



Il convegno inizierà alle **ore 15.00**

Comfort acustico «su misura» per ogni destinazione d'uso

Parte 3: Ambienti pubblici



1984 – 2024

ANIT

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

3500



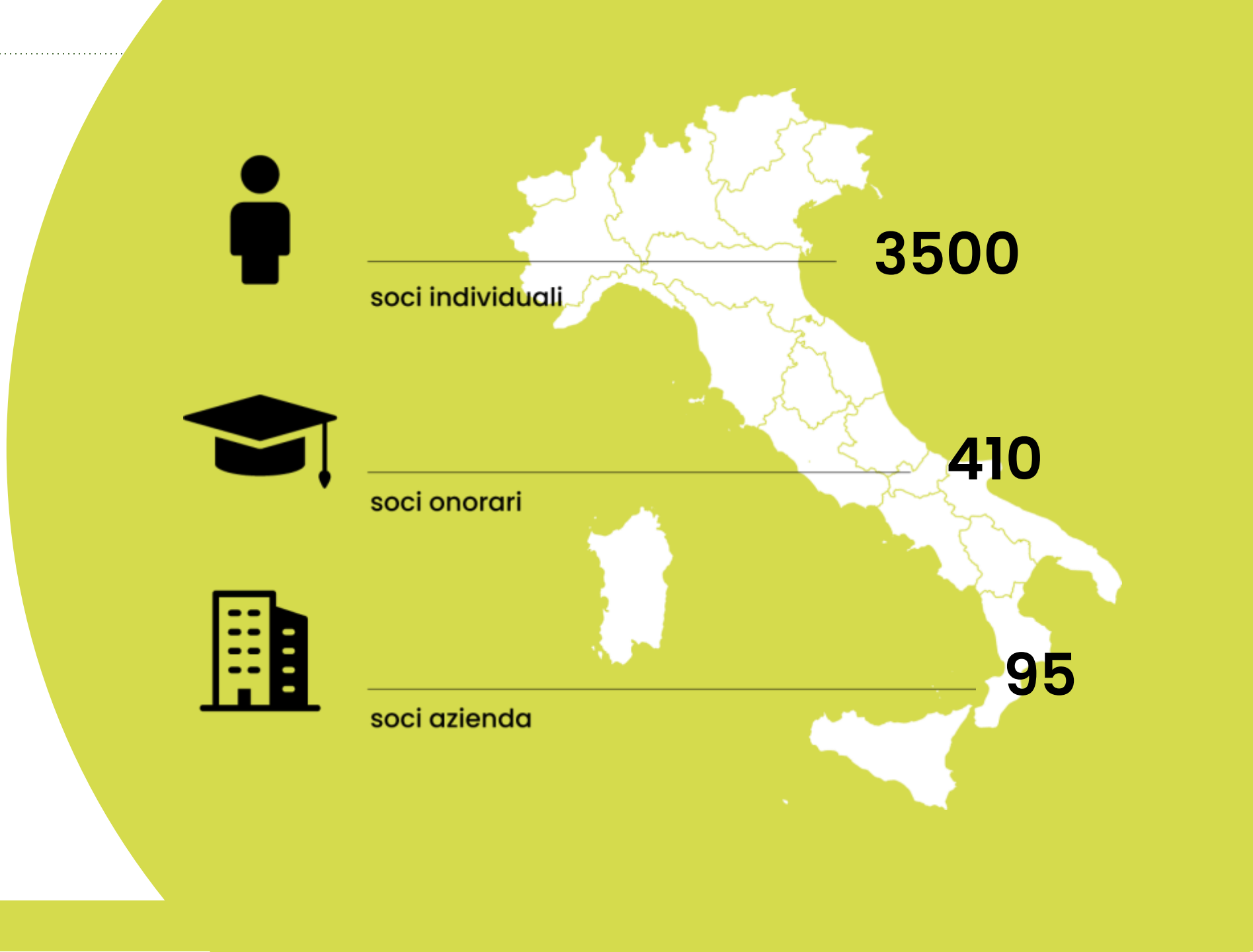
soci onorari

410



soci azienda

95



Attività istituzionali



I servizi per i soci individuali



soci individuali



1. Guide tecniche
2. Software
3. Chiarimenti dedicati



Abbonamento di 12 mesi: **120€+IVA**

Strumenti per i Soci ANIT

 GUIDA
ANIT
Riservata
ai Soci

ACUSTICA EDILIZIA

Legislazione per nuovi edifici e ristrutturazioni
Detrazioni fiscali e classificazione acustica



ANIT 

Tutti i diritti sono riservati.
Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta.
Questa guida è aggiornata alla data sopra indicata. Verificate sul [sito ANIT](http://www.anit.it) la presenza di versioni più recenti

sviluppato da  **TEP** TECNOLOGIA
E PROGETTO

RINNOVA

echo 8

INIZIA

Requisiti acustici passivi, classificazione acustica e
caratteristiche interne di ambienti confinati.

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

Diventa socio ANIT





[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/>

Chi siamo ▾

News ▾

Diventa Socio ▾

Soci ANIT ▾

Leggi e norme ▾

Pubblicazioni ▾

Corsi ed eventi ▾

Software ▾

Contatti

19/03/2024

Simulazione dei ponti termici agli elementi finiti

Igrotermia 9 ore

21/03/2024

Il progetto dei requisiti acustici passivi degli edifici – Livello 2

Acustica 6 ore

03/04/2024

Come preparare la Relazione Tecnica Legge 10 – liv.1 e 2

Efficienza energetica 18 ore

04/04/2024

Termografia in edilizia: abilitazione al 2° livello secondo UNI EN ISO 9712 (MB)

Altro 42 ore

04/04/2024

Simulazione dinamica degli edifici con EnergyPlus

Altro 32 ore

09/04/2024

Clima e impatto acustico per interventi di nuova edificazione

Acustica 6 ore

Il Congresso Nazionale

6° CONGRESSO
NAZIONALE

ANIT

21 - 22
NOVEMBRE
2024

VILLA QUARANTA,
OSPEDALETTO DI PESCANTINA (VR)



Il Congresso Nazionale

Giorno 1 – prima parte

21 novembre
2024

14.15 apertura	SALA 1 Modera: Ing. Valeria Erba Presidente ANIT	SALA 2 Modera: Ing. Matteo Borghi Responsabile acustica ANIT	SALA 3 Modera: Arch. Daniela Petrone Vice Presidente ANIT e esperta sostenibilità
15.00-16.50	<p>Efficienza energetica: evoluzione legislativa</p> <ul style="list-style-type: none">• La Direttiva EPBD e il recepimento italiano• Gli sviluppi legislativi sui requisiti minimi di efficienza energetica <i>Ing. Enrico Bonacci – Mase Direzione generale per l'approvvigionamento, l'efficienza e la competitività energetica (AECE)</i>• Stato e prospettive bonus (ENEA)• Verso il regime dinamico: metodi e prospettive <i>Prof. Costanzo Di Perna – Università politecnica delle Marche*</i>	<p>Acustica, aspetti progettuali</p> <ul style="list-style-type: none">• Sviluppi normativi nazionali e internazionali: modelli di calcolo, prove di laboratorio, misure in opera <i>Dott. Chiara Scrosati – ITC-CNR – Presidente Sottocommissione Acustica Edilizia UNI</i>• Potere fonoisolante delle partizioni. Analisi dei modelli di calcolo semplificati per il mondo professionale <i>Ing. Luca Barbaresi – Università di Bologna</i>• Misure in opera. Criticità e prospettive future per le misure di isolamento di facciata <i>Ing. Nicola Granzotto</i>• Correzione acustica interna. Il tema della riverberazione in ambienti acusticamente complessi <i>Ing. Dario D'Orazio – Università di Bologna</i>	<p>Sostenibilità</p> <ul style="list-style-type: none">• La sostenibilità in edilizia: l'evoluzione dei CAM <i>Dott. Sergio Saporetti – Mase, Dipartimento sviluppo sostenibile</i>• La valutazione del ciclo di vita dei materiali e dei sistemi <i>Prof. Ing. Monica Lavagna – Politecnico di Milano dipartimento ABC</i>• Certificazioni della sostenibilità• PdR13 e protocolli <i>Arch. Caterina Gargari – Coordinatore GdL UNI sostenibilità</i>

Social network e video



7.100 Like
8.300 Followers



8.000 Followers



460 Followers



5.300 Iscritti

ANIT
@ANIT1984 · 5370 iscritti · 193 video
ANIT è un'associazione senza fini di lucro nata nel 1984. >
[anit.it](#) e 2 altri link
Iscritto

Home Video Shorts Live Playlist Community

Per te

- Acustica edilizia per i termotecnici
1331 visualizzazioni · Trasmesso in streaming 6 mesi fa
- Nuovo Echo 8.3 - Il software per i requisiti acustici passivi
2156 visualizzazioni · Trasmesso in streaming 1 anno fa
- ECHO 8.1 - Incontro di approfondimento per i Soci ANIT
1916 visualizzazioni · 3 anni fa
- Sostenibilità in edilizia: LCA, EPD
2063 visualizzazioni · Trasmesso in streaming 1 anno fa

Video Tutorial software

- Software PAN 8
ANIT · Playlist
Visualizza la playlist completa
- Software LETO 5.0
ANIT · Playlist
Visualizza la playlist completa
- Software IRIS 5.0
ANIT · Playlist
Visualizza la playlist completa
- Software ECHO 8.0
ANIT · Playlist
Visualizza la playlist completa
- Software APOLLO 1.0
ANIT · Playlist
Visualizza la playlist completa
- Software ICARO 1.0
ANIT · Playlist
Visualizza la playlist completa

Il convegno di oggi

Comfort acustico «su misura» per ogni destinazione d'uso

Parte 1

Residenze

6 giugno

Parte 2

Uffici

8 ottobre

Parte 3

Ambienti
pubblici

7 novembre

Iscrizioni su www.anit.it

Patrocini



Sponsor tecnico



Programma

15.00 Introduzione normativa

Comfort acustico negli ambienti aperti al pubblico. Indicazioni normative e richieste dei committenti per scuole, ambienti sportivi e ristoranti

Ing. Matteo Borghi – ANIT

16.00 Soluzioni tecnologiche

Soluzioni per l'isolamento acustico e la fonocorrezione negli ambienti pubblici. Case History specifiche - Soluzioni tecnologiche per il corretto comfort acustico negli ambienti aperti al pubblico

Ing. Giacomo Caminati e Dott.ssa Chiara Albano – Tecnasfalti Isolmant

17.00 Risposte a domande online

Crediti formativi

INGEGNERI:

2CFP accreditato dal CNI

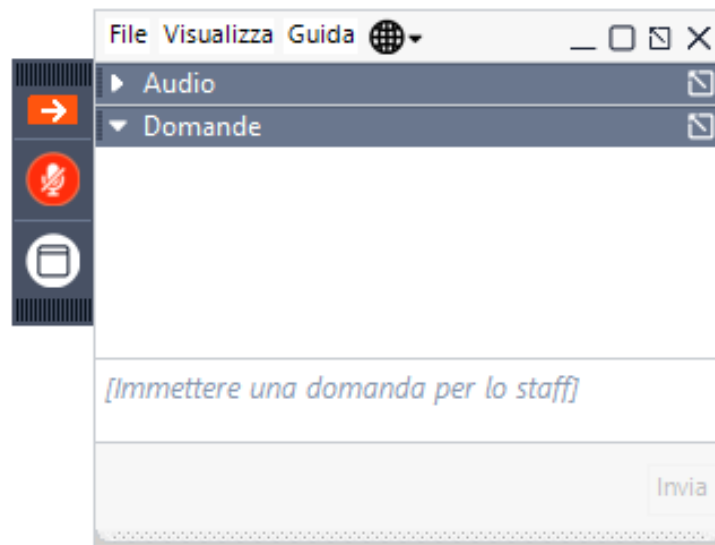
GEOMETRI:

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



SONDAGGIO





Comfort acustico negli ambienti aperti al pubblico

Indicazioni normative e richieste dei committenti per scuole, ambienti sportivi e ristoranti

Ing. Matteo Borghi

**RICHIESTA DEL
COMMITTENTE**



**PROGETTO
ACUSTICO**



**CONTROLLI IN
CANTIERE**



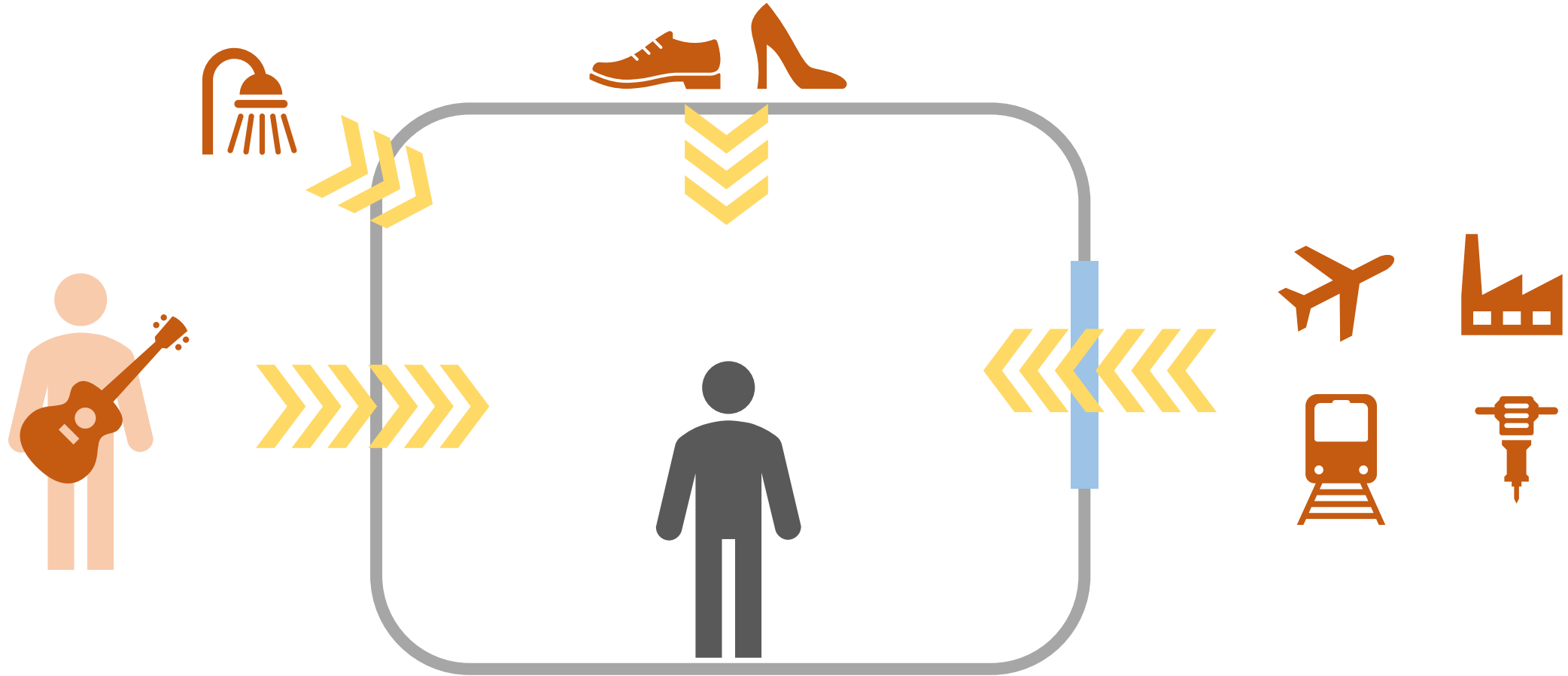
**MISURE
IN OPERA**



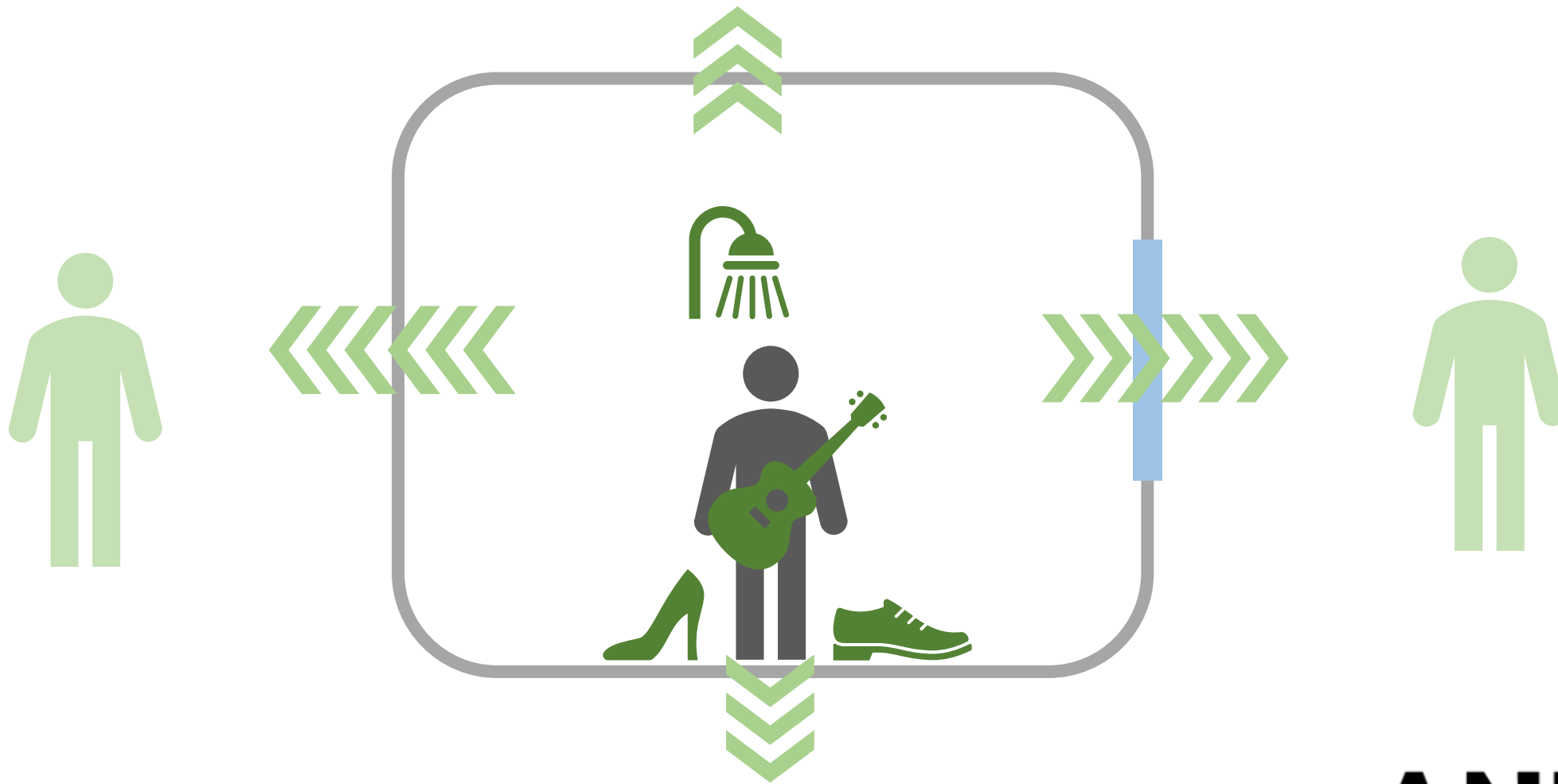
QUANDO UN AMBIENTE È
«ACUSTICAMENTE CONFORTEVOLE»?



Adeguato isolamento a rumori «ESTRANEI»

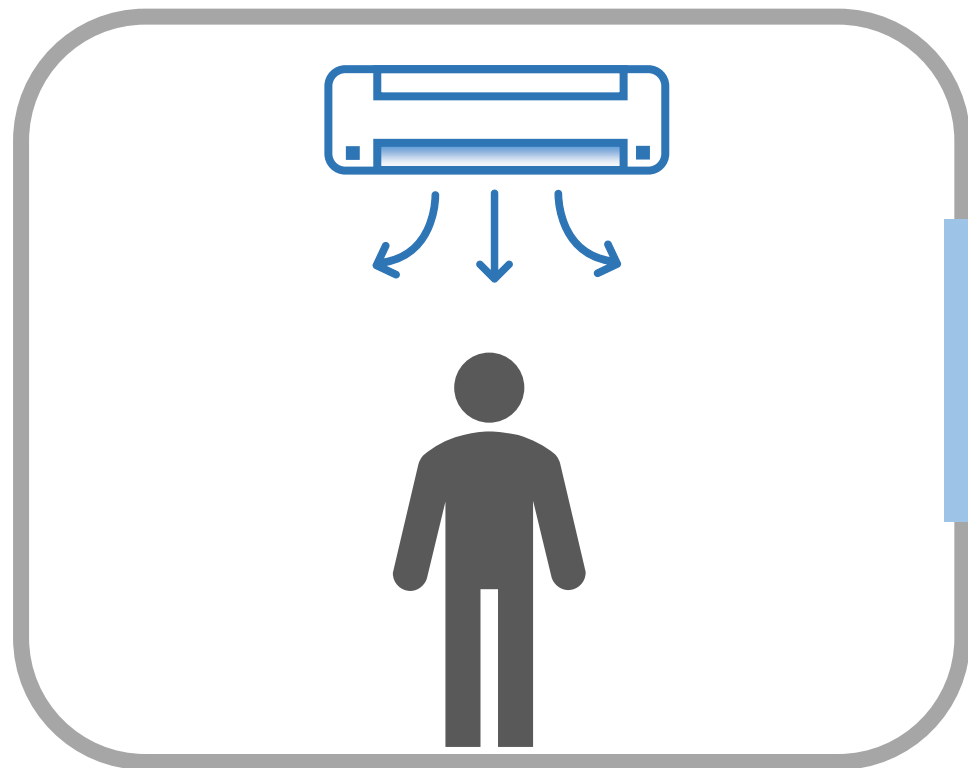


Adeguata «PRIVACY ACUSTICA»

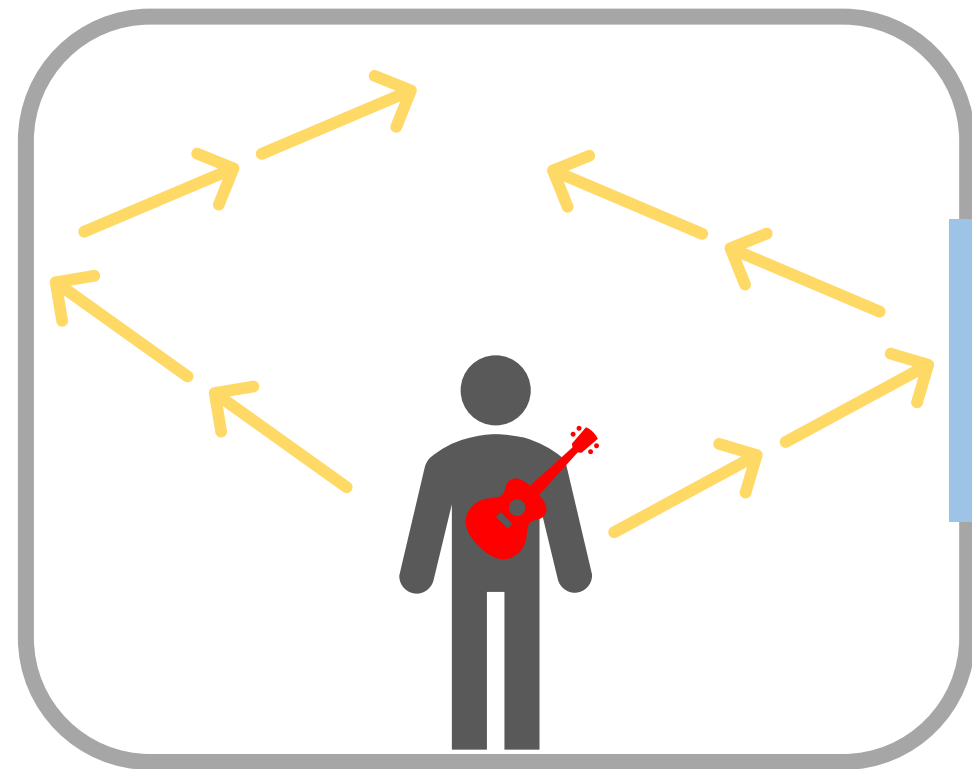
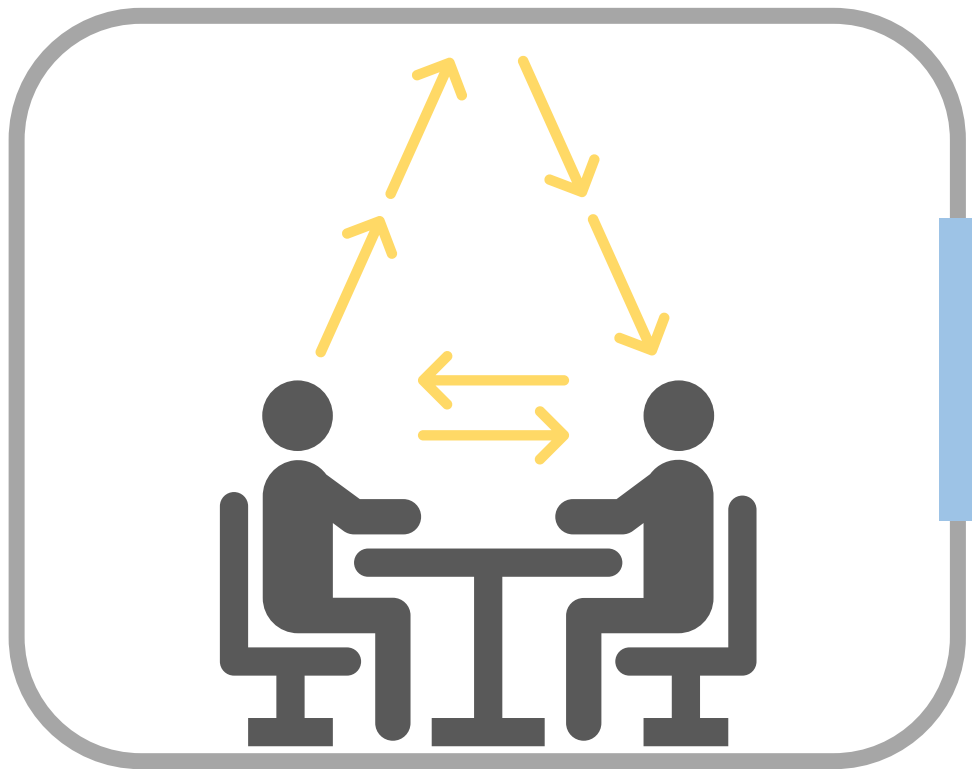


ANIT 

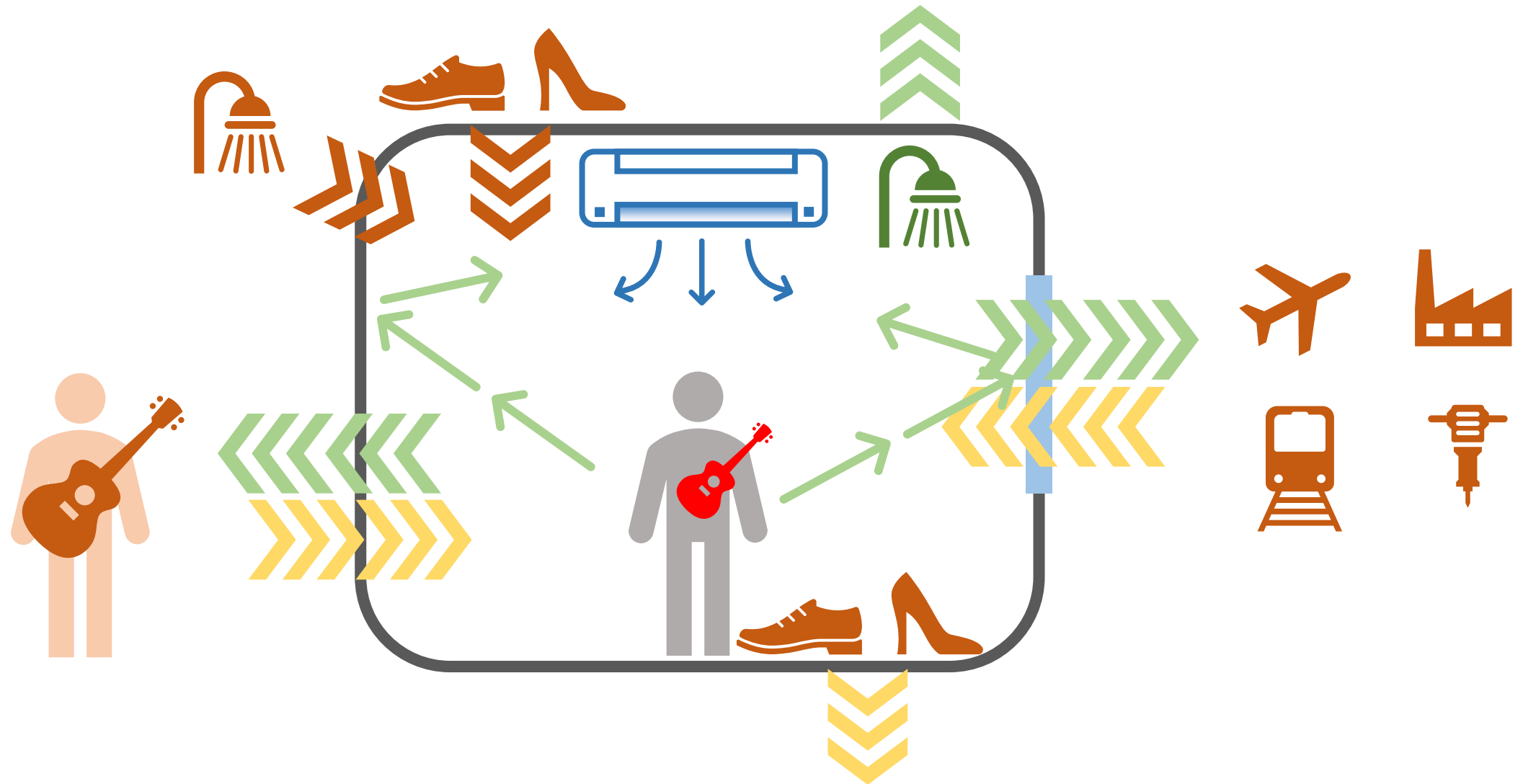
Ridotta rumorosità impianti interni



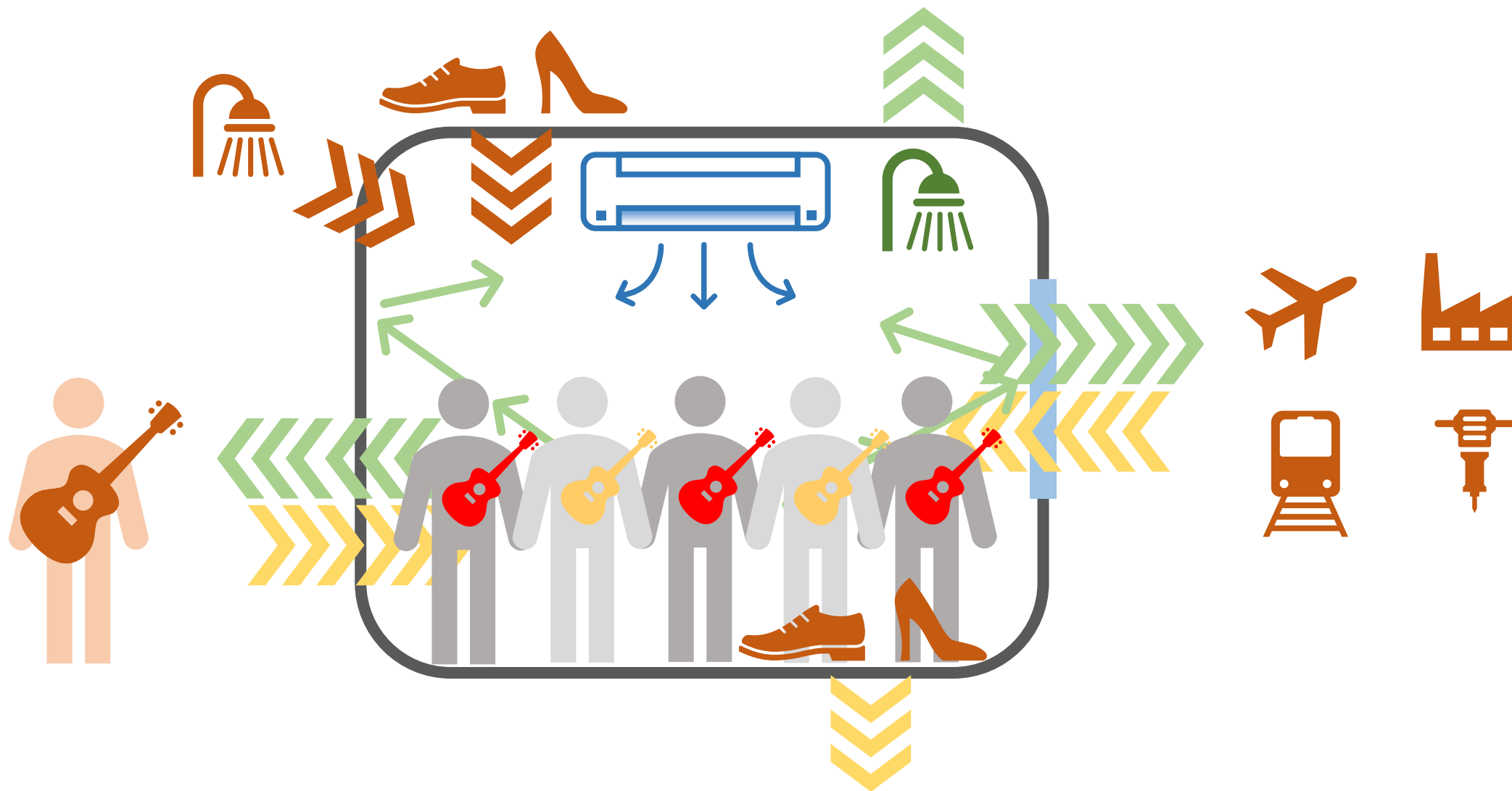
Adeguata comprensione del parlato e riverberazione



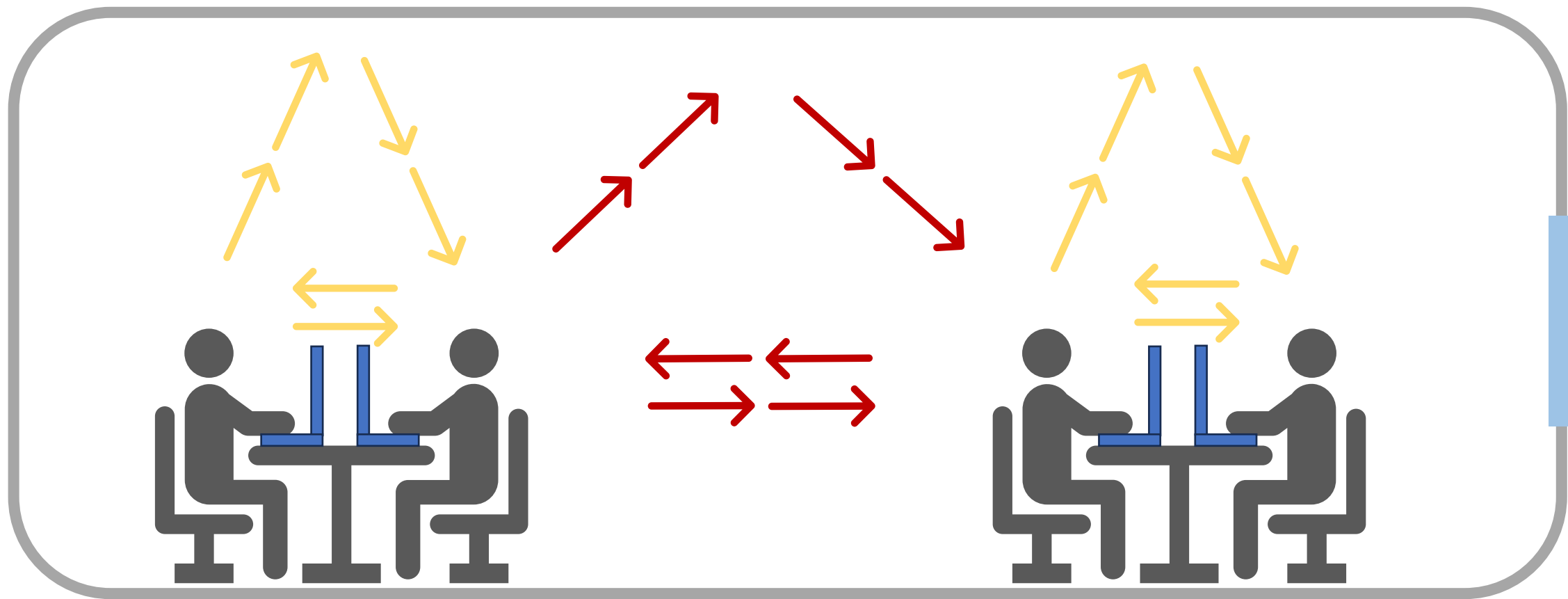
Ambienti acusticamente confortevoli



Ambienti acusticamente confortevoli «utilizzati da più persone»



Ambienti aperti al pubblico



Ambienti aperti al pubblico

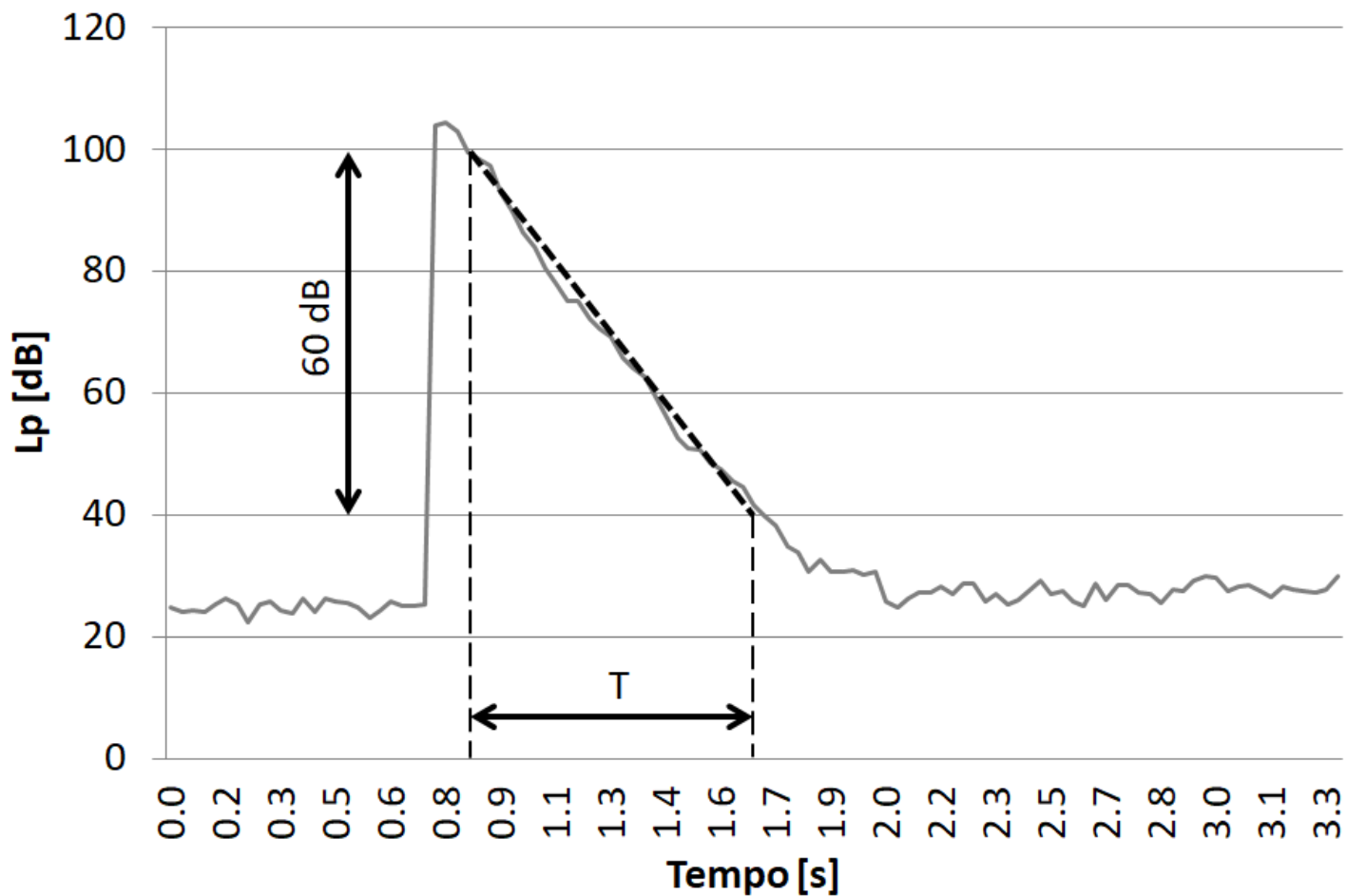


OBBLIGHI DI LEGGE

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 [dB]	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	$L_{A,s,max}$ [dBA]	$L_{A,eq}$ [dBA]	T [s]	
Ospedali, cliniche, case di cura	≥ 55	≥ 45	≤ 58	≤ 35	≤ 25	-	
Residenze, alberghi, pensioni	≥ 50	≥ 40	≤ 63	≤ 35	$\leq 25?$	-	
Scuole a tutti i livelli	≥ 50	≥ 48	≤ 58	≤ 35	≤ 25	Aule $\leq 1,2$	Palestre $\leq 2,2$
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali	≥ 50	≥ 42	≤ 55	≤ 35	$\leq 25?$	-	

Tempo di riverberazione



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**.”

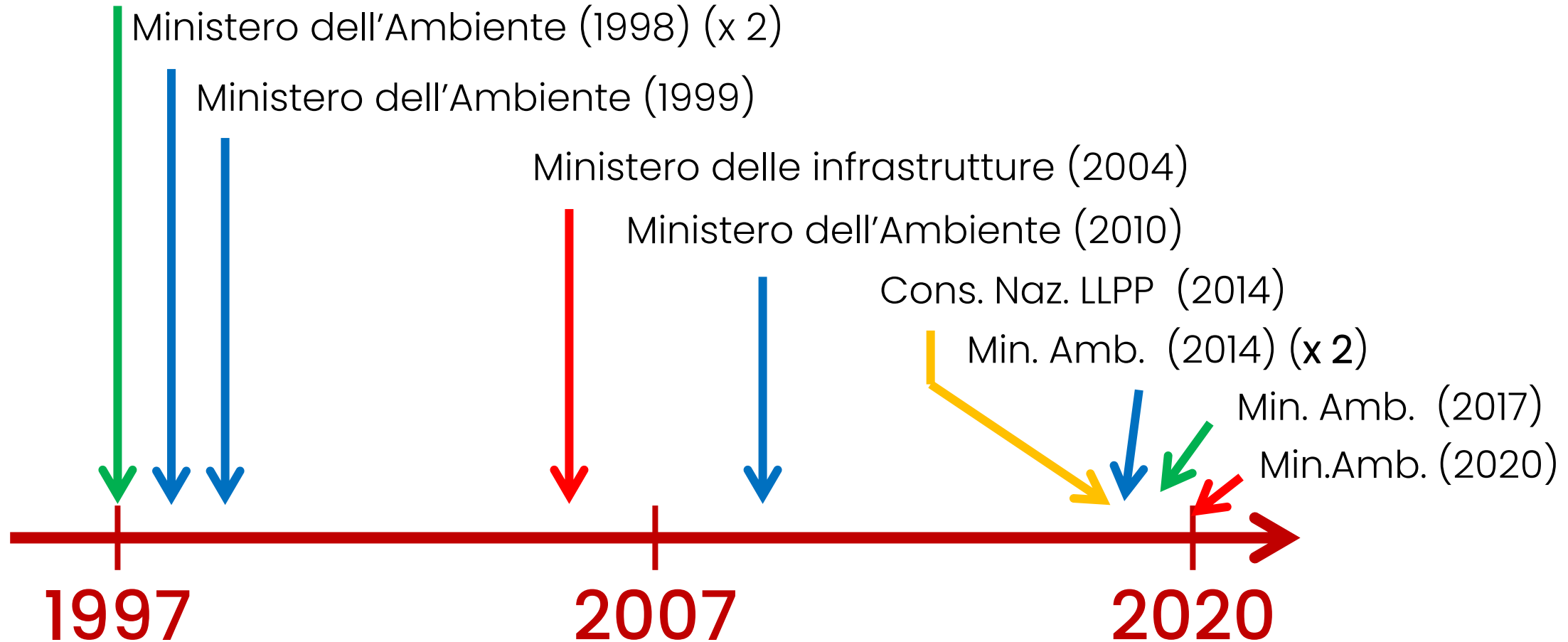
Nelle palestre la media dei tempi di riverberazione (qualora non debbano essere utilizzate come auditorio) non deve superare 2,2 sec”.

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

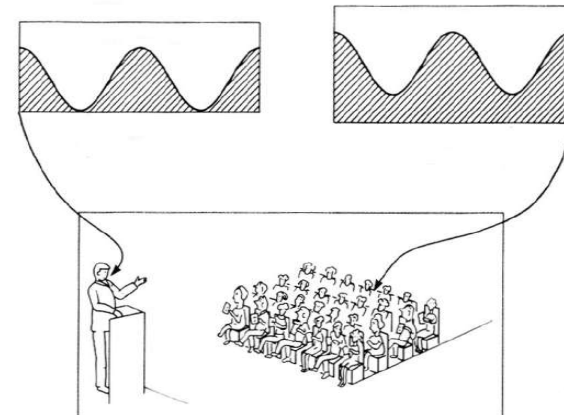
NB: edifici pre-DPCM 5-12-1997

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



Decreto CAM – 23 giugno 2022

Descrittore	Classe II
Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ [dB]	≥ 40
Isolamento ai rumori tra unità immobiliari R'_w [dB]	≥ 53
Livello di rumori da calpestio L'_{nw} [dB]	≤ 58
Livello di rumore impianti continui L_{ic} [dBA]	≤ 28
Livello di rumore impianti discontinui L_{id} [dBA]	≤ 33

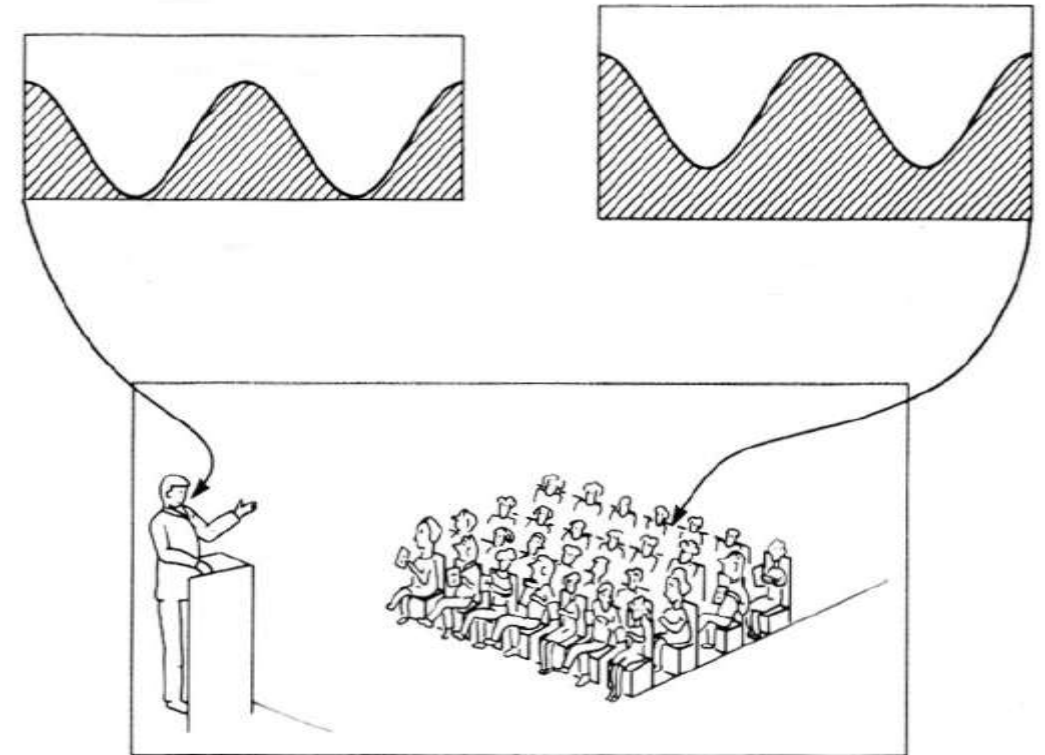
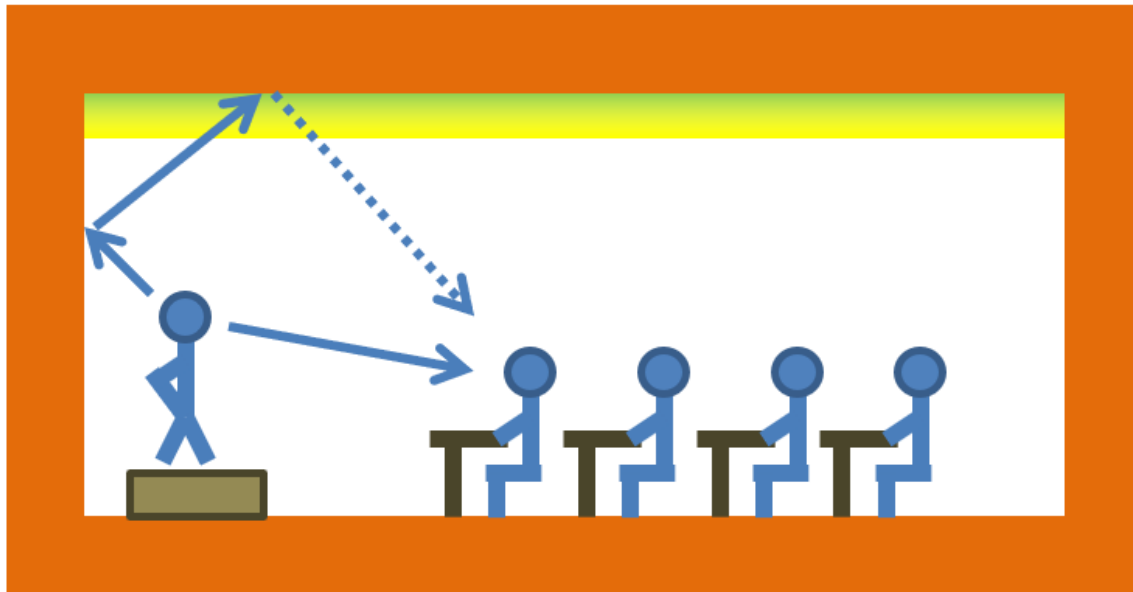
Ospedali e scuole



Appendice A – Prospetto A1 – Ospedali e scuole	Prestazione superiore
Isolamento di facciata ($D_{2m,nT,w}$)	≥ 43
Partizioni fra ambienti di differenti U.I. (R'_w)	≥ 56
Calpestio fra ambienti di differenti U.I. ($L'_{n,w}$)	≤ 53
Livello impianti continui, (L_{ic}), installati in altri ambienti	≤ 28
Livello massimo impianti discontinui, (L_{id}) in altri ambienti	≤ 34
Isolamento partizioni ambienti sovrapposti stessa U.I. ($D_{nT,w}$)	≥ 55
Isolamento partizioni ambienti adiacenti stessa U.I. ($D_{nT,w}$)	≥ 50
Calpestio fra ambienti sovrapposti della stessa U.I. ($L'_{n,w}$)	≤ 53

Decreto CAM – 23 giugno 2022

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 – 23 giugno 2022

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



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.

Nuovo Decreto CAM – 23 giugno 2022

Le scuole devono soddisfare almeno i valori di requisiti acustici passivi e di comfort acustico interno indicati nella **UNI 11532-2** (Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Settore scolastico)



Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinanti

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



Ospedali e scuole

Appendice A – Prospetto A1 – Ospedali e scuole	Prestazione superiore
Isolamento di facciata ($D_{2m,nT,w}$)	≥ 43
Partizioni fra ambienti di differenti U.I. (R'_w)	≥ 56
Calpestio fra ambienti di differenti U.I. ($L'_{n,w}$)	≤ 53
Livello impianti continui, (L_{ic}), installati in altri ambienti	≤ 28
Livello massimo impianti discontinui, (L_{id}) in altri ambienti	≤ 34
Isolamento partizioni ambienti sovrapposti stessa U.I. ($D_{nT,w}$)	≥ 55
Isolamento partizioni ambienti adiacenti stessa U.I. ($D_{nT,w}$)	≥ 50
Calpestio fra ambienti sovrapposti della stessa U.I. ($L'_{n,w}$)	≤ 53

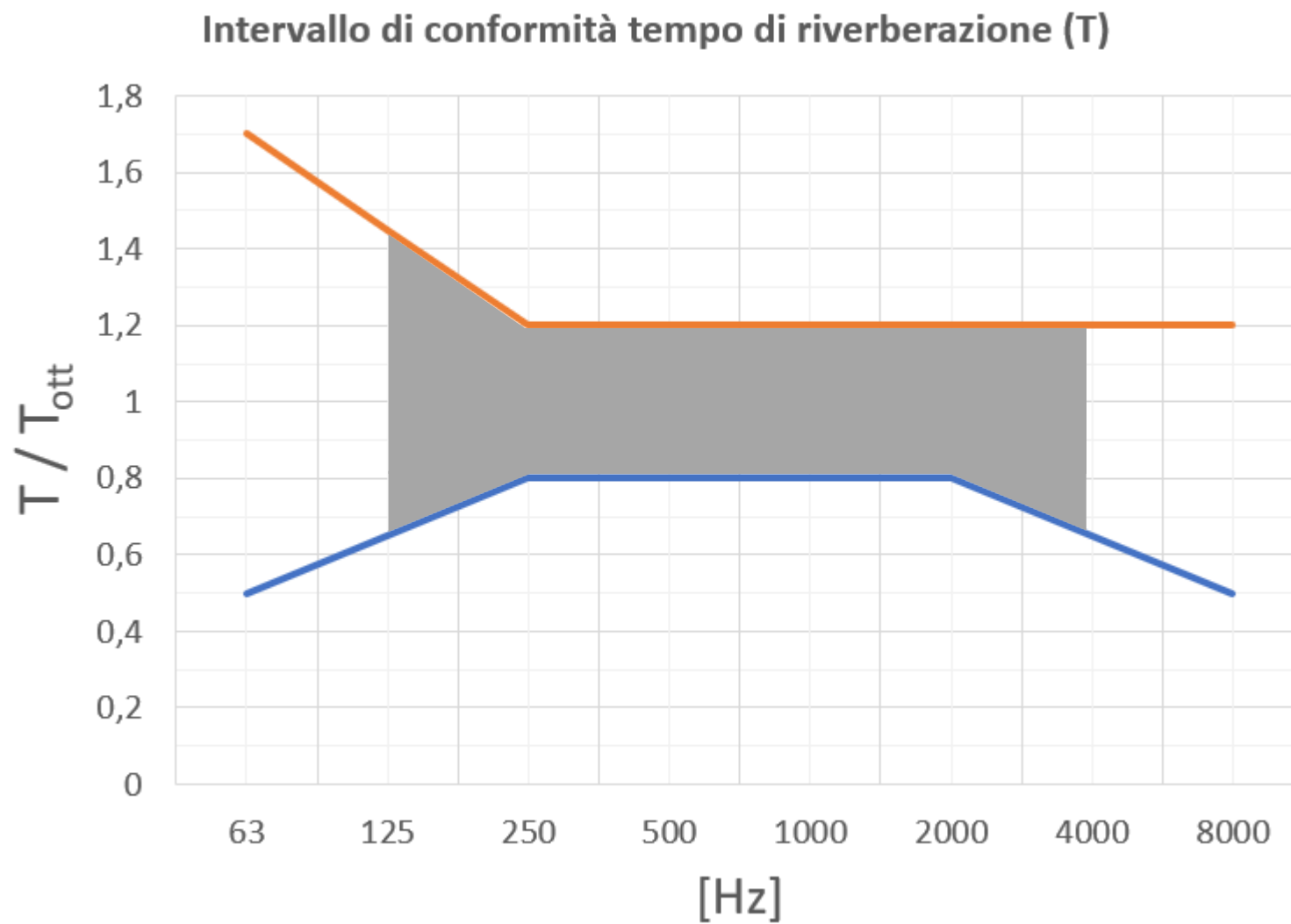
UNI 11532:2 – Settore scolastico

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

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

$$V = 200 \text{ m}^3$$



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

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

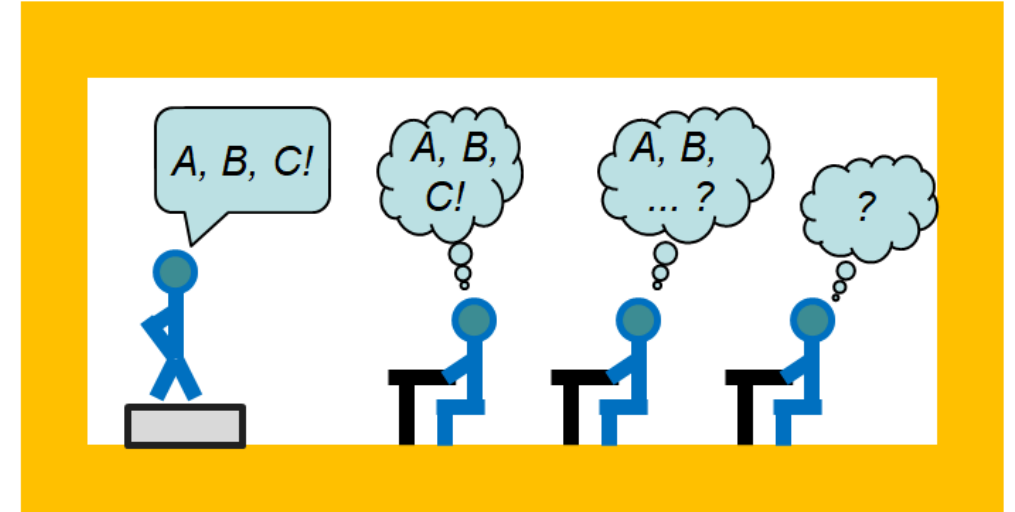
- Ambienti arredati e non occupati
- Si applicano nelle singole ottave da 250 a 2000 Hz

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

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	$T \leq 0,53$	$T \leq 0,59$

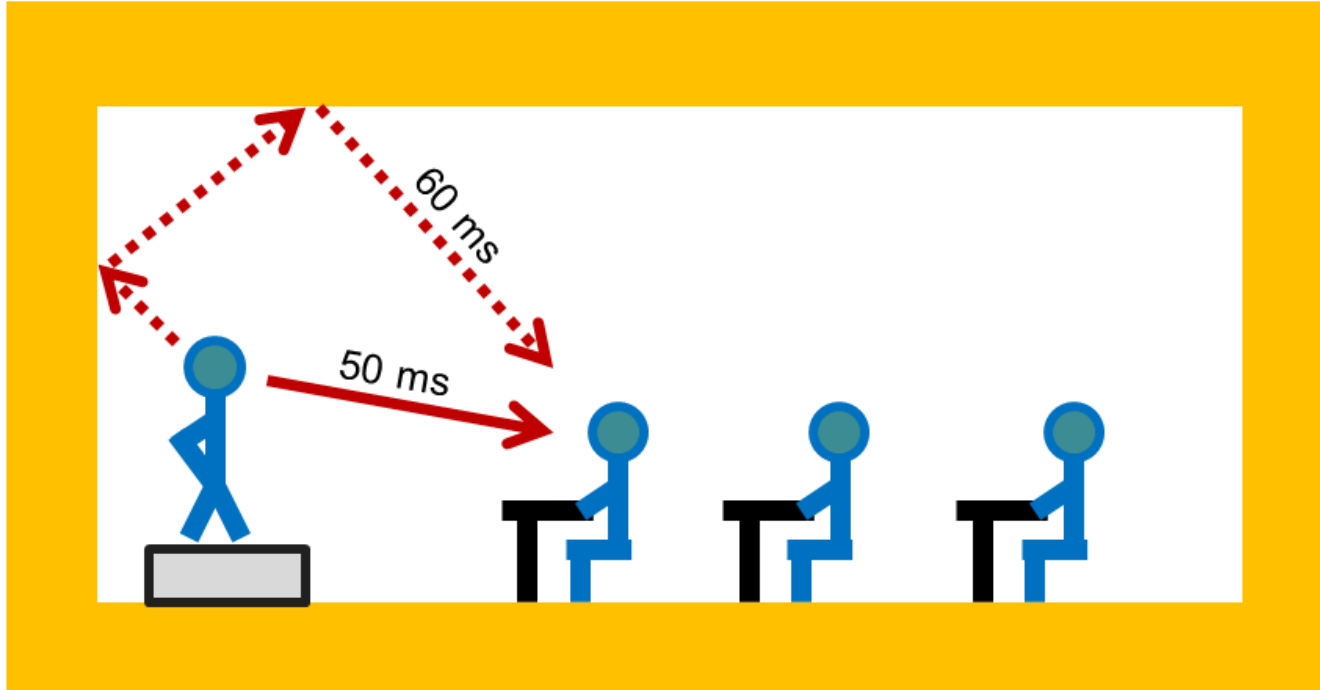
UNI 11532:2 – Settore scolastico

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



STI	$< 250 \text{ m}^3$	$\geq 250 \text{ m}^3$
Senza impianto di amplificazione o con impianto spento	$\geq 0,55$	$\geq 0,50$
Con impianto di amplificazione	$\geq 0,60$	

Chiarezza (C_{50})

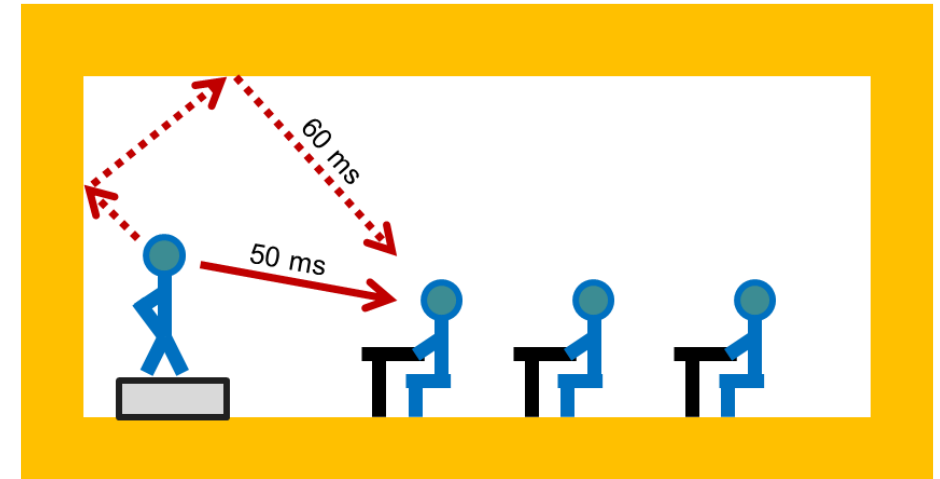


$$C_{50} = 10 \log \frac{\int_0^{50ms} p^2(t) dt}{\int_{50ms}^{\infty} p^2(t) dt}$$

Rapporto

primi 50ms / dopo 50ms	C50 [dB]
2,00	3,0
1,60	2,0
1,25	1,0
1,00	0,0
0,50	-3,0

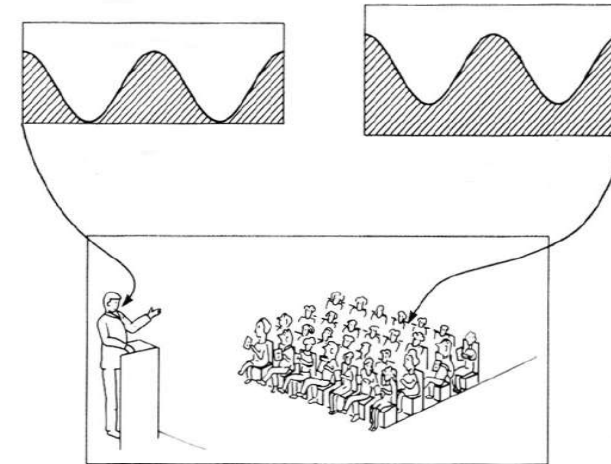
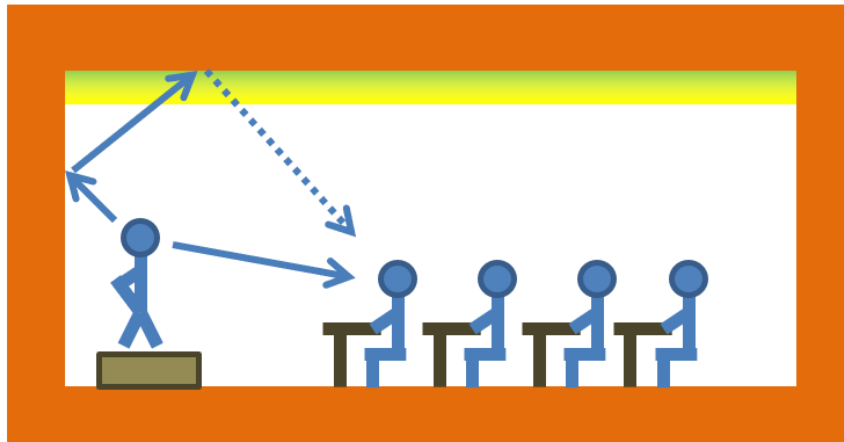
UNI 11532:2 – Settore scolastico



C50	< 250 m³
Senza impianto di amplificazione	≥ 2 dB

Decreto CAM – 23 giugno 2022

Gli ambienti interni, ad esclusione delle scuole, devono rispettare i valori indicati nell'appendice C (Caratteristiche acustiche interne degli ambienti) della **UNI 11367**



Fonte: IEC
60268-16

UNI 11367 «Classificazione acustica» – Appendice C

La valutazione di T, STI e C_{50} e dei relativi valori di riferimento viene effettuata secondo le norme serie UNI 11532

Per gli ambienti non ancora inclusi nelle UNI 11532 si fa provvisoriamente riferimento alle indicazioni che seguono

	C_{50}	STI
Ambienti adibiti al parlato	≥ 0	$\geq 0,6$
Ambienti adibiti ad attività sportive	≥ -2	$\geq 0,5$

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):

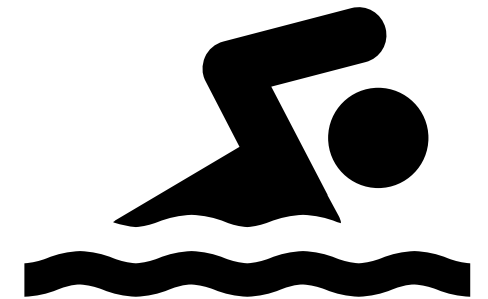
$$T \leq 1,2 T_{\text{ott}}$$

ALTRE NORMATIVE

Aspetti igienico-sanitari per le piscine a uso natatorio

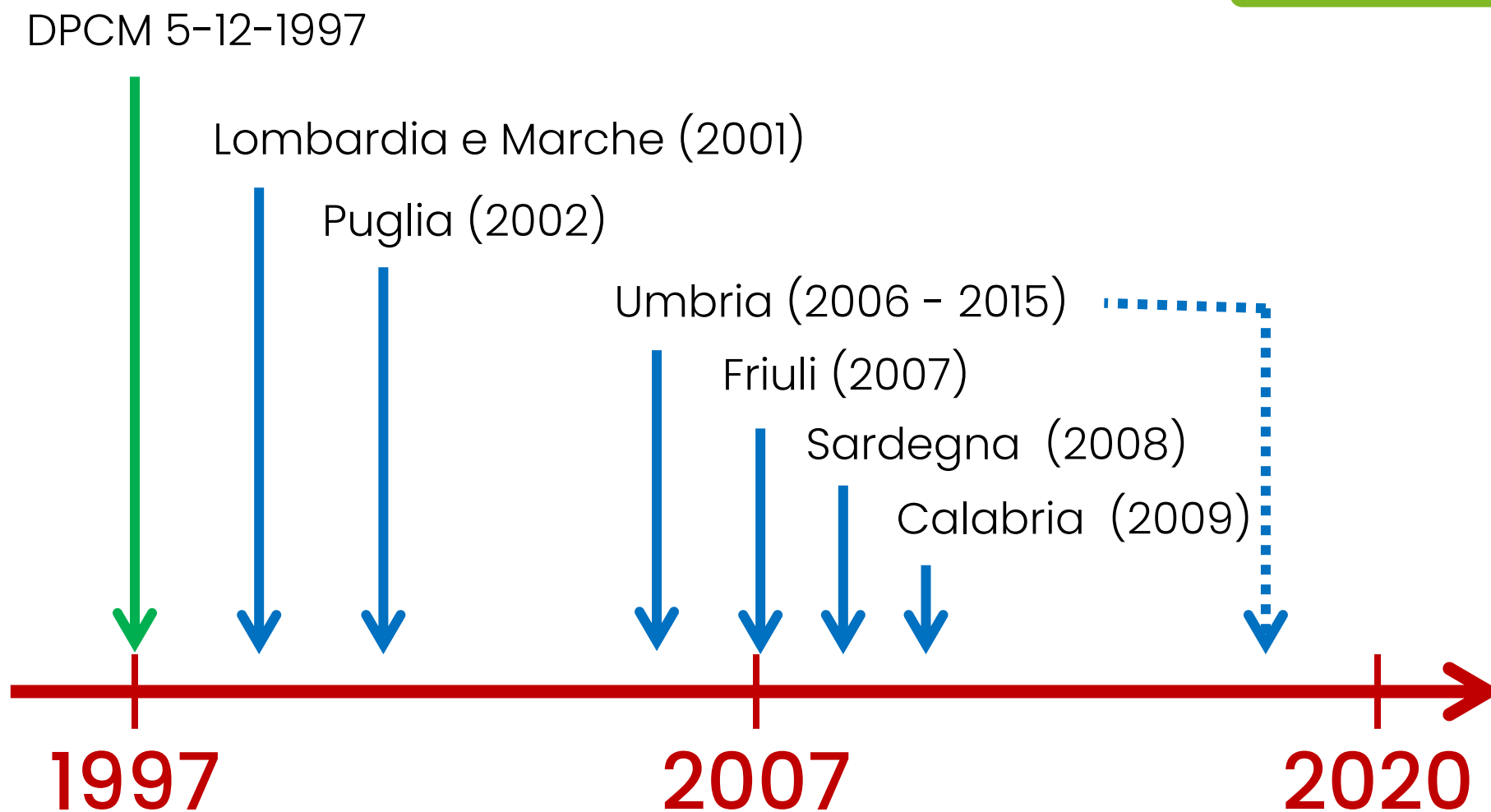
1.8 Requisiti acustici.

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.

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.**



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



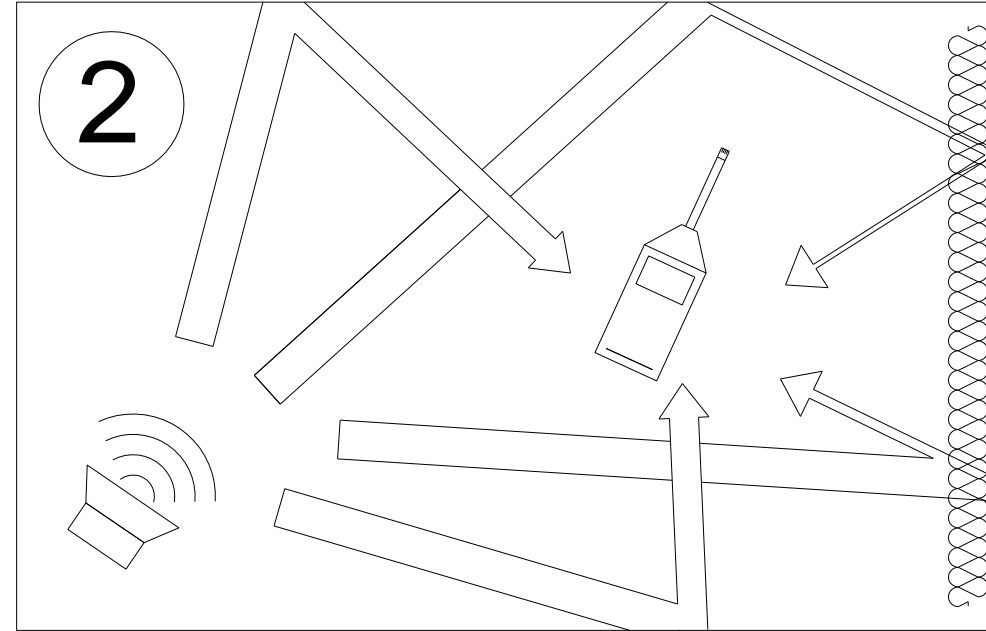
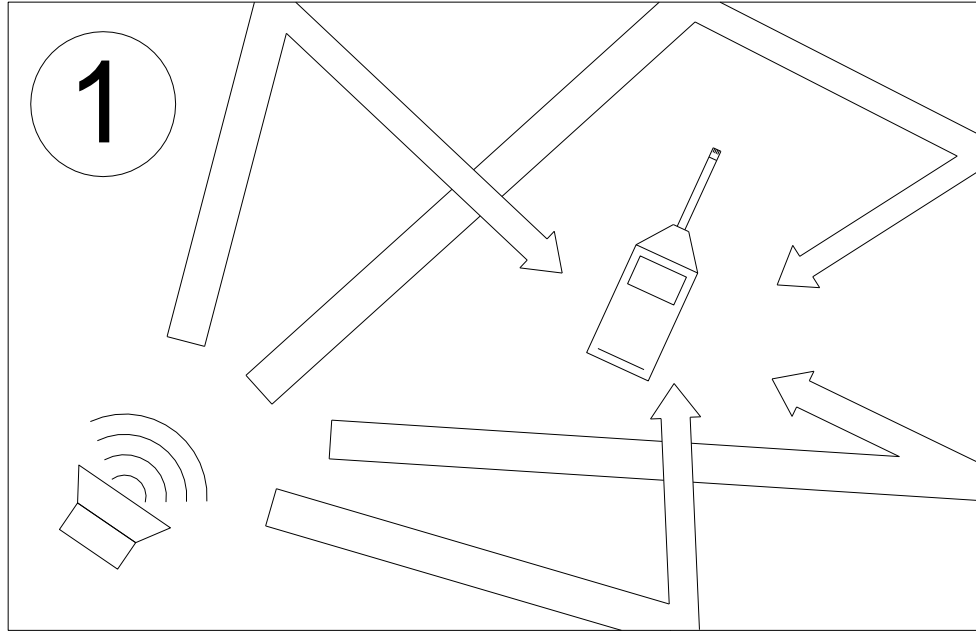
Calcoli previsionali

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

V volume del locale

A area di assorbimento acustico

Coefficiente α (ISO 354)



1. misura T (camera vuota)

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

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

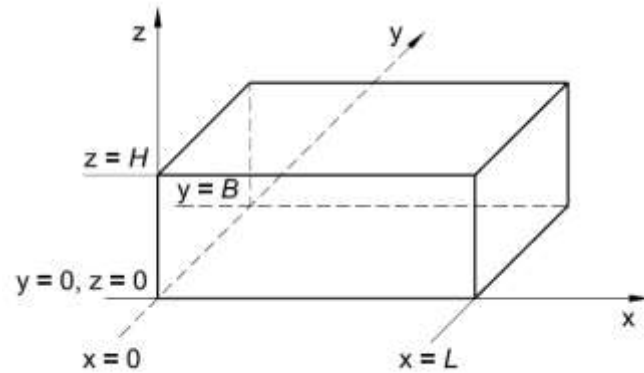
La parte di elementi dovrebbe essere minore di 0,2

UNI EN 12354-6 - Limitazioni

Se queste ipotesi non sono soddisfatte, il tempo di riverberazione **può risultare più lungo della stima** (anche il doppio)

La presenza di elementi di **dispersione del suono** attenua queste limitazioni.

UNI EN 12354-6: Appendice D: situazioni particolari



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 $x=L$

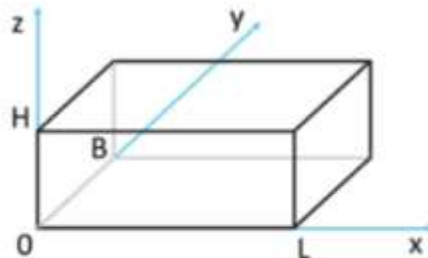


Fonte:
UNI EN 12354-6

Ing. Matteo Borghi

UNI EN 12354-6: Appendice D: situazioni particolari

Dati geometrici



L m
 B m
 H m

Distribuzione di superfici e oggetti

	Area/Nr	Superficie associata
Coperture rigide per pavimenti (per esempio, PVC, parquet) su pavimenti pesanti	20	$z=0$
Pannelli in lana di legno di abete e cemento portland sp. 50 mm + interc. ≥ 50 mm + lana min. ≥ 40 mm	20	$z=H$
Pannello in lana minerale, spessore 20 mm, con finitura microporosa, ribassato di 200 mm dal solaio, con assorbitore per basse frequenze spessore 100 mm sul retro	10	$x=L$
Calcestruzzo, mattoni intonacati	5	$x=0$
Calcestruzzo, mattoni intonacati	5	$x=L$
Calcestruzzo, mattoni intonacati	10	$y=0$
Calcestruzzo, mattoni intonacati	10	$y=B$

Coefficienti di dispersione delle superfici



	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	
$\delta_{x=0}$	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	Salva
$\delta_{x=L}$	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	Salva
$\delta_{y=0}$	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	Salva
$\delta_{y=B}$	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	Salva
$\delta_{z=0}$	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	Salva
$\delta_{z=H}$	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	Salva

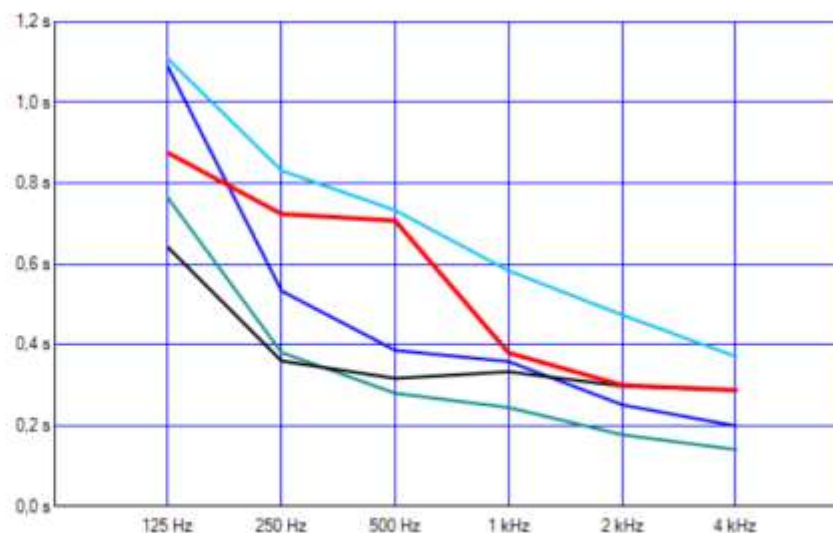
Apri da archivio

Risultati



Frequenza di transizione Hz

Visualizzazione grafica Visualizzazione tabellare Confronto grafico Confronto tabellare



— T_x — T_y — T_z — T_d — $T_{estimate}$

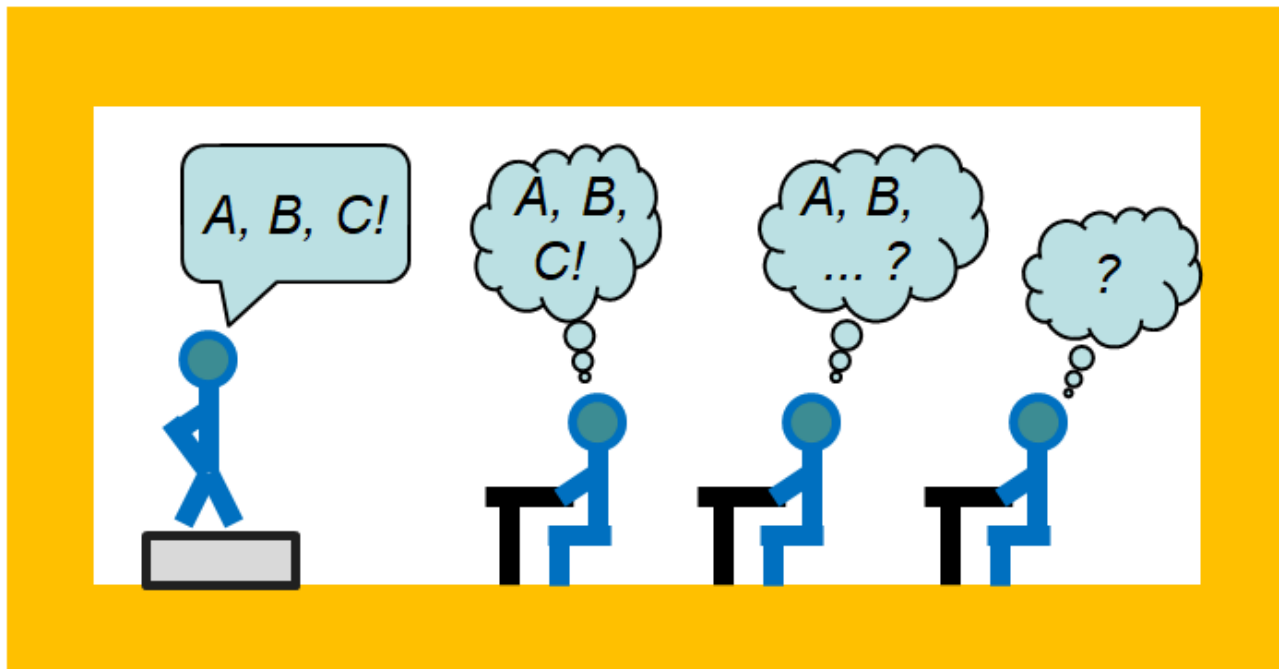
sviluppato da **TEP** 2022 RINNOVA

echo 8

Requisiti acustici passivi, classificazione acustica e caratteristiche interne di ambienti confinati.

INIZIA

Speech Transmission Index (STI)



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

Calcoli previsionali

UNI 11532-1 (Appendice A)



Misure in opera

IEC 60268-16:2020

UNI 11532-2

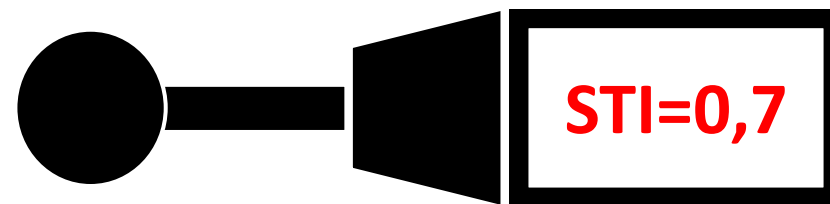


Misure in opera – STI – IEC 60268-16:2020

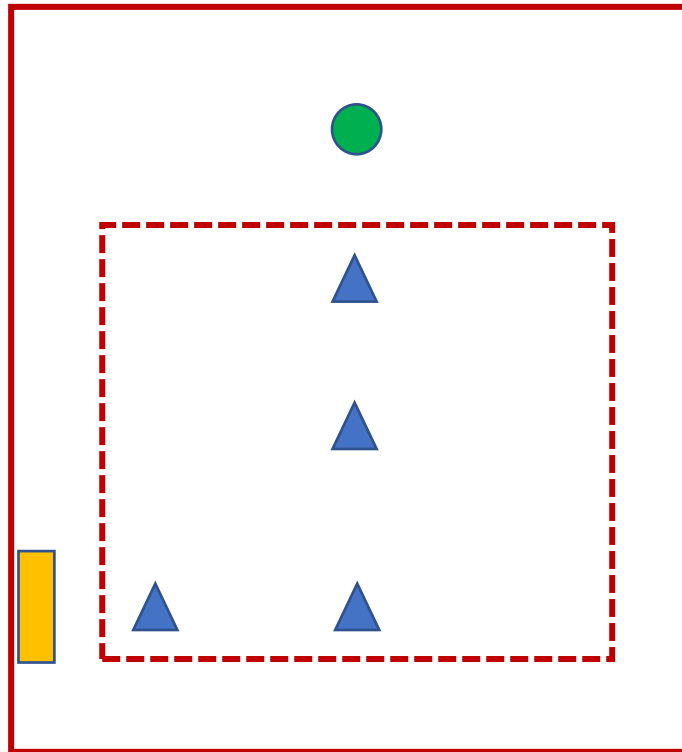
Posizionare in corrispondenza dell'oratore una sorgente che emette «segnale noto» (Segnale STI)



Rilevare il segnale in corrispondenza degli ascoltatori



Misure in opera – STI – UNI 11532:2 – Settore scolastico



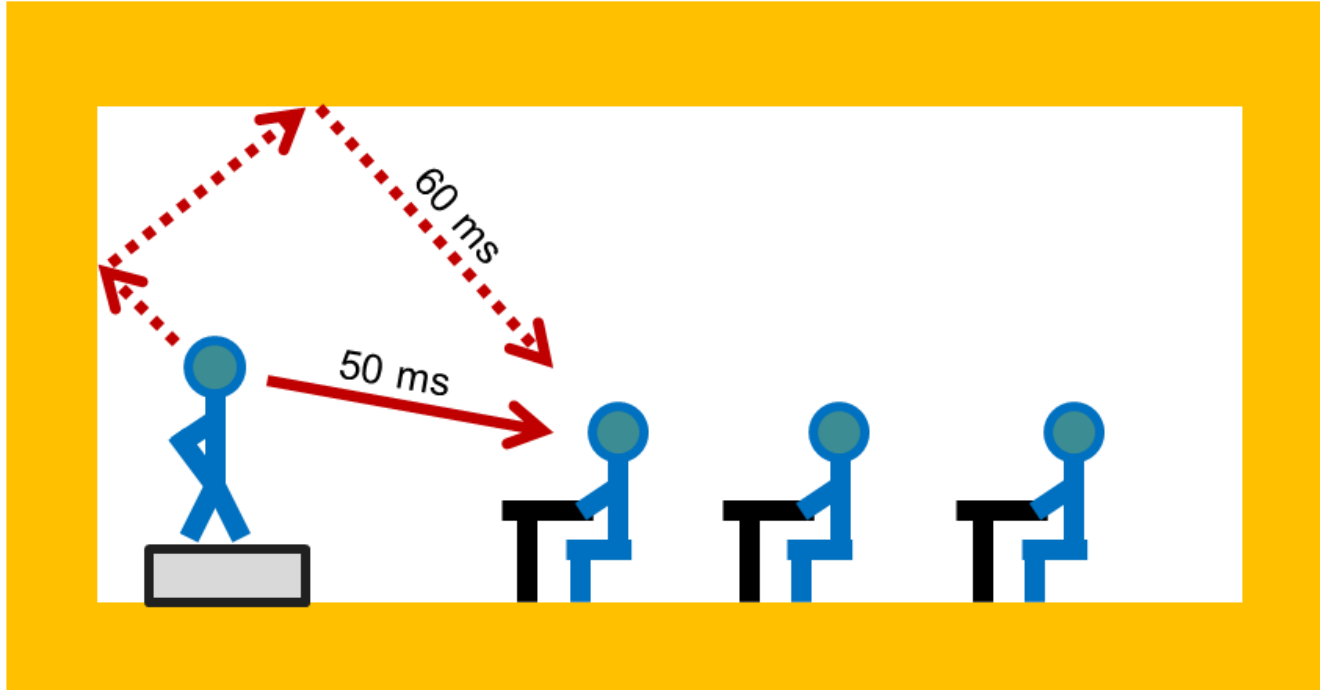
- Sorgente del segnale parlato
- ▲ Posizione di misura
- Sorgente di disturbo
- ▭ Area occupata

Misure in opera – STI – UNI 11532:2 – Settore scolastico

1. Calcolare media aritmetica dei valori rilevati
2. Correggere («peggiorare») il risultato con incertezza di misura (Punto 6.6 UNI 11532-2)
3. Confrontare risultato con valori in tabella

STI	< 250 m ³	≥ 250 m ³
Senza impianto di amplificazione o con impianto spento	≥ 0,55	≥ 0,50
Con impianto di amplificazione	≥ 0,60	

Chiarezza (C_{50})



$$C_{50} = 10 \log \frac{\int_0^{50ms} p^2(t) dt}{\int_{50ms}^{\infty} p^2(t) dt}$$

Rapporto

primi 50ms / dopo 50ms	C50 [dB]
2,00	3,0
1,60	2,0
1,25	1,0
1,00	0,0
0,50	-3,0

Calcoli previsionali

UNI 11532-1 (Appendice A)



Misure in opera

UNI EN ISO 3382-1

UNI 11532-2



Calcoli previsionali – C50 – UNI 11532-1

$$C_{50} = 10 \log \left(e^{(0.691/T)} - 1 \right)$$

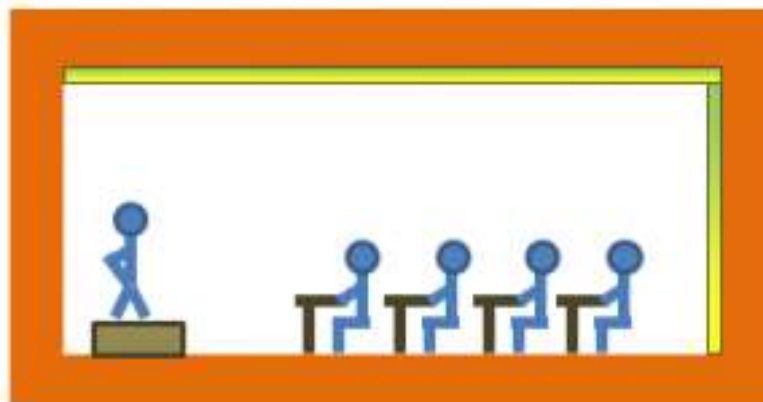
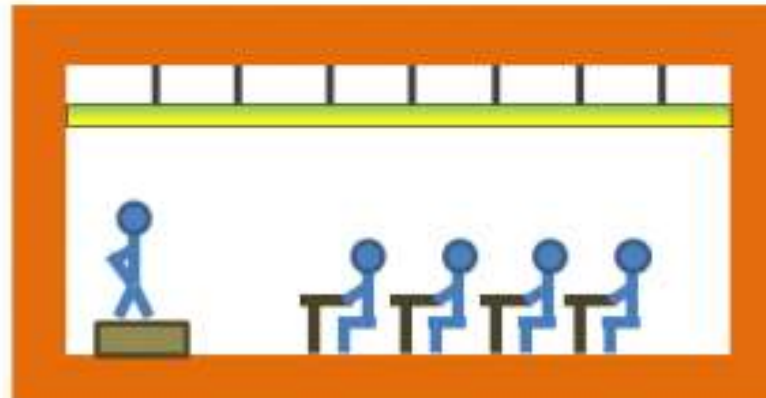
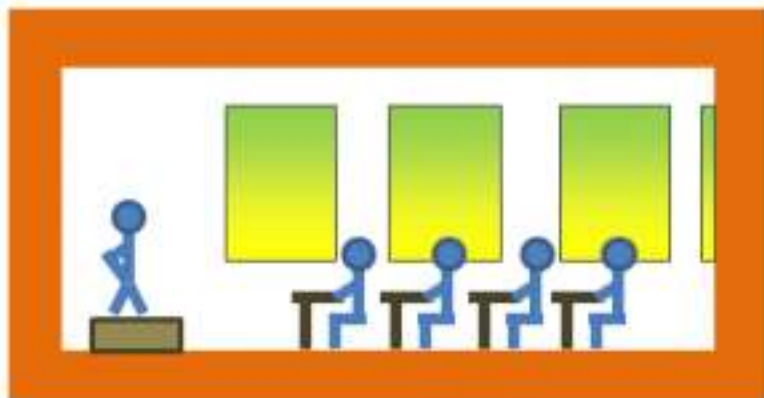
$$C_{50} = 10 \log \frac{\frac{100}{r^2} + \left(\frac{31200T}{V} \right) \left(1 - e^{-\frac{0.691}{T}} \right) e^{-\frac{0.04r}{T}}}{e^{-\frac{0.04r}{T}} \left(\frac{31200T}{V} \right) \left(e^{-\frac{0.691}{T}} \right)}$$

V	150	m ³
r	10	m

T	C50	C50
0,1	30,0	35,60
0,2	14,9	15,60
0,3	9,5	9,83
0,4	6,7	6,82
0,5	4,7	4,87
0,6	3,4	3,45
0,7	2,3	2,35
0,8	1,4	1,45
0,9	0,6	0,69
1	0,0	0,04
1,1	-0,6	-0,53
1,2	-1,1	-1,03

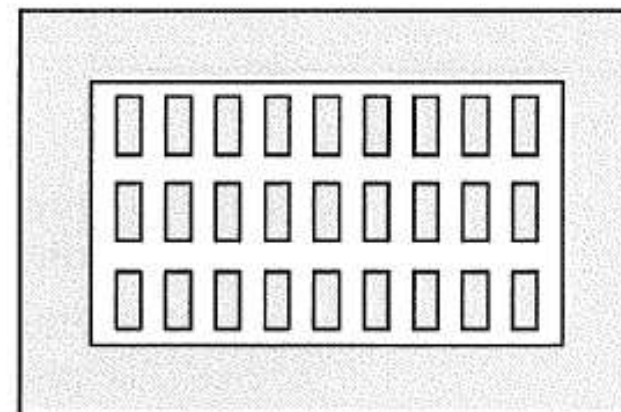
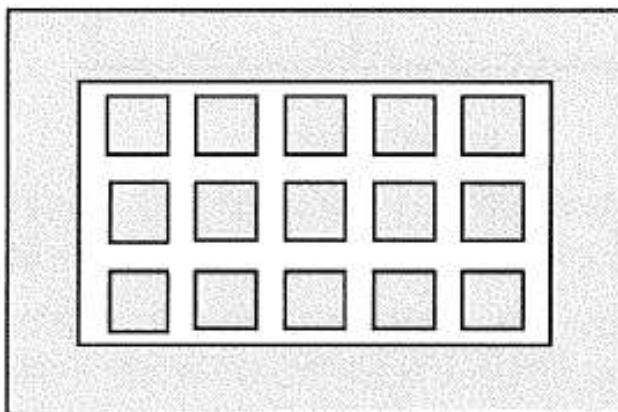
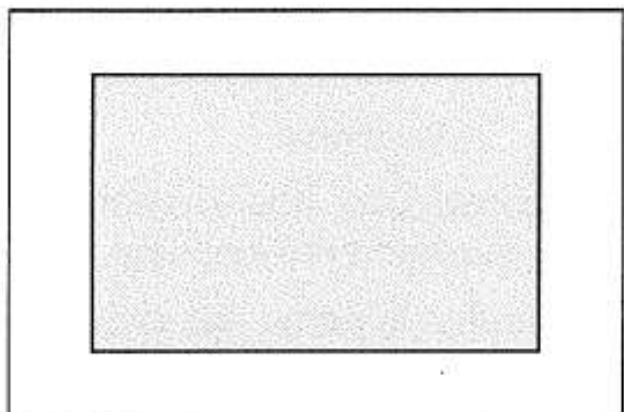
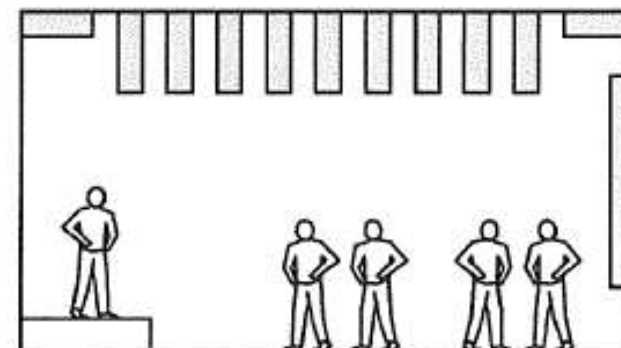
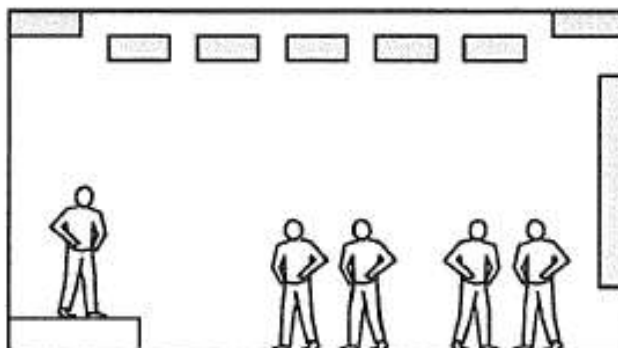
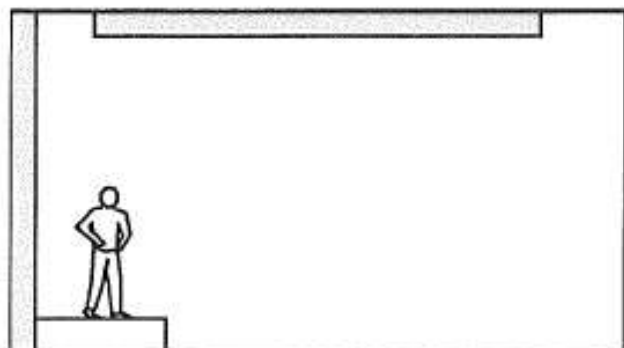
UNI 11532-2
CONSIGLI PRATICI
POSA IN OPERA

UNI 11532-2: Appendice B -Posizionamento materiale fonoassorbente



UNI 11532-2: Appendice B - Posizionamento materiale fonoassorbente

 Materiale fonoassorbente



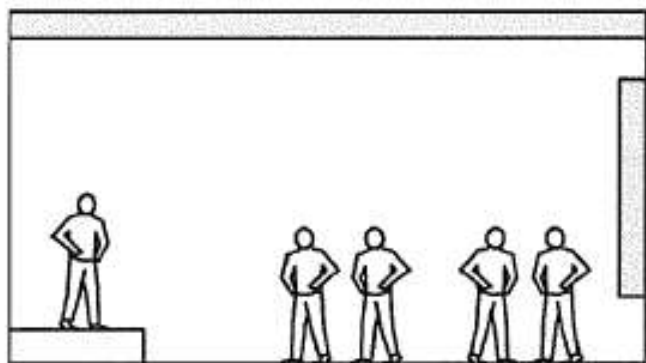
a) sfavorevole

b) favorevole

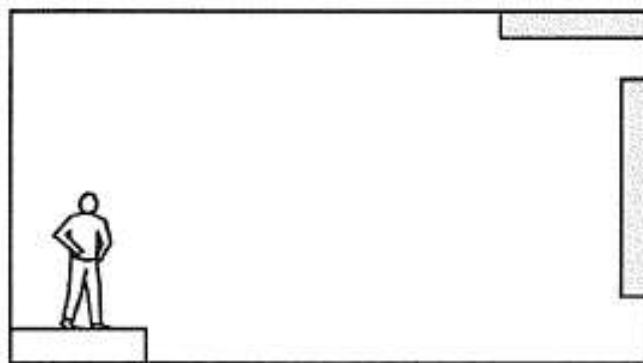
c) favorevole

Fonte: UNI 11532-2

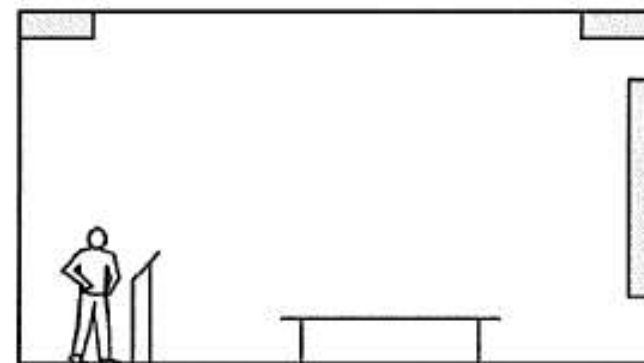
UNI 11532-2: Appendice B -Posizionamento materiale fonoassorbente



d) favorevole



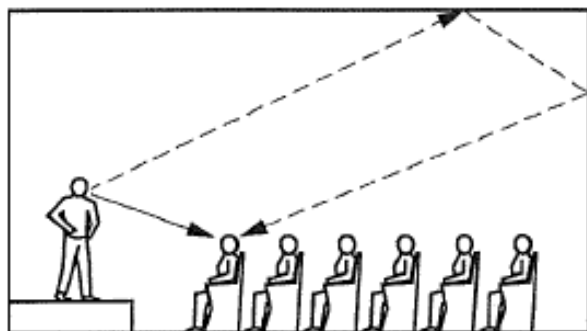
e) favorevole



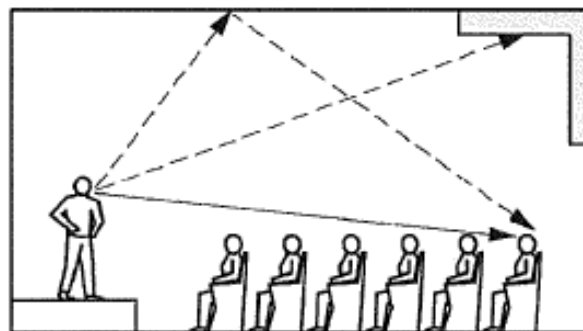
f) favorevole

Fonte: UNI 11532-2

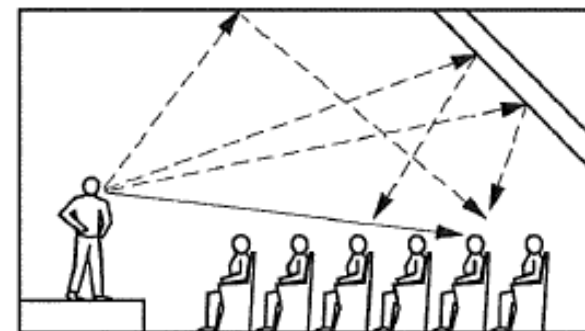
UNI 11532-2: Appendice B -Posizionamento materiale fonoassorbente



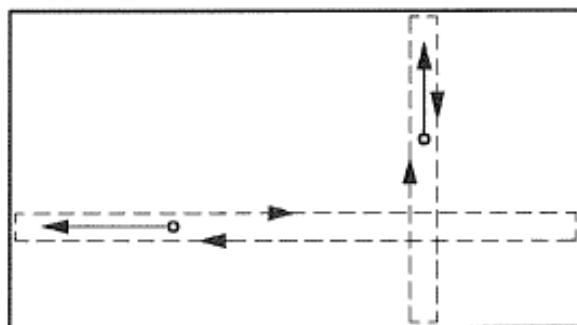
a) sfavorevole



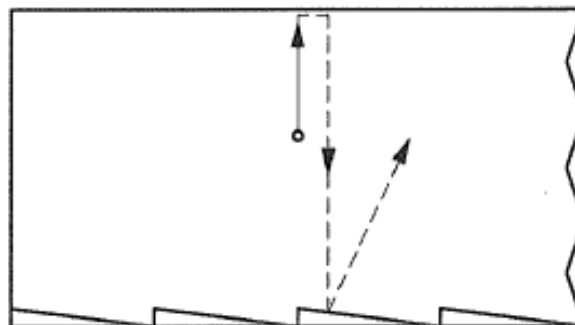
b) favorevole



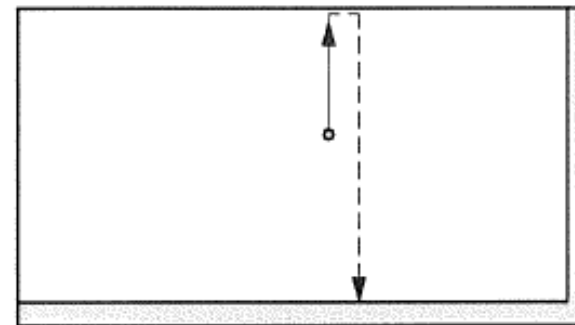
c) favorevole



a) sfavorevole

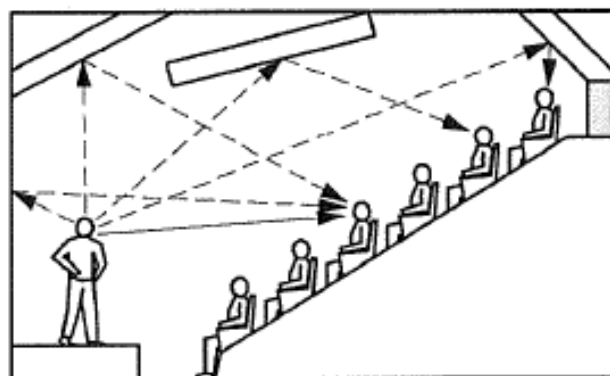


b) favorevole

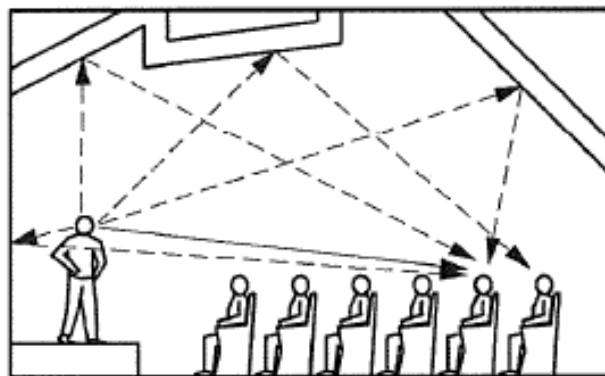


c) favorevole

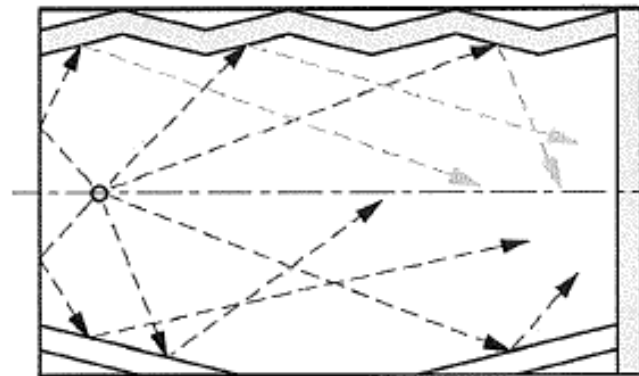
UNI 11532-2: Appendice B -Posizionamento materiale fonoassorbente



a)

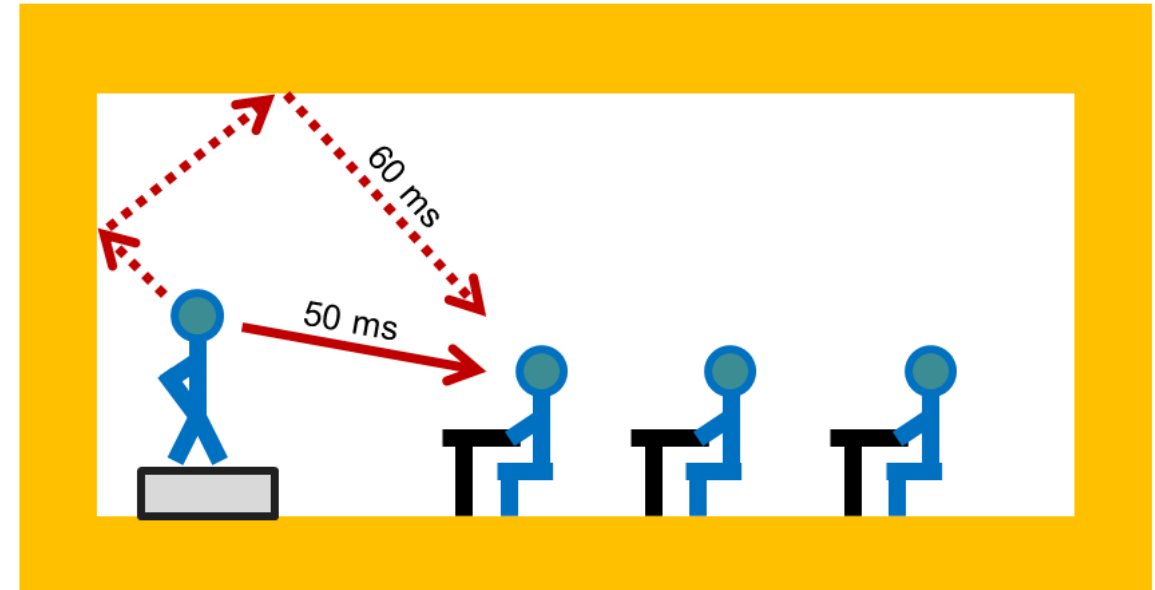
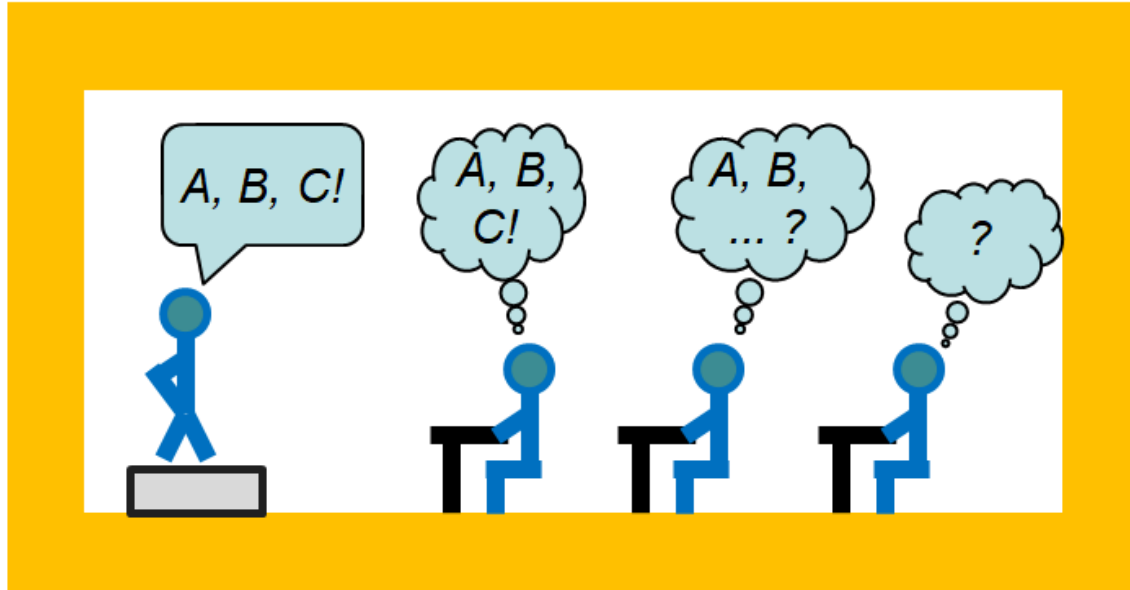


b)



c)

Calcoli previsionali – STI e C_{50} – UNI 11532-1



Calcoli previsionali
UNI 11532-1 (Appendice A)



Calcoli previsionali – STI e C₅₀ – UNI 11532-1

Caratteristiche dell'ambiente | Valori di riferimento | Tempo di riverberazione | **STI** | Distribuzione irregolare dell'assorbimento | Tempo di riverberazione misurato

Dati in ingresso

Tempo di riverberazione

Inserisci T calcolato

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
T [s]	0,70	0,60	0,55	0,50	0,52	0,45	0,40

Metodo di calcolo

- Campo riverberato diffuso con contributo del suono diretto trascurabile
 Campo riverberato diffuso e contributo del suono diretto

Distanza tra parlatore e ascoltatore m

Parlatore

- Maschio Femmina

Sforzo vocale

Livello di pressione sonora a 1 m dBA

Direttività della sorgente

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Q	1,6	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,0
ID	2	2	2	2	3	3	3

Livello del rumore di fondo

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Ln [dB]	28	25	27	26	28	27	25

Chiarezza

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
C50	2,3	3,4	4,1	4,9	4,6	5,8	6,8

C50 medio

C50 minimo

ambiente arredato con due persone al massimo

Distanza critica

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
r _c [m]	0,83	0,89	0,93	0,98	0,96	1,03	1,10
5r _c [m]	4,14	4,47	4,67	4,90	4,80	5,16	5,48

Livello del parlato

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Ls, 1m [dB]	62,9	62,9	59,2	53,2	47,2	41,2	35,2
Lsr [dB]	62,5	61,9	57,8	51,4	44,5	37,9	31,4
Lsd [dB]	42,9	42,9	39,2	33,2	27,2	21,2	15,2

Vedi dettagli

Indice di trasferimento della modulazione

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
MTI	0,64	0,70	0,72	0,73	0,68	0,62	0,51

Indice di trasmissione del parlato

STI

STI minimo

Qualità del parlato in accordo con CEI EN60268-16

ambiente arredato con due persone al massimo



Ristoranti?



**RICHIESTA DEL
COMMITTENTE**



**PROGETTO
ACUSTICO**



**CONTROLLI IN
CANTIERE**



**MISURE
IN OPERA**



ISOLMANT

Un mondo di **comfort** acustico

Soluzioni per l'isolamento acustico e la fonocorrezione negli ambienti pubblici.

Case History specifiche - Soluzioni tecnologiche per il corretto comfort acustico negli ambienti aperti al pubblico

**Ing. Giacomo Caminati e Dott.ssa Chiara Albano – Tecnasfalti
Isolmant**

SONDAGGIO





ASSOCIAZIONE NAZIONALE
PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO

Grazie per l'attenzione