



# ISOLAMENTO ACUSTICO AL CALPESTIO:

Soluzioni tecnologiche e di posa





ANIT  
Associazione Nazionale  
per l'Isolamento Termico  
ed Acustico

[www.anit.it](http://www.anit.it)





## OBIETTIVO

- Sensibilizzare gli operatori del settore edilizio sui temi dell'isolamento termico, del risparmio energetico, del comfort acustico negli edifici





## COME

- Organizzare convegni informativi e corsi di aggiornamento professionale per tecnici e professionisti del settore
- Realizzare opuscoli divulgativi
- Sito [www.anit.it](http://www.anit.it) (newsletter - FORUM)
- Contribuire alla normativa tecnica (UNI, CTI)





## SOCI

- 87 aziende produttrici di materiali isolanti e sistemi
- 1000 professionisti e studi professionali su tutto il territorio nazionale
- 103 Soci Onorari (Enti Pubblici, Comuni, Province ed Università)





# Strumenti SOCI ANIT

- Software di calcolo (Echo 4.1 e PAN 4.0)
- Rivista Neo – Eubios
- Manuali tecnici
  - Materials isolanti
  - Acustica in edilizia
  - Igrotermia e ponti termici
  - Prestazioni estive degli edifici





**Come associarsi?**

**[WWW.ANIT.IT](http://WWW.ANIT.IT)**





# *Sito INTERNET*

[WWW.ANIT.IT](http://WWW.ANIT.IT)

Sezione

Documenti e Leggi – ACUSTICA

Manuali di progettazione

Manuali di corretta posa in opera

Opuscoli divulgativi

Legislazione e norme di riferimento

**(SINTESI DPCM 5-12-1997)**

**(Circolari Ministeriali)**

...





# ARGOMENTI

- **Acustica in edilizia - Quadro di riferimento normativo**
  - DPCM 5-12-1997
  - Norme tecniche di riferimento
- **Isolamento ai rumori da calpestio**
  - Soluzioni tecnologiche
  - Misure in opera
  - Metodi di calcolo previsionale
  - Misure in laboratorio





# Acustica in edilizia

## Legislazione di riferimento





## I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI

# Legislazione Nazionale:

- Legge n° 447 del 26-10-1995  
Legge quadro sull'inquinamento acustico
- D.P.C.M. del 5-12-1997  
Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici





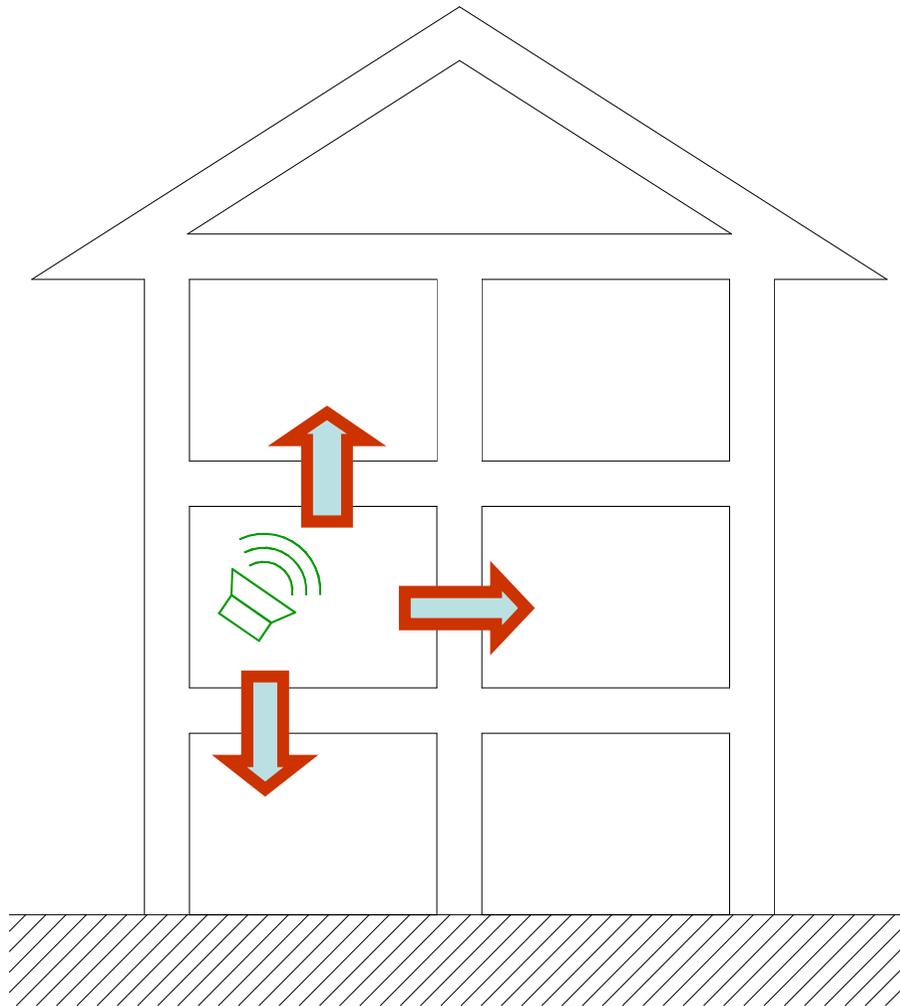
# IL DPCM 5-12-1997

## **Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici**





## ISOLAMENTO DAI RUMORI AEREI tra differenti unità immobiliari



*Partizioni (orizzontali e verticali) divisorie tra “differenti unità immobiliari”*

*Isolamento MINIMO dai rumori aerei di almeno ... dB*





# D.P.C.M. 5-12-1997

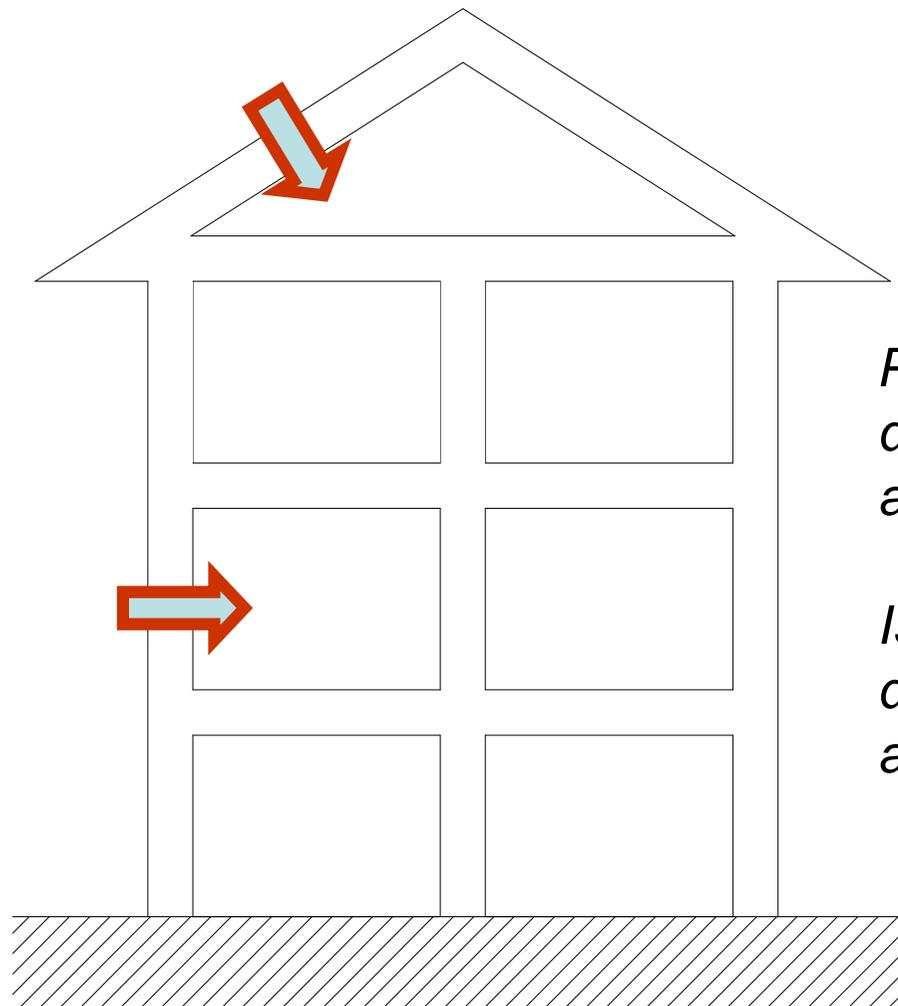
Destinazione d'uso	Indice del potere fonoisolante apparente $R'_w$	Indice dell'isolamento acustico delle facciate $D_{2mnTw}$	Indice del livello di rumore da calpestio dei solai $L'_{nw}$	Liv. max di rumore impianti a funzionamento discontinuo $L_{As\ max}$	Liv. max di rumore impianti a funzionamento continuo $L_{A\ eq}$
Ospedali, cliniche, case di cura	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>58</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
<b>Residenze</b> , alberghi, pensioni	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>63</b>	<b>35</b>	<b>35</b>
Scuole a tutti i livelli	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>58</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>55</b>	<b>35</b>	<b>35</b>

***Limite da rispettare tra differenti unità immobiliari...***





## ISOLAMENTO DAI RUMORI ESTERNI



*Pareti di facciata  
degli “ambienti  
abitativi”*

*Isolamento MINIMO  
dai rumori esterni di  
almeno ... dB*





# D.P.C.M. 5-12-1997

Destinazione d'uso	Indice del potere fonoisolante apparente $R'_w$	Indice dell'isolamento acustico delle facciate $D_{2mnTw}$	Indice del livello di rumore da calpestio dei solai $L'_{nw}$	Liv. max di rumore impianti a funzionamento discontinuo $L_{As\ max}$	Liv. max di rumore impianti a funzionamento continuo $L_{A\ eq}$
Ospedali, cliniche, case di cura	55	45	58	35	25
Residenze, alberghi, pensioni	50	40	63	35	35
Scuole a tutti i livelli	50	48	58	35	25
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali	50	42	55	35	35

***Limite da rispettare nei singoli ambienti abitativi...***





## IL DPCM 5 – 12 – 1997

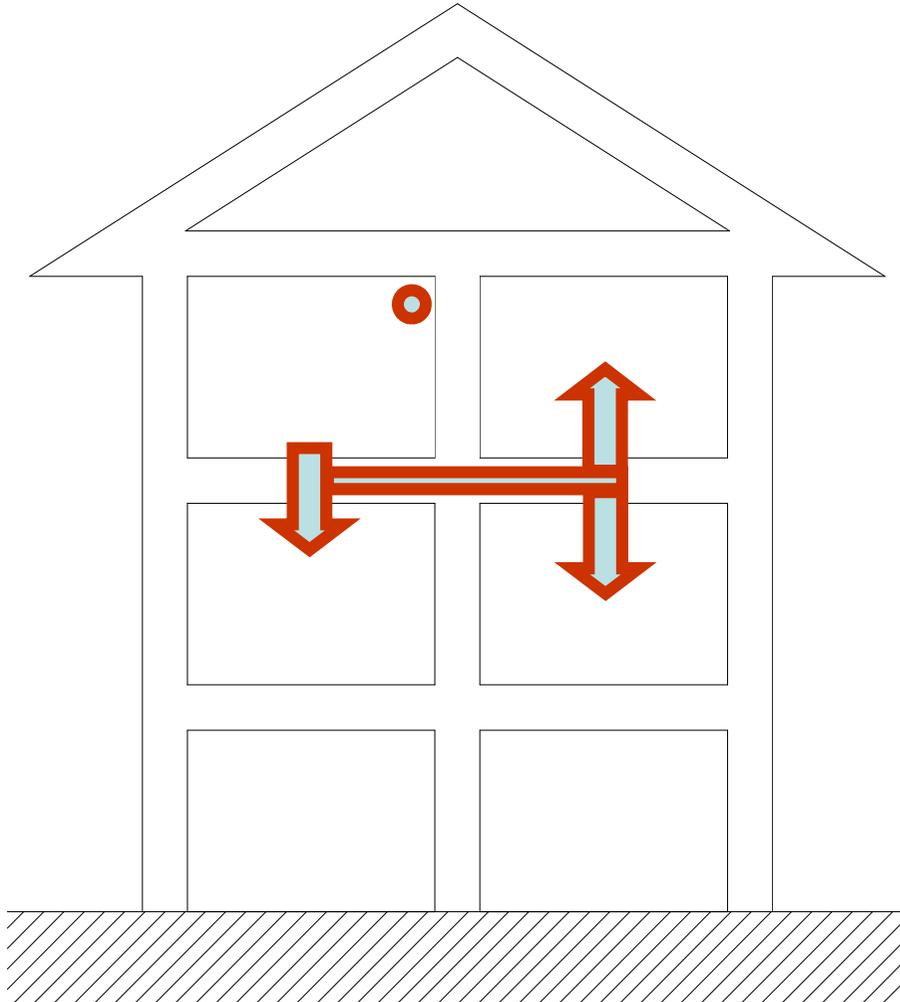
### *Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*

- *L. 447*
- *Ambienti abitativi:*
- *Ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, (ad eccezione degli ambienti destinati ad attività produttive)*





## ISOLAMENTO DAI RUMORI DI CALPESTIO



*Solai divisori “tra  
differenti ambienti  
abitativi”*

*Livello di rumore di  
calpestio inferiore a  
... dB*





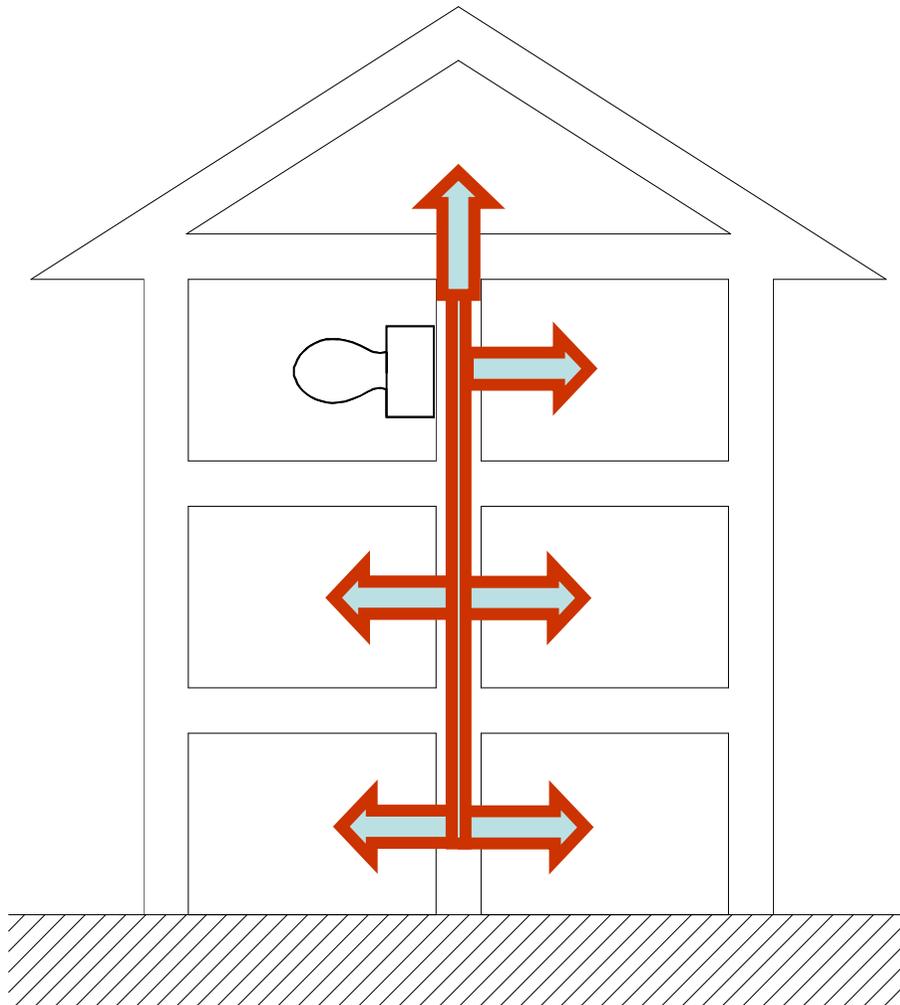
# D.P.C.M. 5-12-1997

Destinazione d'uso	Indice del potere fonoisolante apparente $R'_w$	Indice dell'isolamento acustico delle facciate $D_{2mnTw}$	Indice del livello di rumore da calpestio dei solai $L'_{nw}$	Liv. max di rumore impianti a funzionamento discontinuo $L_{As\ max}$	Liv. max di rumore impianti a funzionamento continuo $L_{A\ eq}$
Ospedali, cliniche, case di cura	55	45	58	35	25
Residenze, alberghi, pensioni	50	40	63	35	35
Scuole a tutti i livelli	50	48	58	35	25
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali	50	42	55	35	35

**Limite da rispettare tra differenti ambienti abitativi...**



## ISOLAMENTO DAI RUMORI DA IMPIANTI



*Impianti a funzionamento discontinuo  
(ascensori, scarichi idraulici,  
bagni, servizi igienici,  
rubinetteria)*

*Livello massimo di rumore  
inferiore a ... dB*



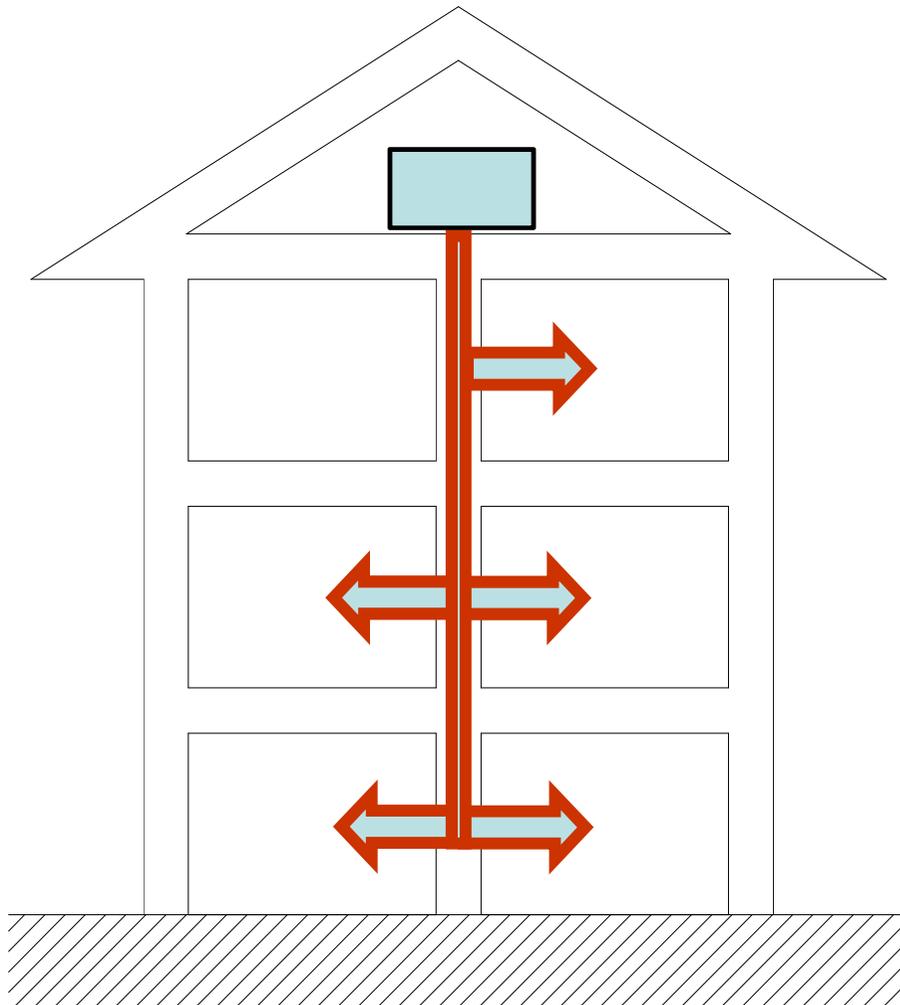
# D.P.C.M. 5-12-1997

Destinazione d'uso	Indice del potere fonoisolante apparente $R'_w$	Indice dell'isolamento acustico delle facciate $D_{2mnTw}$	Indice del livello di rumore da calpestio dei solai $L'_{nw}$	Liv. max di rumore impianti a funzionamento discontinuo $L_{As\ max}$	Liv. max di rumore impianti a funzionamento continuo $L_{A\ eq}$
Ospedali, cliniche, case di cura	55	45	58	35	25
Residenze, alberghi, pensioni	50	40	63	35	35
Scuole a tutti i livelli	50	48	58	35	25
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali	50	42	55	35	35

**Limite da rispettare tra differenti ambienti abitativi...**



## ISOLAMENTO DAI RUMORI DA IMPIANTI



*Impianti a funzionamento continuo  
(riscaldamento, aerazione e condizionamento)*

*Livello costante di rumore inferiore a ... dB*



# D.P.C.M. 5-12-1997

Destinazione d'uso	Indice del potere fonoisolante apparente $R'_w$	Indice dell'isolamento acustico delle facciate $D_{2mnTw}$	Indice del livello di rumore da calpestio dei solai $L'_{nw}$	Liv. max di rumore impianti a funzionamento discontinuo $L_{As\ max}$	Liv. max di rumore impianti a funzionamento continuo $L_{A\ eq}$
Ospedali, cliniche, case di cura	55	45	58	35	25
Residenze, alberghi, pensioni	50	40	63	35	35
Scuole a tutti i livelli	50	48	58	35	25
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali	50	42	55	35	35

**Limite da rispettare tra differenti ambienti abitativi...**

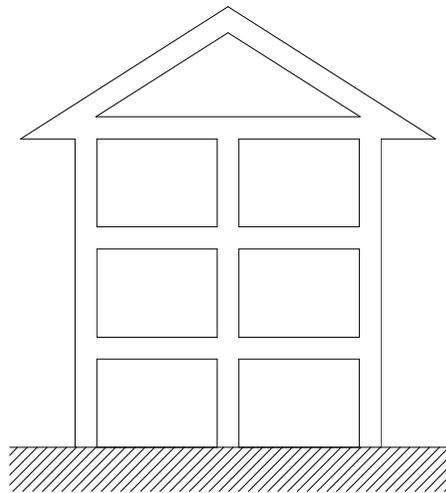




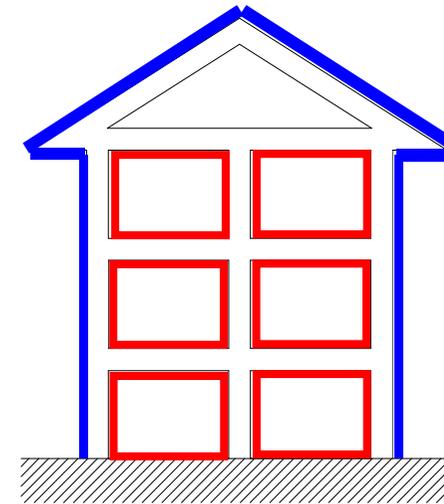
**RISPETTARE I LIMITI DEL DPCM SIGNIFICA  
BENESSERE ACUSTICO?**



## Edificio esistente “pre-DPCM”



## Edificio “DPCM”



RISPETTARE IL DPCM SIGNIFICA BENESSERE ACUSTICO?

**Occorre anche verificare...**



**“CLIMA  
ACUSTICO”  
DELL’AREA**





# Ristrutturazioni?

(circ. 9-03.1999)

Il DPCM va applicato solo:

- in caso di ristrutturazione totale
- ai nuovi impianti tecnologici installati negli edifici

NB: analizzare legislazione locale:

- Leggi regionali
- Regolamenti edilizi





Ad esempio:

Regione Lombardia: L.R. n° 13 del 2001

Norme in materia di inquinamento acustico Art. 7

I progetti relativi ad interventi sul patrimonio edilizio esistente **che ne modificano le caratteristiche acustiche** devono essere corredati da dichiarazione del progettista che attesti il rispetto dei requisiti acustici stabiliti dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 5 dicembre 1997 e dai regolamenti comunali





# ULTIME NOVITA'...





## **LEGGE 7 luglio 2009, n. 88. Legge comunitaria 2008**

*Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee – Legge comunitaria 2008*

- Pubblicata in Gazzetta Ufficiale il 14 luglio 2009
- Entrata in vigore il 29 luglio 2009



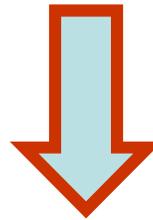


## Legge comunitaria 2008

*Art. 11*

**Delega al Governo per il riordino della disciplina in materia di inquinamento acustico**

*Direttiva 2002/49/CE (rumore ambientale)*



*Modificare tutta la legislazione di acustica  
...anche quella sui requisiti acustici passivi (???)*

***Entro 6 mesi ... (29 gennaio 2010)***





## Legge comunitaria 2008

### **Art. 11 Delega al Governo per il riordino della disciplina in materia di inquinamento acustico**

1. Il Governo e` delegato ad adottare, [...] entro sei mesi [...] uno o più decreti legislativi per la riforma delle disposizioni vigenti in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, **di requisiti acustici degli edifici** e di determinazione e gestione del rumore ambientale.





## Legge comunitaria 2008

### **Art. 11 Delega al Governo per il riordino della disciplina in materia di inquinamento acustico**

2. I decreti [...] sono adottati anche nel rispetto dei seguenti principi e criteri direttivi: [...]

Definizione dei criteri per la progettazione, esecuzione e ristrutturazione delle costruzioni edilizie e delle infrastrutture dei trasporti **nonché determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici** [...] con particolare riferimento alla direttiva 2002/49/CE





## Legge comunitaria 2008

**Art. 11 Delega al Governo per il riordino della disciplina in materia di inquinamento acustico**

**comma 5**

In attesa del riordino della materia, la disciplina relativa ai requisiti acustici passivi degli edifici [DPCM 5-12-1997] **non trova applicazione nei rapporti tra privati** e, in particolare, nei rapporti tra costruttori venditori e acquirenti di alloggi **sorti** successivamente alla data di entrata in vigore della presente legge.





## Legge comunitaria 2008

### **Art. 11 Delega al Governo per il riordino della disciplina in materia di inquinamento acustico**

#### **comma 5 – Interpretazioni**

1. Il comma 5 dell'art. 11 **considera solo i rapporti tra privati**, non tra costruttori e pubblica amministrazione. **Il DPCM quindi non è abrogato**. I Comuni devono continuare a richiedere il rispetto dei limiti di legge.
2. Il comma 5 dell'art. 11 **non è retroattivo**. Considera solo i rapporti di compravendita sorti dopo il 29 luglio 2009





# Acustica in edilizia

## Norme tecniche di riferimento





## Norma UNI - Classificazione acustica edifici *in inchiesta pubblica dal 28 gennaio 2010*

- Richiesta dal Ministero dell'Ambiente a UNI
- Propone un sistema di classificazione acustica delle singole unità immobiliari
- La classificazione si basa su misure a fine lavori
- Lavori conclusi a dicembre 2009





## Norma UNI Classificazione acustica edifici

CLASSE	Indice del potere fonoisolante apparente $R'_w$	Indice dell'isolamento acustico delle facciate $D_{2mnTw}$	Indice del livello di rumore da calpestio dei solai $L'_{nw}$	Liv. max di rumore impianti a funzionamento discontinuo $L_{As \max nT}$	Liv. max di rumore impianti a funzionamento continuo $L_{A \text{ eq } nT}$
<b>I</b>	$\geq 56$	$\geq 43$	$\leq 53$	$\leq 30$	$\leq 25$
<b>II</b>	$\geq 53$	$\geq 40$	$\leq 58$	$\leq 33$	$\leq 28$
<b>III</b>	$\geq 50$	$\geq 37$	$\leq 63$	$\leq 37$	$\leq 32$
<b>IV</b>	$\geq 45$	$\geq 32$	$\leq 68$	$\leq 42$	$\leq 37$

Da Norma a Legge...





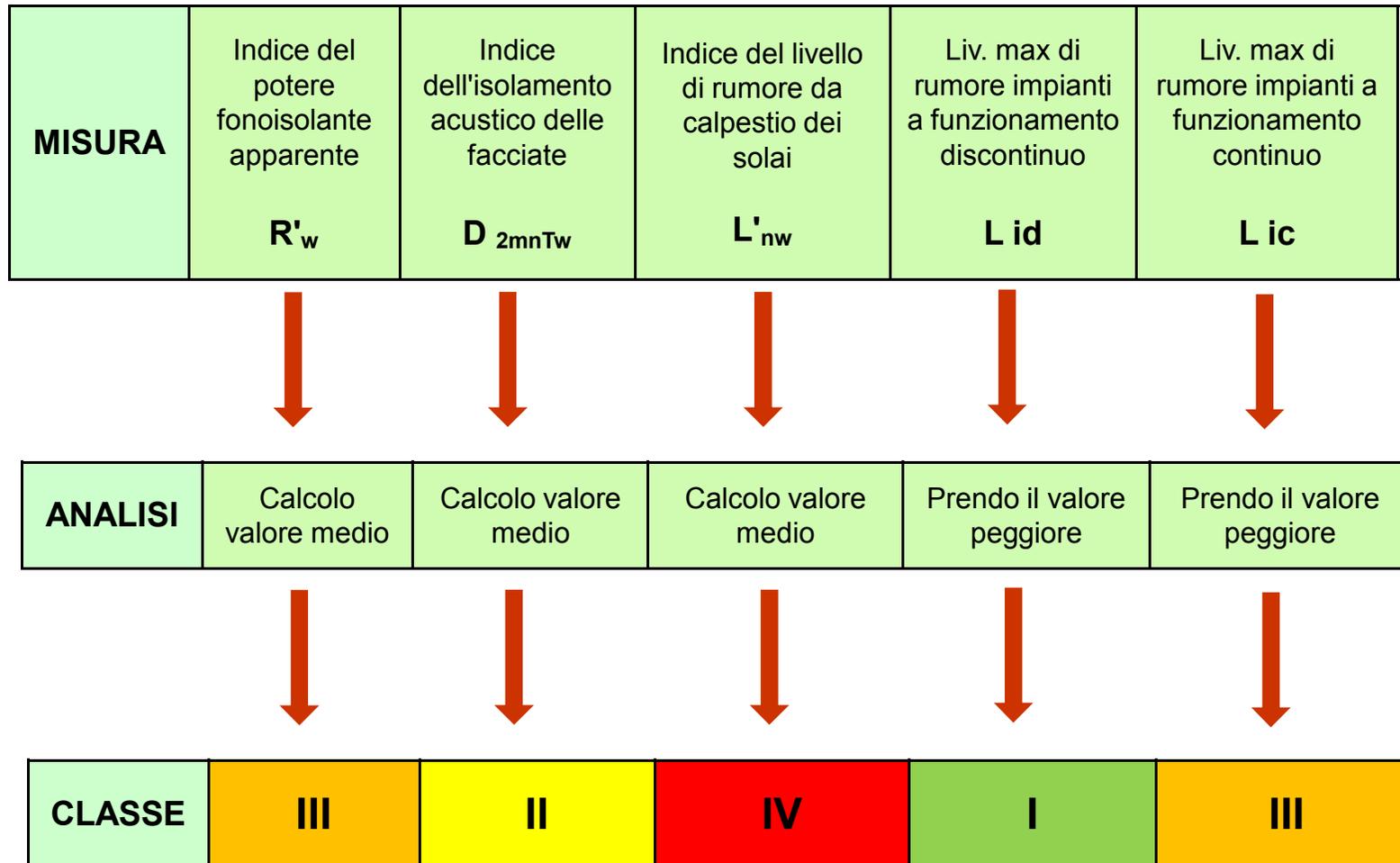
## Norma UNI Classificazione acustica edifici

*Nota: Per i requisiti, (ad eccezione dell'isolamento di facciata) le classi I, II, III, IV stanno a indicare orientativamente:*

Classe acustica	Prestazioni acustiche attese
I	molto buone
II	buone
III	di base
IV	modeste



## Norma UNI Classificazione acustica edifici





## Norma UNI Classificazione acustica edifici

Se un requisito non è pertinente non rientra nella classificazione e si indica con NP

*Esempio:*

In molti appartamenti non si riscontrano rumori di impianti a funzionamento continuo...

	$R'_w$	$D_{2mnTw}$	$L'_{nw}$	$L_{ic}$	$L_{id}$
Classe	III	II	IV	NP	III



## Classe acustica globale

Nell'attestato di certificazione devono essere riportate la classe globale  
**e le classi dei singoli descrittori**

Unità immobiliare UI00					
	$D_{2m,nT,w}$	$R'_w$	$L'_{n,w}$	$L_{Aeq,nT}$	$L_{ASmax,nT}$
Classe III	(III,	II,	III,	III,	IV)





## I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI

- Come fare a **progettare** i requisiti acustici passivi
  - $(R'w, D2mnTw, L'nw)$
  - Normativa tecnica:

### • **UNI EN 12354**

- *"Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti"*
- Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti
- Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
- Parte 3: Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea

### • **Rapporto tecnico UNI TR 11175**

- *"Acustica in edilizia. Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale"*





## I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI

- Come fare a **progettare** i requisiti acustici passivi

### **Impianti tecnologici**

#### **UNI EN 12354 – part 5**

*Building Acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements*

*Sound levels due to service equipment*





## CALCOLI PREVISIONALI

- Possono essere eseguiti dai progettisti, non necessariamente da tecnici competenti in acustica ambientale (Circ. Min. Maggio 1998) a meno di indicazioni specifiche dei Comuni
- NB: Il DPCM 5-12-1997 NON OBBLIGA ad eseguire i calcoli previsionali, però richiede che a lavoro ultimato i requisiti acustici siano rispettati
- Comuni, Province e Regioni possono comunque emanare provvedimenti più restrittivi





## I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI

Come fare a **misurare in opera** i requisiti acustici passivi  
( $R'w$ ,  $D2mnTw$ ,  $L'nw$ )  
Normativa tecnica:

**UNI EN ISO 140** *Acustica - Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio*

**Parte 4** - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti; ( $R'w$ )

**Parte 5** - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate; ( $D2mnTw$ )

**Parte 7** - Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai; ( $L'nw$ )

**Parte 14** - Linee guida per situazioni particolari in opera





## I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI

- Come fare a **misurare in opera** i requisiti acustici passivi  
(Impianti tecnologici)

### **Indicazioni DPCM 5-12-1997**

Le misure devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina

### **Normativa tecnica:**

#### **UNI 8199/1998 (richiamata da circolari ministeriali)**

*“Acustica – Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione – Linee guida contrattuali e modalità di misurazione”*

#### **UNI EN ISO 16032/2005 (non richiamata da circolari ministeriali)**

*Acustica – Misurazione del livello di pressione sonora di impianti tecnici in edifici – Metodo tecnico progettuale*





## MISURE IN OPERA

Per avere validità legale:

- devono essere eseguite da un tecnico competente in acustica ambientale (cfr. Elenco Regionale)

Utilità di eseguire prove in corso d'opera e prove a fine lavori

- NB: Il DPCM 5-12-1997 NON OBBLIGA ad eseguire le prove in opera, però richiede che a lavoro ultimato i requisiti acustici siano rispettati
- Comuni, Province e Regioni possono comunque emanare provvedimenti più restrittivi (prove obbligatorie ecc.)





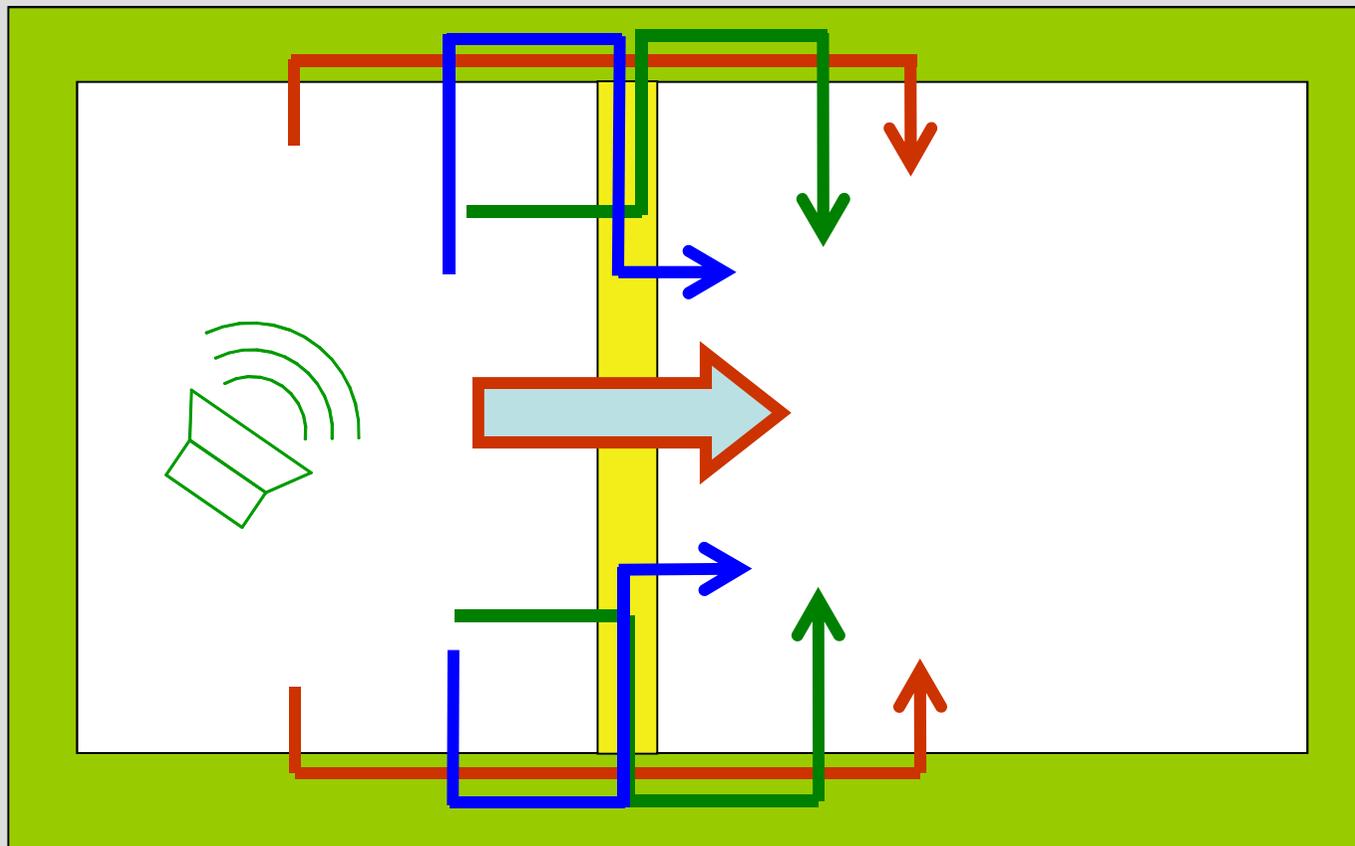
# ISOLAMENTO DAI RUMORI DI CALPESTIO

## SOLUZIONI TECNOLOGICHE



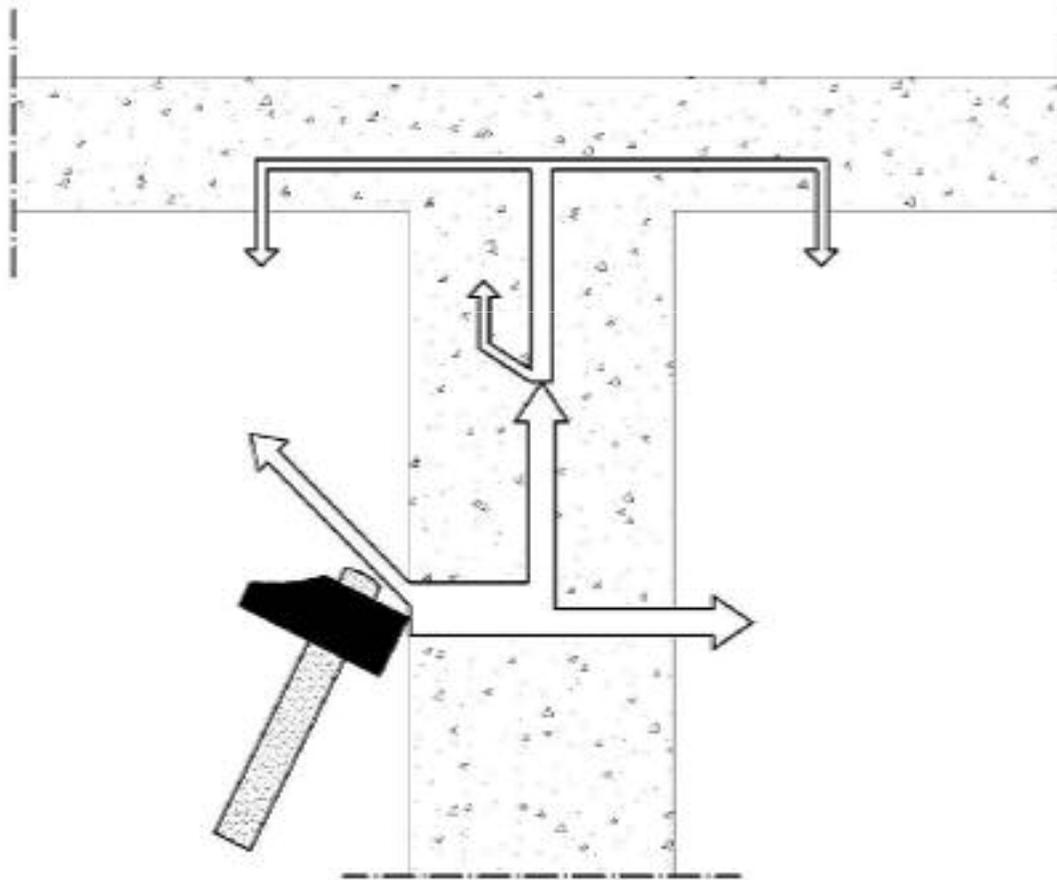
## COME SI TRASMETTE IL RUMORE

- Trasmissione di rumori aerei



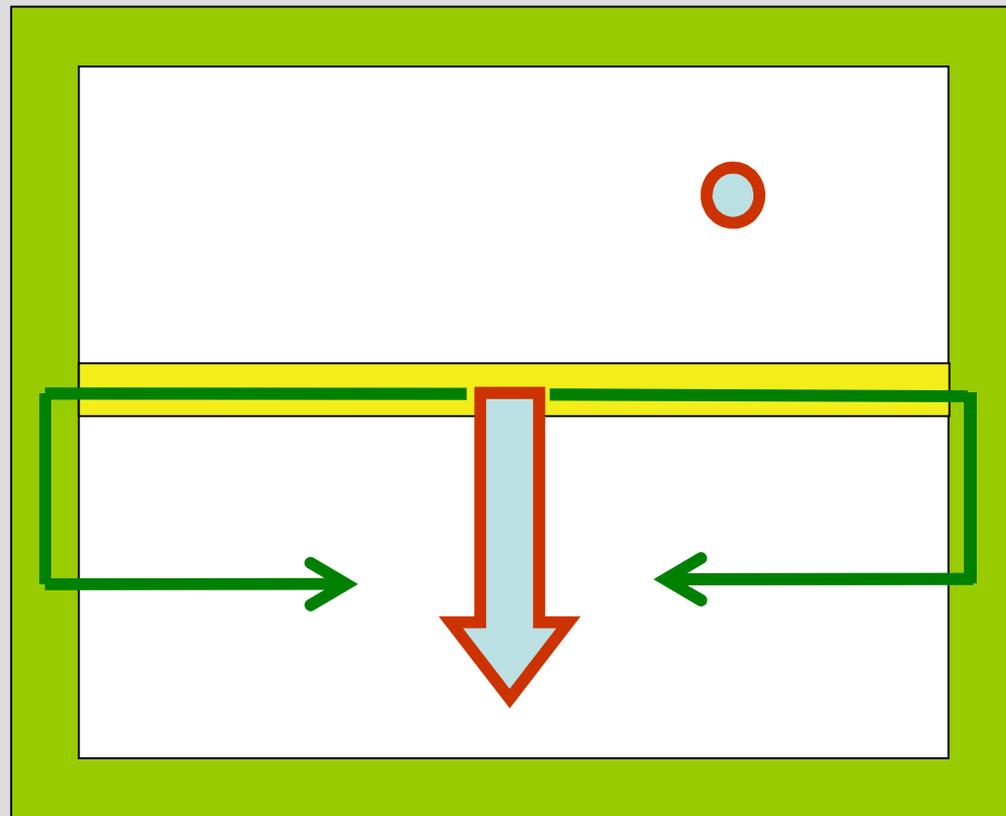
## COME SI TRASMETTE IL RUMORE

- Trasmissione di vibrazioni e rumori



## COME SI TRASMETTE IL RUMORE

- Trasmissione di rumori da calpestio





## D.P.C.M. 5-12-1997

Destinazione d'uso	Indice del livello di rumore da calpestio dei solai $L'_{nw}$
Ospedali, cliniche, case di cura	58
<b>Residenze</b> , alberghi, pensioni	<b>63</b>
Scuole a tutti i livelli	58
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali	55

Il DPCM richiede che ad edificio ultimato vengano rispettati determinati requisiti minimi

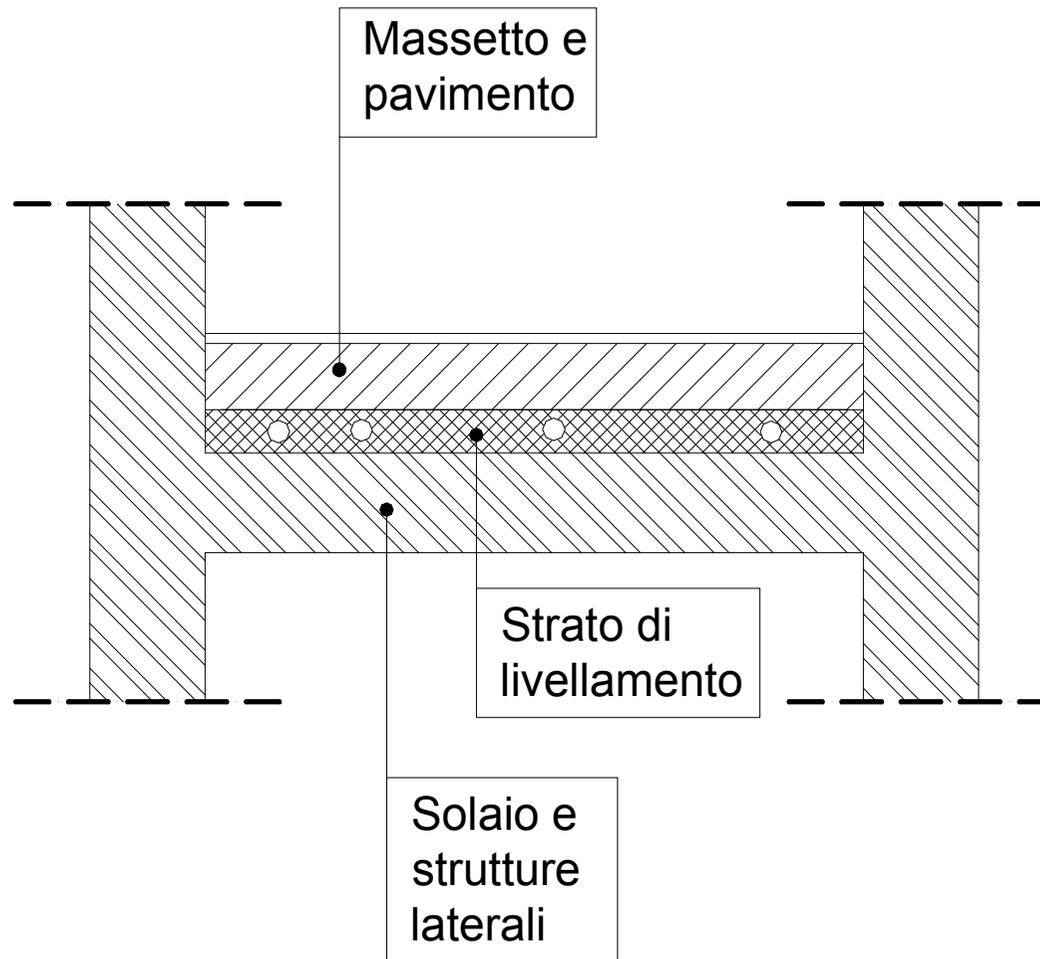
Ad esempio per le residenze:

$L'_{nw} \leq 63$  dB





## INDICE DI LIVELLO DI RUMORE DI CALPESTIO ( $L'_{nw}$ ) Solai "tradizionali"



Solaio laterocemento: (20+5)

Strato di livellamento: 5 cm

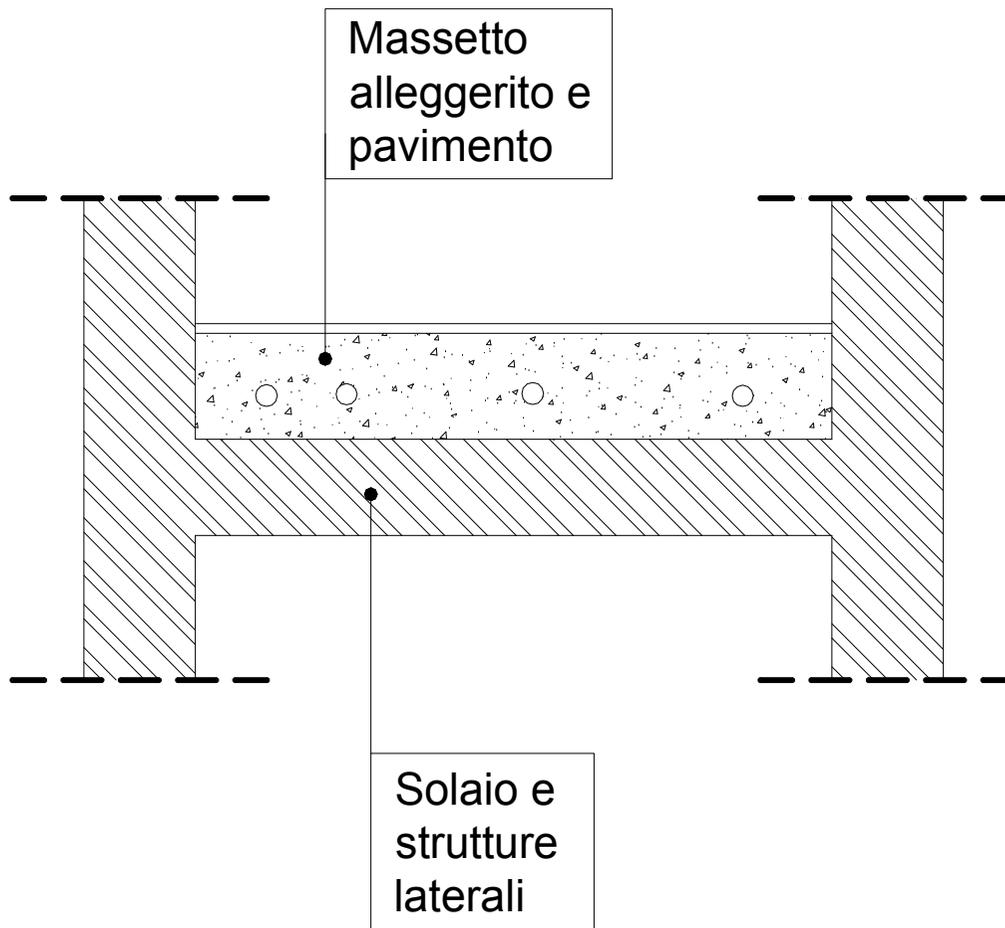
Massetto + pavimentazione  
ceramica: 6 cm

$L'_{nw} = 79 - 85$  dB





## INDICE DI LIVELLO DI RUMORE DI CALPESTIO ( $L'_{nw}$ ) Solai "tradizionali"



Solaio laterocemento:  
(20+5)

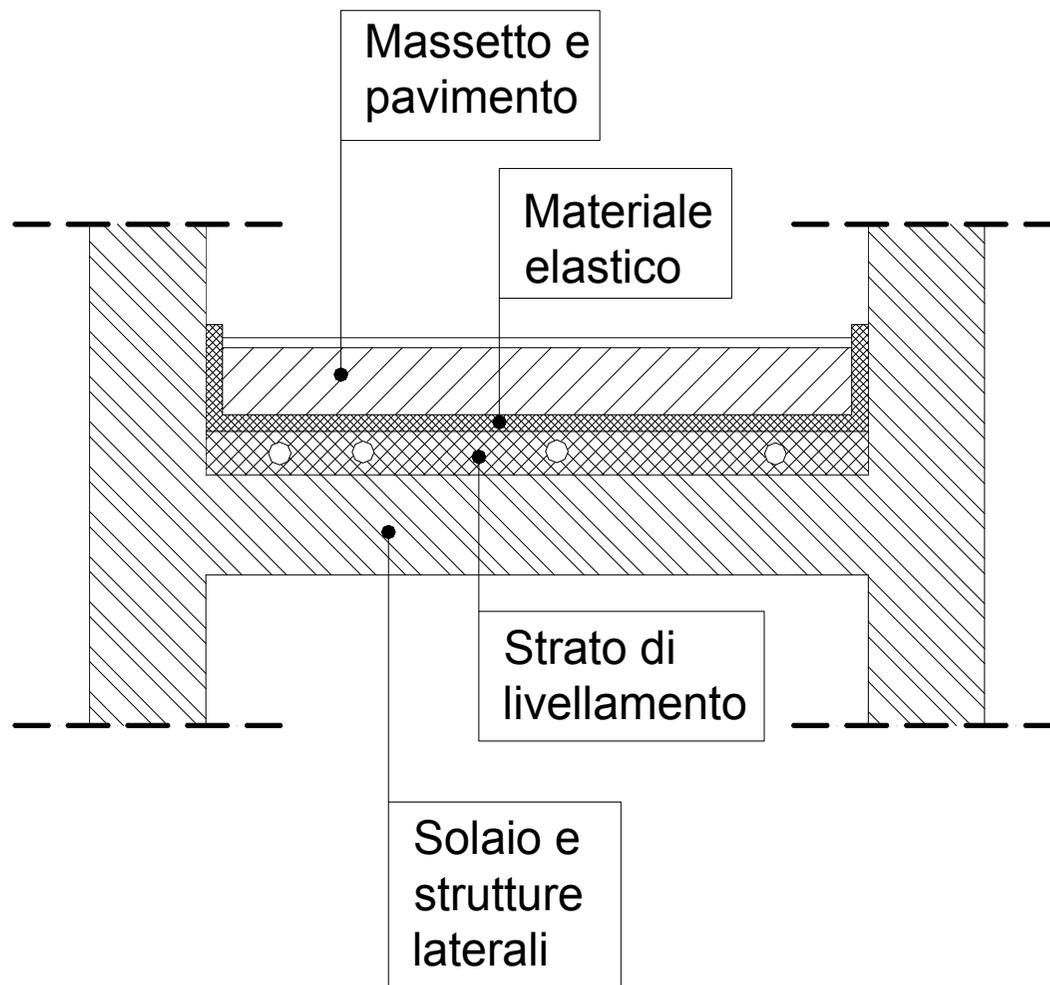
Massetto alleggerito +  
pavimentazione ceramica:  
11 cm

$L'_{nw} = 79 - 85$  dB





## MASSETTO GALLEGGIANTE

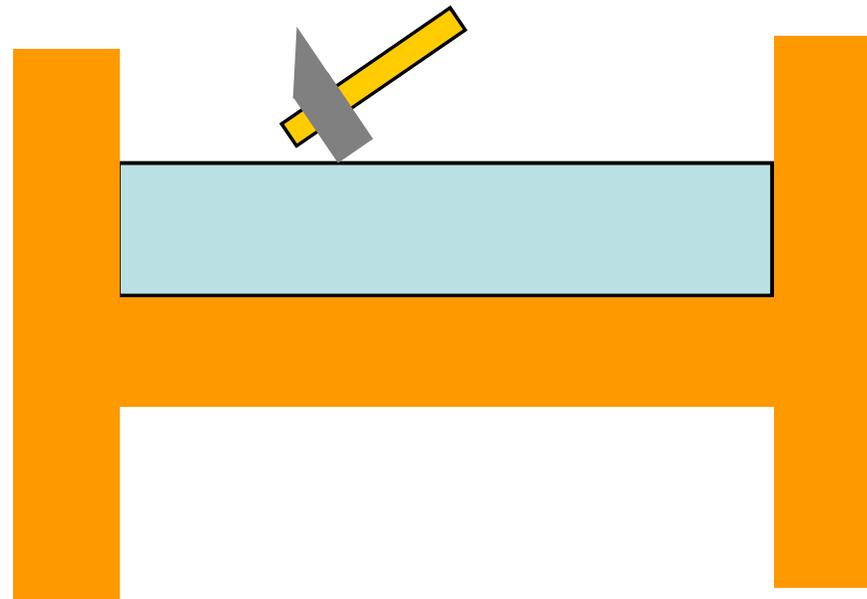


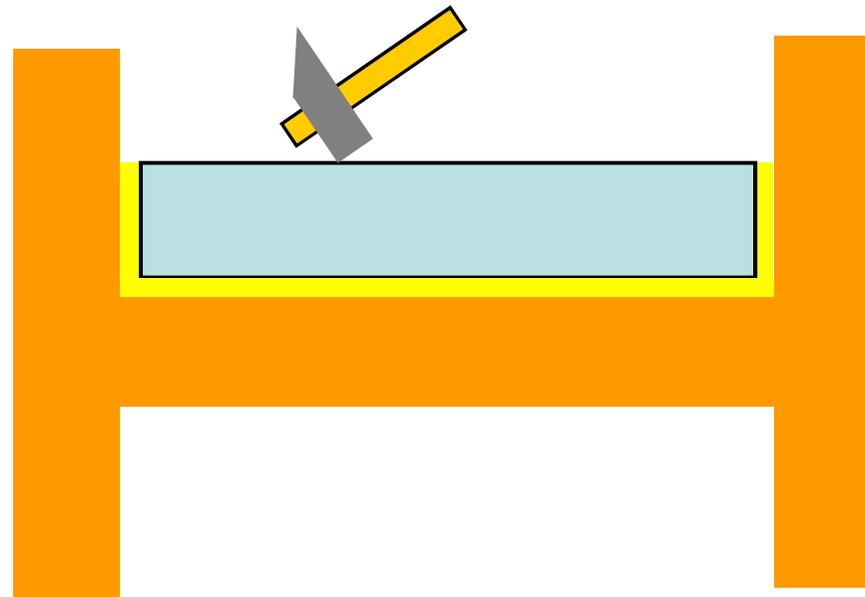
Materiale elastico

=

Molla che smorza le  
vibrazioni

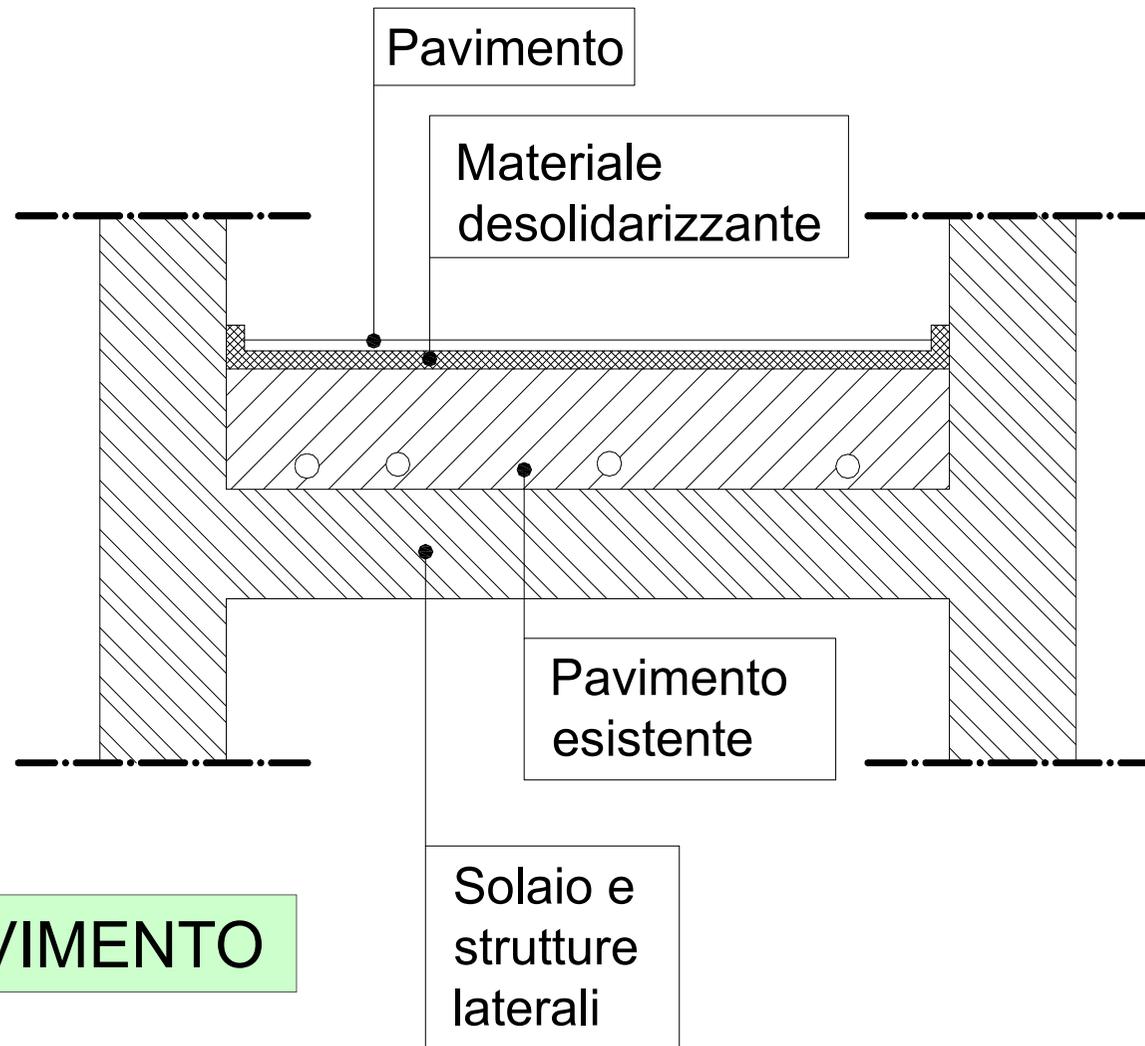








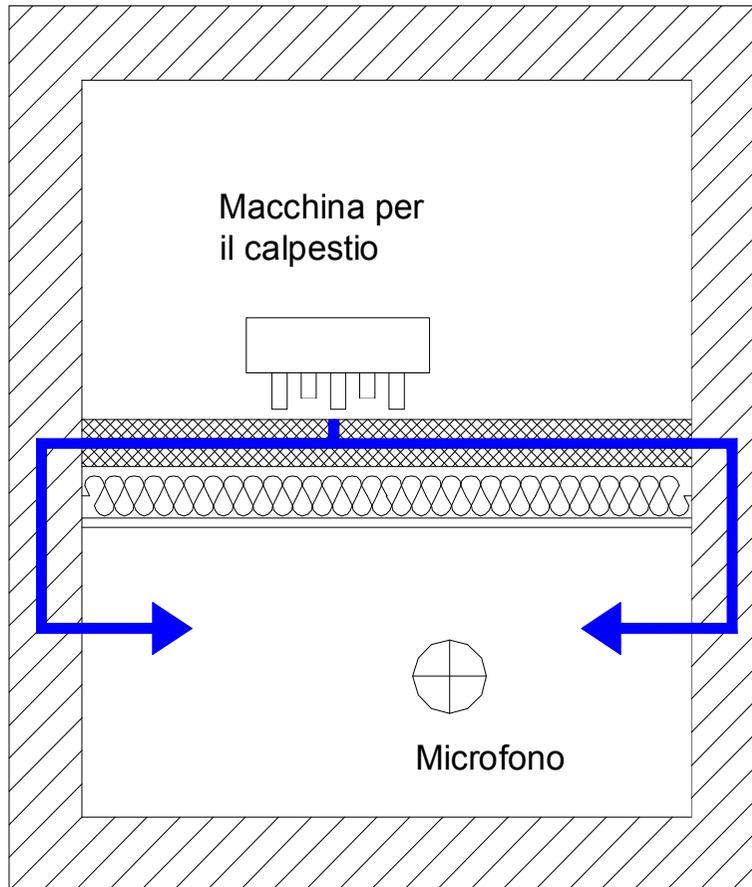
# SOLUZIONI TECNOLOGICHE



**SOTTOPAVIMENTO**



## Controsoffitti?



In ambienti “piccoli” (<14 mq) un controsoffitto tassellato al solaio generalmente non è un intervento adeguato

Solaio senza controsoffitto:

$L'_{nw} = 79 \text{ dB}$

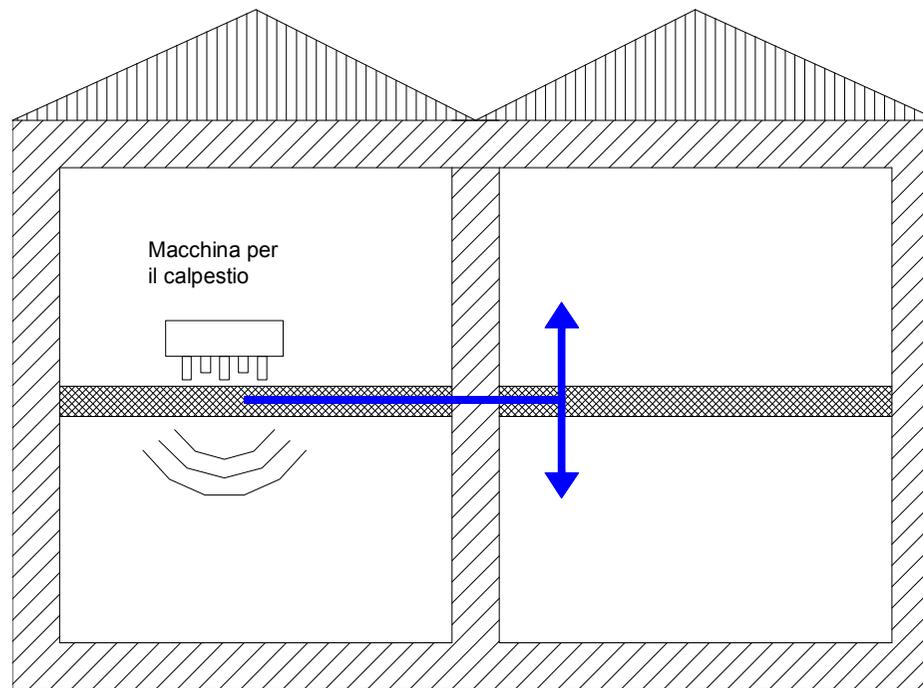
Solaio con controsoffitto:

$L'_{nw} = 75 \text{ dB}$

Solo 4 dB di miglioramento

## SUGGERIMENTI PROGETTUALI

- Villette a schiera





## MISURA IN OPERA $L'_{nw}$

Norme:

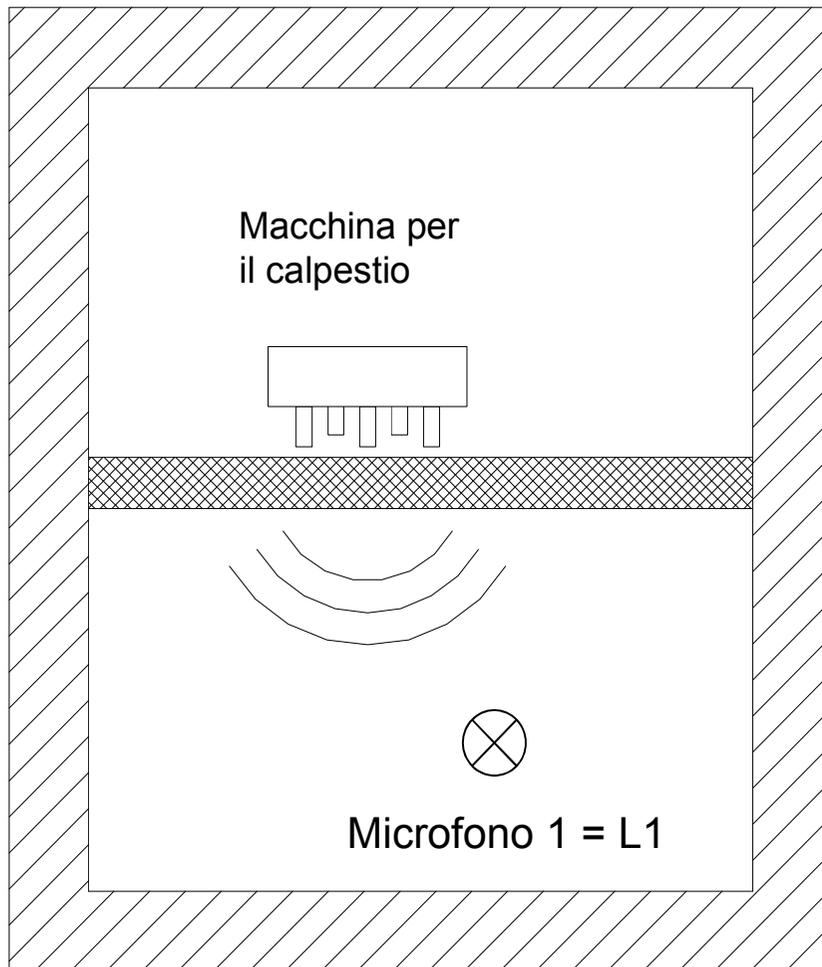
UNI EN ISO 140-7

UNI EN ISO 140-14

UNI EN ISO 717-1



## INDICE DI LIVELLO DI RUMORE DI CALPESTIO (L'nw) Come si misura

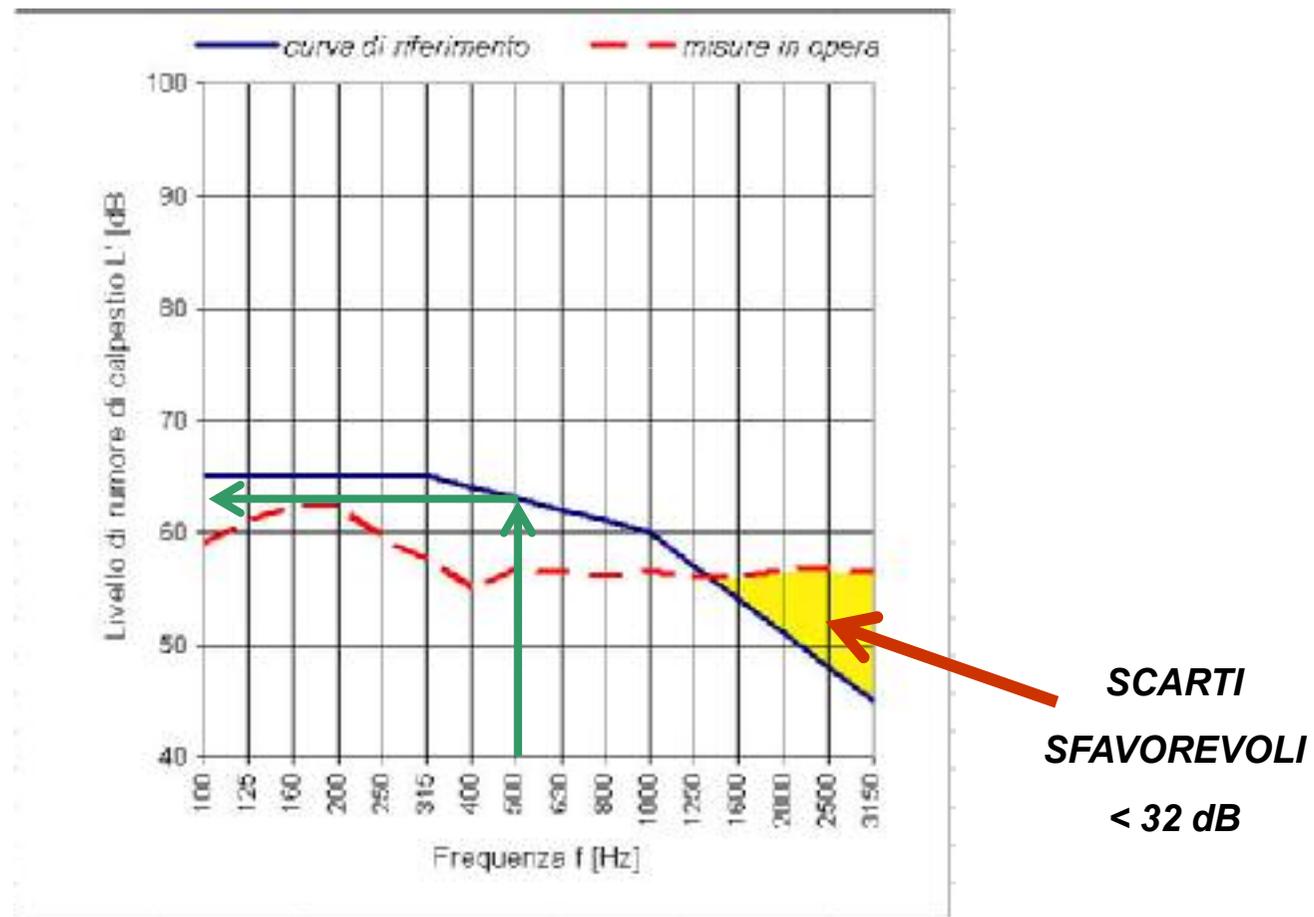


L'nw = Livello di rumore misurato

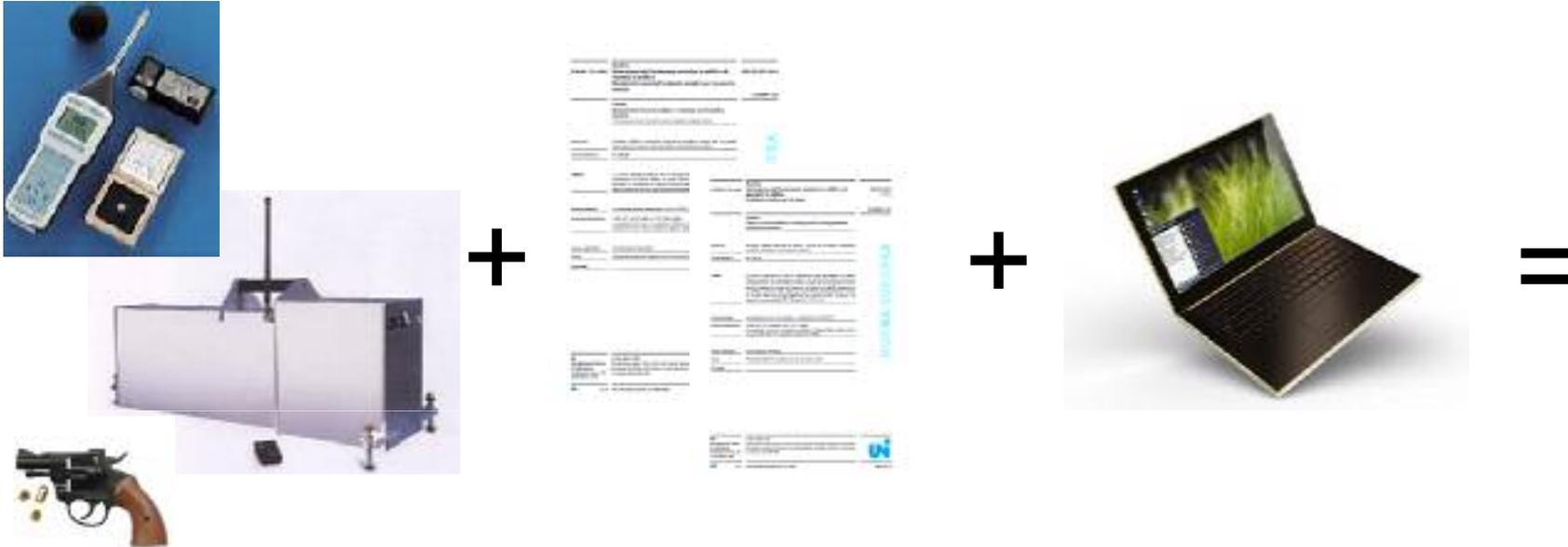
$$L'_n = L + 10 \log \frac{A}{A_0}$$

# I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI

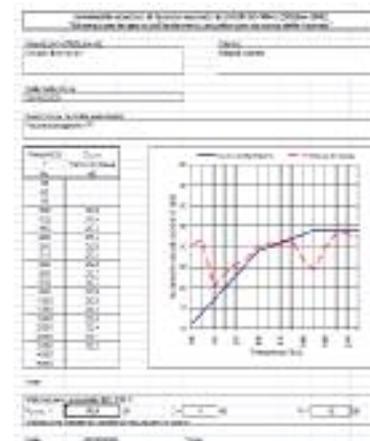
INDICI DI VALUTAZIONE = numero unico



## LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO DEI SOLAI L'nw



= *Rapporto di prova*



## Requisiti strumentazione:

### Macchina di calpestio standardizzata



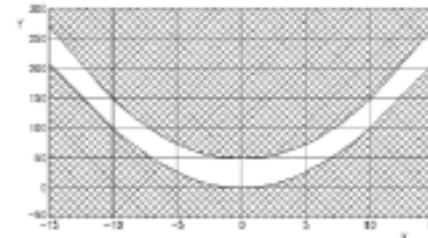
Da UNI EN ISO 140 parte 7

- Il generatore di calpestio deve essere provvisto di cinque martelli posti in linea retta con un interasse di  $(100 \pm 3)$  mm.

.....

- la massa di ciascun martello deve essere di  $(500 \pm 12)$  g, da cui segue che la velocità all'impatto deve essere  $0,033$  m/s se si è sicuri che la massa del martello rispetti i limiti ridotti di  $(500 \pm 6)$  g.

- La parte di martello che colpisce il pavimento deve essere cilindrica con un diametro di  $(30 \pm 0,2)$  mm. La superficie d'impatto deve essere di acciaio temperato e di forma sferica con raggio di curvatura di  $(500 \pm 100)$  mm....





## Generazione del campo sonoro



Almeno **4 posizioni diverse** scelte a caso sul pavimento

Distanza minima fra la macchina e il bordo del pavimento = 0,5 m.

Nel caso di strutture portanti non omogenee (solai nervati, misti, ecc.) possono rendersi necessarie più posizioni.

La linea congiungente i martelli dovrebbe essere orientata a 45° rispetto all'asse delle travi.



## Misure nell'ambiente disturbato

### Posizioni del microfono

0,7 m tra le posizioni dei microfoni;

0,5 m tra ciascuna posizione di microfono e le pareti dell'ambiente

1,0 m tra ciascuna posizione di microfono e il solaio eccitato dalla macchina di calpestio

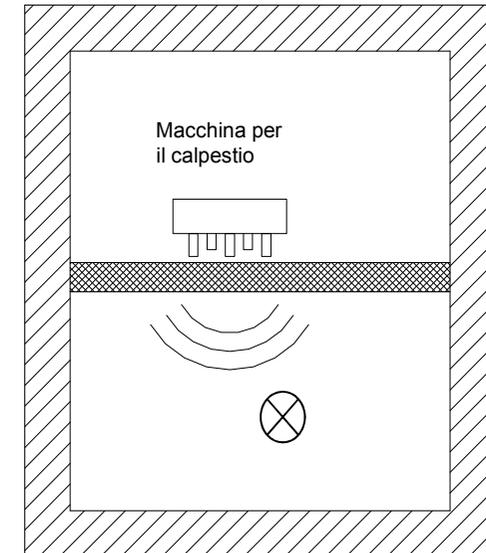
Almeno 4 posizioni di microfono fisso uniformemente distribuite entro l'ambiente

Il numero **minimo di misurazioni è 6**;

usare una combinazione di almeno quattro posizioni del microfono e almeno quattro posizioni del generatore di calpestio.

### Esempio

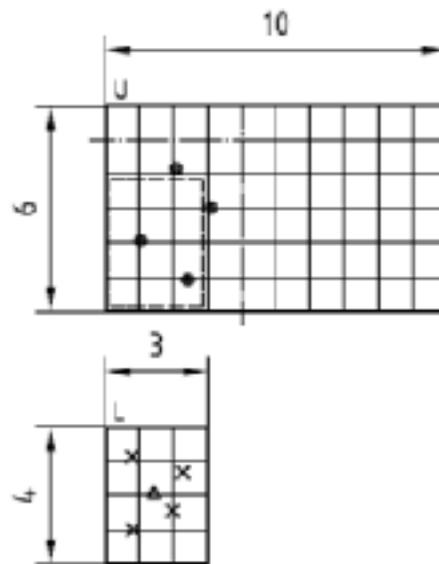
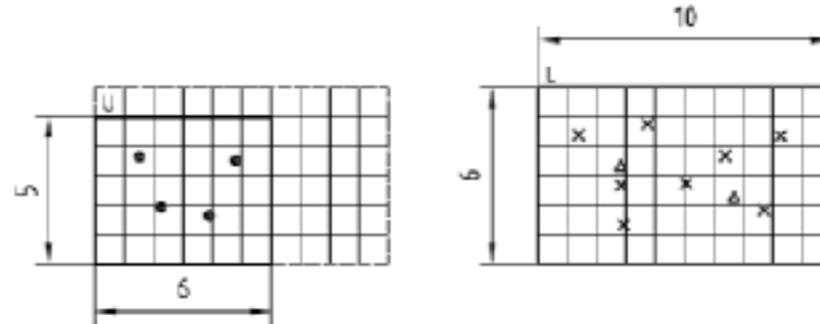
Per due posizioni del microfono e due posizioni del generatore di calpestio eseguire misurazioni per tutte le quattro possibili combinazioni. Per le altre due posizioni del microfono e del generatore di calpestio, eseguire misurazioni una ad una.



Dove mettere sorgente e microfoni?

Casi particolari UNI EN ISO 140-14 – L'nw **verticale**

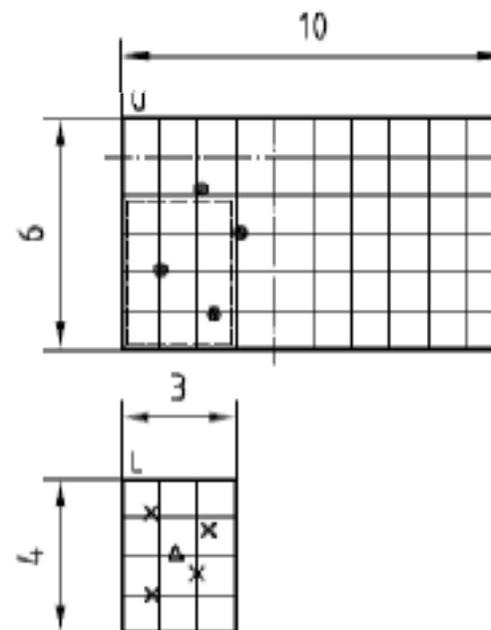
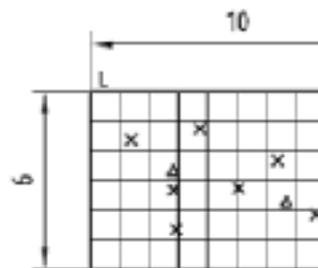
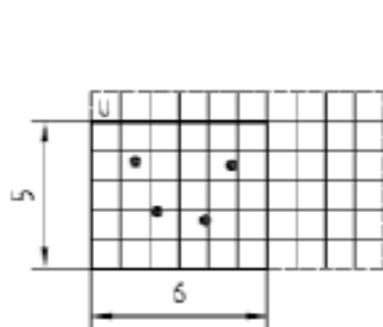
○	Loudspeaker
(○)	Alternative loudspeaker position
•	Tapping machine
×	Fixed microphone
△	Rotating microphone



Dove mettere sorgente e microfoni?

Casi particolari UNI EN ISO 140-14 – L'nw **verticale**

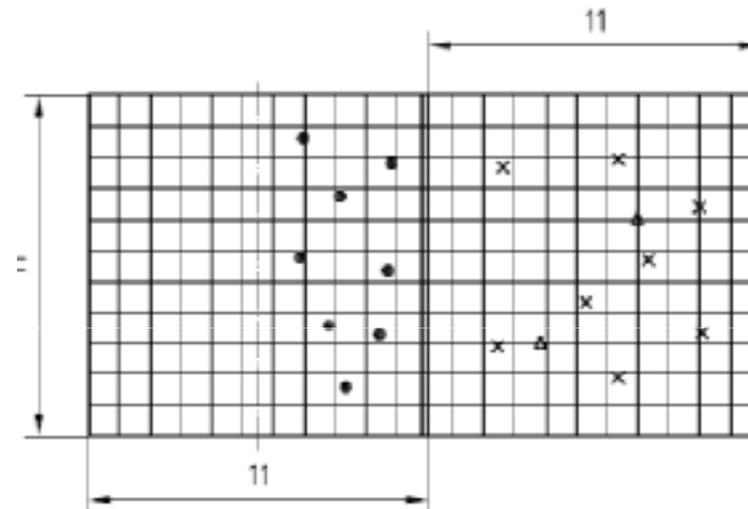
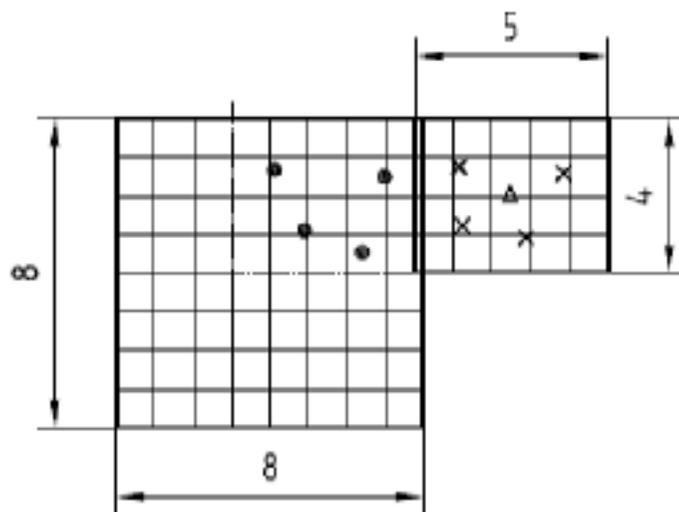
○	Loudspeaker
○)	Alternative loudspeaker position
•	Tapping machine
×	Fixed microphone
△	Rotating microphone



Dove mettere sorgente e microfoni?

Casi particolari UNI EN ISO 140-14 – L'nw **orizzontale**

○	Loudspeaker
(○)	Alternative loudspeaker position
•	Tapping machine
×	Fixed microphone
△	Rotating microphone

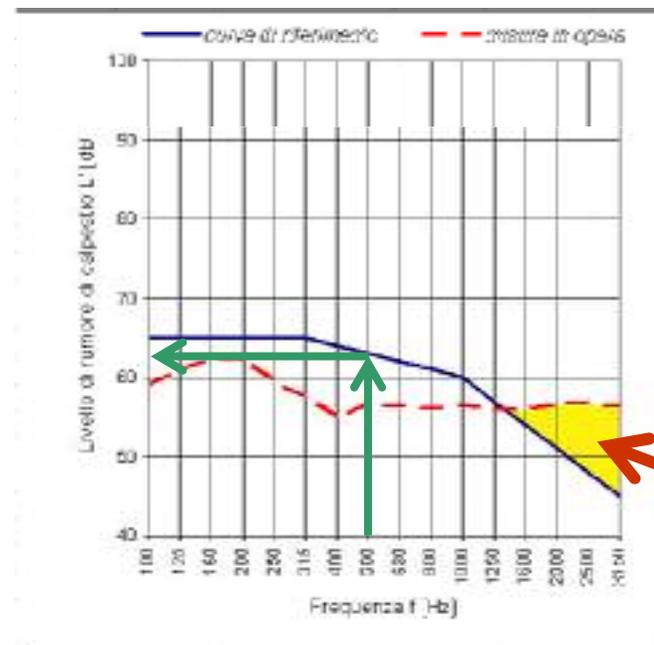


## L'nw: UNI EN ISO 140-7

Dai rilievi si ricava L'n alle varie frequenze (100-3150 Hz)

$$L'_n = L + 10 \log \frac{A}{A_0} = L + 10 \log \frac{0,16 \cdot V}{T \cdot 10}$$

Da L'n si ricava L'nw (UNI EN ISO 717-2)



**SCARTI  
SFAVOREVOLI  
< 32 dB**



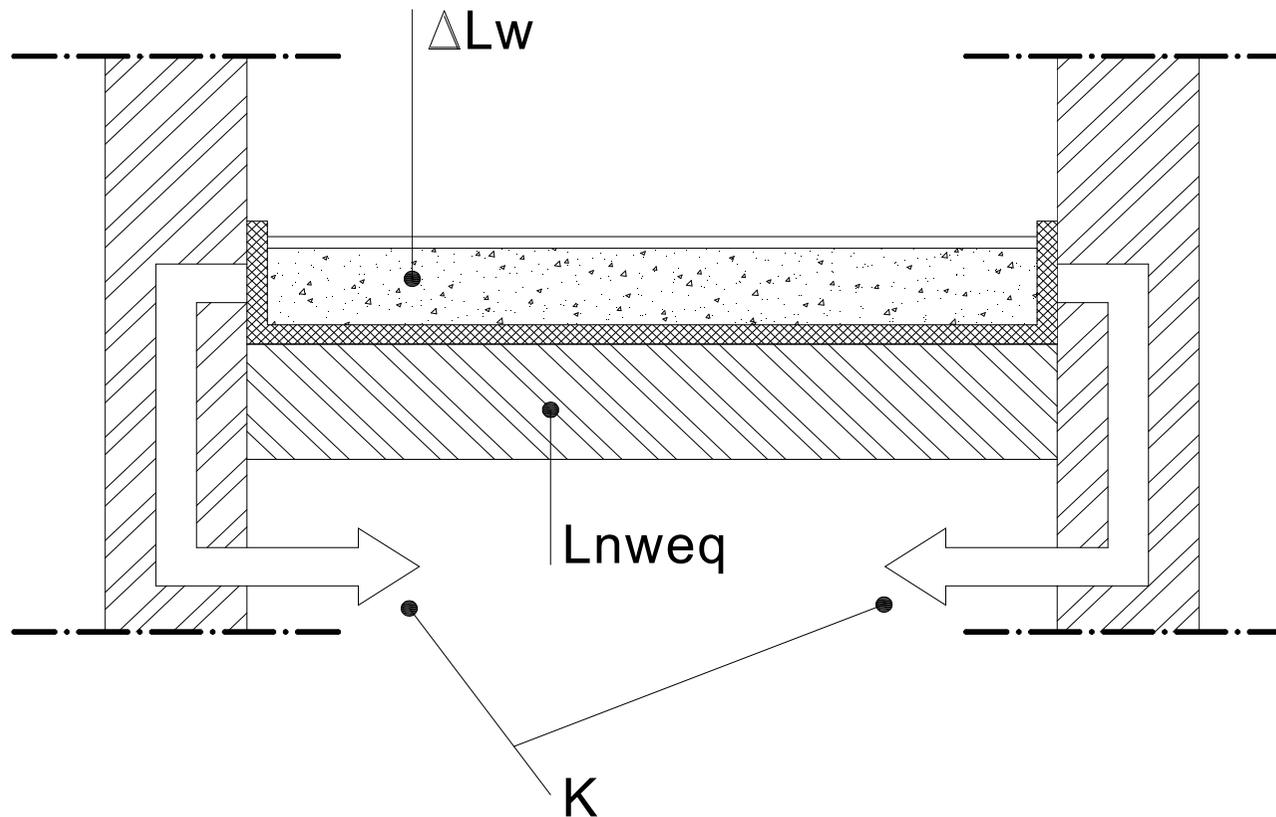
# UNI TR 11175

## METODO DI CALCOLO PER LA STIMA DI $L'_{nw}$



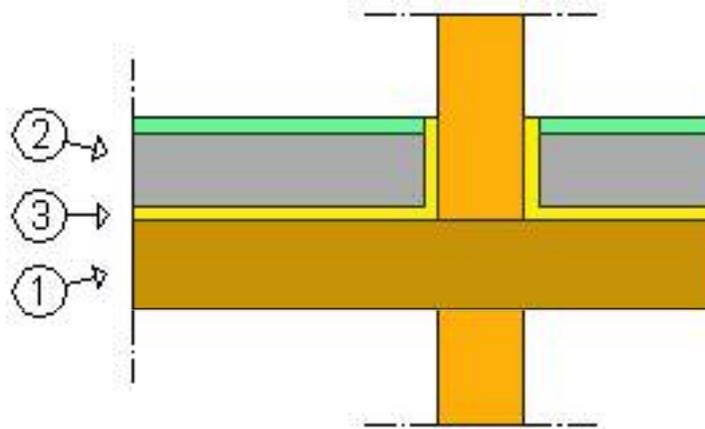
UNI TR 11175 – Calcolo  $L'_{nw}$

$$L'_{nw} = L_{nweq} - \Delta L_w + K$$



## UNI TR 11175 – Calcolo $L'_{nw}$

$L_{nweq}$ : Solaio portante



$$L_{nweq} = 164 - 35 \log(m')$$

- $m'$  è la massa superficiale del solaio portante ( $\text{kg/m}^2$ )



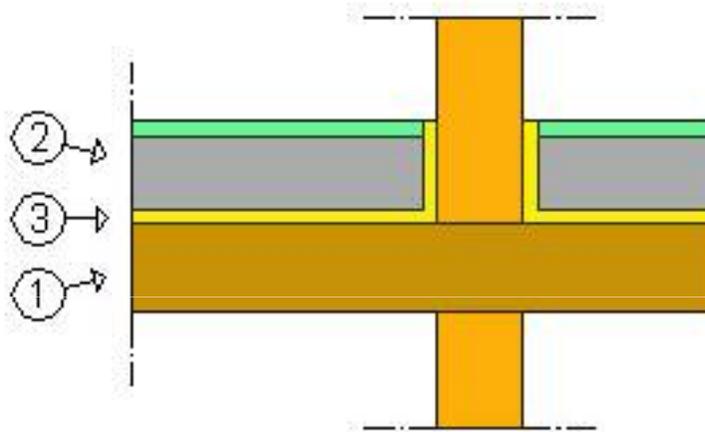
## UNI TR 11175 – Calcolo L'nw

Indice K		Massa sup. media pareti laterali [kg/mq]								
		100	150	200	250	300	350	400	450	500
Massa sup. solaio nudo [kg/mq]	150	2	1	1	1	1	0	0	0	0
	200	2	1	1	1	1	0	0	0	0
	250	3	2	2	1	1	1	1	1	1
	300	3	2	2	1	1	1	1	1	1
	350	3	2	2	2	1	1	1	1	1
	400	3	3	2	2	2	1	1	1	1
	450	3	3	2	2	2	2	1	1	1
	500	3	3	2	2	2	2	1	1	1
	550	4	3	3	3	2	2	2	2	2
	600	4	3	3	3	2	2	2	2	2



## UNI TR 11175 – Calcolo $L'_{nw}$

$\Delta L_w$ : *massetto galleggiante*



$$\Delta L_w = 30 \log \frac{500}{f_0} + 3$$

*Massetti in calcestruzzo*



## UNI TR 11175 – Calcolo L'nw

- $f_0$  è la frequenza di risonanza del sistema massetto + strato resiliente:

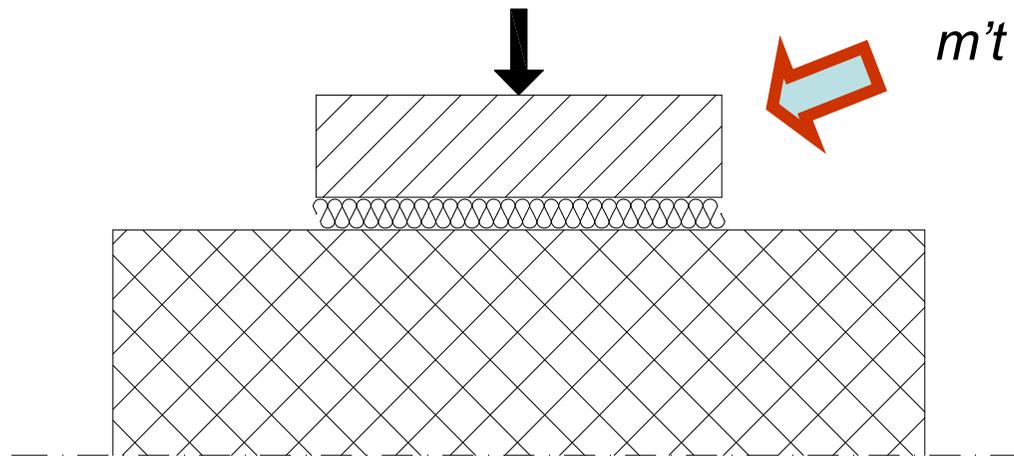
$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}}$$

dove:

- $s'$  è la **rigidità dinamica** dello strato resiliente (UNI EN 29052-1) [MN/m<sup>3</sup>]
- $m'$  è la massa superficiale del massetto galleggiante [kg/m<sup>2</sup>]



## Misura rigidità dinamica - norma UNI EN 29052



Misuro  $fr$  (frequenza di risonanza)  
e ricavo  $s't$  (rigidità dinamica apparente)

$$fr = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{s'_t}{m'_t}} \quad \Rightarrow \quad s'_t = 4\pi^2 m'_t (fr^2)$$

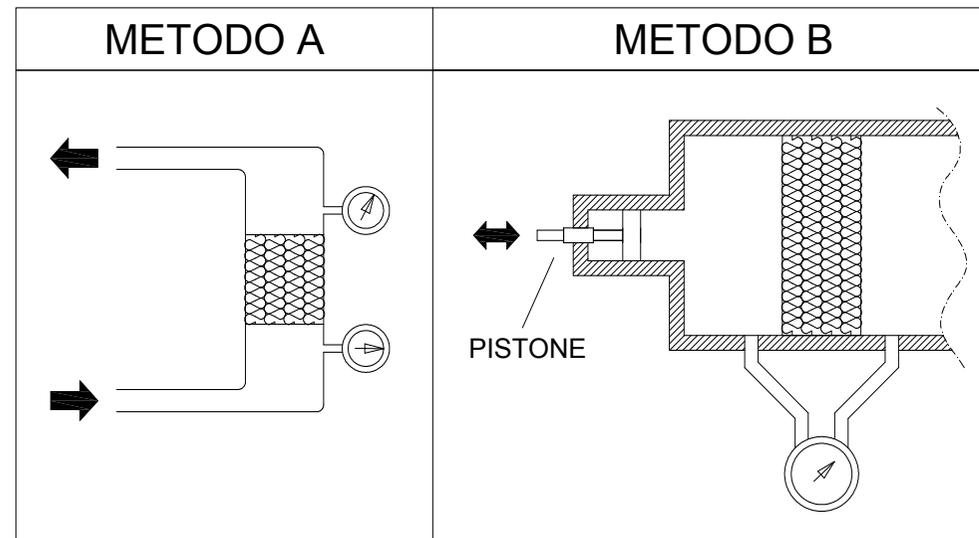
## Misura rigidità dinamica - norma UNI EN 29052

*La rigidità dinamica reale ( $s'$ ) dipende dalla resistività al flusso d'aria ( $r$ ) in direzione laterale del campione in prova, misurata secondo la norma UNI EN 29053.*

$q_v$  = portata d'aria che attraversa il provino [ $m^3/s$ ]

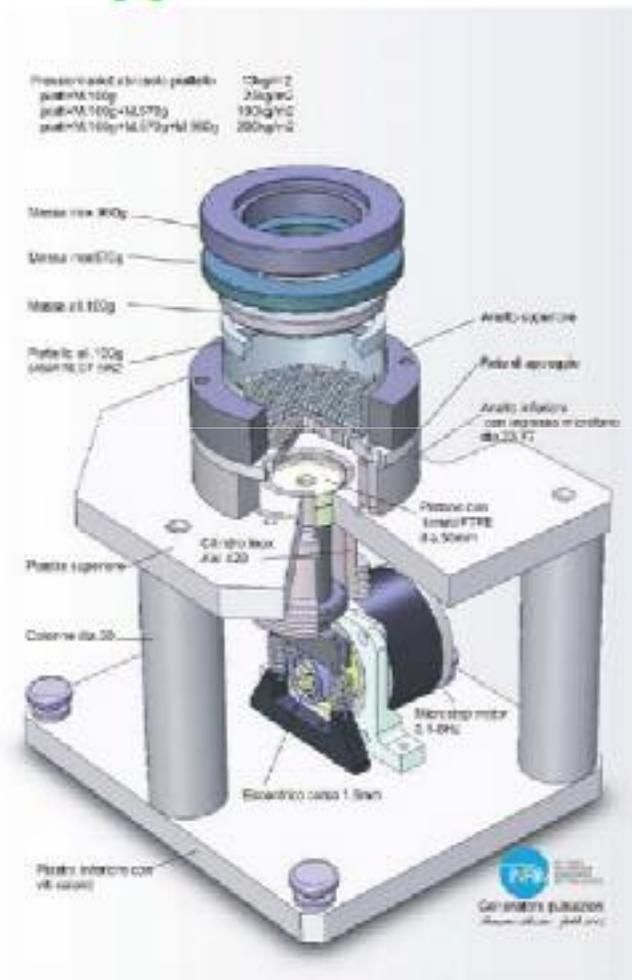
$\Delta p$  = differenza di pressione d'aria fra le due facce del provino rispetto all'atmosfera [Pa]

$$R = \frac{\Delta p}{q_v}$$



Resistenza al flusso

**Apparato di misura sperimentale**





## Misura rigidità dinamica - norma UNI EN 29052

Se il materiale ha resistività al flusso elevata  
( $r \geq 100 \text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ ) allora  $s' = s'_t$

Se  $100 \text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2 > r \geq 10 \text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$  allora  $s' = s'_t + s'_a$

Dove  $s'_a$  è la rigidità dinamica del gas contenuto nel materiale ed è pari a:

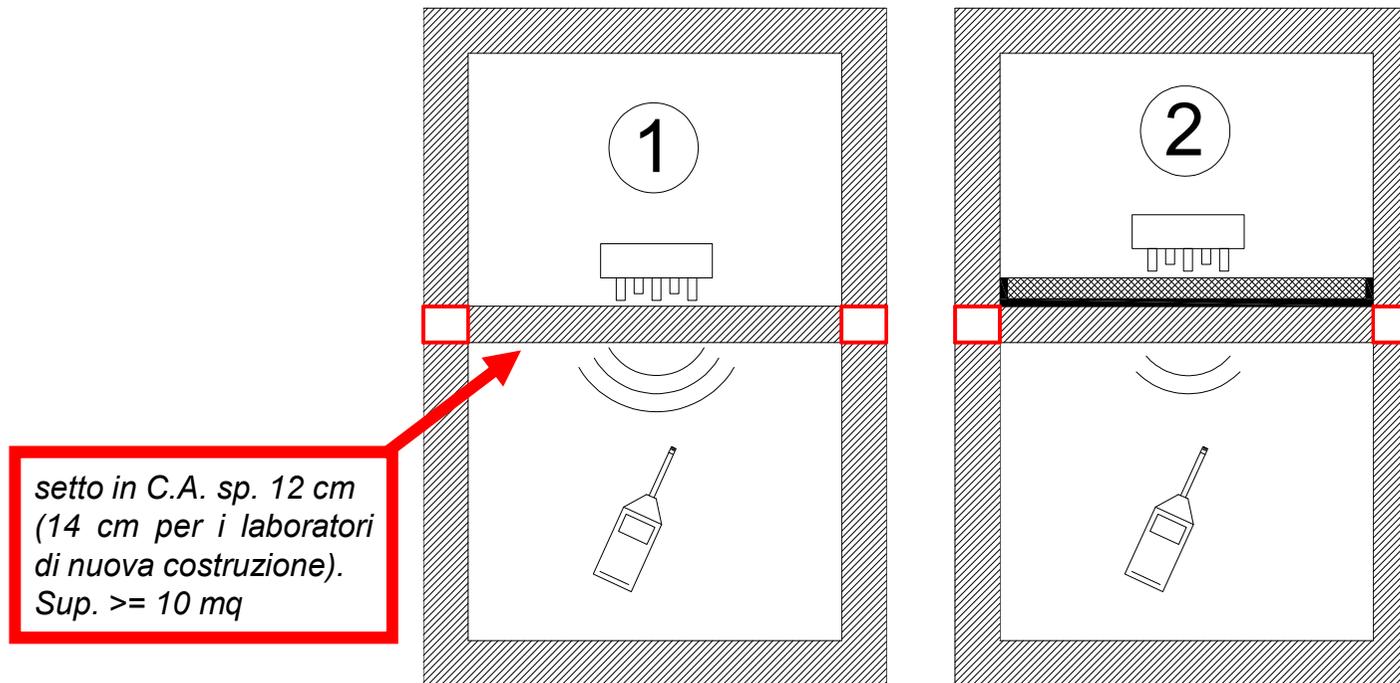
$$s'_a = \frac{111}{d}$$

$d$  è lo spessore del materiale sotto il carico applicato [mm]

Se  $10 \text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2 > r$  e se  $s'_a$  è bassa rispetto a  $s'_t$  allora  $s' = s'_t$



## Misura $\Delta L_w$ - norma UNI EN ISO 140-8



1. Livello di rumore da calpestio di un solaio normalizzato
2. Livello di rumore da calpestio del solaio rivestito con l'elemento da analizzare
3. Fare la differenza tra le misure



ANIT

[www.anit.it](http://www.anit.it)

