	≤ 63	≤ 32	≤ 37	≥ 50	≤ 63
IV	≥ 32	≥ 45	≤ 68	≤ 37	≤ 42	≥ 45	≤ 68

Nel caso vengano rilevate in opera prestazioni peggiori rispetto alla classe IV, il requisito risulta non classificabile e viene identificato con l'acronimo NC.

Nel caso un descrittore non sia significativo per l'unità immobiliare in esame, ad esempio un appartamento non soggetto a rumori da impianti a funzionamento continuo, si adotta la sigla NP, cioè "non pertinente".

I limiti della tabelle sono validi per tutte le

destinazioni d'uso ad eccezione di ospedali e scuole. Per queste tipologie di edifici la norma propone, nell'Appendice A, alcuni valori di riferimento per definire costruzioni con prestazioni acustiche "di base" o "superiori".

NB: i valori indicati si riferiscono esclusivamente ad una classificazione acustica volontaria; è tuttavia presumibile

che, nel futuro D.P.C.M. che recepirà la norma in questione, questi valori siano presi come riferimento come nuovi valori limite, considerando come valori di base quelli riferiti alla classe III.

## Potere fonoisolante: metodologie di calcolo

Le misure di potere fonoisolante effettuate sugli edifici reali tengono conto di tutte le forme di trasmissione dell'energia sonora dall'ambiente emittente a quello ricevente (trasmissione diretta, trasmissione laterale aerea e laterale strutturale); si parla quindi di potere fonoisolante apparente  $R'$  (che tiene in considerazione di tutte le forme di trasmissione dell'onda sonora) per distinguerlo da quello "puro"  $R$  riferito alla sola componente diretta.

Il metodo di calcolo del potere fonoisolante apparente è relativamente complesso e richiede la conoscenza di tutte le stratigrafie murarie analizzate, anche quelle laterali alle pareti oggetto di studio. Il metodo è dettagliato nella norma UNI EN ISO 12354-1, ma può essere semplificato nei riguardi dei componenti opachi verticali (murature) con la cosiddetta "Legge della massa".

Poiché i limiti normativi dell'isolamento acustico impongono valori minimi più alti per i divisori tra alloggi rispetto a quelli delle murature perimetrali di facciata ( $R'_w \text{ min} = 50 \text{ dB}$  contro  $D_{2m,n,T,w} \text{ min} = 40 \text{ dB}$ ), risulta più difficile garantire un buon isolamento acustico nei divisori tra alloggi piuttosto che nelle murature perimetrali. Le murature che compongono l'involucro sono in genere murature di grande spessore (oltre i 30 cm), i cui punti deboli a cui prestare attenzione, sono le aperture (finestre, porte e cassonetti), in quanto le murature di grande spessore garantiscono da sole un potere fonoisolante attorno ai 50 dB. Per quanto riguarda le pareti divisorie tra alloggi, invece, è necessario garantire un potere fonoisolante maggiore per cautelarsi nei confronti di errori di posa e realizzazione delle tracce per gli impianti.

### La legge della massa

Nel valutare la prestazione di fonoisolamento di una parete, è possibile fare riferimento a prove di laboratorio realizzate su precise stratigrafie murarie oppure a una valutazione basata sulla massa superficiale degli elementi che compongono la parete. Sulla base di un'analisi su un consistente numero di prove di laboratorio effettuate dall'Università di Padova e dall'Istituto Giordano in collaborazione con il Consorzio Alveolater, si è scoperto che esiste una corrispondenza diretta tra la massa di una parete e il potere fonoisolante che la stessa può garantire: più la massa della parete è elevata, più essa isola dai rumori, secondo una proporzione logaritmica.

È quindi consigliabile, per ottenere elevati valori di potere fonoisolante, progettare e realizzare edifici con murature pesanti di grande spessore.

In alternativa è possibile scegliere stratigrafie murarie più complesse, che siano costituite cioè da più strati murari per realizzare il cosiddetto sistema "massa - molla - massa", dove le "masse" sono rappresentate dalla muratura e la "molla" è costituita dagli strati all'interno del muro generalmente realizzati con pannelli isolanti fonoassorbenti.

A seconda della stratigrafia muraria, la legge della massa cambia proprio per tenere in considerazione le possibili diverse configurazioni delle murature.

### Pareti monostrato

Tali formule permettono quindi la stima semplificata del potere fonoisolante a partire dal solo valore della massa superficiale di queste.

In ambito nazionale si considera, per pareti in laterizio normale o alleggerito di massa superficiale tra 50 e 400  $\text{Kg/m}^2$  la relazione

$$R_w = 20 \text{ Log } M$$

eventualmente modificabile in

$$R_w = 20,5 \text{ Log } M$$

per intervalli di massa superficiale complessiva tra  $230 < M < 400 \text{ Kg/m}^2$

### Pareti doppie

Diverso è il discorso relativo alle pareti doppie. Per sfruttare al meglio le proprietà fonoisolanti delle pareti doppie in laterizio a intercapedine vuota, occorre che l'intercapedine sia almeno 10 cm per modulare meglio le frequenze sonore, con la relazione:

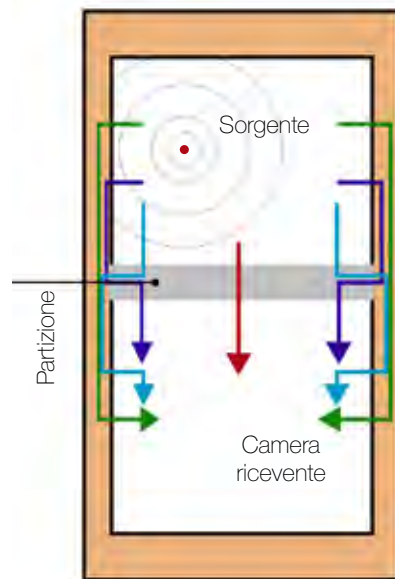
$$R_w = 20 \text{ Log } M + 20 \text{ Log } (d-10)$$

dove  $d$  è lo spessore dell'intercapedine espresso in cm.

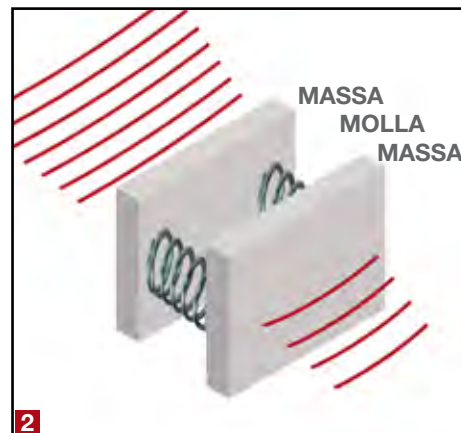
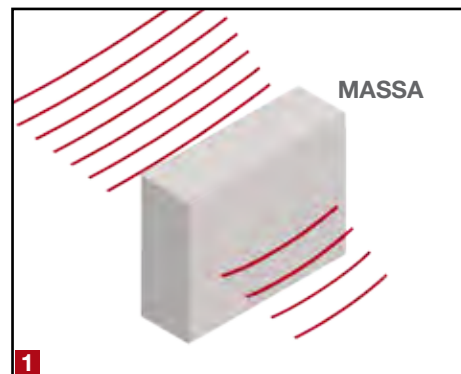
Per valutazioni di murature doppie con pannelli fonoassorbenti interposti, in un ambito di massa superficiale complessiva compreso tra  $230 < M < 400 \text{ Kg/m}^2$ , la relazione diventa

$$R_w = 22,3 \text{ Log } M$$

Tale relazione è però molto a favore di sicurezza; i dati sperimentali, in particolare sulle murature doppie certificano valori di fonoisolamento generalmente superiori.



La trasmissione del rumore attraverso la partizione verticale (parete) distinta in diretta (freccia rossa) e laterale (altre frecce)



Il sistema di partizione verticale massivo (1) e il sistema massa-molla-massa (2)

## Potere fonoisolante: suggerimenti per la progettazione

Esistono una serie di principi generali da osservare, per il controllo del rumore, ed alcuni accorgimenti da adottare per evitare problemi costruttivi dovuti a una non attenta progettazione.

Parallelamente, è necessario che la posa in opera, nei riguardi dell'acustica, sia la più precisa possibile.

Per quanto riguarda il controllo dei rumori aerei, si osservi innanzitutto che, se i divisori tra unità immobiliari devono rispettare almeno 50 dB (limite normativo), essi dovranno essere realizzati con pareti certificate in laboratorio (o calcolate con la legge della massa) con valori di  $R_w$  di almeno 53/55 dB. Questo perché una riduzione di 3/5 dB è tipica per le pareti realizzate in opera a causa di una posa non a perfetta regola d'arte dei blocchi e della malta e all'eventuale realizzazione di tracce per impianti su queste pareti.

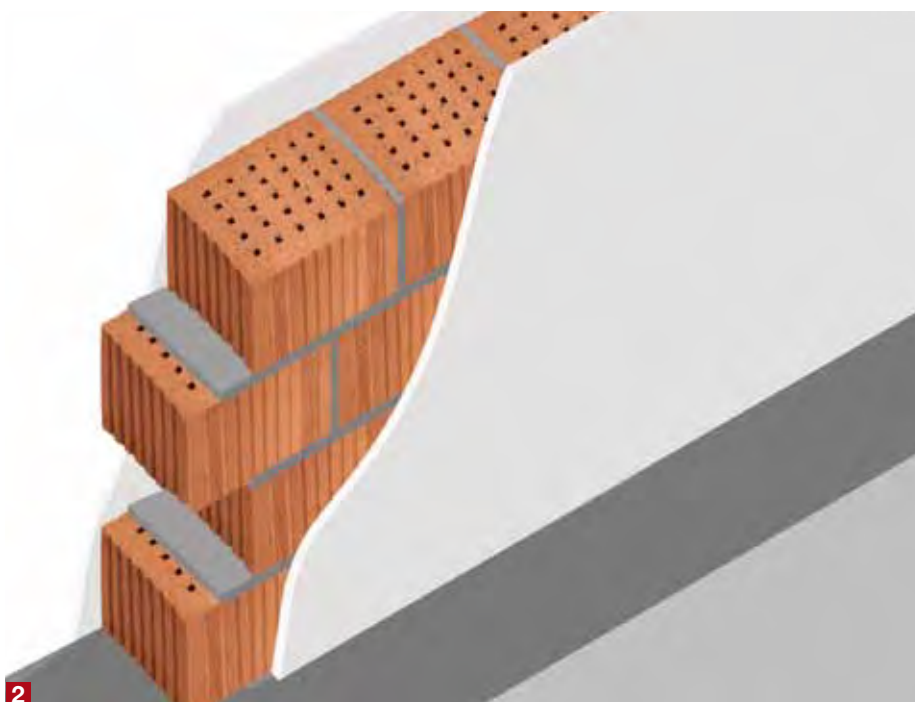
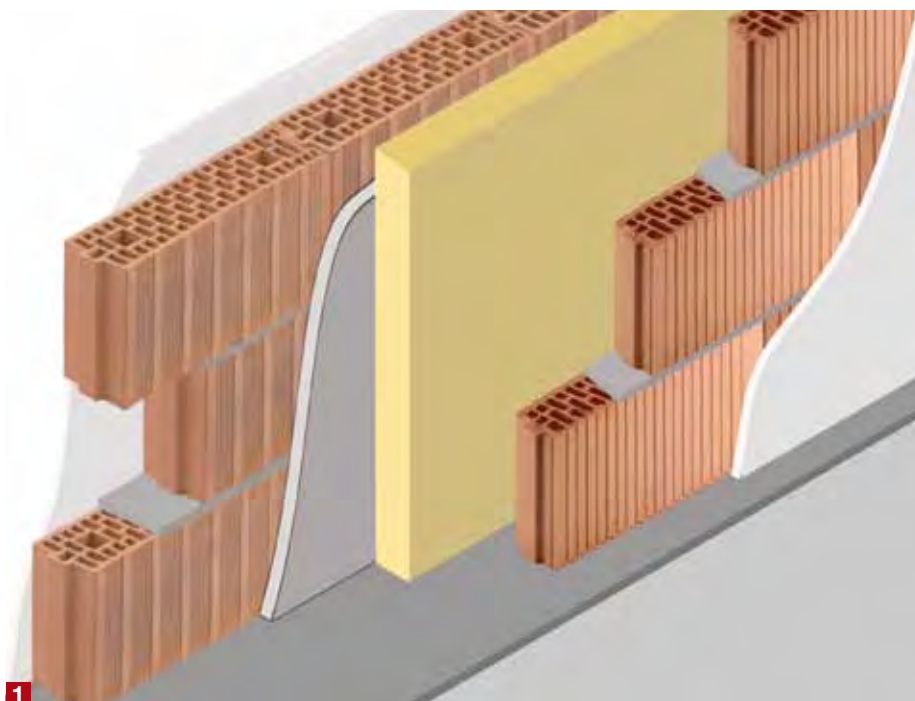
Nelle pareti doppie è bene utilizzare materiali diversi oppure uguali ma di spessore differente, in maniera da realizzare una muratura asimmetrica; questo favorisce la formazione di una barriera acustica efficace su una gamma maggiore di frequenze.

E' sempre consigliabile, nelle murature divisorie tra alloggi, abbondare nelle quantità di malta utilizzata in maniera da aumentare la pesantezza dei comparti murari e, possibilmente, inserire uno strato di rinforzo all'interno delle intercapedini (fig. 1).

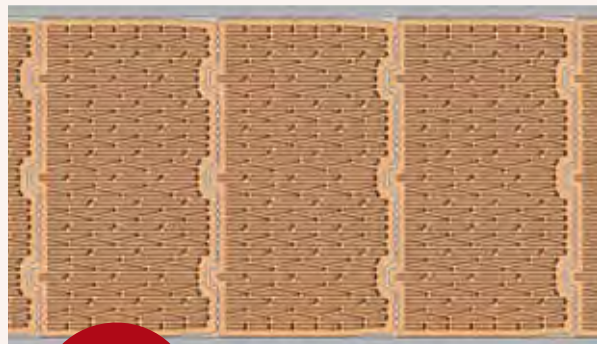
Anche aumentare lo spessore degli intonaci aiuta a migliorare la prestazione acustica poiché si appesantisce lo strato murario.

L'alternativa alla doppia muratura è quella di utilizzare una parete molto massiva che assolva alle stesse prestazioni di fonoisolamento grazie all'elevato peso della stessa; in questo caso si può procedere intonacando semplicemente la parete (fig. 2: parete massiva **Porotherm Sonico**) o, in alternativa, valutare la realizzazione di una contro fodera.

Per i rumori impattivi la massa è poco importante: è bene procedere a una desolidarizzazione della parete utilizzando opportune membrane bituminose tra il solaio e il primo corso di blocchi al fine di limitare il più possibile la trasmissione laterale del rumore; le stesse membrane possono essere predisposte sui fianchi della muratura purché non venga meno il rischio di ribaltamento delle stesse.



## Muratura monostrato



**51 dB**

### Caratteristiche della stratigrafia

Materiale	Peso specifico	Massa superficiale	Conducibilità termica	Spessore
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>2</sup>	$\lambda_{equ}$ W/mK	cm
Intonaco base calce	1.500	22,5	0,54	1,5
Pth BIO PLAN 42,5 T - 0,09	780	322	0,09	42,5
Intonaco base calce	1.500	22,5	0,54	1,5

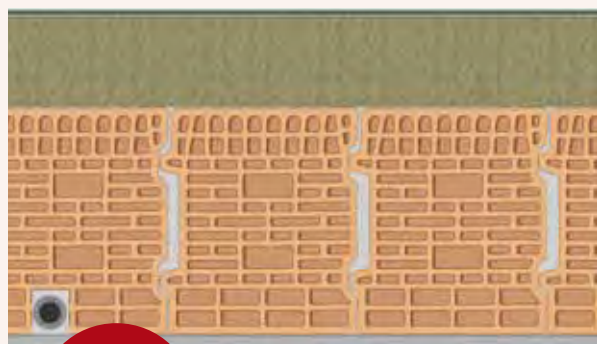
### Caratteristiche tecniche

### Caratteristiche termico - acustiche

Spessore della parete intonacata	Massa superficiale (compresi gli intonaci)	Trasmittanza termica	Sfasamento	Trasmittanza termica periodica	Potere fonoisolante
cm	Kg/m <sup>2</sup>	U	s	$Y_{IE}$	$R_w$
		W/m <sup>2</sup> K	ore	W/m <sup>2</sup> K	dB
45,5	367	0,20	27,93	0,002	51

I valori del potere fonoisolante sono dedotti dalla legge della massa  $R_w = 19,9 \text{ Log} (M)$

## Muratura blocco + cappotto



**55 dB**

### Caratteristiche della stratigrafia

Materiale	Peso specifico	Massa superficiale	Conducibilità termica	Spessore
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>2</sup>	$\lambda_{equ}$ W/mK	cm
Intonaco silossanico per cappotto	1.500	7,5	0,3	0,5
Cappotto in lana di roccia	40	4,8	0,035	12
Pth BIO PLAN 30 ETICS	860	268	0,14	30
Intonaco base calce	1.500	22,5	0,54	1,5

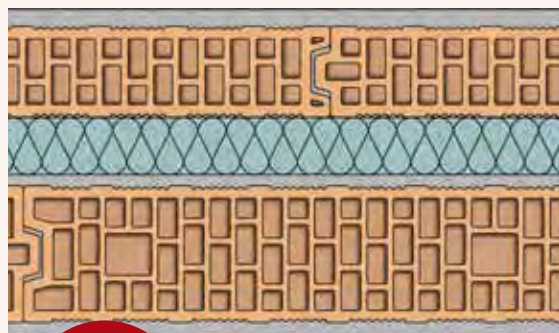
### Caratteristiche tecniche

### Caratteristiche termico - acustiche

Spessore della parete intonacata	Massa superficiale (compresi gli intonaci)	Trasmittanza termica	Sfasamento	Trasmittanza termica periodica	Potere fonoisolante
cm	Kg/m <sup>2</sup>	U	s	$Y_{IE}$	$R_w$
		W/m <sup>2</sup> K	ore	W/m <sup>2</sup> K	dB
44	303	0,17	19,03	0,041	55

I valori del potere fonoisolante sono dedotti da prove sperimentali condotte in laboratorio

## Doppia muratura



58 dB

### Caratteristiche della stratigrafia

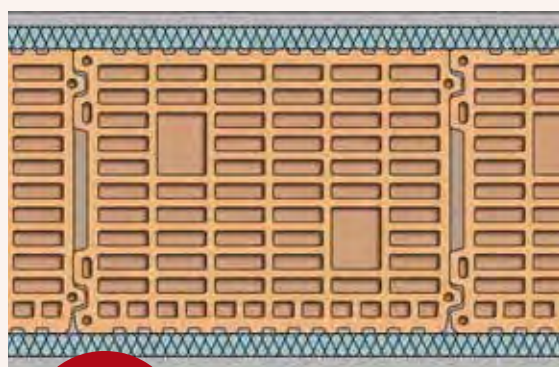
Materiale	Peso specifico	Massa superficiale	Conducibilità termica	Spessore
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>2</sup>	$\lambda_{equ}$ W/mK	cm
Intonaco tradizionale	1.800	27	0,9	1,5
Pth BIO PLAN 8	900	80	0,19	8
Pannello fonoassorbente in fibra	40	2	0,035	5
Rinzafo	1.800	18	0,9	1
Pth BIO PLAN 12	900	110	0,18	12
Intonaco base calce	1.800	27	0,9	1,5

### Caratteristiche tecniche

### Caratteristiche termico - acustiche

Spessore della parete intonacata	Massa superficiale (senza gli intonaci)	Trasmittanza termica	Sfasamento	Trasmittanza termica periodica	Potere fonoisolante
cm	Kg/m <sup>2</sup>	U	s	$Y_{IE}$	$R_w$
		W/m <sup>2</sup> K	ore	W/m <sup>2</sup> K	dB
29	264	0,37	12,55	0,077	58

I valori del potere fonoisolante sono dedotti da prove sperimentali condotte in laboratorio



57 dB

### Caratteristiche della stratigrafia

Materiale	Peso specifico	Massa superficiale	Conducibilità termica	Spessore
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>2</sup>	$\lambda_{equ}$ W/mK	cm
Pannello in fibra di gesso	800	10	0,25	1,25
Pannello fonoassorbente in fibra	40	0,8	0,035	2
Pth BIO PLAN 25	860	223	0,15	25
Pannello fonoassorbente in fibra	40	0,8	0,035	2
Pannello in fibra di gesso	800	10	0,25	1,25

### Caratteristiche tecniche

### Caratteristiche termico - acustiche

Spessore della parete intonacata	Massa superficiale (senza gli intonaci)	Trasmittanza termica	Sfasamento	Trasmittanza termica periodica	Potere fonoisolante
cm	Kg/m <sup>2</sup>	U	s	$Y_{IE}$	$R_w$
		W/m <sup>2</sup> K	ore	W/m <sup>2</sup> K	dB
31,5	245	0,33	15,58	0,0195	57

I valori del potere fonoisolante sono dedotti da prove sperimentali condotte in laboratorio