



Il convegno inizierà alle **ore 15.00**

---

# Acustica sostenibile in edilizia: norme, materiali, prestazioni

Parte 3: Comfort acustico indoor – Soluzioni tecniche ed estetiche per una reale e sostenibile abitabilità degli spazi



ASSOCIAZIONE NAZIONALE  
PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO

Dal 1984 diffonde, promuove e sviluppa l'efficienza energetica e il comfort acustico come mezzi per salvaguardare l'ambiente e il benessere delle persone



soci individuali

**3850**



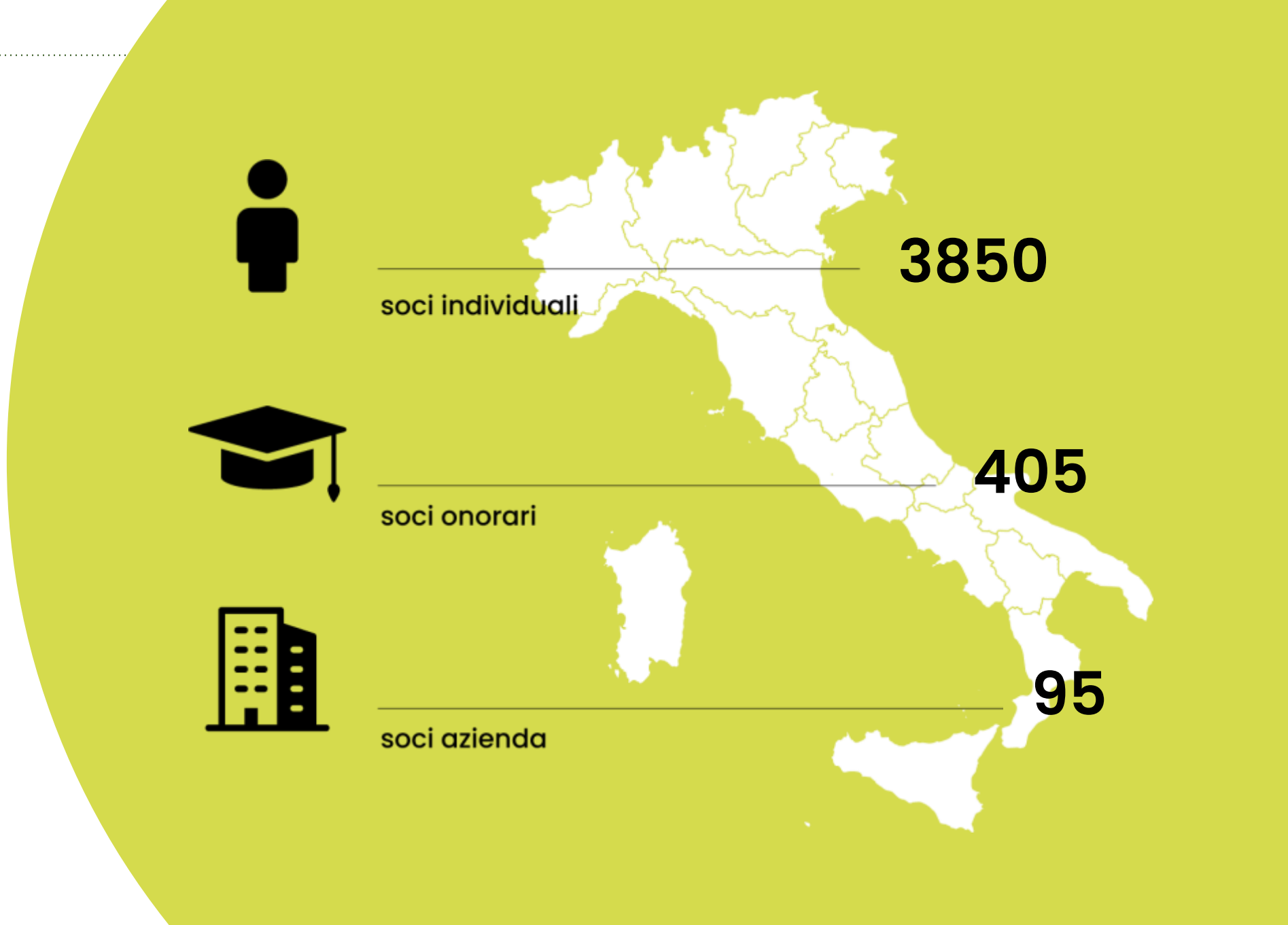
soci onorari

**405**



soci azienda

**95**



# Attività istituzionali



## Servizi per i soci

- Guide
- Chiarimenti tecnici



- Software



PAN



IRIS



APOLLO



LETO



EUREKA



ECHO



ICARO

Servizi validi  
per **12 mesi**

**120€ + IVA**

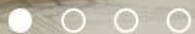
QUOTA SOCIO

**240€ + IVA**

QUOTA SOCIO PIÙ

Sei un professionista, uno studio di progettazione,  
un'impresa edile o un tecnico del settore?

Diventa socio ANIT



# Corsi ed eventi

27/01/2022

**Bonus 110% – analisi termotecnica per accedere alle detrazioni, corso on-line**

**Bonus e detrazioni** 9 ore

01/02/2022

**Capire gli impianti: esempi di modellizzazione energetica – liv.1, corso on-line**

**Impianti** 6 ore

03/02/2022

**Migrazione del vapore in regime dinamico, corso on-line**

**Igrotermia** 9 ore

The screenshot displays the YouTube channel page for ANIT, which has 4.53K subscribers. The navigation menu includes HOME, VIDEOS, PLAYLISTS, COMMUNITY, and CHANNELS. The 'Uploads' section is active, showing a grid of video thumbnails. Each thumbnail includes the video title, duration, and view statistics.

| Video Title                                              | Duration | Views      | Time Ago              |
|----------------------------------------------------------|----------|------------|-----------------------|
| Acustica edilizia in pillole – Episodio 00               | 3:29     | 30 views   | 3 hours ago           |
| Efficienza energetica e sicurezza sismica nel...         | 2:32:00  | 3K views   | Streamed 2 weeks ago  |
| Conduttività termica: cos'è e come si valuta             | 2:48:14  | 2.9K views | Streamed 1 month ago  |
| IL BONUS 110% (EP. 05) ING. CARLOTTA BERSANI             | 3:25     | 766 views  | 2 months ago          |
| IL BONUS 110% (EP. 06) ING. MARGO BATTISTESSA            | 3:26     | 1.3K views | 2 months ago          |
| IL BONUS 110% (EP. 03) ING. GIORGIO GALBUSERA            | 6:38     | 1.7K views | 3 months ago          |
| Il Bonus 110% in pillole - APE convenzionali e doppi...  | 2:12:43  | 54K views  | Streamed 7 months ago |
| Il Bonus 110% in pillole - Trasmissione media:...        | 1:47:53  | 21K views  | Streamed 9 months ago |
| Il Bonus 110% in pillole - Bonus 110% e Verifica di H... | 1:57:02  | 1K views   | 11 months ago         |

## L'evoluzione dei sistemi dell'acustica edilizia

### Parte 1

Sistemi  
anticalpestio

**28 febbraio**

### Parte 2

Isolamento  
delle pareti

**28 marzo**

### Parte 3

Correzione  
acustica

**27 aprile**

Iscrizioni su **[www.anit.it](http://www.anit.it)**



## Patrocini



## Sponsor tecnico



# Programma

## 15.00 Introduzione normativa

Correzione acustica interna degli ambienti. Dal DPCM 5-12-1997 al Decreto CAM 2022

**Ing. Matteo Borghi – ANIT**

## 16.00 Nuove tecnologie per gli elementi fonoassorbenti

Design e prestazione acustica per un benessere indoor sostenibile: la scelta degli elementi fonoassorbenti come momento fondamentale della progettazione architettonica degli spazi. Focus sulle soluzioni ad alto valore estetico realizzate con materiali prestazionali e sostenibili.

**Dott.ssa Chiara Albano – Tecnasfalti Isolmant**

## 17.00 Risposte a domande online

## Crediti formativi

INGEGNERI:

**2CFP** accreditato dal CNI

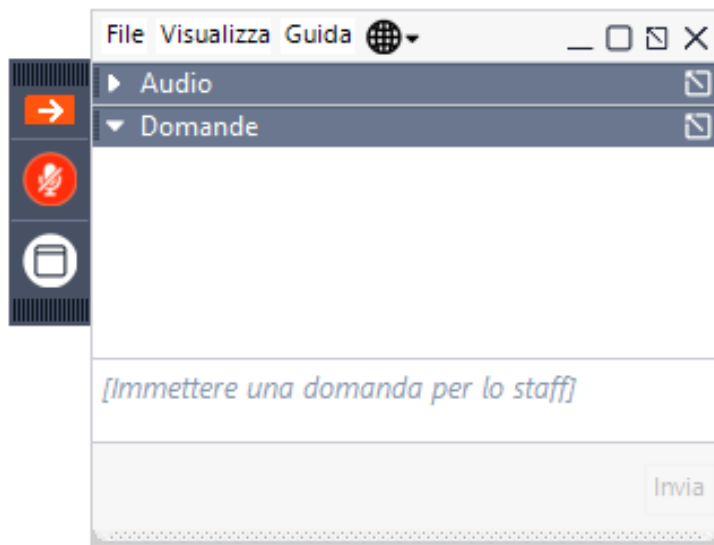
GEOMETRI:

**2CFP** accreditato dal Collegio di Cremona

I CFP sono riconosciuti solo per la presenza all'intero evento formativo

# Regole di interazione

- Audio: disattivato
- Condivisione schermo: solo del relatore
- Domande: via chat
- Non è possibile registrare l'evento



## TI OCCUPI DI ACUSTICA?



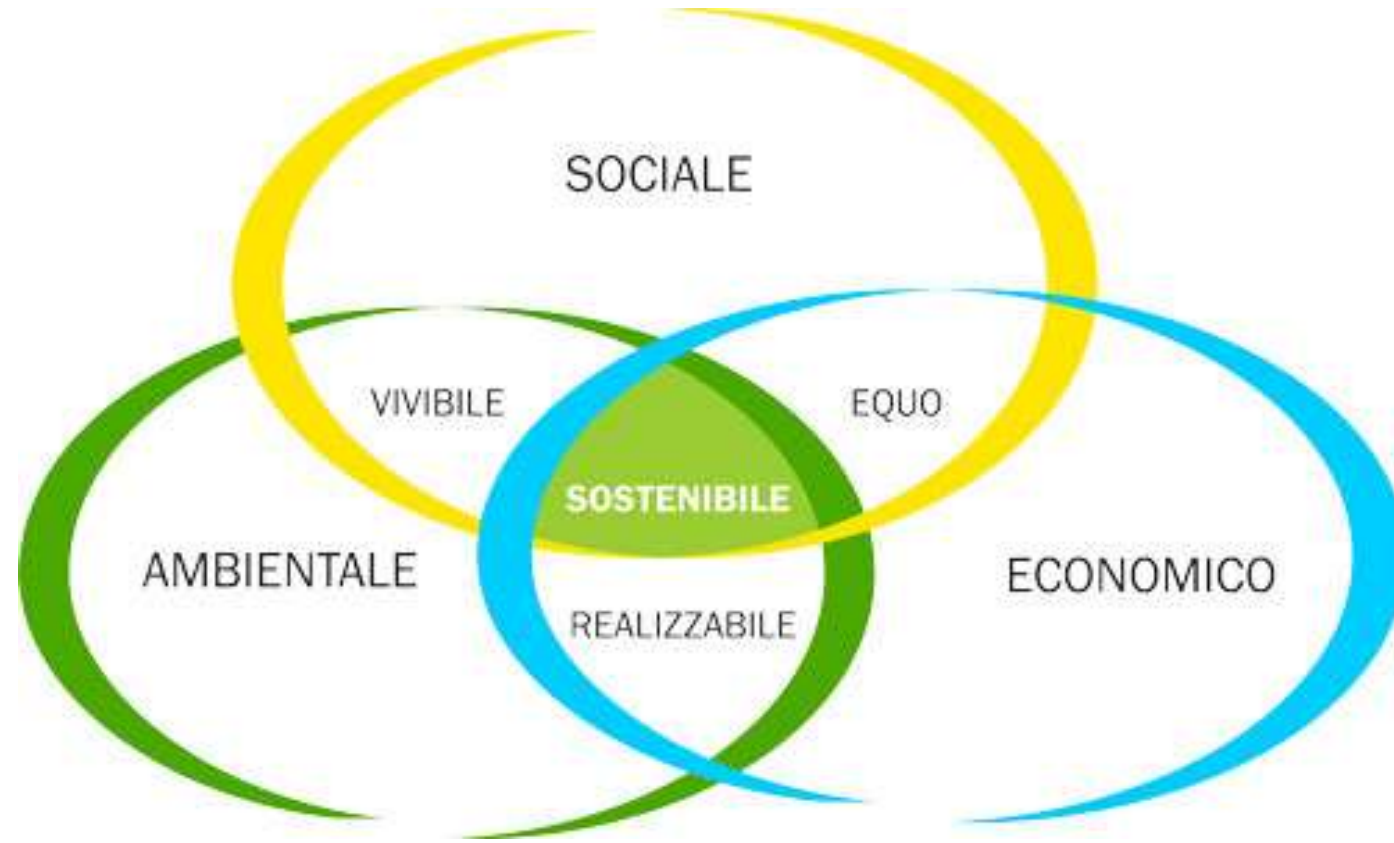


---

# Acustica sostenibile in edilizia: norme, materiali, prestazioni

## Acustica e sostenibilità?

Il concetto di sostenibilità si fonda su tre aspetti



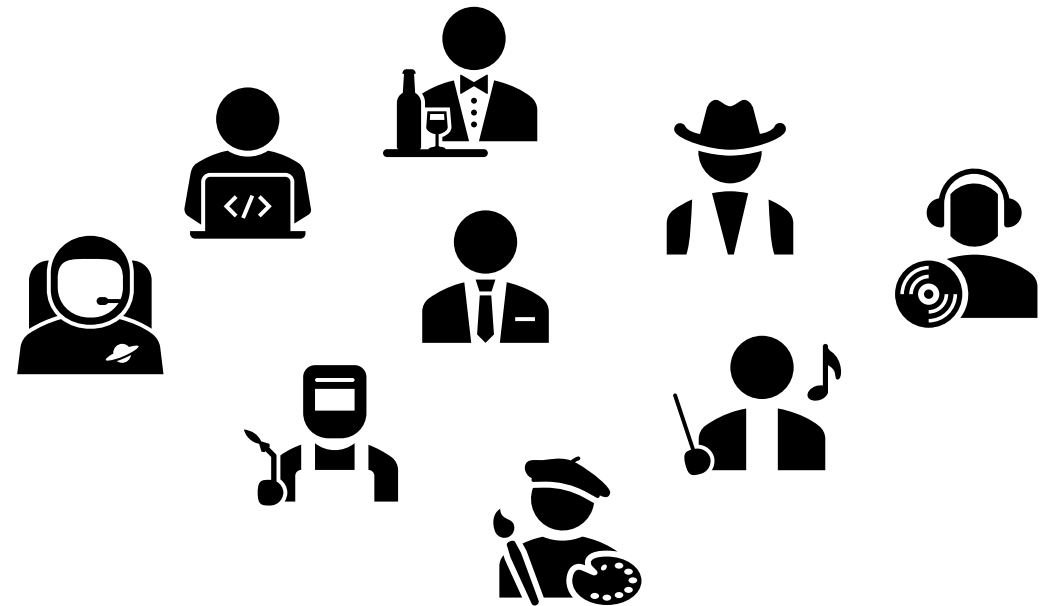
# Sostenibilità sociale

## Obiettivo:

- costruire di una società migliore per tutti

## Garantendo:

- condizioni di benessere equamente distribuite
- contesti di vita in cui ciascuno possa esprimere la propria individualità



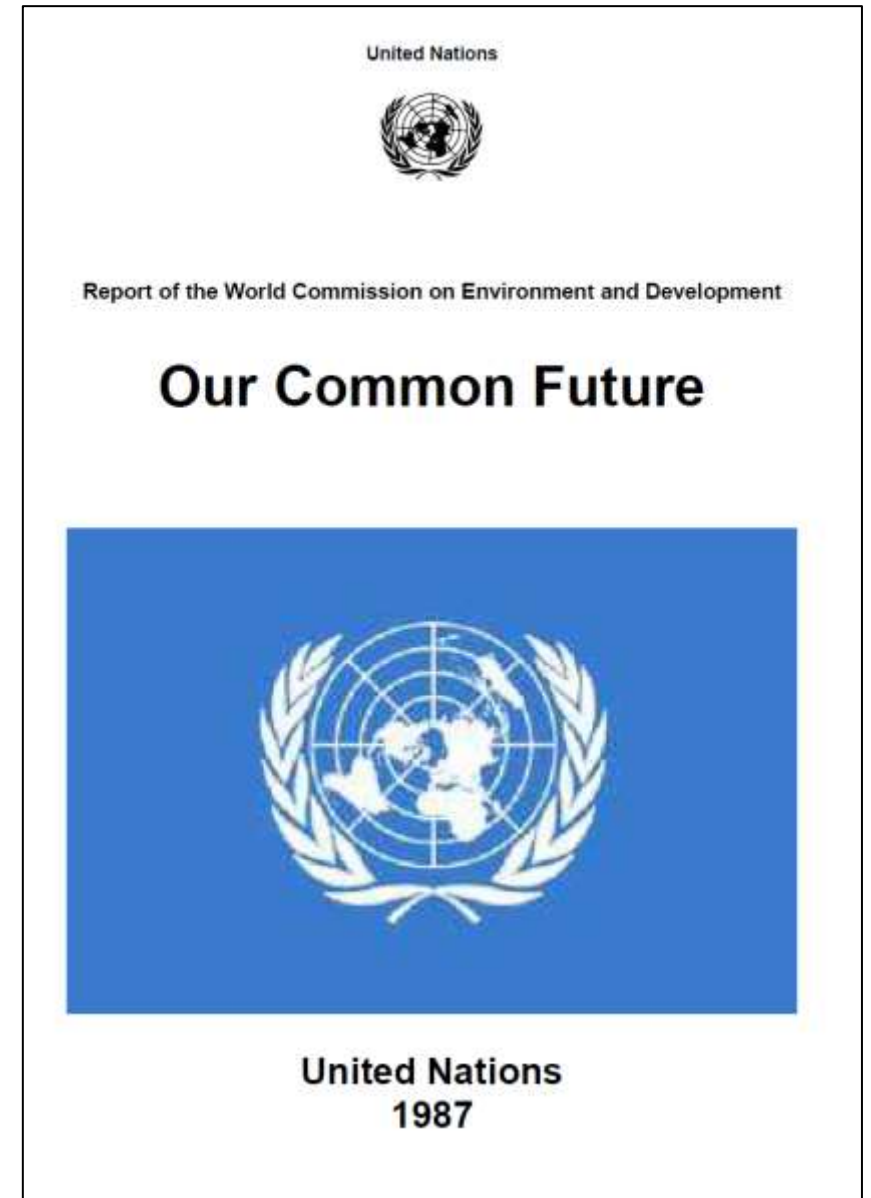


## Acustica e sostenibilità

Uno sviluppo sostenibile richiede di:

*“assicurare il soddisfacimento dei **bisogni** della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri”*

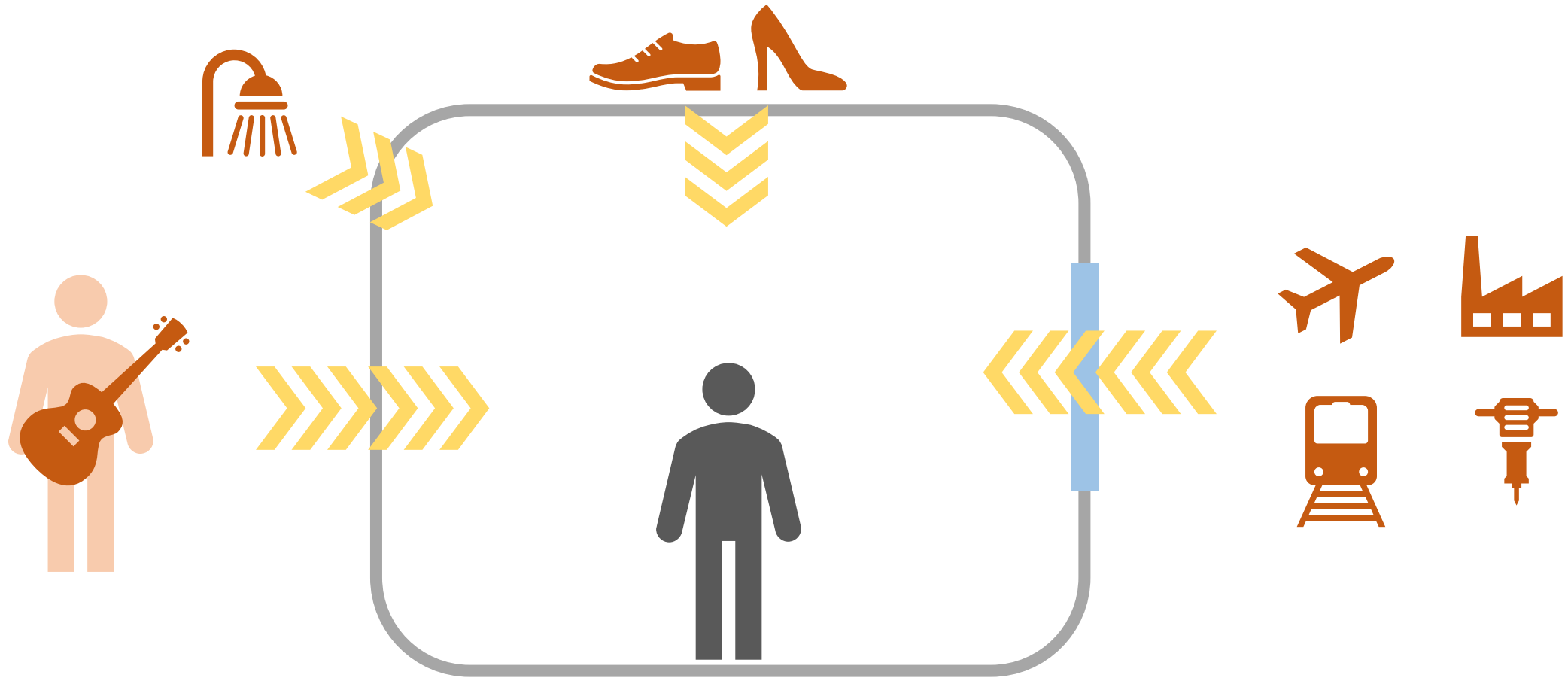
(Rapporto Brundtland - 1987).



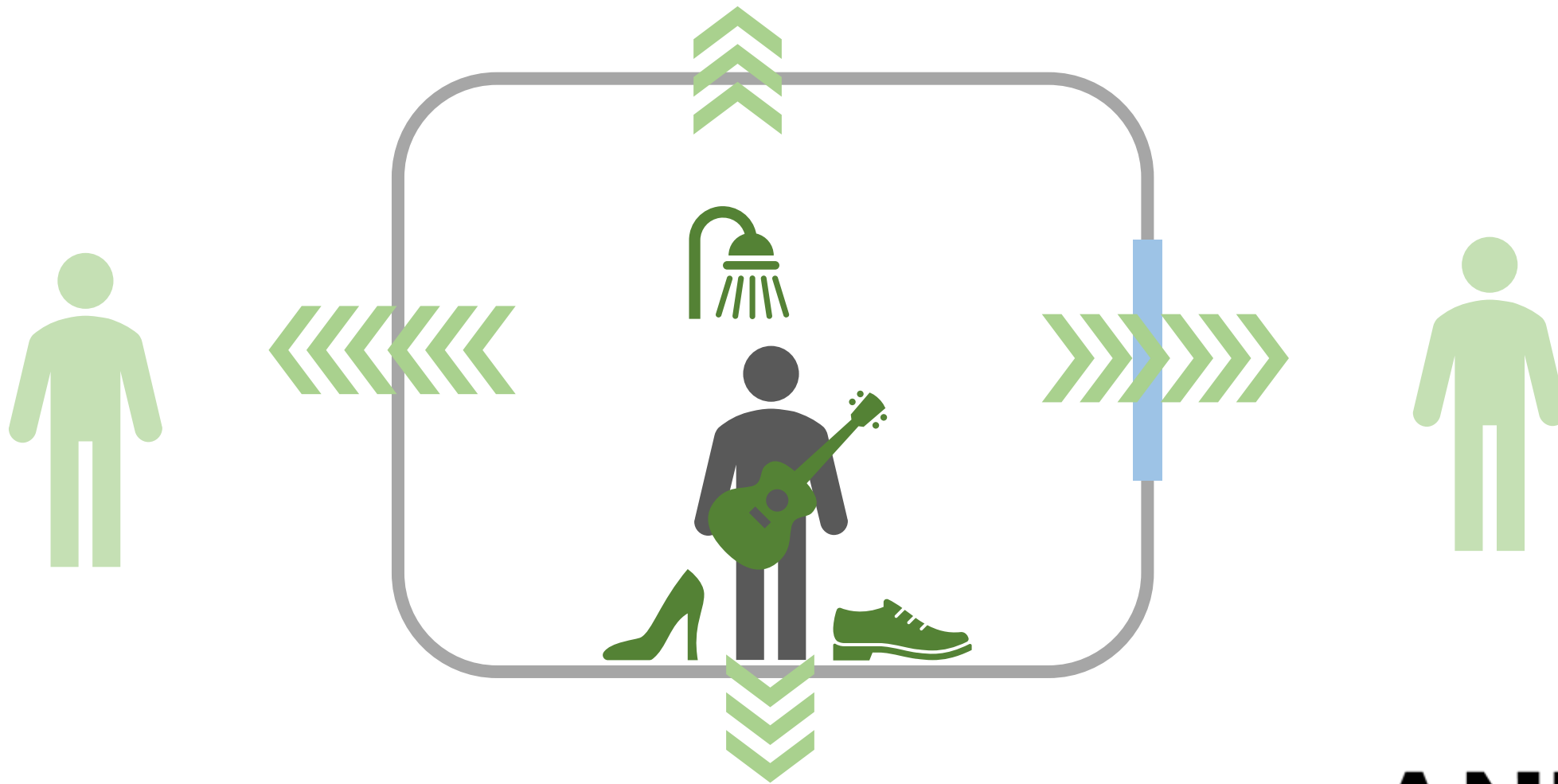
QUALI SONO I NOSTRI **BISOGNI**  
PER AMBIENTI  
«ACUSTICAMENTE CONFORTEVOLI»?



# Adeguato isolamento a rumori «ESTRANEI»

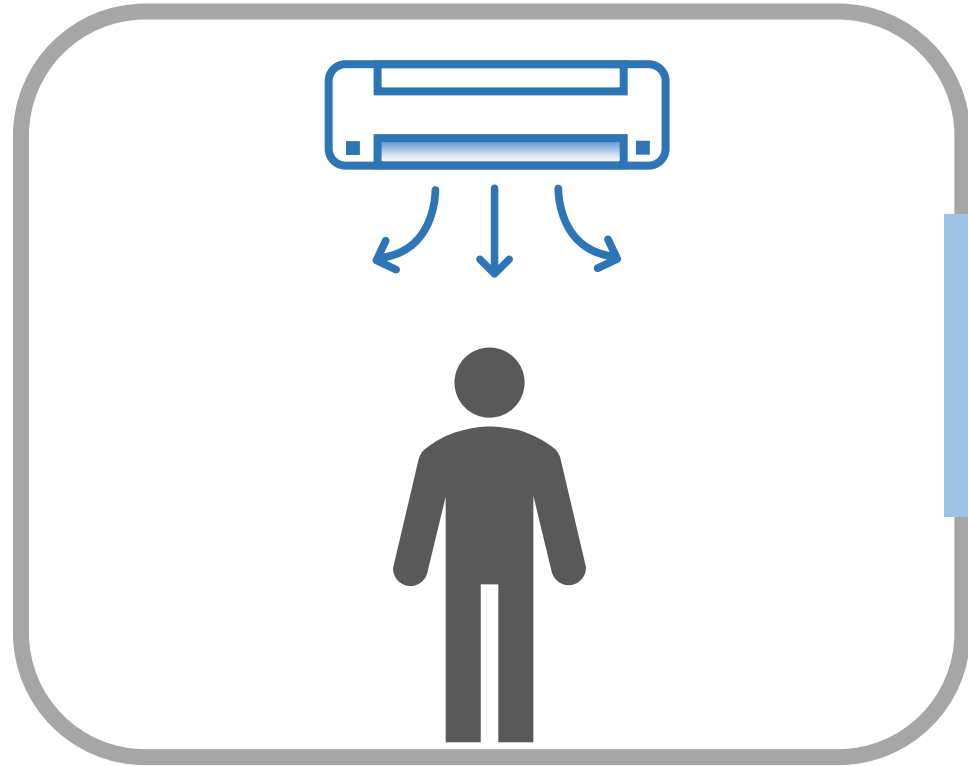


# Adeguata «PRIVACY ACUSTICA»

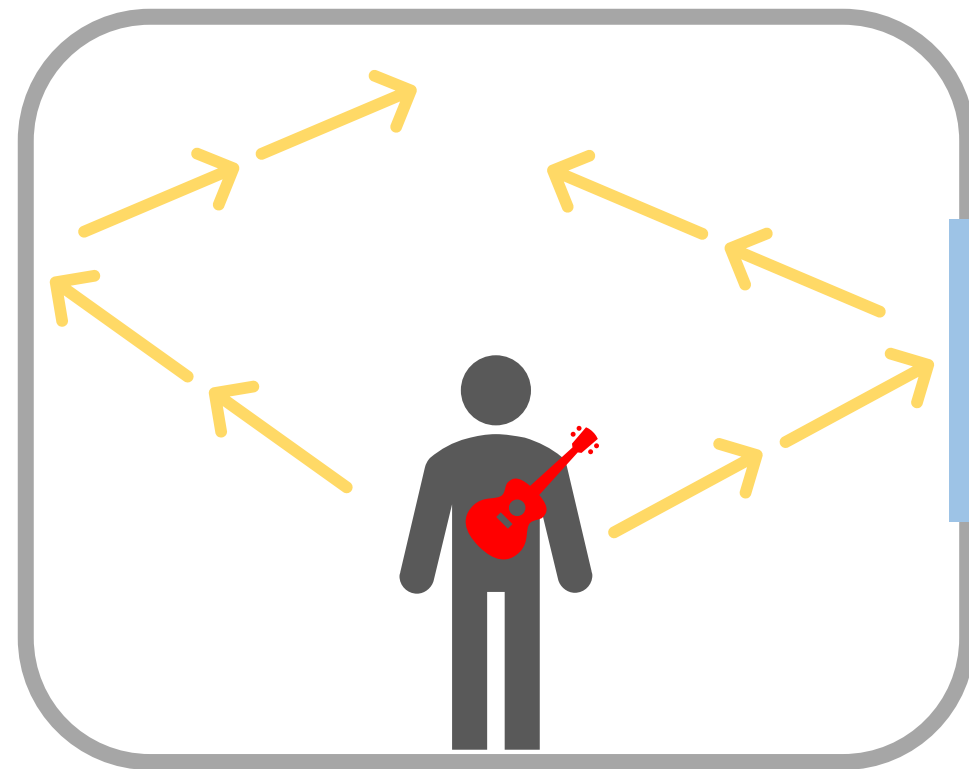
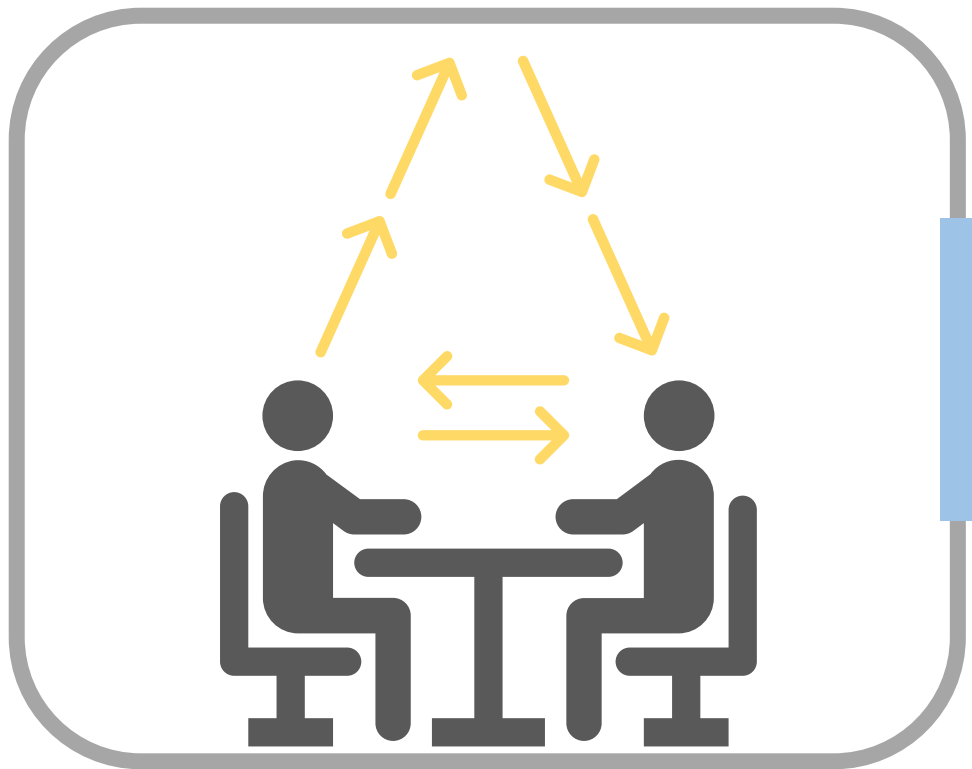


**ANIT** 

# Ridotta rumorosità impianti interni



# Adeguata comprensione del parlato e riverberazione



# Acustica e sostenibilità

Utilizzo di prodotti «sostenibili»

Mantenimento delle prestazioni nel tempo

Capacità di adattamento alle richieste future





---

# Correzione acustica interna degli ambienti

Dal DPCM 5-12-1997 al Decreto CAM 2022

**Ing. Matteo Borghi**

Diritti d'autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore.



# Acustica edilizia: il percorso da seguire

**RICHIESTA DEL  
COMMITTENTE**



**PROGETTO  
ACUSTICO**



**CONTROLLI IN  
CANTIERE**



**MISURE  
IN OPERA**



**ANIT** 

The logo for ANIT, featuring the word "ANIT" in a bold, black, sans-serif font. To the right of the text is a stylized graphic element consisting of two overlapping, curved shapes in shades of green and yellow.

---

# OBBLIGHI DI LEGGE

# DPCM 5-12-1997

| Destinazione d'uso                                           | Pareti e solai tra U.I. | Facciate              | Rumore da calpestio | Impianti a funz. discontinuo | Impianti a funz. continuo | Tempo di riverberazione   |                               |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|
|                                                              | $R'_w$<br>[dB]          | $D_{2m,nT,w}$<br>[dB] | $L'_{n,w}$<br>[dB]  | $L_{A,S,max}$<br>[dBA]       | $L_{A,eq}$<br>[dBA]       | T<br>[s]                  |                               |
| Ospedali, cliniche, case di cura                             | $\geq 55$               | $\geq 45$             | $\leq 58$           | $\leq 35$                    | $\leq 25$                 | -                         |                               |
| <b>Residenze</b> , alberghi, pensioni                        | $\geq 50$               | $\geq 40$             | $\leq 63$           | $\leq 35$                    | $\leq 25?$                | -                         |                               |
| Scuole a tutti i livelli                                     | $\geq 50$               | $\geq 48$             | $\leq 58$           | $\leq 35$                    | $\leq 25$                 | <b>Aule</b><br>$\leq 1,2$ | <b>Palestre</b><br>$\leq 2,2$ |
| Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali | $\geq 50$               | $\geq 42$             | $\leq 55$           | $\leq 35$                    | $\leq 25?$                | -                         |                               |

Il DPCM richiama la **Circ. Min. n° 3150 del 22-05-1967**

“Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici”

“La media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze 250 - 500 - 1000 - 2000 Hz, non deve superare 1,2 sec. ad aula arredata, con la presenza di due persone al massimo.

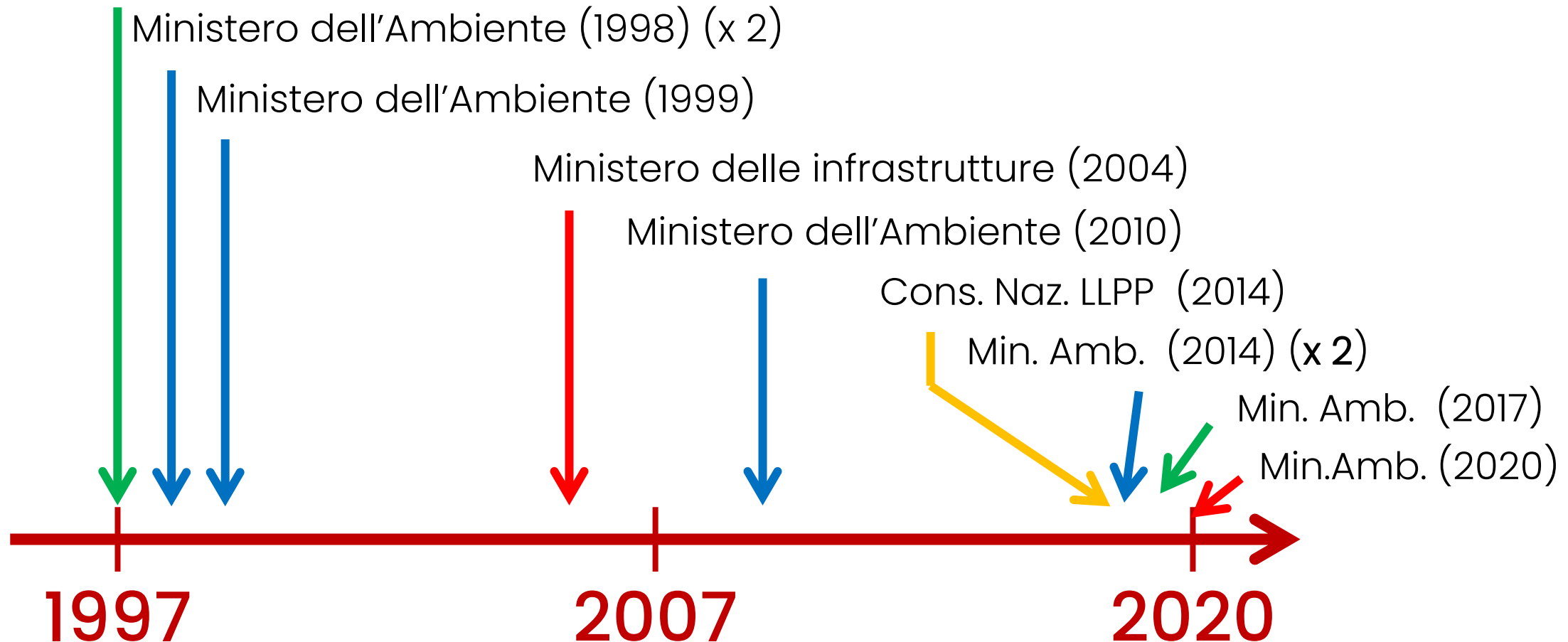
Nelle palestre la media dei tempi di riverberazione (qualora non debbano essere utilizzate come auditorio) non deve superare 2,2 sec”.

# Circolari di chiarimento

DOWNLOAD



DPCM 5-12-1997





### Circolare ministeriale – Luglio 2020

- Ristrutturazione parziale: mantenere o migliorare le prestazioni preesistenti
- Ristrutturazione totale (o nuova costruzione): raggiungere le prestazioni del DPCM 5-12-1997

NB: edifici pre-DPCM 5-12-1997

## Allegato 2 – Paragrafo 2.3.5.6 – Comfort acustico

Interventi di nuova costruzione e ristrutturazione importante di primo livello

# Decreto CAM – Appalti pubblici – ottobre 2017

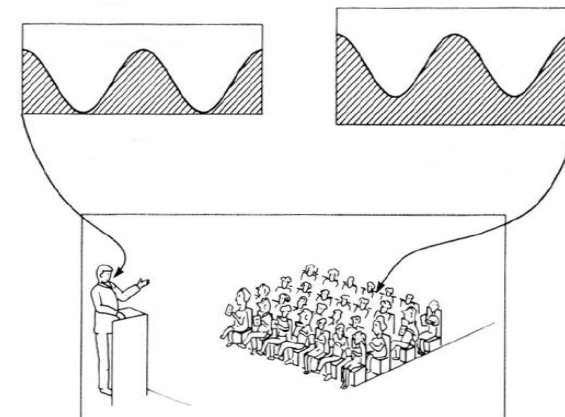
- Classificazione acustica (UNI 11367)

| Classe | Prestazioni |
|--------|-------------|
| I      | Molto buone |
| II     | Buone       |
| III    | Di base     |
| IV     | Modeste     |

- Ospedali e scuole



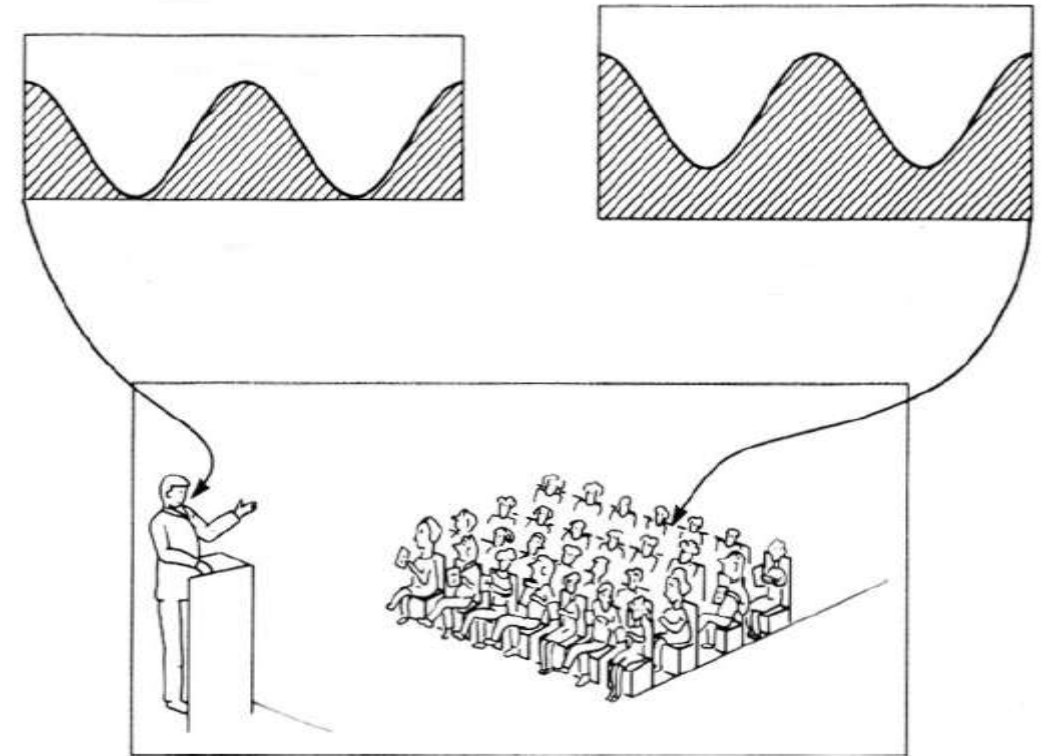
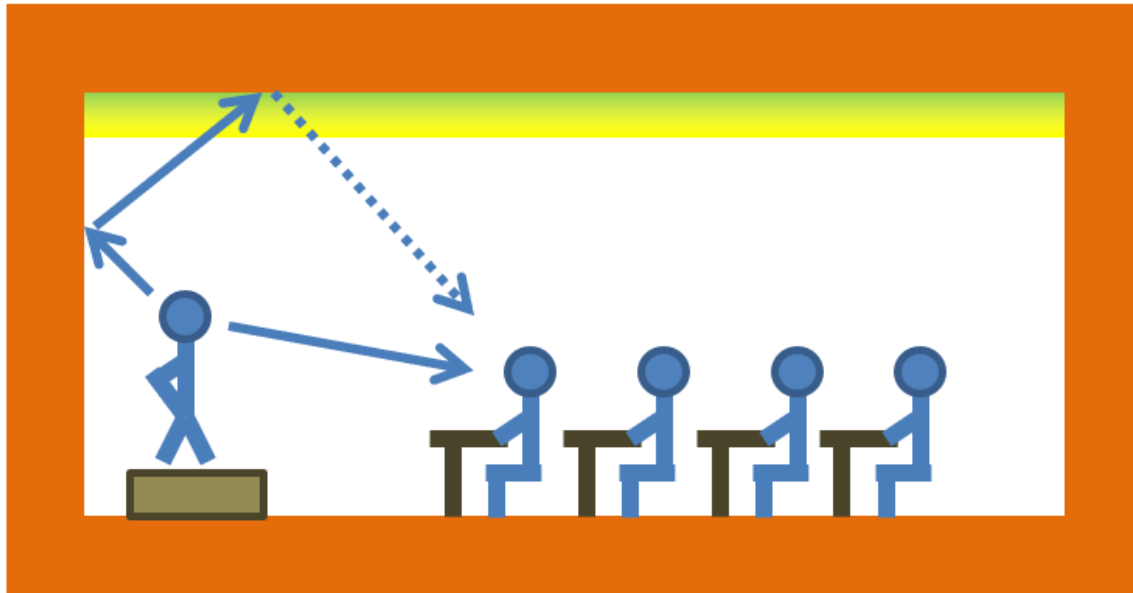
- Qualità acustica interna (UNI 11532)





# Decreto CAM – Appalti pubblici – ottobre 2017

Gli ambienti interni devono raggiungere i valori di tempo di riverbero ( $T$ ) e intelligibilità del parlato (STI) indicati nella UNI 11532.



Fonte: IEC 60268-16

## Decreto CAM – Appalti pubblici – ottobre 2017

Il progettista deve dare evidenza del rispetto del criterio, sia in fase di progetto che in fase di verifica finale

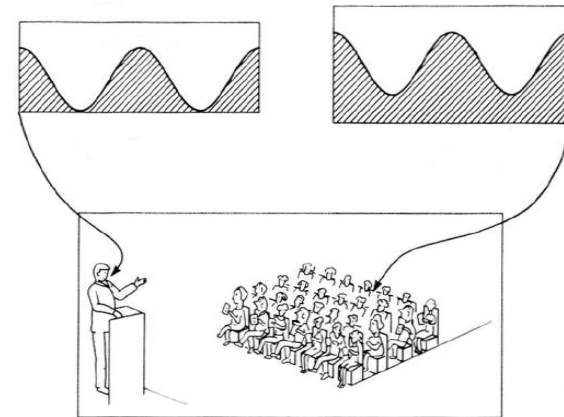


# Nuovo Decreto CAM – 23 giugno 2022

Publicato in G.U. il 6/08/2022, entra in vigore il 4/12/2022

## Paragrafo 2.4.11 “Prestazioni e comfort acustici”

| Classe | Prestazioni |
|--------|-------------|
| I      | Molto buone |
| II     | Buone       |
| III    | Di base     |
| IV     | Modeste     |



## Nuovo Decreto CAM – 23 giugno 2022

Per gli interventi su edifici esistenti, si applicano le prescrizioni in caso di **ristrutturazione totale** degli elementi edilizi.

Per ristrutturazioni “non totali” di elementi edilizi occorre **migliorare i requisiti acustici preesistenti**.

Il miglioramento non è richiesto:

- se l'elemento tecnico già rispetta le prescrizioni CAM
- se esistono vincoli architettonici o divieti da regolamenti edilizi/locali
- in caso di impossibilità tecnica

La sussistenza di questi aspetti va dimostrata con una relazione redatta da tecnico competente in acustica. Nel caso non sia possibile apportare un miglioramento, va assicurato almeno il mantenimento dei requisiti acustici preesistenti.



## A.2

## Valori di riferimento

## prospetto A.1 Valori di riferimento per il settore scolastico

| Destinazione ambiente                  | Descrittore <sup>a)</sup> | Valore di riferimento <sup>b)</sup> | Intervallo di frequenza (Hz)  | Riferimento normativo <sup>c)</sup> | Note <sup>d)</sup> |                                   |
|----------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| <b>AULE DIDATTICHE e affini</b>        |                           |                                     |                               |                                     |                    |                                   |
| Aule didattiche di ogni ordine e grado | T                         | ≤0,6 s a 0,8 s                      | 1)                            | Da 500 a 2 000                      | UK                 | 8) 9)                             |
|                                        | T                         | ≤1,2 s                              | -                             | Da 500 a 2 000                      | IT                 | 8) 9)                             |
|                                        | T                         | ≤0,6 s                              | 3) 45% - 125 Hz               | Da 125 a 2 000                      | NO <sup>6)</sup>   | 8) 9)                             |
|                                        | T                         | ≤0,6 s a 0,7 s                      | 2)                            | Da 500 a 2 000                      | USA                | 8) 9)<br>11) < 566 m <sup>3</sup> |
|                                        | T                         | ≤0,6 s a 0,8 s                      | 3) 50% - 125 Hz <sup>5)</sup> | Da 125 a 4 000                      | FI <sup>6)</sup>   | 8)                                |
|                                        | T                         | ≤0,5 s                              | 3) 20% - 125 Hz <sup>5)</sup> | Da 125 a 4 000                      | SE <sup>5)</sup>   | 8) 9)                             |
|                                        | T                         | ≤0,4 s a 0,8 s                      | 1)                            | Da 500 a 2 000                      | FR                 | 7) 8) 9)                          |
|                                        | T                         | ≤0,6 s                              | 3) 20% - 125 Hz <sup>5)</sup> | Da 125 a 4 000                      | DK-1 <sup>6)</sup> | 8)                                |
|                                        | T                         | ≤0,6 s                              | -                             | -                                   | OMS                | 13)                               |

## Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinanti

- Parte 1: Requisiti generali (2018)
- Parte 2: Settore scolastico (2020)

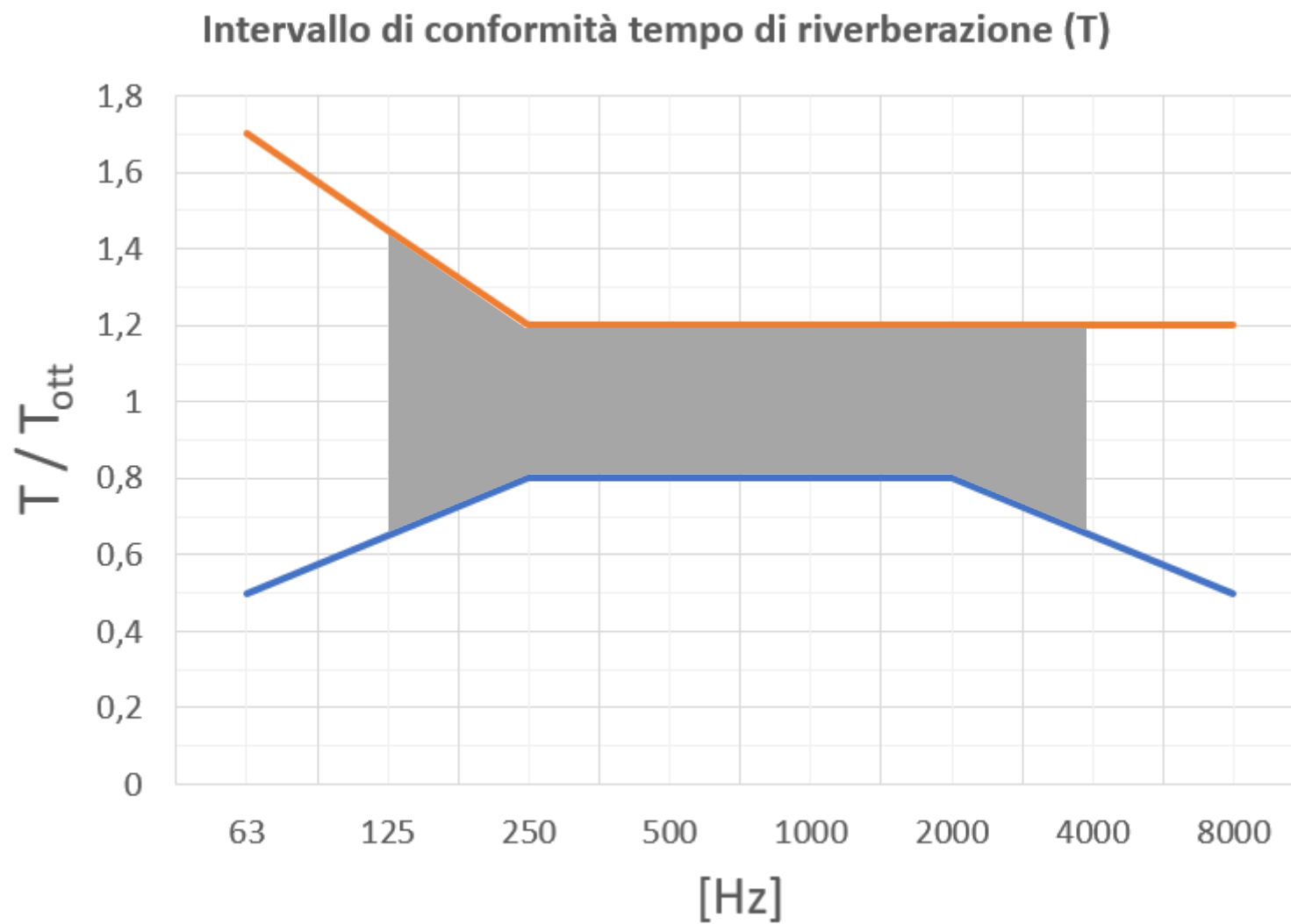
## UNI 11532:2 – Settore scolastico

| Categoria                       | T ottimale (occupazione 80%)     |                                              |
|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|
| A1: Musica                      | $T_{ott} = (0.45 \log V + 0.07)$ | $30 \text{ m}^3 \leq V < 1000 \text{ m}^3$   |
| A2: Parlato                     | $T_{ott} = (0.37 \log V - 0.14)$ | $50 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$   |
| A3: Come A2 con più oratori     | $T_{ott} = (0.32 \log V - 0.17)$ | $30 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$   |
| A4: Come A3 con deficit uditivo | $T_{ott} = (0.26 \log V - 0.14)$ | $30 \text{ m}^3 \leq V < 500 \text{ m}^3$    |
| Categoria                       | T ottimale (non occupato)        |                                              |
| A5: Sport                       | $T_{ott} = (0.75 \log V - 1.00)$ | $200 \text{ m}^3 \leq V < 10000 \text{ m}^3$ |
|                                 | $T_{ott} = 2.0$                  | $V \geq 10000 \text{ m}^3$                   |

## UNI 11532:2 – Settore scolastico

| <b>Categoria</b>                | <b>Ambiente occupato all'80%</b>          | <b>T</b>    |                                            |
|---------------------------------|-------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------|
| A1: Musica                      | $T_{\text{ott,A1}} = (0,45\log V + 0,07)$ | <b>1,11</b> | $30 \text{ m}^3 \leq V < 1000 \text{ m}^3$ |
| A2: Parlato                     | $T_{\text{ott,A2}} = (0,37\log V - 0,14)$ | <b>0,72</b> | $50 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$ |
| A3: Come A2 con più oratori     | $T_{\text{ott,A3}} = (0,32\log V - 0,17)$ | <b>0,57</b> | $30 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$ |
| A4: Come A3 con deficit uditivo | $T_{\text{ott,A4}} = (0,26\log V - 0,14)$ | <b>0,46</b> | $30 \text{ m}^3 \leq V < 500 \text{ m}^3$  |
| <b>Categoria</b>                | <b>Ambiente non occupato</b>              |             |                                            |
| A5: Sport                       | $T_{\text{ott,A5}} = (0,75\log V - 1,00)$ | <b>0,73</b> | $200 \text{ m}^3 \leq V < 10000$           |
|                                 | $T_{\text{ott,A5}} = 2,00$                | <b>2,00</b> | $V \geq 10000 \text{ m}^3$                 |





## UNI 11532:2 – Settore scolastico

| Categoria                                                       | $h \leq 2,5 \text{ m}$ | $h > 2,5 \text{ m}$                                      |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------|
| A6.1: Vani scala                                                | Nessuna richiesta      |                                                          |
| A6.2: Spogliatoi                                                | $A/V \geq 0,15$        | $\frac{A}{\bar{V}} \geq \frac{1}{[4,80 + 4,69 \log(h)]}$ |
| A6.3: Ambienti espositivi, spazi studio, laboratori biblioteche | $A/V \geq 0,20$        | $\frac{A}{\bar{V}} \geq \frac{1}{[3,13 + 4,69 \log(h)]}$ |
| A6.4: reception, mense                                          | $A/V \geq 0,25$        | $\frac{A}{\bar{V}} \geq \frac{1}{[2,13 + 4,69 \log(h)]}$ |
| A6.5: Sale da pranzo, aule e spogliatoi scuole materne e nido   | $A/V \geq 0,30$        | $\frac{A}{\bar{V}} \geq \frac{1}{[1,47 + 4,69 \log(h)]}$ |

- Ambienti arredati e non occupati
- Si applicano nelle singole ottave da 250 a 2000 Hz

## UNI 11532:2 – Settore scolastico

$$\frac{A}{V} = \frac{0,16}{T}$$

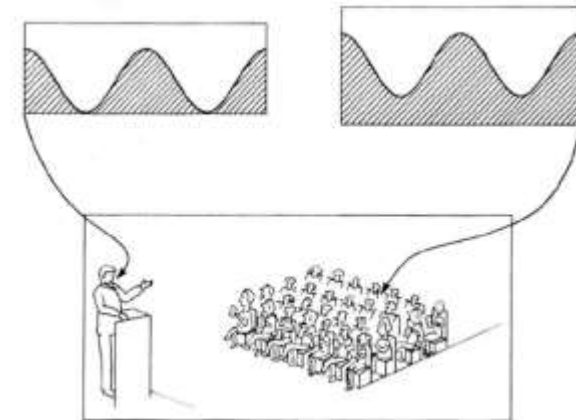
| Categoria                                                       | $h \leq 2,5 \text{ m}$ | $h = 3 \text{ m (ipotesi)}$ |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| A6.1: Vani scala                                                | Nessuna richiesta      |                             |
| A6.2: Spogliatoi                                                | $T \leq 1,07$          | $T \leq 1,13$               |
| A6.3: Ambienti espositivi, spazi studio, laboratori biblioteche | $T \leq 0,8$           | $T \leq 0,86$               |
| A6.4: reception, mense                                          | $T \leq 0,64$          | $T \leq 0,7$                |
| A6.5: Sale da pranzo, aule e spogliatoi scuole materne e nido   | $T \leq 0,53$          | $T \leq 0,59$               |

# UNI 11532:2 – Settore scolastico

| STI                                                    | < 250 m <sup>3</sup> | ≥ 250 m <sup>3</sup> |
|--------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Senza impianto di amplificazione o con impianto spento | ≥ 0,55               | ≥ 0,50               |
| Con impianto di amplificazione                         | ≥ 0,60               |                      |

| STI              | Qualità del parlato (EN 60268-16) |
|------------------|-----------------------------------|
| 0 < STI ≤ 0,3    | Pessimo                           |
| 0,3 < STI ≤ 0,45 | Scarso                            |
| 0,45 < STI ≤ 0,6 | Accettabile                       |
| 0,6 < STI ≤ 0,75 | Buono                             |
| 0,75 < STI ≤ 1   | Eccellente                        |

NOTA: valori rilevati corretti con incertezza di misura

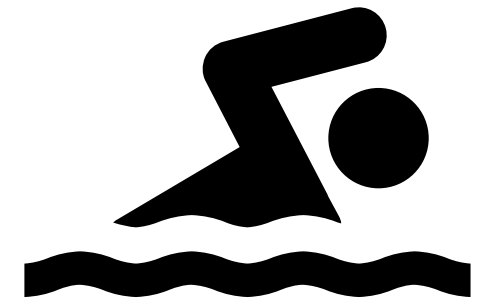


Fonte: IEC 60268-16

## Aspetti igienico-sanitari per le piscine a uso natatorio

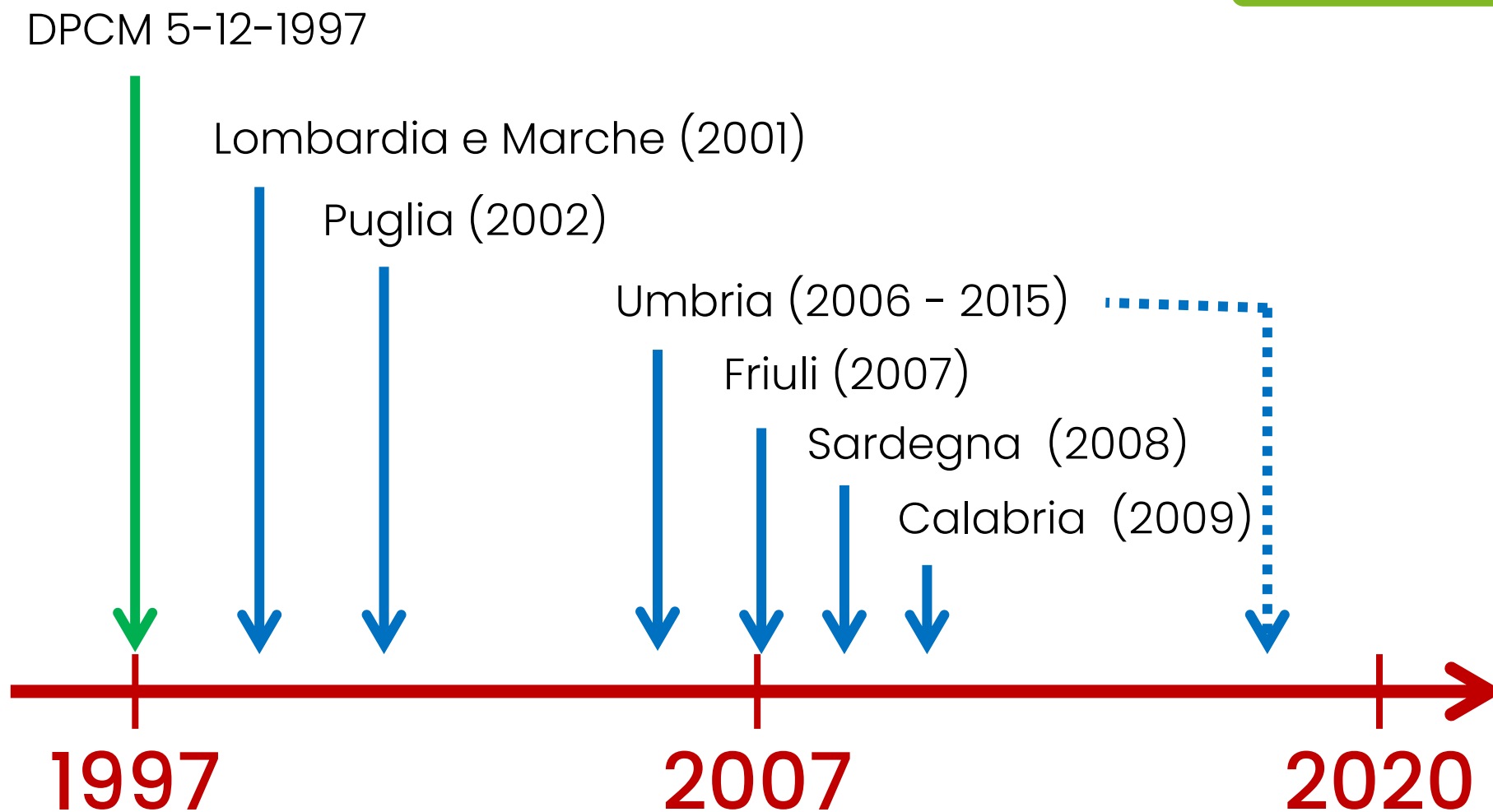
### 1.8 Requisiti acustici.

Nella sezione delle attività natatorie e di balneazione delle piscine coperte, il tempo di riverberazione non dovrà in nessun punto essere superiore a 1,6 sec



# Leggi regionali

DOWNLOAD



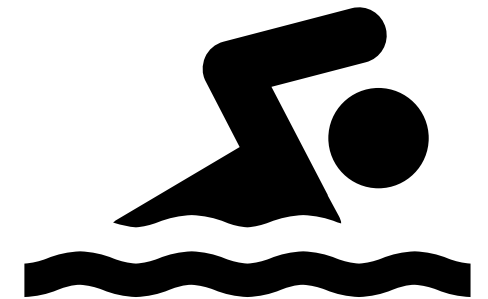
## Legge Regionale 10/08/2001, n.13 – Art. 7

I progetti relativi ad interventi sul patrimonio edilizio esistente che ne modifichino le caratteristiche acustiche devono essere corredati da dichiarazione del progettista che attesti il rispetto dei requisiti acustici stabiliti dal DPCM 5/12/1997 e dai regolamenti comunali.

## D.G.R. 17-05-2006 – n. 8/2552 (Piscine natatorie)

### 3.2 Requisiti acustici

Nella sezione delle attività natatorie e di balneazione delle piscine coperte, **il tempo di riverberazione non dovrà in nessun punto essere superiore a 1,6 sec.**





## 9.3 Caratteristiche acustiche all'interno dello spazio di attività sportiva

Per tutti gli impianti al coperto deve essere redatta una valutazione delle caratteristiche acustiche interne della sala attività sportiva.

La valutazione dovrà essere redatta seguendo le indicazioni della norma **UNI 11367, appendice C.**



Parlato:  $T_{\text{ott}} = 0,32 \lg (V) + 0,03$

Sport:  $T_{\text{ott}} = 1,27 \lg (V) - 2,49$

Ambienti non occupati

La verifica in opera è positiva se a tutte le bande di ottava (da 250 a 4000 Hz):

$$T \leq 1,2 T_{\text{ott}}$$

Valida solo per «abitazioni»

Classi: A, B, C, D, E, F, NPD (*No performance determined*)

# TEMPO DI RIVERBERAZIONE



| Type of space                              | A                                                           | B                                                           | C                                                           | D                                                           | E                                                           | F                                                           |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| In access areas (except common stairwells) | $T \leq 0,6$                                                | $T \leq 0,9$                                                | $T \leq 1,2$                                                | $T \leq 1,5$                                                | $T \leq 1,8$                                                | $T \leq 2,1$                                                |
| In common stairwells                       | $T \leq 0,9$<br>or<br>$A \geq 0,45 \times S_{\text{floor}}$ | $T \leq 1,2$<br>or<br>$A \geq 0,35 \times S_{\text{floor}}$ | $T \leq 1,5$<br>or<br>$A \geq 0,25 \times S_{\text{floor}}$ | $T \leq 1,8$<br>or<br>$A \geq 0,20 \times S_{\text{floor}}$ | $T \leq 2,1$<br>or<br>$A \geq 0,15 \times S_{\text{floor}}$ | $T \leq 2,4$<br>or<br>$A \geq 0,10 \times S_{\text{floor}}$ |

The limits are for each of the octave bands: 500 Hz, 1000 Hz and 2000 Hz.

---

# NORME TECNICHE

## Calcoli previsionali e misure in opera

## Calcoli previsionali

UNI EN 12354-6



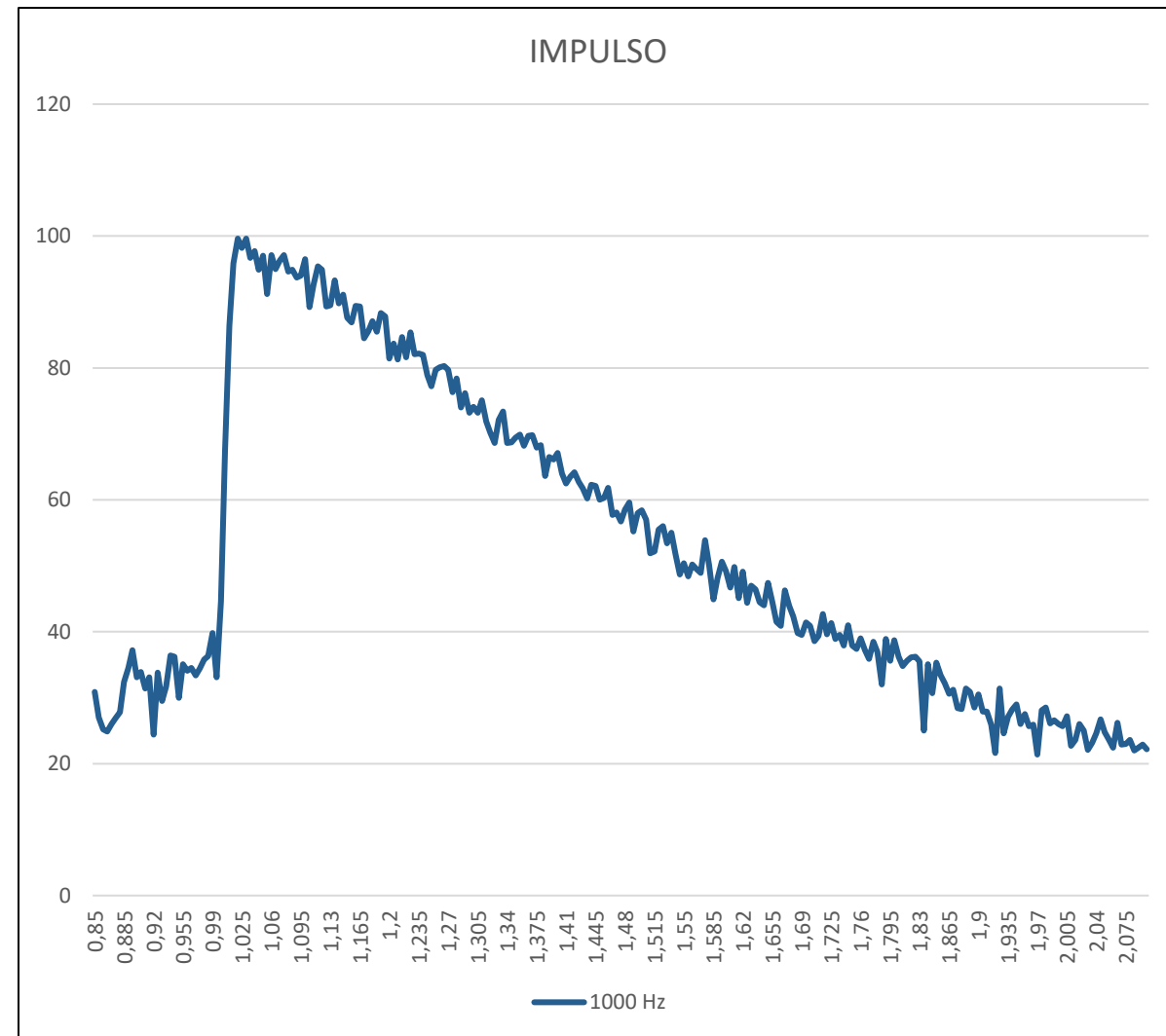
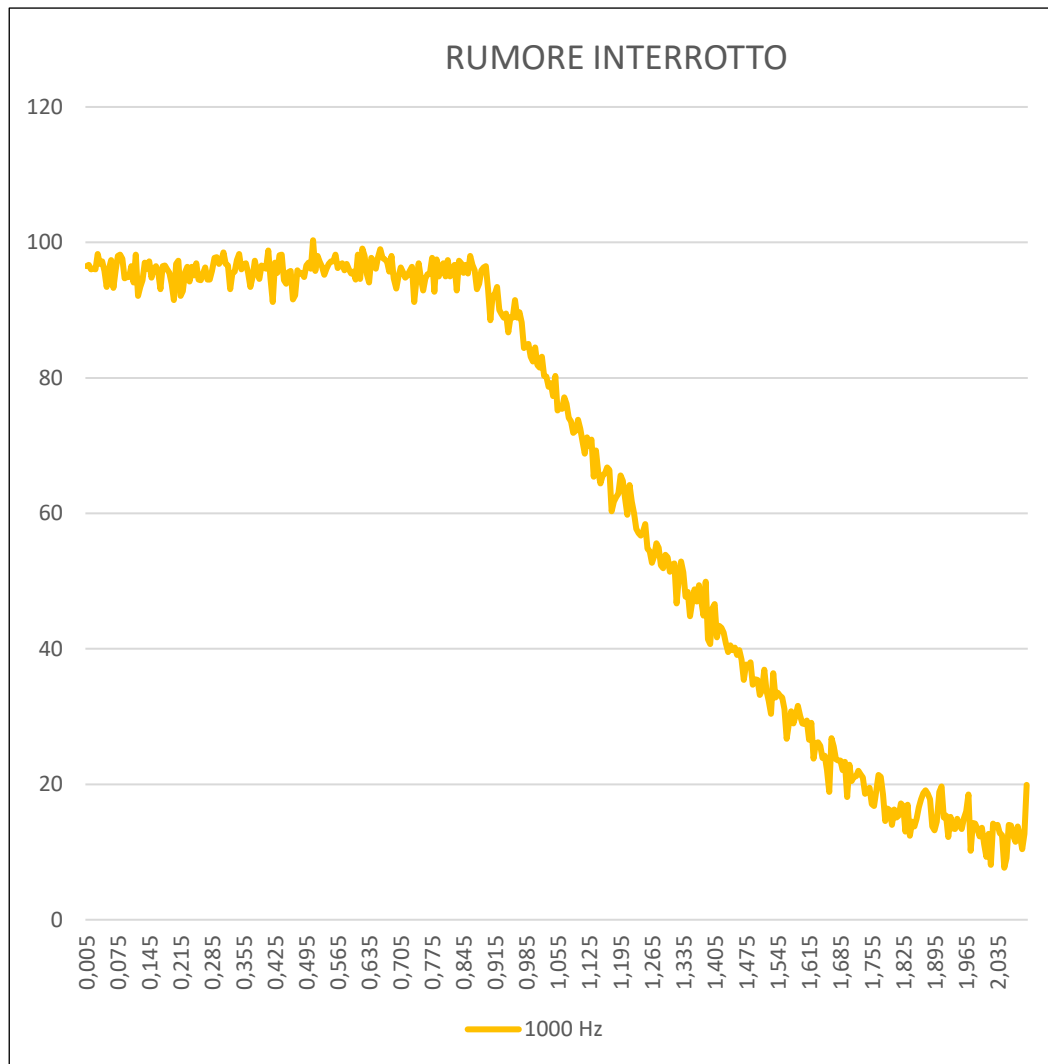
## Misure in opera

UNI EN ISO 3382

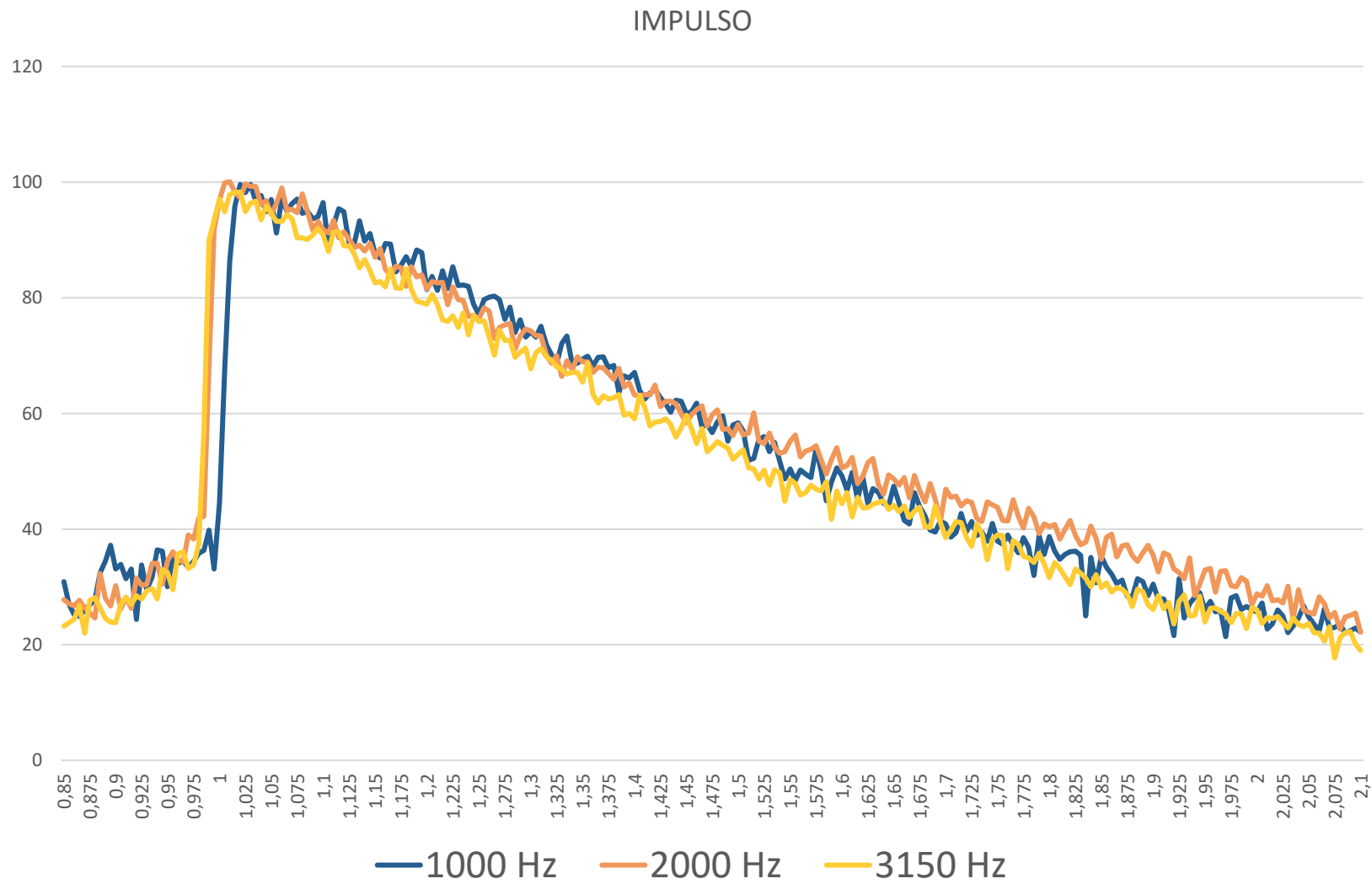
- Parte 1: Sale da spettacolo
- Parte 2: Ambienti ordinari
- Parte 3: Open space



# Rumore interrotto - Impulso

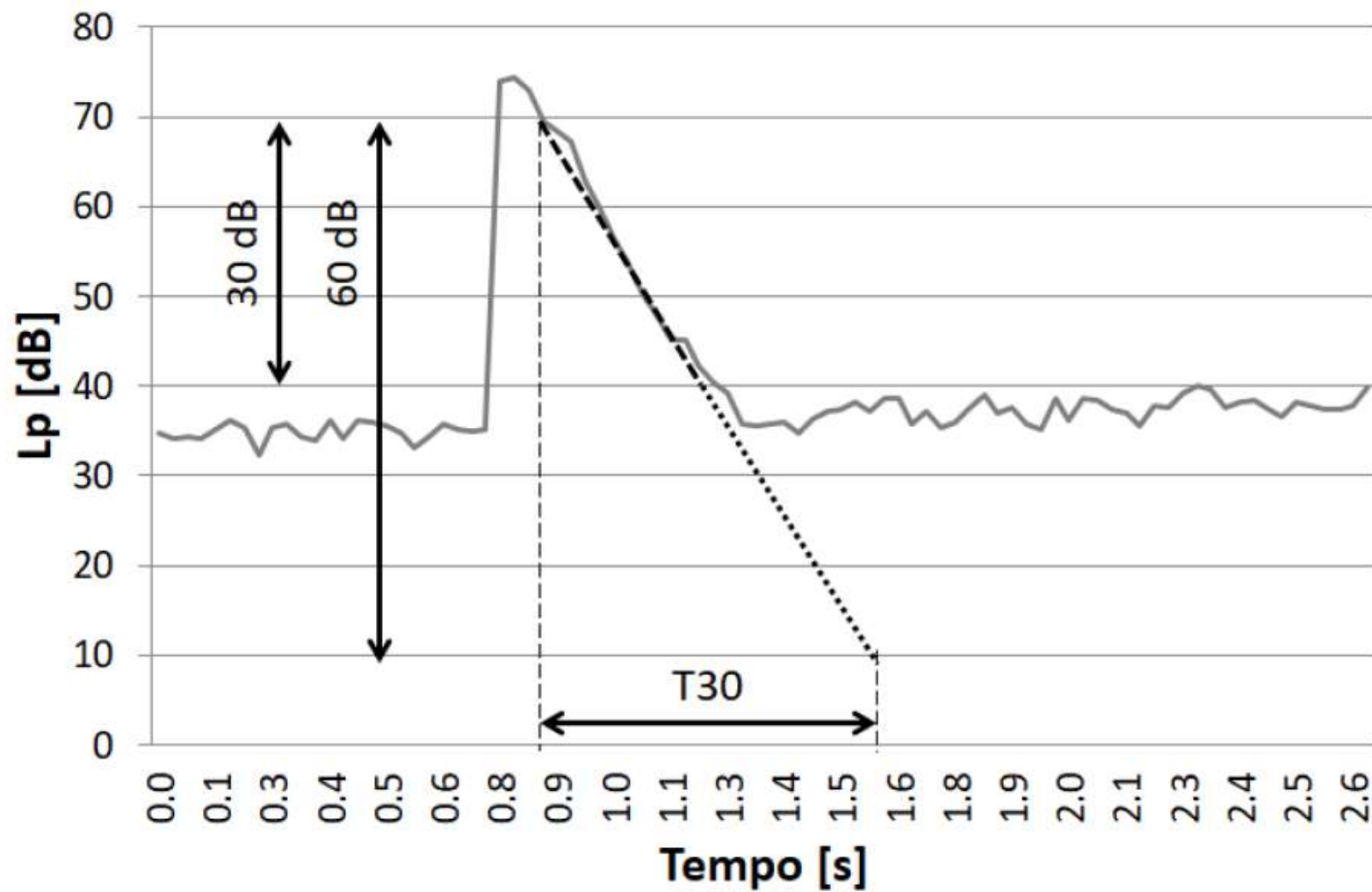


# Misure in frequenza





$T_{60}$ ,  $T_{30}$ ,  $T_{20}$



## UNI EN 12354

Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti

### Parte 6

Assorbimento acustico in ambienti chiusi (2006)

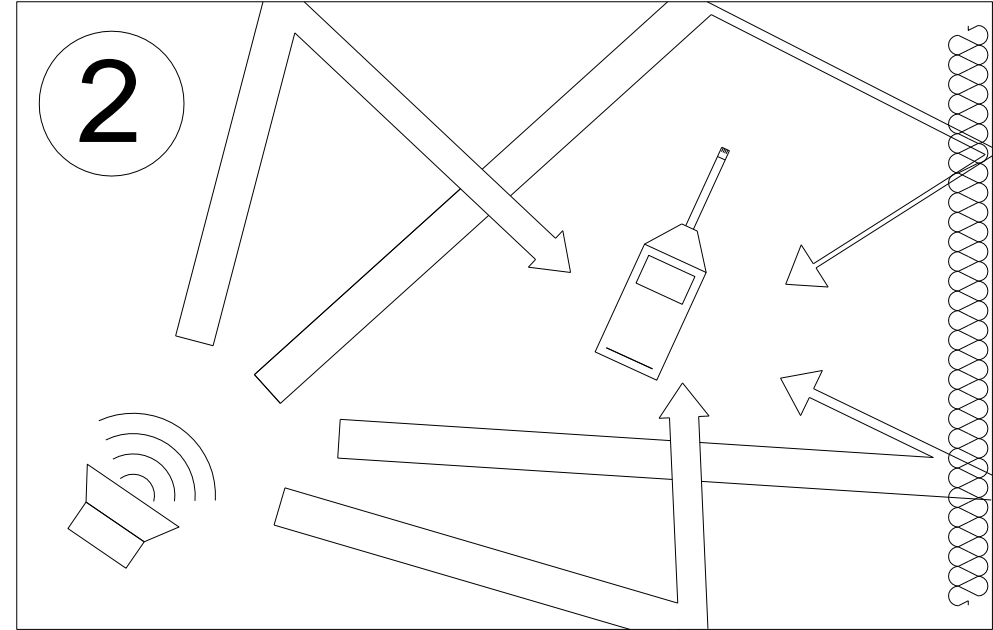
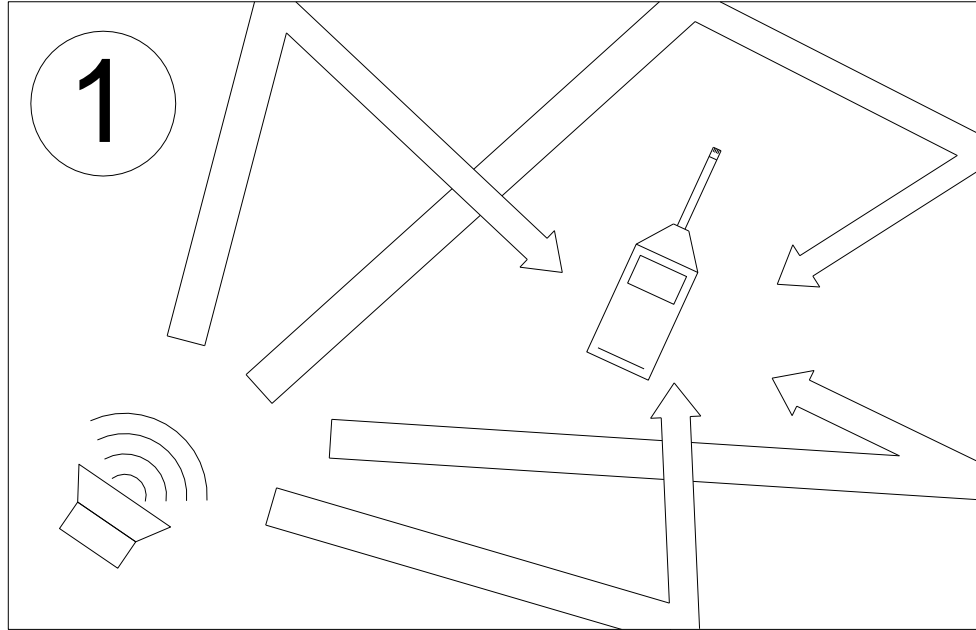
## Calcoli previsionali

$$T = \frac{0,16V}{A} \longrightarrow A = \sum_{i=1}^k S_i \alpha_i + \sum_{j=1}^m n_j A_j$$

V volume del locale

A area di assorbimento acustico

# Coefficiente $\alpha$ (ISO 354)



1. misura T (camera vuota)

2. misura T (camera con l'elemento da analizzare)

$$T = \frac{55,3 V(1-\psi)}{c_0 A}$$

$c_0$  velocità dell'aria (345,6 m/s)

$V$  volume del locale [ $m^3$ ]

$\psi$  «object fraction» (considera il volume degli oggetti)

$A$  area di assorbimento equivalente

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{s,i} S_i + \sum_{j=1}^o A_{obj,j} + \sum_{k=1}^p \alpha_{s,k} S_k + A_{air}$$

Superfici

Oggetti  
singoliGruppo di  
elementi

Aria

S superficie [m<sup>2</sup>] $\alpha$  coefficiente di assorbimento acustico $A_{obj}$  Area di assorbimento acustico di un oggetto $A_{air}$  Area di assorbimento acustico dell'aria

$$A_{air} = 4mV(1 - \Psi)$$

m coefficiente di attenuazione della potenza in aria [Neper per metro]

## 4.1

### Principi generali

Per il calcolo dell'area di assorbimento equivalente e del tempo di riverberazione negli ambienti chiusi si presume che il campo sonoro sia diffuso. Questo significa che le dimensioni dell'ambiente chiuso sono simili (vedere punto 4.6) e l'assorbimento è distribuito nello spazio; la presenza di elementi di dispersione del suono attenua queste limitazioni.

## 4.6

### Limitazioni

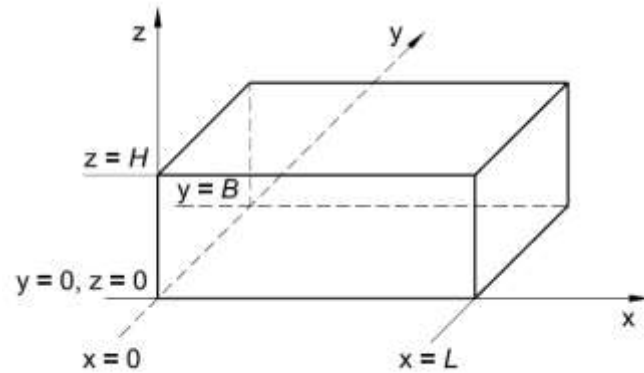
Il modello di calcolo dell'area di assorbimento equivalente è per definizione indipendente dal tipo di ambiente chiuso, sebbene la relazione con i livelli di pressione sonora risultanti dipenda dal tipo e dalla forma di ambiente chiuso.

Il modello di calcolo per il tempo di riverberazione è limitato agli ambienti chiusi con:

- volumi di forma regolare: nessuna dimensione dovrebbe avere una grandezza maggiore di 5 volte qualsiasi altra dimensione;
- assorbimento distribuito uniformemente: il coefficiente di assorbimento non dovrebbe variare di più di un fattore di 3 tra coppie di superfici opposte, a meno che siano presenti elementi di dispersione sonora;
- non troppi elementi: la parte di elementi dovrebbe essere minore di 0,2.

Se queste ipotesi non sono soddisfatte, il tempo di riverberazione spesso può risultare più lungo della stima. L'appendice D fornisce indicazioni sulle modalità di determinazione del tempo di riverberazione in queste situazioni.

# UNI EN 12354-6: Appendice D



Note 1 The scattering coefficient takes into account irregularities in the plane surfaces. For hard plane surfaces a typical value will be 0,05 or less, but for walls with recesses as found in a facade the value at mid and higher frequencies can take typical values of 0,4 to 0,6.

The relative mode number as given by equation D.2 indicates the contribution of each sound field:

$$N_x = 0,14 + 1,43 \left[ \frac{(B+H)}{2c_0} + \frac{\pi f}{c_0^2} BH \right] \frac{c_0^3}{4\pi f^2 V}$$

$$N_y = 0,14 + 1,43 \left[ \frac{(L+H)}{2c_0} + \frac{\pi f}{c_0^2} LH \right] \frac{c_0^3}{4\pi f^2 V} \quad (D.2)$$

$$N_z = 0,14 + 1,43 \left[ \frac{(L+B)}{2c_0} + \frac{\pi f}{c_0^2} LB \right] \frac{c_0^3}{4\pi f^2 V}$$

The equivalent sound absorption area for the grazing sound fields  $A_x$ ,  $A_y$  and  $A_z$  and the equivalent sound absorption area  $A_d$  for the diffuse field due to the room surfaces and air absorption may be determined from equations D.3a-d:

$$A_x = \frac{c_0^2}{2f^2 L^2} (A_{x=0} + A_{x=L}) (f/f_{ref})^{1/3} + [A_{y=0} + A_{y=B} + A_{z=0} + A_{z=H}] \sqrt{2} (f/f_{ref})^{1/3} + \pi m V \quad (D.3a)$$

$$A_y = \frac{c_0^2}{2f^2 B^2} (A_{y=0} + A_{y=B}) (f/f_{ref})^{1/3} + [A_{x=0} + A_{x=L} + A_{z=0} + A_{z=H}] \sqrt{2} (f/f_{ref})^{1/3} + \pi m V \quad (D.3b)$$

$$A_z = \frac{c_0^2}{2f^2 H^2} (A_{z=0} + A_{z=H}) (f/f_{ref})^{1/3} + [A_{x=0} + A_{x=L} + A_{y=0} + A_{y=B}] \sqrt{2} (f/f_{ref})^{1/3} + \pi m V \quad (D.3c)$$

$$A_d = (A_{x=0} + A_{x=L} + A_{y=0} + A_{y=B} + A_{z=0} + A_{z=H}) + 4mV \quad (D.3d)$$

where:

$A_{x=0}$ ,  $A_{x=L}$  is the equivalent sound absorption area of surface  $x=0$  and  $x=L$





---

# PROSPETTIVE FUTURE?

# Prospettive future



# Prospettive future





[Chi siamo](#) ▾ [News](#) ▾ [Diventa Socio](#) ▾ [Soci ANIT](#) ▾ [Leggi e norme](#) ▾ [Pubblicazioni](#) ▾ [Corsi](#) [Eventi](#) ▾

Le nostre news

Aggiornamenti  
legislativi

Video

Canale YouTube

**ANIT Risponde**

Newsletter

**Sei un professionista, uno studio di progettazione,  
un'impresa edile o un tecnico del settore?**

## Acustica edilizia

- Quali sono i limiti di legge imposti dal [DPCM 5-12-1997](#)?
- Cosa devono contenere le [relazioni di calcolo previsionale di REQUISITI ACUSTICI PASSIVI](#)?
- Cosa è la [Classificazione acustica](#) delle unità immobiliari?
- [Quali “relazioni di acustica” vengono richieste ai professionisti?](#)  
(Impatto, clima acustico, requisiti acustici, classificazione acustica)
- [Isolamento ai rumori aerei](#)
- [Isolare i rumori da calpestio](#)
- [Isolare dai rumori esterni](#)
- Isolamento dai [Rumori di impianti](#)
- Controllo del [Tempo di riverberazione](#)

---

## Sostenibilità ambientale

Il decreto sui [Criteri Ambientali Minimi \(CAM\)](#)

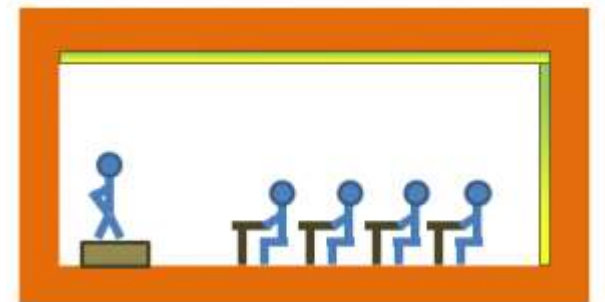
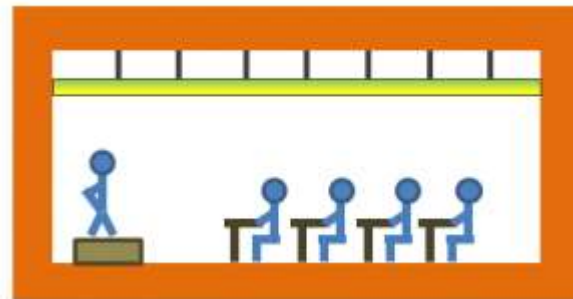
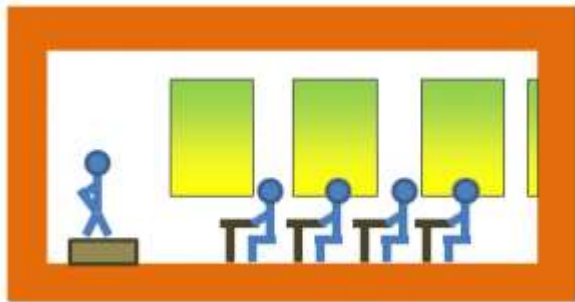
<https://www.anit.it/anit-risponde/>

# Strumenti per i Soci ANIT





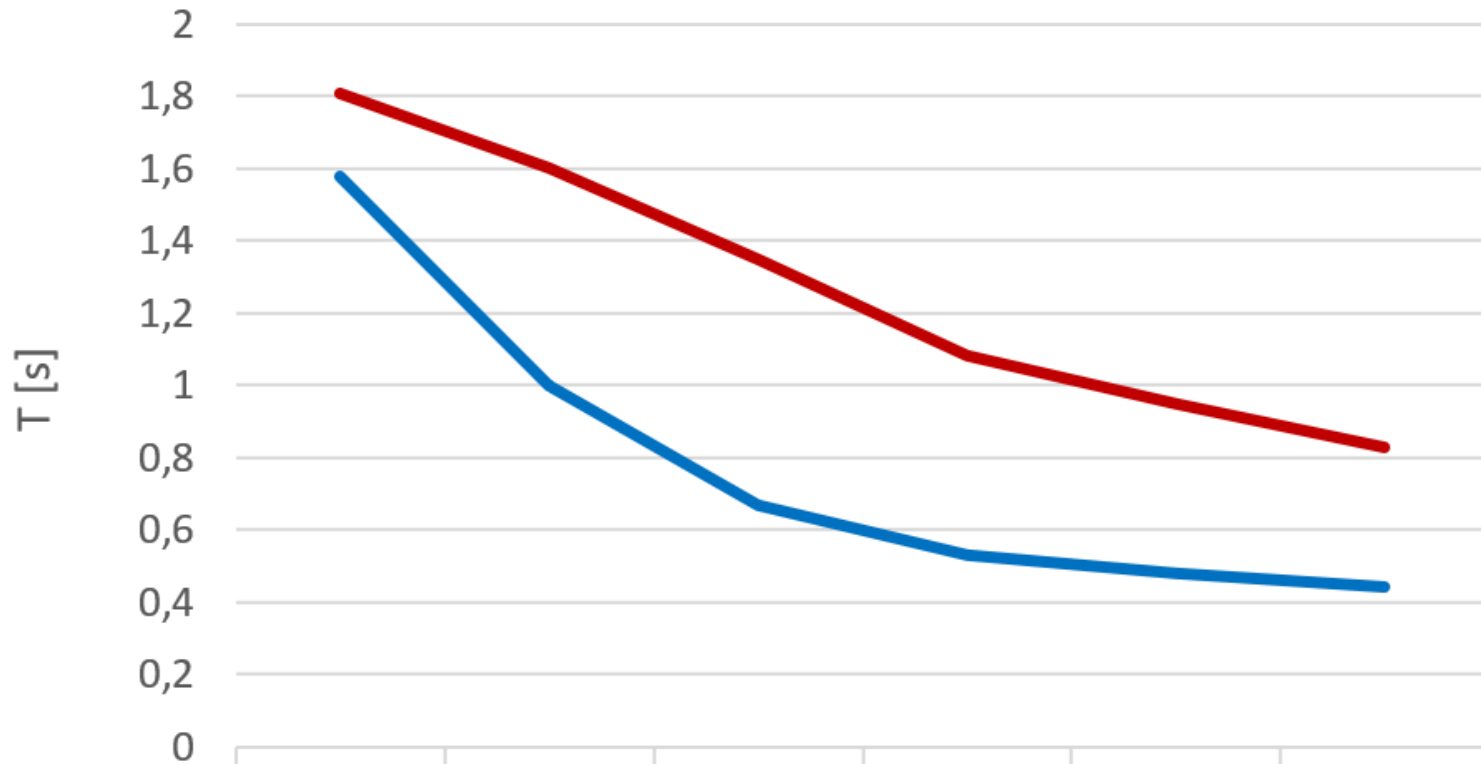
# Soluzioni tecnologiche











|                        | 125  | 250 | 500  | 1000 | 2000 | 4000 |
|------------------------|------|-----|------|------|------|------|
| <b>—</b> T pre-operam  | 1,81 | 1,6 | 1,35 | 1,08 | 0,95 | 0,83 |
| <b>—</b> T post-operam | 1,58 | 1   | 0,67 | 0,53 | 0,48 | 0,44 |

$T_{\text{medio}} (250 \div 2000\text{Hz})$

Pre-operam = **1,25 s**

Post-operam = **0,7 s**

# ISOLMANT

Un mondo di **comfort** acustico

# isospace

## Nuove tecnologie per gli elementi fonoassorbenti

Design e prestazione acustica per un benessere indoor sostenibile: la scelta degli elementi fonoassorbenti come momento fondamentale della progettazione architettonica degli spazi. Focus sulle soluzioni ad alto valore estetico realizzate con materiali prestazionali e sostenibili.

**Dott.ssa Chiara Albano –Tecnasfalti Isolmant**



SONDAGGIO  
**ANIT**

Ing. Matteo Borghi



Associazione Nazionale per  
l'Isolamento Termico e acustico

**Grazie per l'attenzione**