

## 7. La facciata e gli impianti: **Le facciate**

### *Problemi principali*

Il progetto delle **facciate** richiede particolari accorgimenti nella fase di progetto acustico






Sono infatti numerose le **variabili** che determinano il buon funzionamento acustico della facciata

- Presenza di balconi e terrazze
- Differenti posizioni dei piani
- Qualità dei materiali e della posa
- Tipologia dei locali contigui alla facciata
- Qualità dei serramenti e dell'installazione




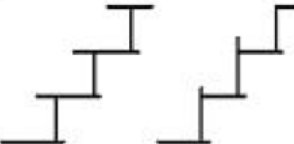
## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

### Problemi principali

La conformazione della facciata influenza il comportamento acustico

	Facciata piana 	Ballatoio <sup>1)</sup> 	Ballatoio <sup>1)</sup> 	Ballatoio <sup>1)</sup> 	Ballatoio <sup>1)</sup> 	
$\alpha_w$	Non si applica	$\leq 0,3$   0,6   $\geq 0,9$	$\leq 0,3$   0,6   $\geq 0,9$	$\leq 0,3$   0,6   $\geq 0,9$	$\leq 0,3$   0,6   $\geq 0,9$	
$H < 1,5$ m	0	-1   -1   0	-1   -1   0	0   0   1	Non si applica	
$1,5 \leq h \leq 2,5$ m	0	Non si applica			0   1   3	Non si applica
$H > 2,5$ m	0	Non si applica			2   2   3	3   4   6

	Balcone <sup>2)</sup> 	Balcone <sup>2)</sup> 	Balcone <sup>2)</sup> 	Terrazza 					
$\alpha_w$	$\leq 0,3$   0,6   $\geq 0,9$	$\leq 0,3$   0,6   $\geq 0,9$	$\leq 0,3$   0,6   $\geq 0,9$	Schermature aperte			Schermature chiuse		
$\alpha_w$	$\leq 0,3$   0,6   $\geq 0,9$	$\leq 0,3$   0,6   $\geq 0,9$	$\leq 0,3$   0,6   $\geq 0,9$	$\leq 0,3$   0,6   $\geq 0,9$	$\leq 0,3$   0,6   $\geq 0,9$	$\leq 0,3$   0,6   $\geq 0,9$			
$h < 1,5$ m	-1   -1   0	0   0   1	1   1   2	2   1   1	3   3   3	3   3   3			
$1,5 \leq h \leq 2,5$ m	-1   1   3	0   2   4	1   1   2	3   4   5	5   6   7	5   6   7			
$h > 2,5$ m	1   2   3	2   3   4	1   1   2	4   4   5	6   6   7	6   6   7			

Note:

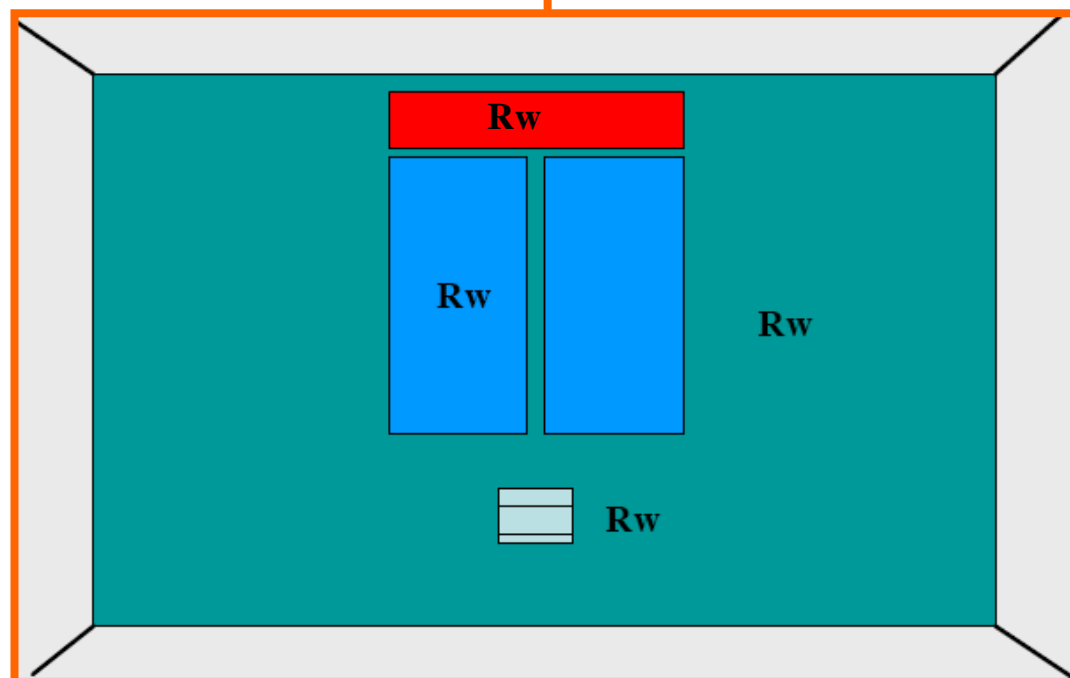
1) Ballatoio, terrazza continua,

2) Balcone, terrazza discontinua limitata lateralmente

## 7. La facciata e gli impianti: **Le facciate**

*Sistema facciata*

Contributi degli elementi costituenti la facciata



$R'w$

## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

### Sistema finestra



Per raggiungere il valore prescritto dell'indice di isolamento di facciata, le porte – finestre rappresentano il punto debole del sistema. E' possibile agire:

- Sul serramento: di tipo massiccio e dotato di guarnizioni ad alta tenuta per ridurre la permeabilità all'aria
- Sulla parte vetrata: ricorrendo a vetrocamere
- Sul cassonetto della tapparella: dovrà avere una perfetta tenuta. Internamente potrà essere rivestito con materiale isolante di tipo e spessore adeguato. La fessura dell'avvolgibile deve essere di dimensioni ridotte

## 7. La facciata e gli impianti: **Le facciate**

### *Porte finestre*

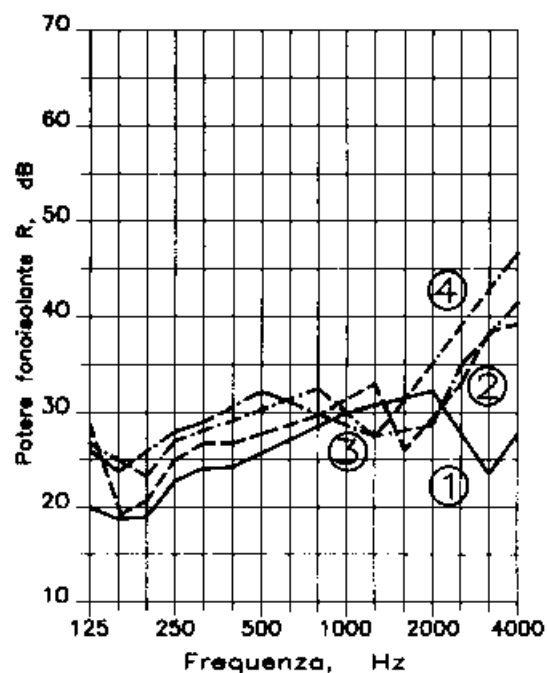
Il potere fonoisolante delle porte dipende dalla composizione delle vetrate, dall'accuratezza del sistema di tenuta e dalla tecnica di montaggio. In particolare:

- Per aumentare le caratteristiche fonoisolanti devono essere inserite guarnizioni in gomma che ne sigillano i battenti e cerniere rinforzate che ne garantiscono la massima stabilità.
- Particolare attenzione dovrà essere posta alla battuta tra porta e pavimento.

## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

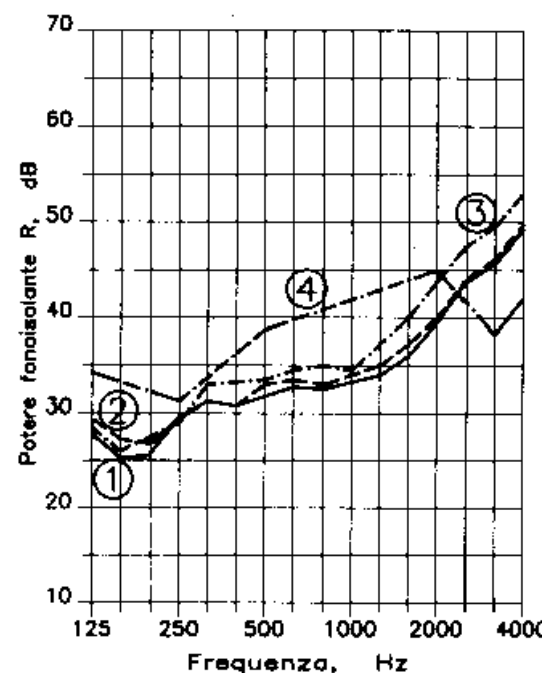
### Stratigrafie dei serramenti

VETRO PIENO MONOLITICO



- ① Lastra di vetro, sp. 4 mm  
M=10 Kg/m<sup>2</sup>    Rw=27 dB
- ② Lastra di vetro, sp. 6 mm  
M=15 Kg/m<sup>2</sup>    Rw=30 dB
- ③ Lastra di vetro, sp. 8 mm  
M=20 Kg/m<sup>2</sup>    Rw=32 dB
- ④ Lastra di vetro, sp. 10 mm  
M=25 Kg/m<sup>2</sup>    Rw=33 dB

VETRO STRATIFICATO

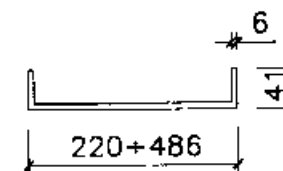


- ① 2 Lastre di vetro, sp. 6+6 mm  
M=30 Kg/m<sup>2</sup>    Rw=36 dB
- ② 2 Lastre di vetro, sp. 4+8 mm  
M=30 Kg/m<sup>2</sup>    Rw=36 dB
- ③ 2 Lastre di vetro, sp. 8+10 mm  
M=40 Kg/m<sup>2</sup>    Rw=37 dB
- ④ 3 Lastre di vetro, sp. 4+4+4 mm  
M=59.5 Kg/m<sup>2</sup>    Rw=39 dB

PROFILATI IN VETRO A FORMA DI "U"

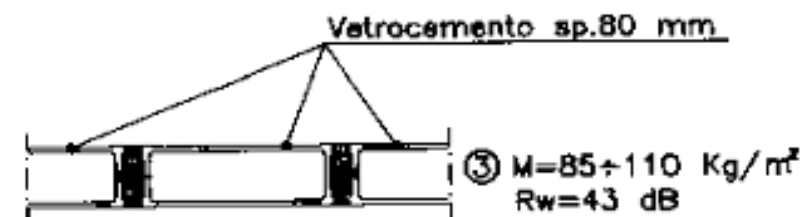
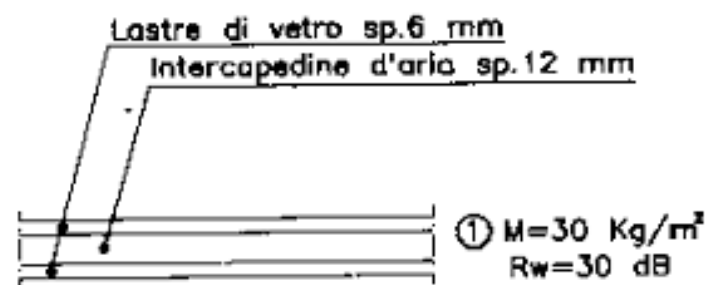
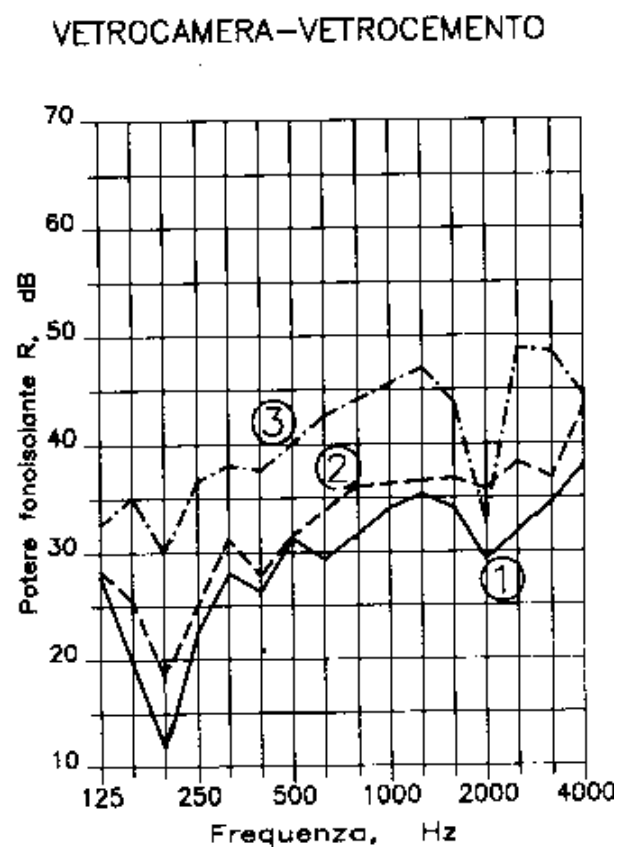
Tipo di vetro	Indice di valutaz., dB
Vetro profilato a "U" sp.6 mm (posa a pettine o a greca)	24
Vetro profilato a "U" sp.6+6 mm (posa a camera d'aria)	30

-Dimensione lastre:



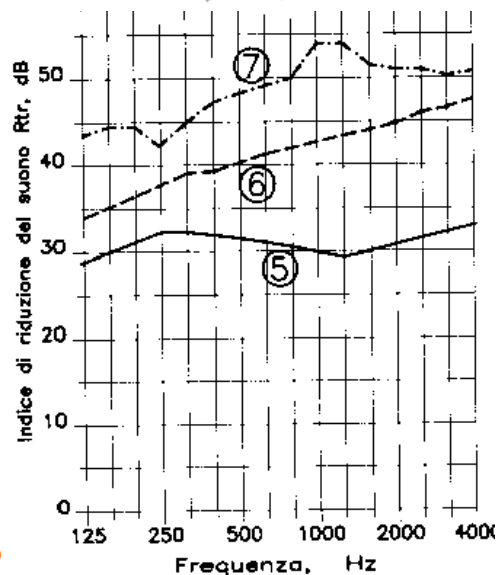
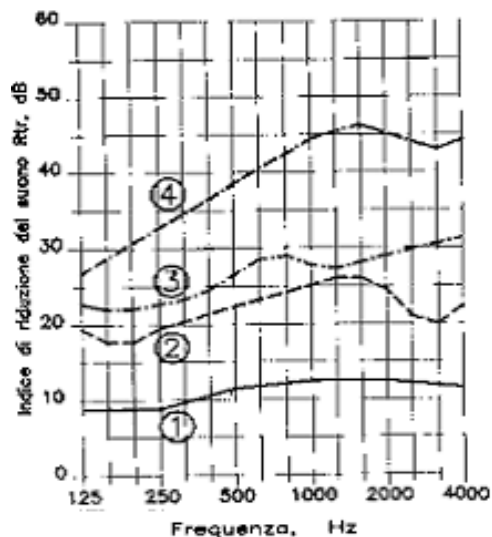
## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

### Stratigrafie dei serramenti



## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

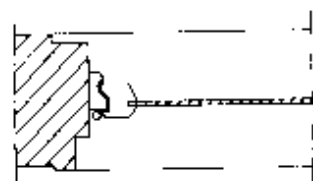
### Stratigrafie dei serramenti



#### SERRAMENTI VETRATI. SOLUZIONI PER SITUAZIONI PREESISTENTI

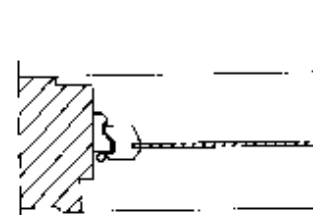
① Finestra parzialmente aperta

② Lastra in vetro da 3 mm su telaio in legno



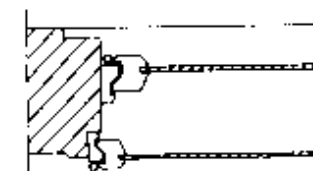
Rtrw=22 dB

③ Lastra in vetro da 8 mm su telaio in legno



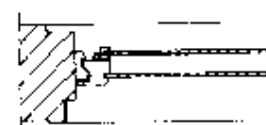
Rtrw=27 dB

④ Due lastre in vetro da 6 mm ciascuna spaziate di 100 mm su due telai indipendenti in legno



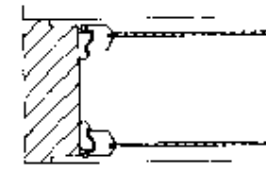
Rtrw= 40 dB

⑤ Due lastre in vetro, rispettivamente, da 4 e da 5 mm, spaziate di 35 mm su un unico telaio in legno



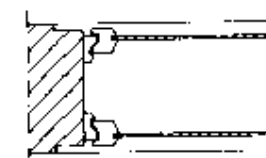
Rtrw=31 dB

⑥ Due lastre in vetro da 3 mm ciascuna spaziate di 350 mm su due telai indipendenti in legno



Rtrw=40 dB

⑦ Due lastre in vetro da 12 mm spaziate di 200 mm su due telai indipendenti

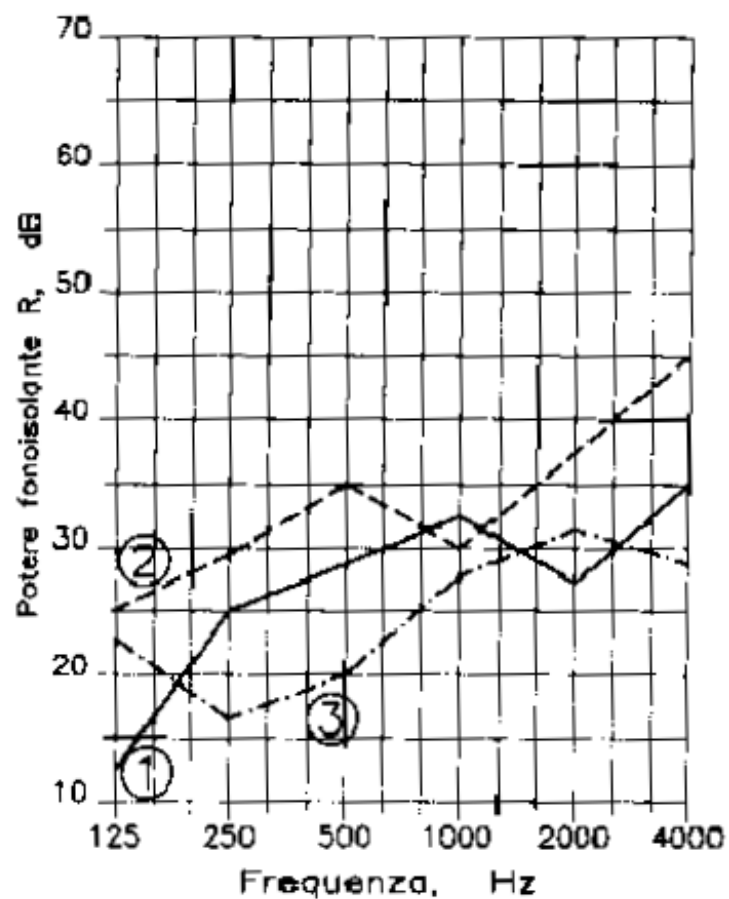


Rtrw=49 dB



## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

### Stratigrafie dei serramenti



I telai sono in legno pesante con battute a buona tenuta acustica

- ① Finestra con lastra di vetro da 6 mm:  
M=15 Kg/m<sup>2</sup> Rw=31 dB
- ② Finestra con lastra di vetro da 16 mm:  
M=40 Kg/m<sup>2</sup> Rw=35 dB
- ③ Finestra con vetro camera 3+7+3 mm:  
M=15 Kg/m<sup>2</sup> Rw=28 dB

-Caratteristiche termiche:

Tipo di vetro	Spessore intercapedine mm	Natura telaio	Coeff. K <sub>v</sub> w/m <sup>2</sup> K
Vetrocamera	6	A	3.3
		B	3.5
Vetrocamera	12	A	3.0
		B	3.3
Doppio vetro	20-40	A	2.6
		B	2.8
Doppio vetro	40-70	A	2.6
		B	2.6
Doppia finestra	>70	A	2.6
		B	2.6
Vetro semplice	/	A	5.1
		B	5.8

A=legno,PVC,combinazioni del legno  
B=alluminio e acciaio a taglio termico

## 7. La facciata e gli impianti: **Le facciate**

### *Qualità dei serramenti e posa*

Il principale accorgimento per l'installazione di una finestra o di una porta – finestra, riguarda la congiunzione tra falsotelaio e parete. In questo punto è molto importante evitare fughe e spazi vuoti che creano ponti acustici.



## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

### Requisiti delle facciate

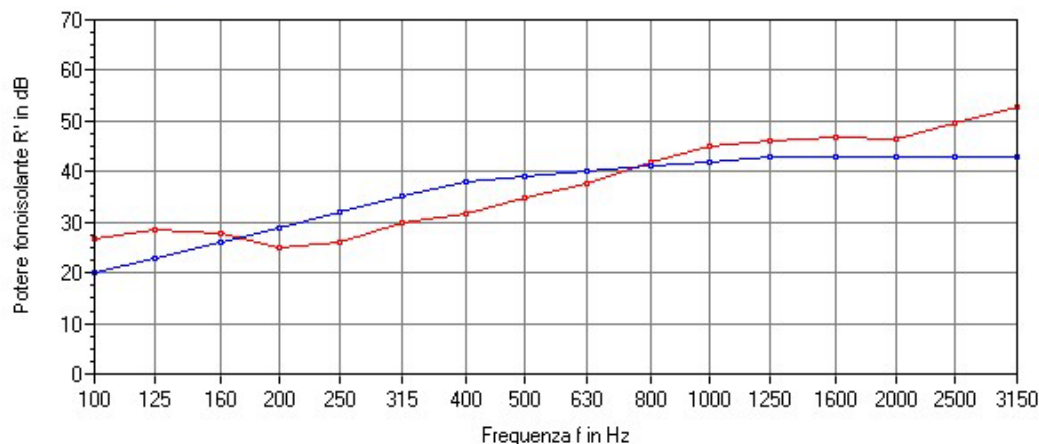
Appartamento, soggiorno / pranzo / cottura.

Dimensioni 3,64 X5,00

Parete perimetrale 12/intonaco/lana 6 cm/8

Porta finestra m 1,60x 2,40 Vetri da mm 8 (4.4)/15/4

Serramenti in legno spessore mm 68



Frequenza (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R' curva sperimentale terzo di ottava (dB)	27	29	28	25	26	30	32	35	38	42	45	46	47	47	50	53
R' curva di riferimento terzo di ottava (dB)	20	23	26	29	32	35	38	39	40	41	42	43	43	43	43	43

Volume ambiente ricevente: **49,95** (m<sup>3</sup>)

Verifiche di legge		
Ambiente	Valore limite di legge	Verifica
Edifici adibiti a residenza o assimilabili	$D_{2m,nT,w} \geq 40$ (dB)	<b>Verificato</b>

### Valutazione secondo la UNI EN ISO 717 dei risultati dei calcoli da UNI EN 12354:

Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w = 39$  (dB)

Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato  $D_{2m,nT,w} (C; C_{tr}) = 41$  (-1; -4) (dB)

## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

### Requisiti delle facciate

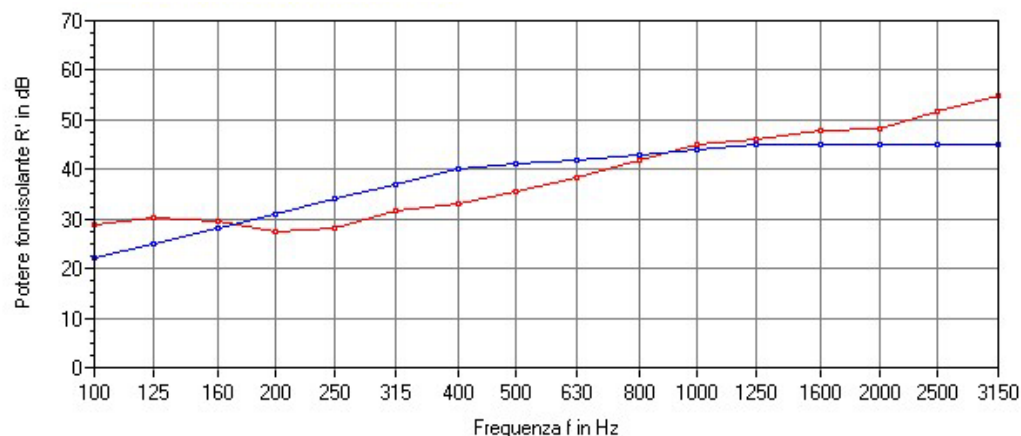
Appartamento, camera da letto matrimoniale.

Parete dimensioni 5,32 X4,60 ; stratigrafia laterizio cm 12/intonaco/lana 6 cm/8

Porta finestra: n. 2 da m 1,10x 1,40

Vetri da mm 8 (4.4)/15/4

Serramenti in legno spessore mm 68



— curva sperimentale  
— curva di riferimento UNI EN ISO 717-1

Frequenza (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R' curva sperimentale terzo di ottava (dB)	29	30	30	27	28	32	33	36	38	42	45	46	48	48	52	55
R' curva di riferimento terzo di ottava (dB)	22	25	28	31	34	37	40	41	42	43	44	45	45	45	45	45

Volume ambiente ricevente: **65.83** (m<sup>3</sup>)

Verifiche di legge		
Ambiente	Valore limite di legge	Verifica
Edifici adibiti a residenza o assimilabili	$D_{2m,nT,w} \geq 40$ (dB)	Verificato

### Valutazione secondo la UNI EN ISO 717 dei risultati dei calcoli da UNI EN 12354:

Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w = 41$  (dB)

Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato  $D_{2m,nT,w} (C; C_{tr}) = 42 (-1; -4)$  (dB)

## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

### Requisiti delle facciate

Negoziò al piano terra. Solo vetro in facciata.

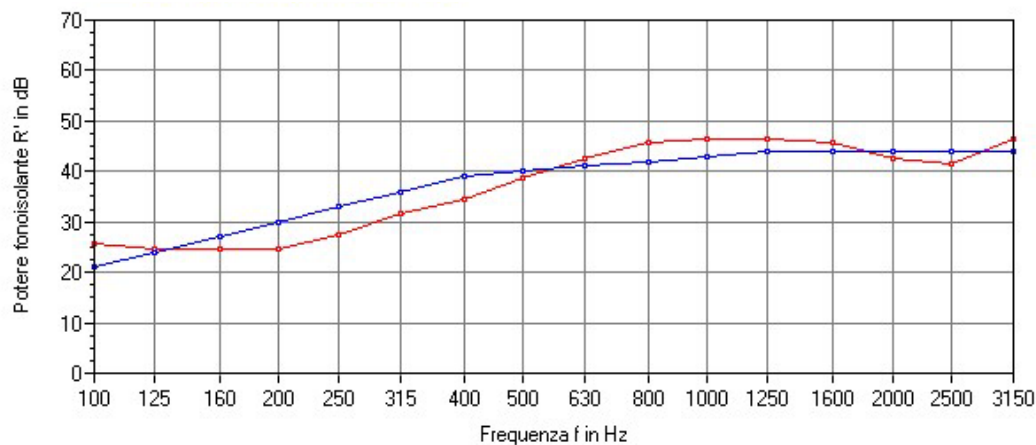
La sola vetrata dovr  poter ottenere il valore indice, pari a 42 dB.

Dimensioni: 11,50 x 9,90

Vetrata da 11,50 x 2,97

Vetro stratificato 5.5/12/3.3.

La porta dovr  portare sistema di sigillatura a terra con ghigliottina comandata dalla maniglia.



— curva sperimentale  
— curva di riferimento UNI EN ISO 717-1

Frequenza (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R' curva sperimentale terzo di ottava (dB)	26	25	25	25	28	32	35	39	43	46	47	47	46	43	42	47
R' curva di riferimento terzo di ottava (dB)	21	24	27	30	33	36	39	40	41	42	43	44	44	44	44	44

Volume ambiente ricevente: **311.85** (m<sup>3</sup>)

Verifiche di legge		
Ambiente	Valore limite di legge	Verifica
Edifici adibiti ad attivit� commerciali o assimilabili	$D_{2m,nT,w} \geq 42$ (dB)	Verificato

### Valutazione secondo la UNI EN ISO 717 dei risultati dei calcoli da UNI EN 12354:

Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w = 40$  (dB)

Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato  $D_{2m,nT,w} (C; C_{tr}) = 45$  (-2; -5) (dB)

## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

### Requisiti delle facciate

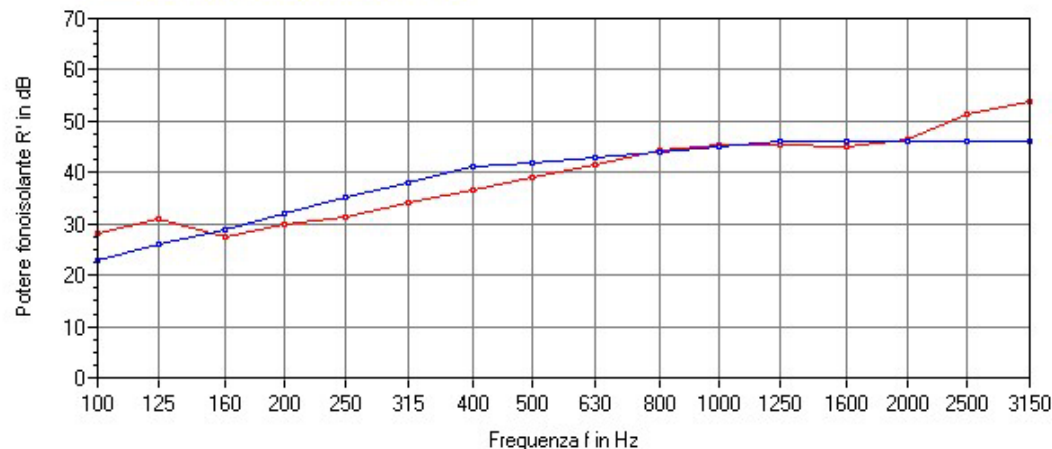
Appartamento, soggiorno.

Dimensioni: 4,38 x 5,81

Finestra 2,80 x 2,35

Balcone 2,40 x 2,35

Vetrocamera 5/16/55



Frequenza (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R' curva sperimentale terzo di ottava (dB)	28	31	27	30	31	34	36	39	42	44	46	45	45	46	51	54
R' curva di riferimento terzo di ottava (dB)	23	26	29	32	35	38	41	42	43	44	45	46	46	46	46	46

Volume ambiente ricevente: **40,50** (m<sup>3</sup>)

Verifiche di legge		
Ambiente	Valore limite di legge	Verifica
Edifici adibiti a residenza o assimilabili	$D_{2m,nT,w} \geq 40$ (dB)	<b>Verificato</b>

#### Valutazione secondo la UNI EN ISO 717 dei risultati dei calcoli da UNI EN 12354:

Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w = 42$  (dB)

Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato  $D_{2m,nT,w} (C; C_{tr}) = 42 (-1; -5)$  (dB)

## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

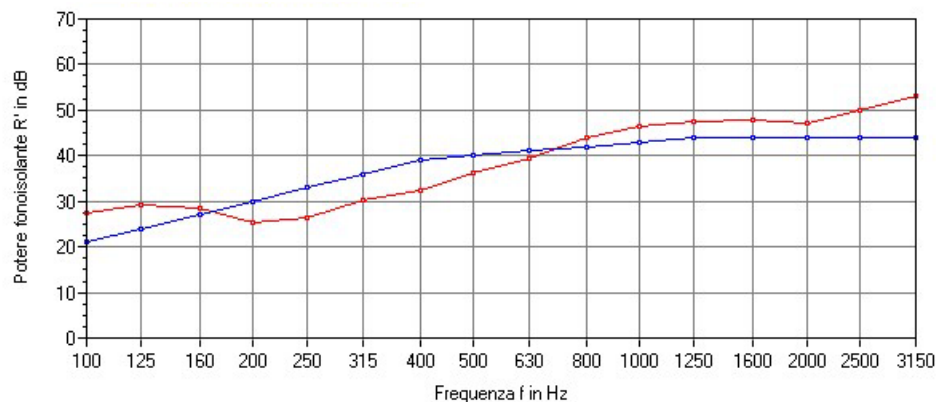
### Requisiti delle facciate

Composizione variante acustica: intonaco esterno (2 cm. medi), blocco Poroton (20 cm.), rinzaffo lato interno, polistirene (5 cm.), lana di roccia con densità di 65 kg/m<sup>3</sup> (5 cm.), laterizio semipieno (cm.8 ) e intonaco (2 cm. medi)

Porte finestre: 1,80 x 2,40 + 2,40 x 2,40; finestra da 1 x 1,20

Vetri 3.3/12/3.3 = pvb (polivinilbutirrale)

Il cassonetto dovrà essere isolato con indice minimo 38 dB e dovrà essere garantito dal fornitore.



— curva sperimentale  
— curva di riferimento UNI EN ISO 717-1

Frequenza (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R' curva sperimentale	27	29	28	25	26	30	32	36	39	44	46	47	48	47	50	53
R' curva di riferimento	21	24	27	30	33	36	39	40	41	42	43	44	44	44	44	44

Volume ambiente ricevente: 79,92 (m<sup>3</sup>)

Verifiche di legge		
Ambiente	Valore limite di legge	Verifica
Edifici adibiti a residenza o assimilabili	$D_{2m,nT,w} \geq 40$ (dB)	Verificato

#### Valutazione secondo la UNI EN ISO 717 dei risultati dei calcoli da UNI EN 12354:

Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w = 40$  (dB)

Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato  $D_{2m,nT,w} (C; C_{tr}) = 41 (-1; -5)$  (dB)

## 7. La facciata e gli impianti: **Le facciate**

### *Elementi di facciata*

Collaudo dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate

- PROVINO CON REGISTRAZIONE SERRAMENTO ADEGUATA
- PROVINO CON REGISTRAZIONE SERRAMENTO INSUFFICIENTE
- PROVINO CON REGISTRAZIONE SERRAMENTO INSUFFICIENTE E PRESA D'ARIA NON TRATTATA

Descrizione struttura collaudata: Soggiorno con porta-finestra a 4 elementi

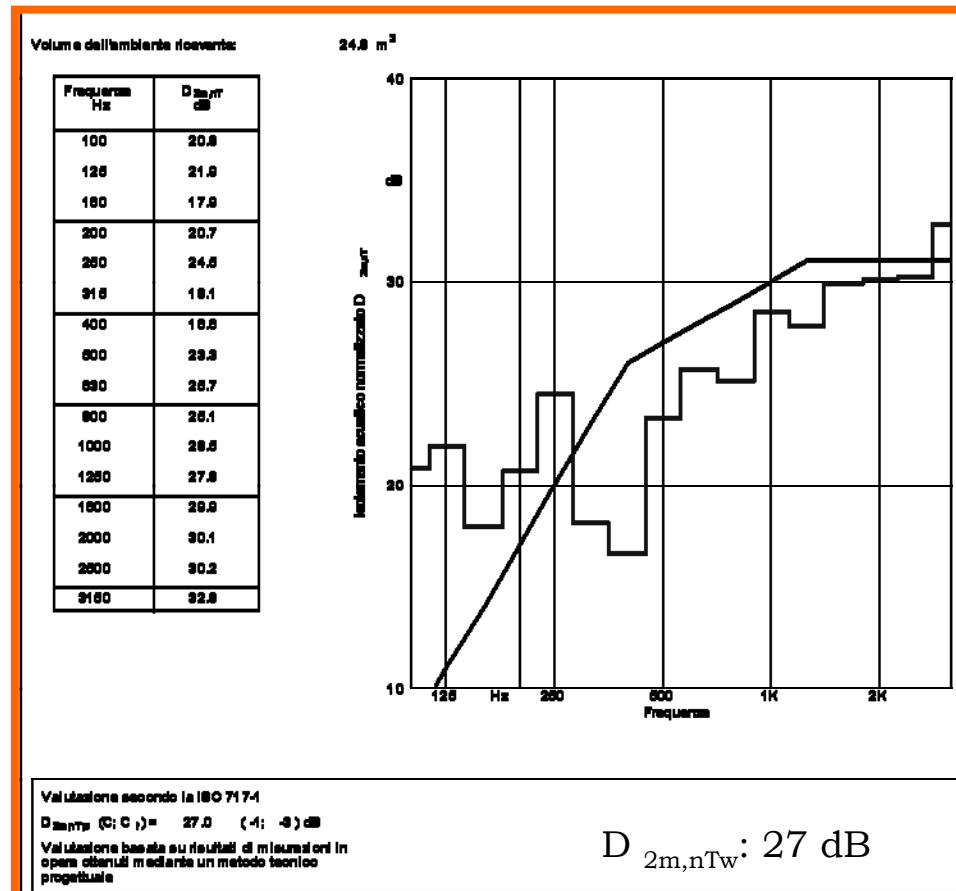




## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

### Elementi di facciata

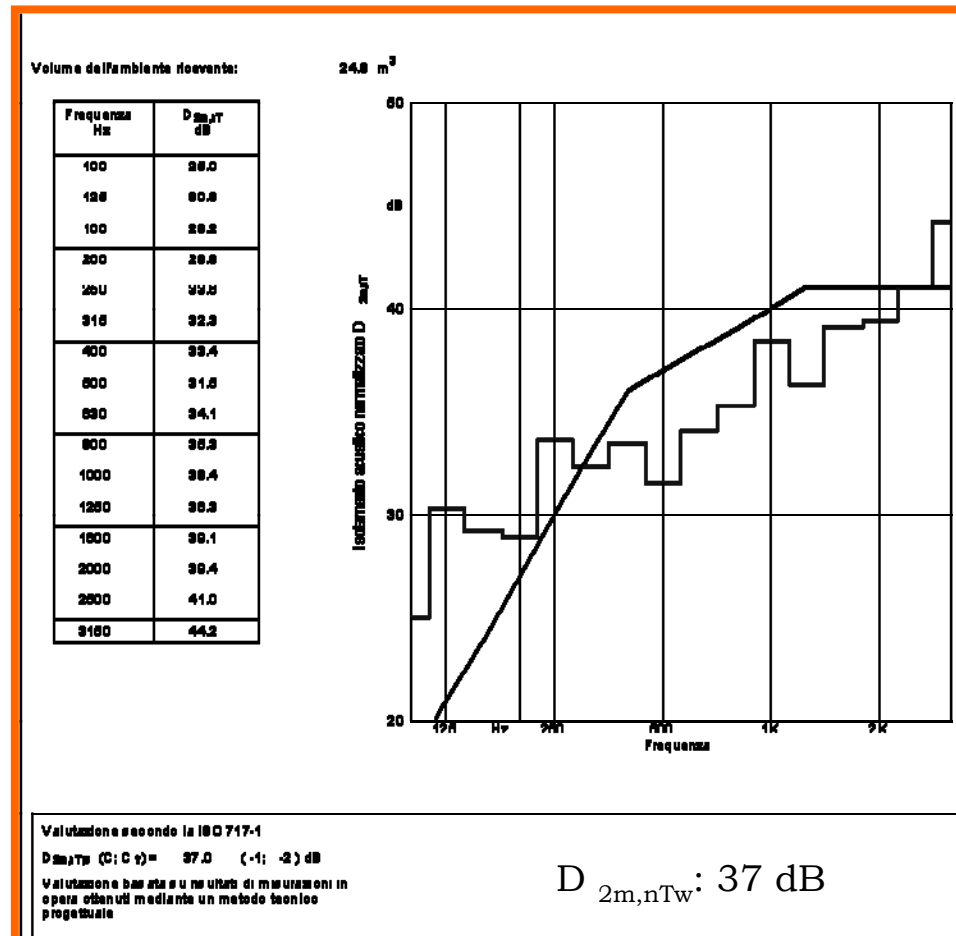
Provino con registrazione serramento insufficiente e presa d'aria libera



## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

### Elementi di facciata

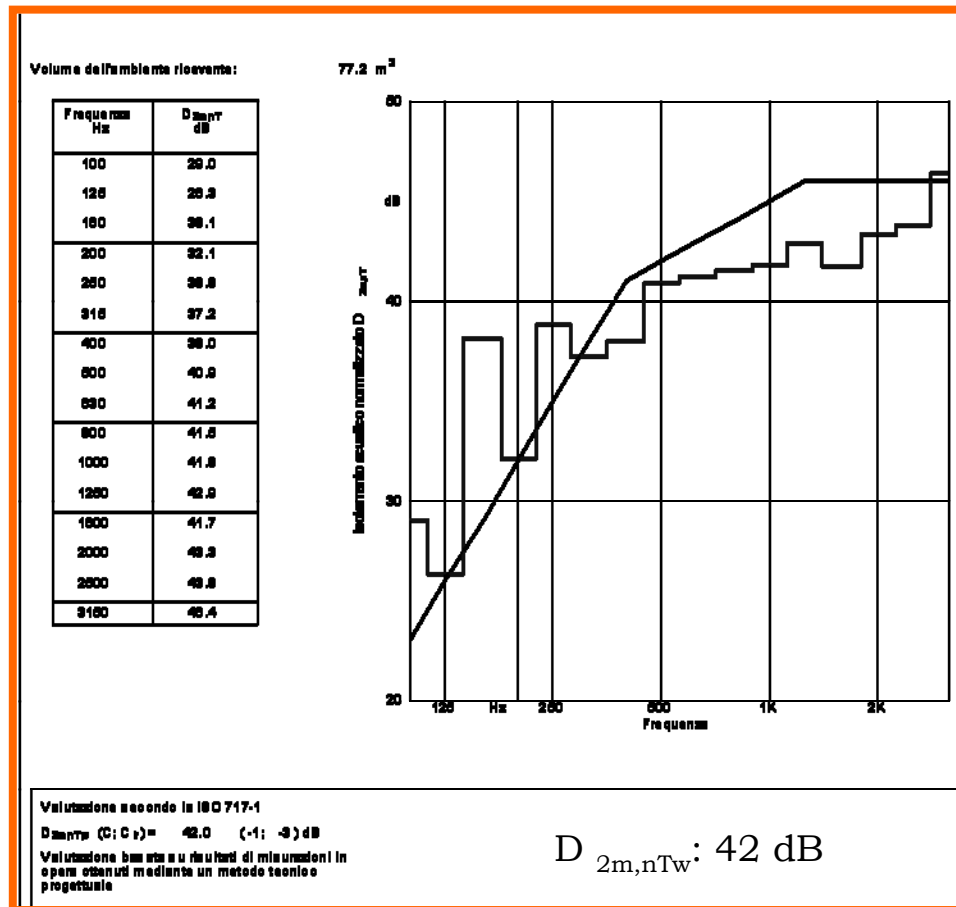
Provino con registrazione serramento insufficiente



## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

### Elementi di facciata

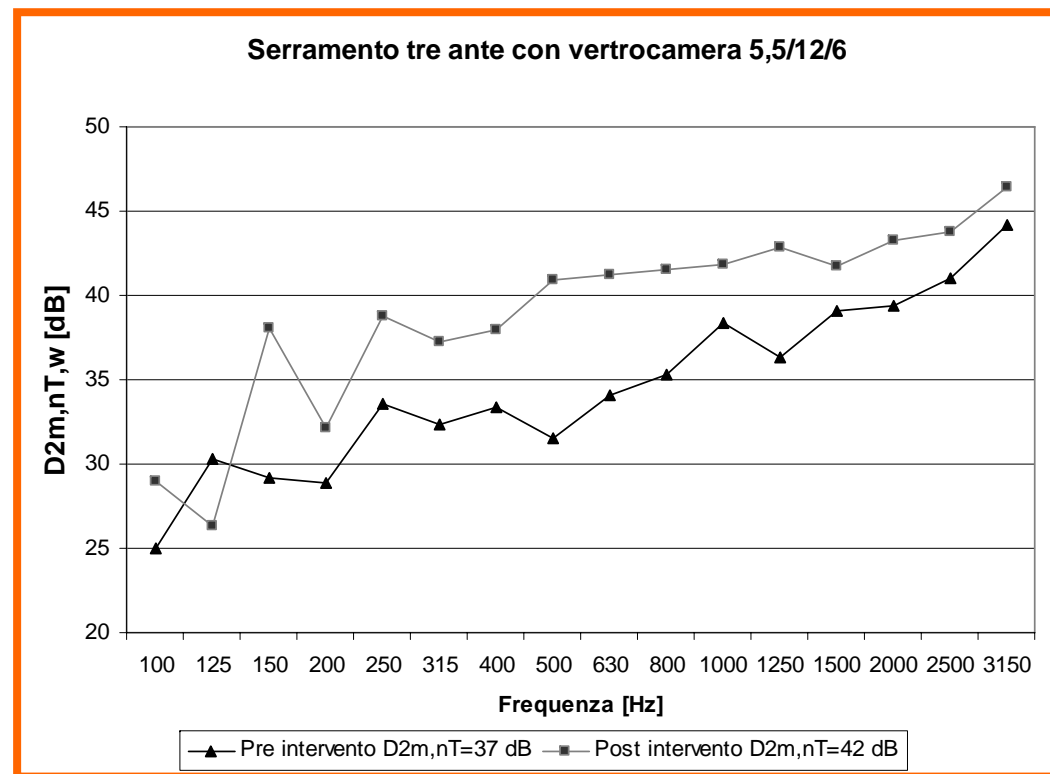
Provino con registrazione serramento e presa aria insonorizzata



## 7. La facciata e gli impianti: **Le facciate**

### *Qualità dei serramenti e posa*

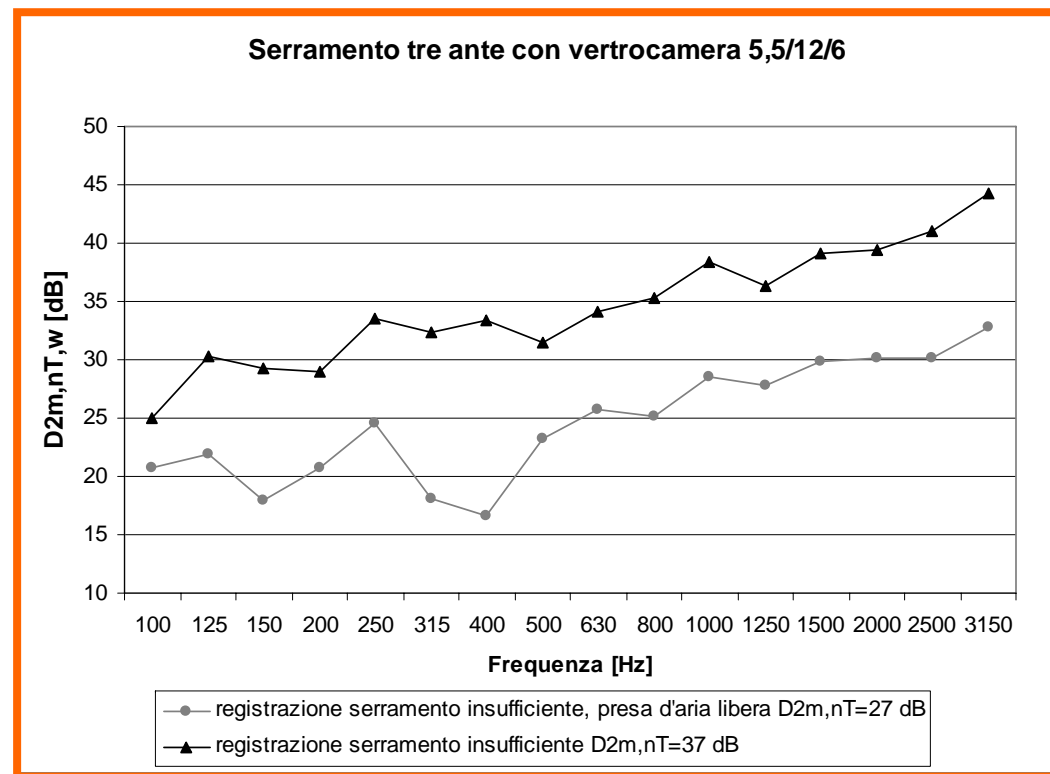
Serramento prima e dopo la registrazione della chiusura e trattamento vano piccolo



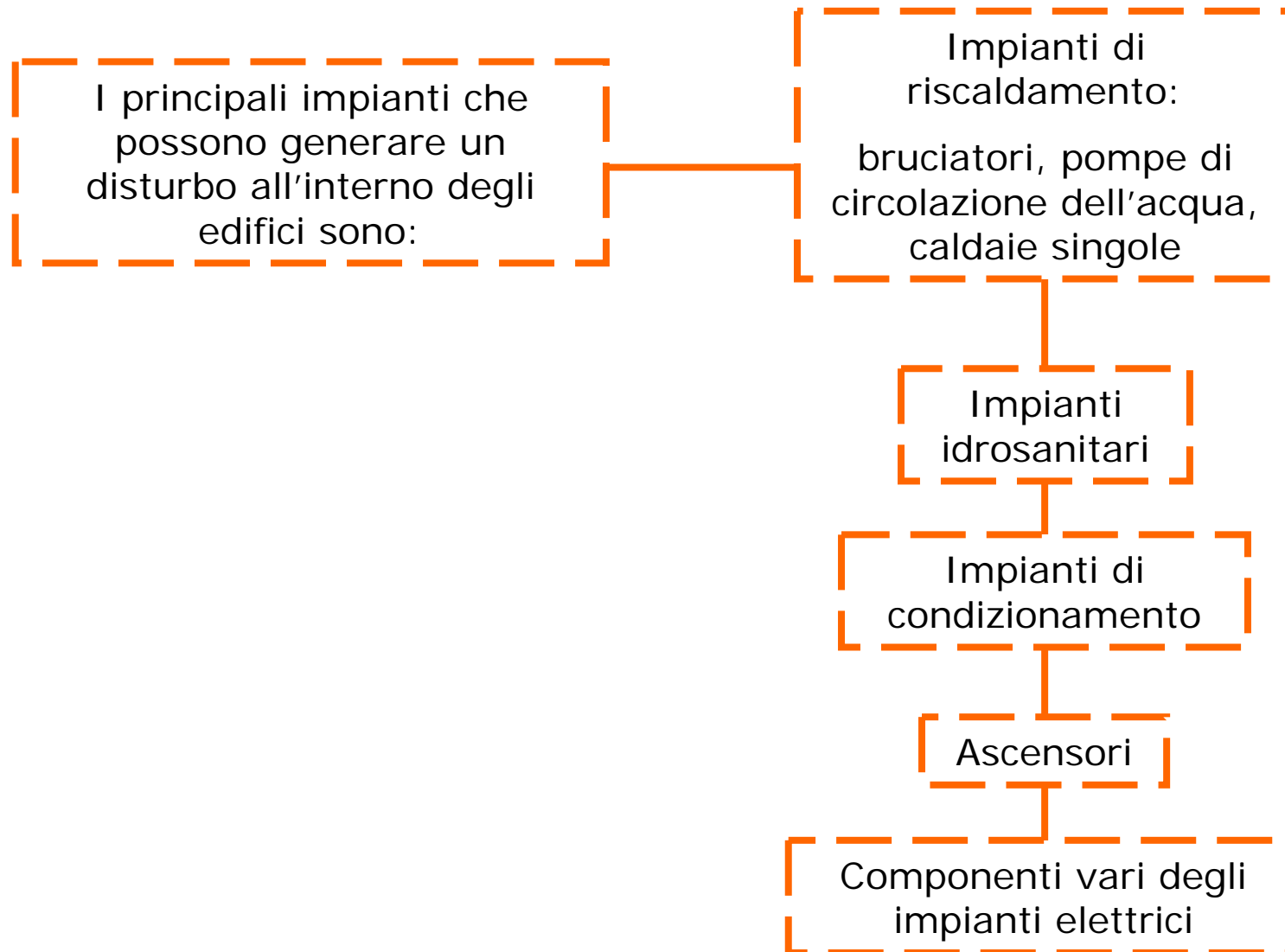
## 7. La facciata e gli impianti: Le facciate

### Qualità dei serramenti e posa

Provini con registrazione serramento insufficiente, uno con presa d'aria libera



## 7. La facciata e gli impianti: **Gli impianti tecnologici**



## 7. La facciata e gli impianti: Gli impianti tecnologici

A seconda delle modalità temporali di funzionamento possono essere distinti in:

- funzionamento continuo

$L_{Aeq}$

- funzionamento discontinuo

$L_{AS\ max}$

Impianti di riscaldamento:  
bruciatori, pompe di circolazione dell'acqua, caldaie singole

Impianti idrosanitari

Impianti di condizionamento

Ascensori

Componenti vari degli impianti elettrici

## 7. La facciata e gli impianti: **Gli impianti tecnologici**

Gli impianti vanno poi distinti in funzione delle modalità di trasmissione del disturbo sonoro:

- per via *aerea*
- per via **solida** (comporta vibrazioni)

In prima analisi per gli impianti di climatizzazione si può avere trasmissione sia per via *aerea* che **solida**.

Per gli altri impianti la trasmissione avviene principalmente per via solida

**Impianti di riscaldamento:**  
*bruciatori, pompe di circolazione dell'acqua, caldaie singole*

**Impianti idrosanitari**

**Impianti di condizionamento**

**Ascensori**

**Componenti vari degli impianti elettrici**



## 7. La facciata e gli impianti: **Gli impianti tecnologici**

Le cause principali dei rumori prodotti dagli impianti tecnici sono da individuarsi in:

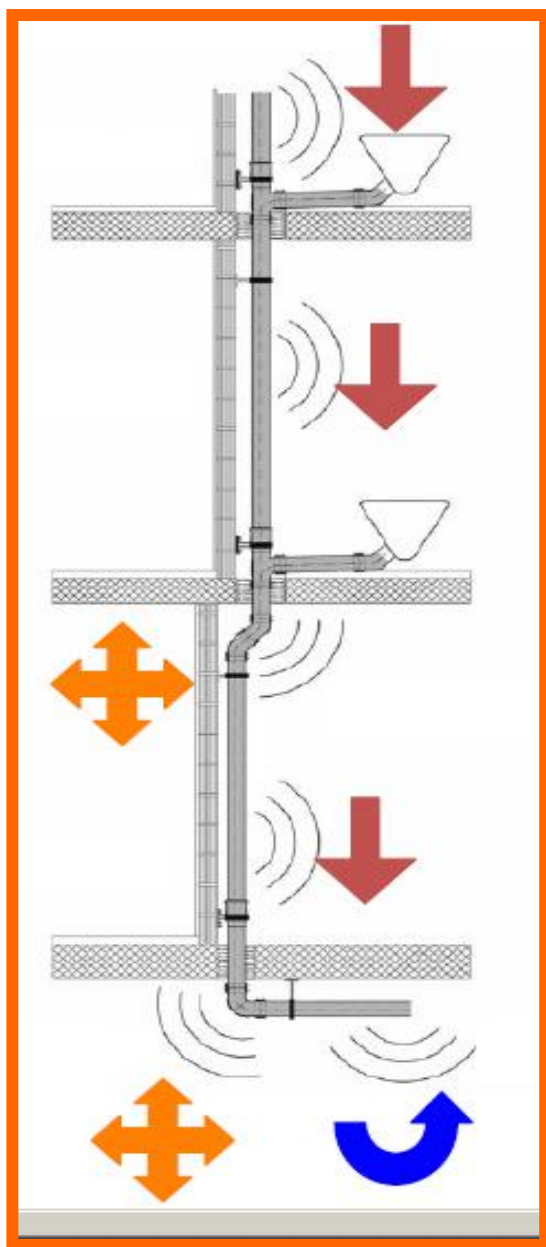
Errata collocazione

Trasmissione per via solida dai supporti delle tubazioni

Mancanza di giunti antivibranti lungo il percorso delle vibrazioni

Supporti antivibranti inadatti

## 7. La facciata e gli impianti: Gli impianti tecnologici



Rumore della caduta

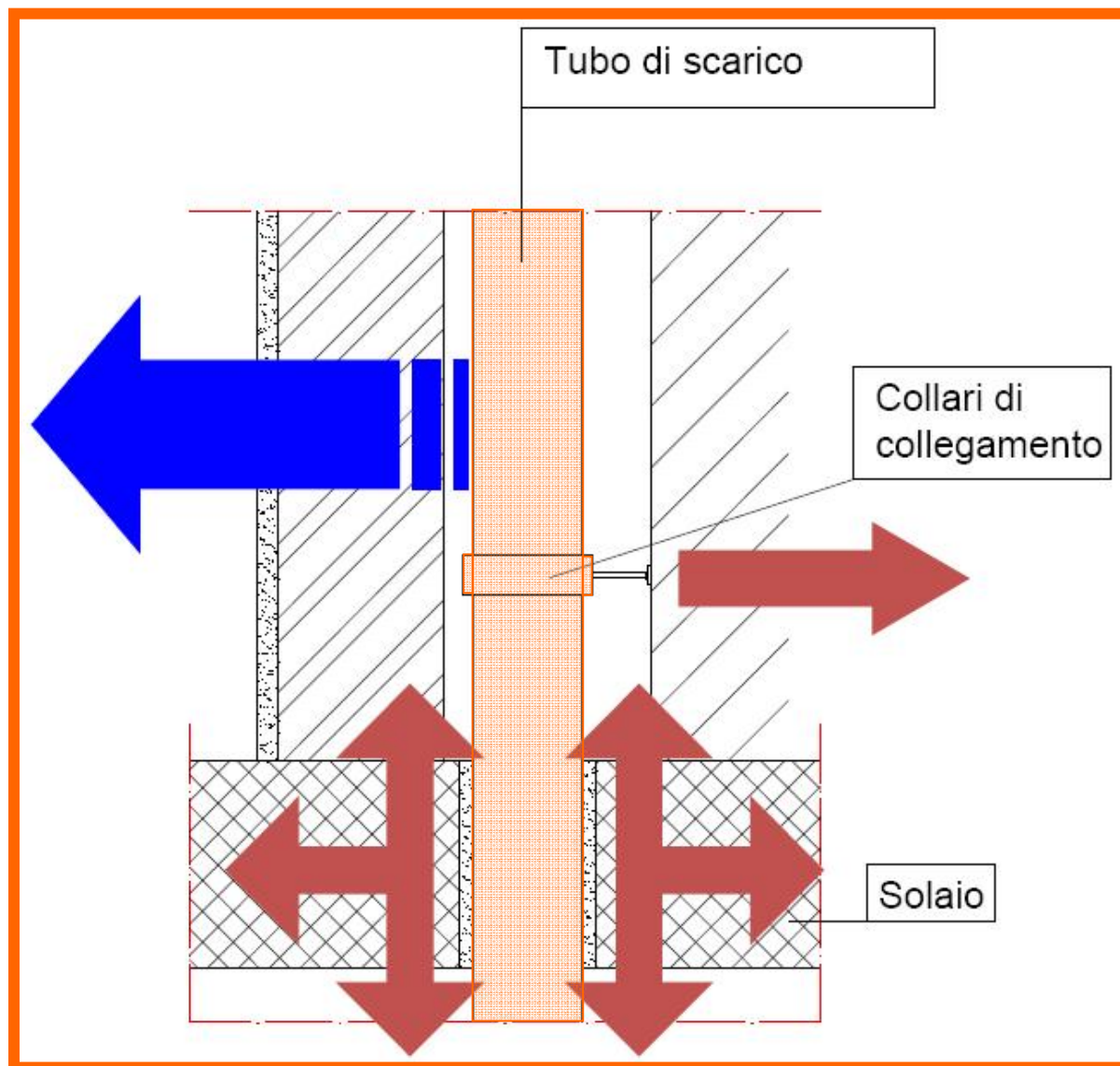


Rumore dell'urto



Rumore del deflusso

## 7. La facciata e gli impianti: Gli impianti tecnologici



via *aerea*



via **solida**

## 7. La facciata e gli impianti: **Gli impianti tecnologici**

### *Soluzioni per l'isolamento degli impianti*

Per limitare i rumori per via *aerea*:

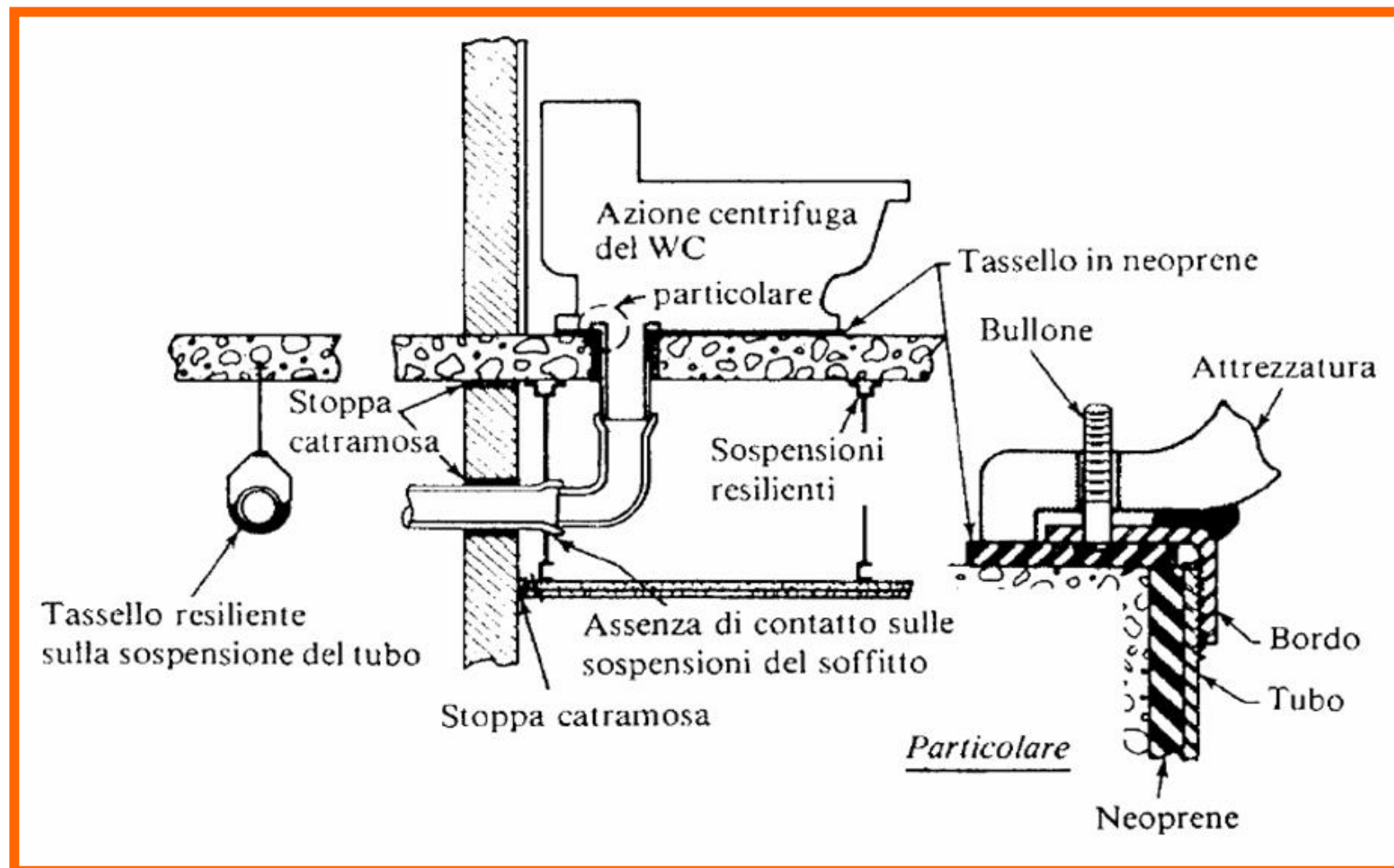
- adottare tubi di massa adeguata
- inserire le tubazioni in **cavedii impiantistici**

Per limitare i rumori per via **solida**:

- utilizzare collari di tipo silenziato (materiale elastico)
- inserire materiale elastico tra tubazioni e attraversamenti murari

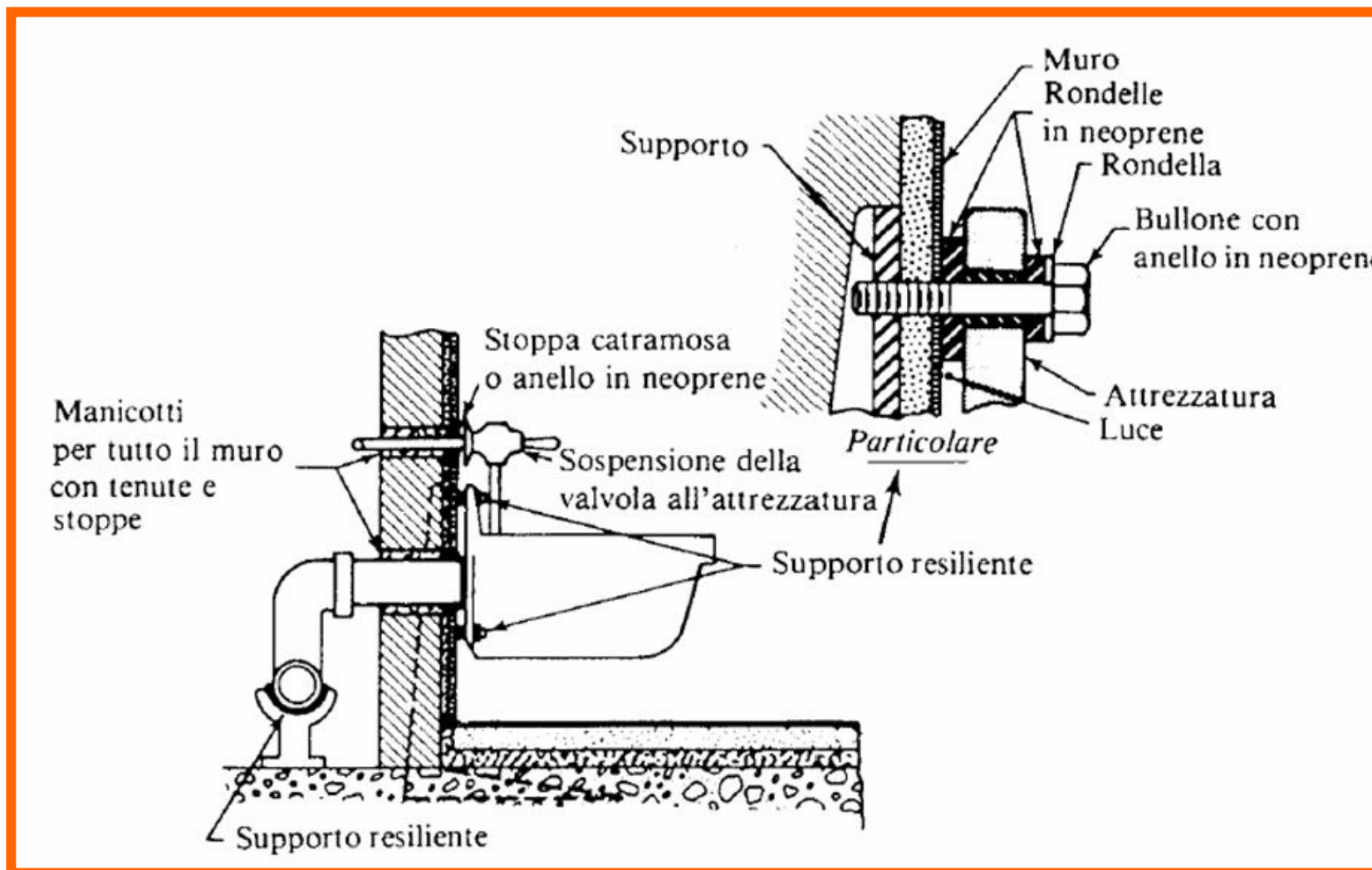
## 7. La facciata e gli impianti: **Gli impianti tecnologici**

### *Modalità di disaccoppiamento degli impianti sanitari*



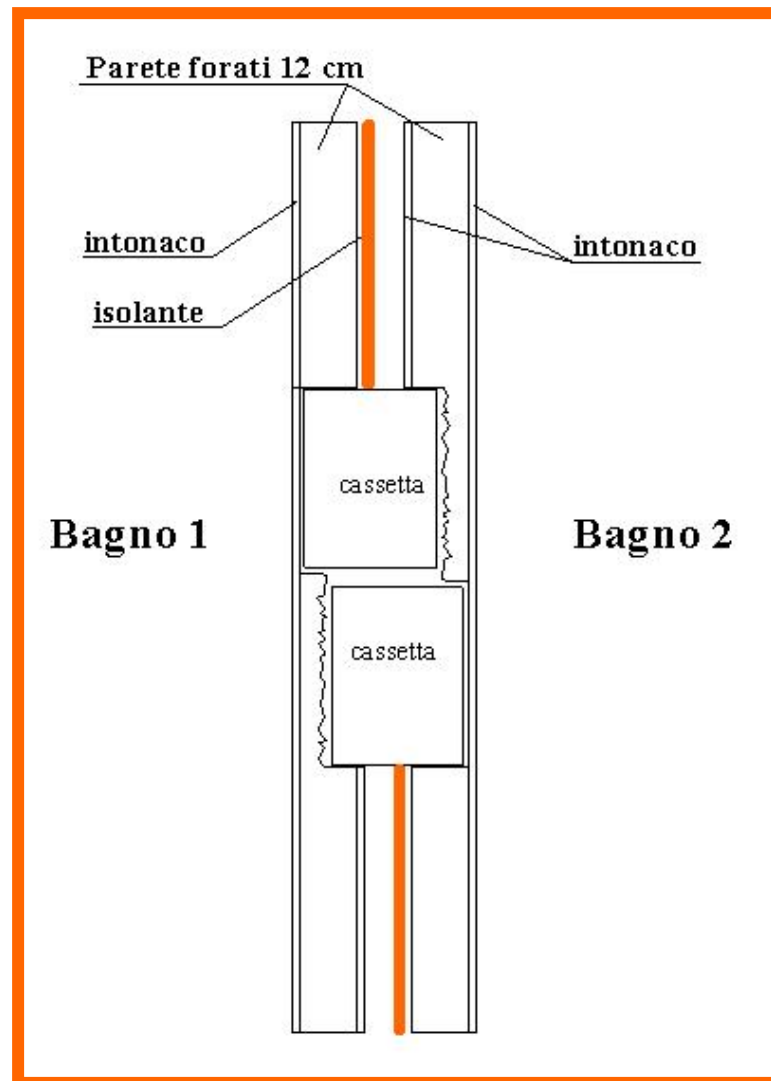
## 7. La facciata e gli impianti: **Gli impianti tecnologici**

### *Modalità di disaccoppiamento degli impianti sanitari*



## 7. La facciata e gli impianti: **Gli impianti tecnologici**

### *Isolamento di cassette d'acqua ad incasso*

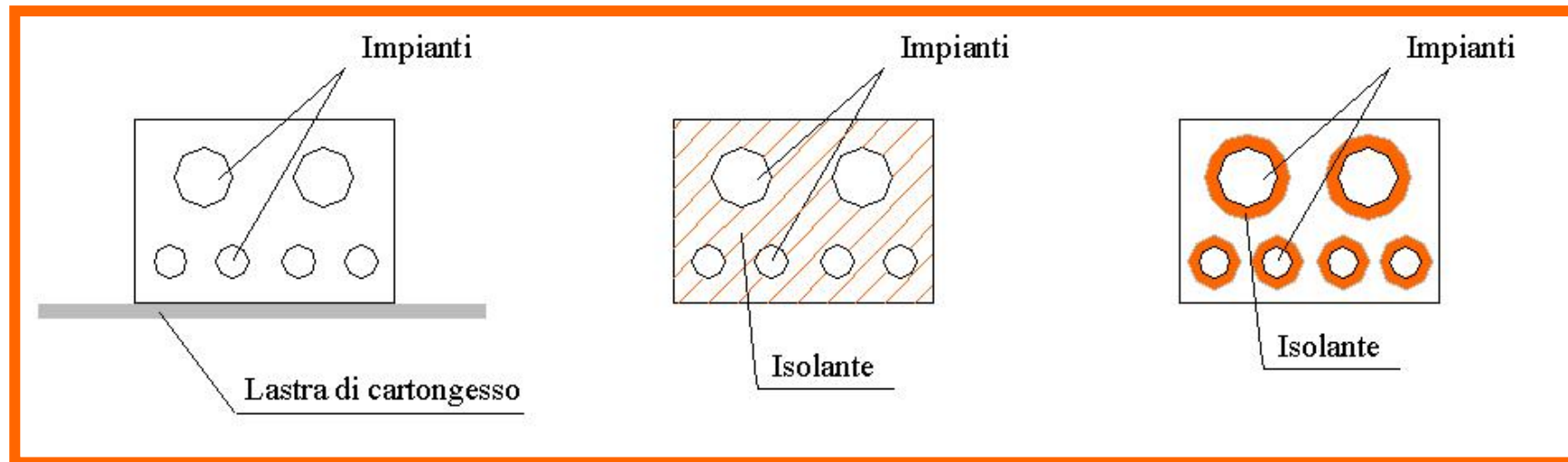


La collocazione più comune delle cassette sanitarie di bagni adiacenti è quella illustrata

L'isolamento teorico della parete è così vanificato:  
Si può rivestire la cassetta con del materiale isolante o installare cassette a vista

## 7. La facciata e gli impianti: **Gli impianti tecnologici**

### *Cavedii tecnici*



I passaggi delle tubazioni nei cavedi costituiscono una possibile via di trasmissione del suono, e pertanto devono essere isolati



## 7. La facciata e gli impianti: **Gli impianti tecnologici**

### *Impianti di condizionamento*

In un impianto di condizionamento sono presenti:

- unità di trattamento dell'aria
- condotti di prelievo ed espulsione dell'aria
- relative tubazioni

I canali di distribuzione dell'aria sono ponti acustici, possono cioè:

ricevere il rumore generato dall'esterno

trasmettere verso l'esterno il rumore generato

## 7. La facciata e gli impianti: **Gli impianti tecnologici**

### *Impianti di condizionamento*

Gli impianti di condizionamento richiedono accorgimenti per la messa in opera:

I condotti di ripresa ed espulsione dell'aria devono essere adeguatamente insonorizzati con un rivestimento interno fonoassorbente e l'inserimento di un silenziatore calibrato

Tutte le tubazioni presenti devono essere agganciate alle strutture murarie con sistemi elastici disaccoppianti

## 7. La facciata e gli impianti: **Gli impianti tecnologici**

### *La fase progettuale*

Distanziamento degli impianti dai locali sensibili al rumore, con pareti divisorie prive di installazioni e con sufficiente valore fonoisolante



## 7. La facciata e gli impianti: **Gli impianti tecnologici**

### *Riscaldamento*



Riscaldamento centralizzato:

- Aria al bruciatore
- Pulsazione caldaia
- Canna fumaria



Riscaldamento individuale:

- Corpo
- Combustione

## 7. La facciata e gli impianti: **Gli impianti tecnologici**

### *Gruppi frigo*



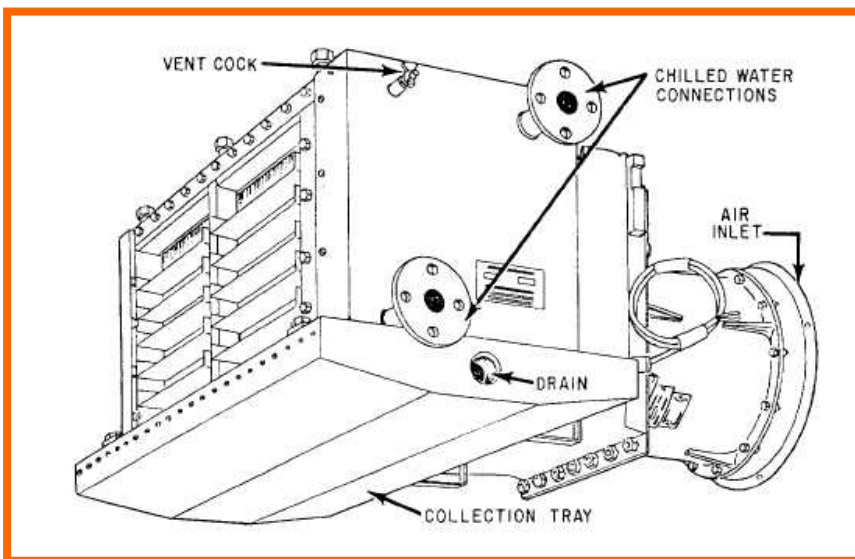
- Condensatore
- Compressore
- Vibrazioni ai supporti delle strutture



- Problemi di acustica ambientale:
- Emissione a edifici adiacenti

## 7. La facciata e gli impianti: **Gli impianti tecnologici**

### *Fan coils*



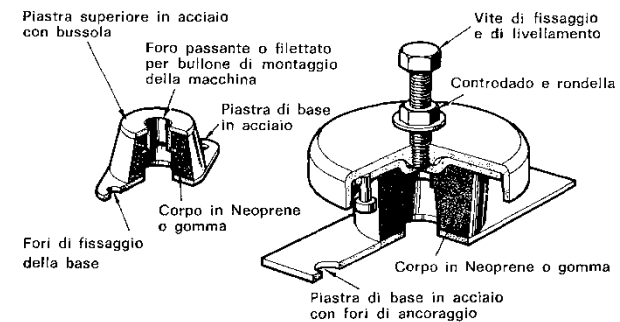
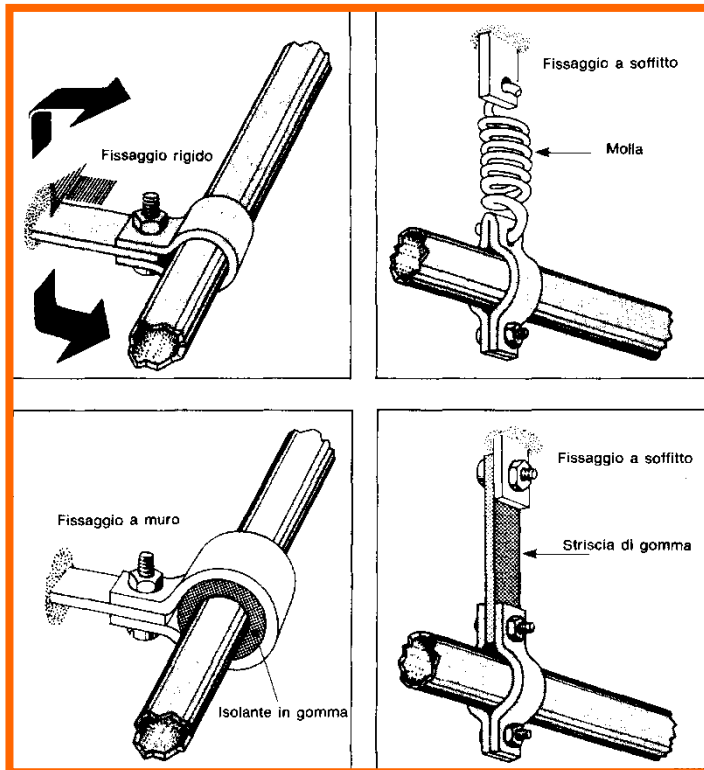
- Velocità dell'aria nel radiatore



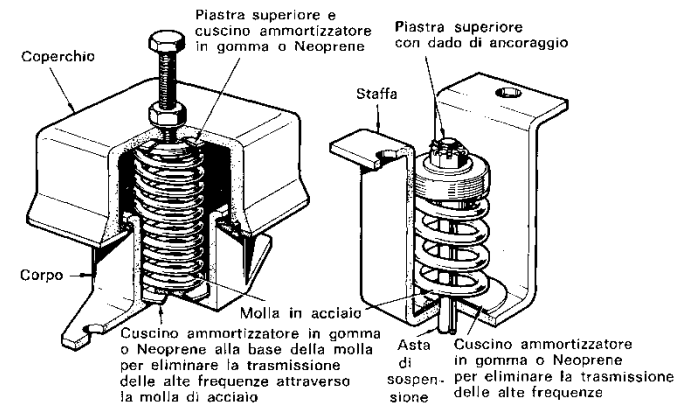
## 7. La facciata e gli impianti: Gli impianti tecnologici

### Vie di trasmissione

- Aerea – solida – aerea
- Solida - aerea
- Solida - vibrazioni



(a) Supporti in gomma o Neoprene lavoranti al taglio



Montaggio per macchina

Sospensione

(b) Molle di acciaio per una elevata deflessione

## 7. La facciata e gli impianti: Gli impianti tecnologici

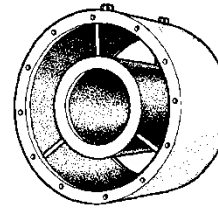
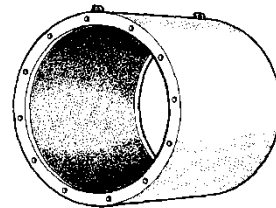
*Accorgimenti per la riduzione del rumore*



Porte silenziose

### Silenziatori

Attenuazione fornita da silenziatori cilindrici di lunghezza pari a 1,5 diametri



Diam. interno silenz. mm	Frequenza nominale della banda d'ottava							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
300	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
380	0	0	2	5	10	12	10	7
480	0	1	3	6	11	11	9	6
600	0	1	4	8	12	11	8	5
760	0	2	5	10	12	10	7	5
960	1	3	6	11	11	9	6	3
1220	1	4	8	12	11	8	5	2
1520	2	5	10	12	10	7	4	2
	3	6	11	11	9	6	3	2

Diam. interno silenz. mm	Frequenza nominale della banda d'ottava							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
300	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
380	3	4	4	10	17	23	25	18
480	4	3	6	12	19	25	22	16
600	5	3	8	15	21	26	20	15
760	4	4	10	17	23	25	18	14
960	3	6	12	19	25	22	16	12
1220	3	8	15	21	26	20	15	10
1520	4	10	17	23	25	18	14	9
	6	12	19	25	22	16	12	8

