



CONVEGNO NAZIONALE

**d=A2021**

**Agenti Fisici nei luoghi di lavoro**

Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Rumore  
(Pietro Nataletti, *Diego Annesi -INAIL*)

Bologna 2 dicembre 2021



COORDINAMENTO  
TECNICO  
INTERREGIONALE  
DELLA PREVENZIONE  
NEI LUOGHI DI LAVORO

Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di  
lavoro delle Regioni e delle Province autonome  
Gruppo Tematico Agenti Fisici

## Decreto Legislativo 81/2008 Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a RUMORE

### Indicazioni operative

*in collaborazione con:*

**INAIL**  
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE  
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

INAIL - Istituto Nazionale  
per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro



Istituto Superiore di Sanità



# RUMORE

La parte del rumore è divisa in **5 sezioni differenti**, contraddistinte dalle lettere crescenti che vanno dalla lettera A fino alla lettera E, per un totale di 45 FAQ, più la parte degli allegati.



Le sezioni sono così divise:

- **sezione A: effetti sulla salute e sorveglianza sanitaria;**
- **sezione B: metodiche e strumentazione per la misura del rumore;**
- **sezione C valutazione del rischio;**
- **sezione D gestione del rischio;**
- **sezione E: vigilanza ed aspetti medico legali;**
- Allegato 1: **elenchi di attività e mansioni** con livelli espositivi **inferiori** ai valori di azione prescritti dal D. Lgs. 81/08 Titolo VIII Capo II;
- Allegato 2: Requisiti acustici degli ambienti ad uso **scolastico;**
- Allegato 3: Requisiti acustici degli ambienti ad **uso ospedali, case di cura e scuole;**
- Allegato 4: Requisiti acustici degli ambienti **ad uso ufficio.**

Di seguito ne analizzeremo 3:

- **B.3** Cos'è, come si calcola e come si tiene conto dell'**incertezza** delle misure ai fini della valutazione dell'esposizione e del confronto con i valori limite?
- **C.2** Che caratteristiche **deve avere il personale qualificato** che esegue correttamente la valutazione del rischio e le misurazioni?
- **Allegato 2:** Requisiti acustici degli ambienti ad uso scolastico.

**B.3** Cos'è, come si calcola e come si tiene conto dell'**incertezza** delle misure ai fini della valutazione dell'esposizione e del confronto con i valori limite?

▪ 0.43 s  
▪ 0.52 s  
▪ 0.35 s  
▪ 0.29 s  
▪ 0.49 s  

---

2.08 s

$$\frac{2.08 \text{ s}}{5} = 0.42 \text{ s}$$

wikiHow

# Incertezze associate al $L_{EX:8h}$

- **Il punto 14 della norma UNI EN ISO 9612:2011**, in particolare, afferma che *l'incertezza estesa di misurazione, assieme al fattore di copertura corrispondente, deve essere dichiarata per un **intervallo unilaterale di confidenza del 95%**.*
- In funzione della strategia di misurazione selezionata, la norma **UNI EN ISO 9612:2011** fornisce differenti modalità di determinazione dell'incertezza.
- Per la strategia di misura basata sui compiti, *l'incertezza combinata standard* per il livello di esposizione al rumore ponderato A  $L_{EX,8h}$ ,  $u(L_{EX,8h})$ , in conformità alla ISO/IEC Guida 98-3, deve essere calcolata come segue:

$$u^2(L_{EX,8h}) = \sum_{m=1}^M \left[ c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right]$$

$$u^2(L_{EX,8h}) = \sum_{m=1}^M \left[ c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right]$$

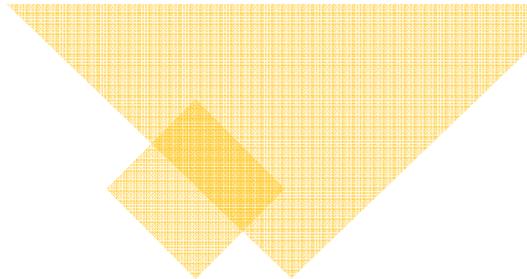
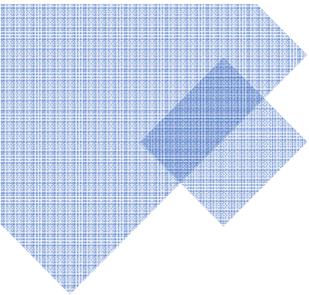
- ***Campionamento;***
- ***Strumentazione;***
- ***Posizionamento;***
- ***Durata dei compiti***

$$u^2(L_{EX,8h}) = \sum_{m=1}^M [c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2]$$

- Infine, l'incertezza estesa sul livello di esposizione giornaliera,  $U(L_{EX,8h})$ , è data da:

$$\bullet U(L_{EX,8h}) = k * u(L_{EX,8h})$$

- dove:
- $k = 1,65$  è un fattore di copertura, funzione dell'intervallo unilaterale di confidenza del 95%.



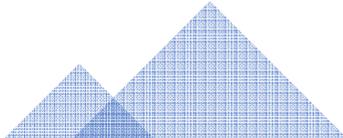
Pertanto, nella pratica, al fine di dimostrare la conformità ai valori di azione e al valore limite di esposizione stabiliti dalla normativa vigente, il confronto con detti valori avviene utilizzando per il livello di esposizione giornaliera  $L_{EX,8h}$ , l'estremo superiore dell'intervallo monolaterale corrispondente ad un livello di confidenza del 95%:

$$L'_{EX,8h} = L_{EX,8h} + U(L_{EX,8h})$$

dove:

- $U(L_{EX,8h}) = [k u(L_{EX,8h})]$  è l'*incertezza estesa* sul livello di esposizione giornaliera;
- $u(L_{EX,8h})$  è l'*incertezza combinata standard* sul livello di esposizione giornaliera;
- $k = 1,65$  è un fattore di copertura, funzione dell'intervallo unilaterale di confidenza del 95%.

**Valori da confrontare con il capo II del Titolo VIII del  
DLgs.81/2008**



- **C.2** Che caratteristiche **deve avere il personale qualificato** che esegue correttamente la valutazione del rischio e le misurazioni?

- Il **personale qualificato** risulta tale se in grado di effettuare la valutazione del rischio sulla base dei **requisiti previsti dall'art.190** e di redigere una relazione tecnica completa ed esaustiva **secondo i requisiti richiesti dal D. Lgs. 81/2008.**

Il D. Lgs. 42/2017 ha definito la figura del **Tecnico Competente in Acustica**, con competenze in acustica degli ambienti esterni, di vita e di lavoro, acquisite tramite corsi erogati da Università e da enti formatori accreditati dalle Regioni e ha istituito un elenco nazionale (ENTECA, Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica), **con l'obbligo di aggiornamento quinquennale.**

## CORSO ABILITANTE ALLA PROFESSIONE DI TCA (180 ore)

Contenuti minimi del corso

MODULO	Titolo	Ore minime (*)
I	Fondamenti di acustica	8
II	La propagazione del suono e l'acustica degli ambienti confinati	8
III	Strumentazione e tecniche di misura	16
IV	La normativa nazionale e regionale e la regolamentazione comunale	12
V	Il rumore delle infrastrutture di trasporto lineari	8
VI	Il rumore delle infrastrutture di trasporto aeroportuali	4
VII	Altri regolamenti nazionali e normativa dell'Unione europea	8
VIII	I requisiti acustici passivi degli edifici	8
IX	Critici acustivi per la pianificazione, ricicamento e controllo delle emissioni sonore	12
X	Rumore e vibrazioni negli ambienti di lavoro	8
XI	Acustica torinese	4
XII	Esercitazioni pratiche: uso dei fonometri e dei software di acquisizione	24
XIII	Esercitazioni pratiche: uso dei software per la progettazione in edilizia	12
XIV	Esercitazioni pratiche: uso dei software per la propagazione sonora	24

(\*) Ore minime per ogni modulo. La somma deve essere comunque superiore o uguale a 180

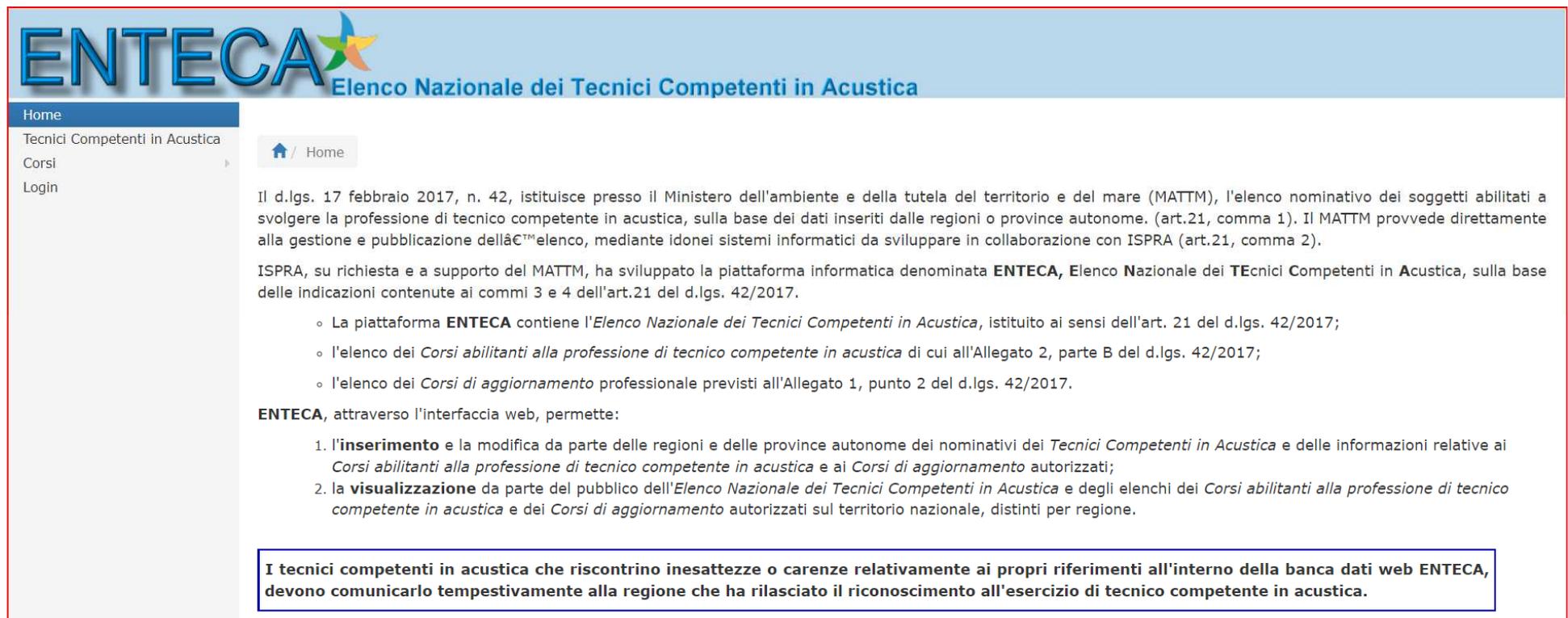
I corsi sono tenuti da università, enti o istituti di ricerca, albi, collegi e ordini professionali, nonché da soggetti idonei alla formazione, abilitati dalla regione e da un tavolo tecnico nazionale di coordinamento istituito presso il Ministero dell'ambiente, che possano documentare la presenza di docenti aventi la qualifica di tecnico competente in acustica e documentata esperienza nel settore.

L'**esame finale** è composto da 3 prove: una prova scritta, una orale ed una pratica. Per sostenere l'esame è necessario aver partecipato almeno all'80% delle ore di corso e a tutte le esercitazioni pratiche (Moduli XII, XIII, XIV).

## CLASSI DI LAUREA E DI LAUREA MAGISTRALE AMMESSI

<b>Classe delle lauree in:</b>	
L-17 scienze dell'architettura e dell'ingegneria edile dell'architettura	L-9 ingegneria industriale
L-7 ingegneria civile e ambientale	L-30 scienze e tecnologie fisiche
L-8 ingegneria dell'informazione	L-35 scienze matematiche
	L/SNT/4 professioni sanitarie della prevenzione
<b>Classi di laurea magistrale:</b>	
LM-4 architettura e ingegneria edile-architettura	LM-29 ingegneria elettronica
LM-17 fisica	LM-30 ingegneria energetica e nucleare
LM-20 ingegneria aerospaziale e astronautica	LM-31 ingegneria gestionale
LM-21 ingegneria biomedica	LM-32 ingegneria informatica
LM-22 ingegneria chimica	LM-33 ingegneria meccanica
LM-23 ingegneria civile	LM-34 ingegneria navale
LM-24 ingegneria dei sistemi edilizi	LM-35 ingegneria per l'ambiente e il territorio
LM-25 ingegneria dell'automazione	LM-40 matematica
LM-26 ingegneria della sicurezza	LM-44 modellistica matematico-fisica per l'ingegneria
LM-27 ingegneria delle telecomunicazioni	LM-53 scienza e ingegneria dei materiali
LM-28 ingegneria elettrica	LM-75 scienze e tecnologie per l'ambiente e il territorio

# Come posso verificare se un tecnico è Tecnico Competente in Acustica? Verifico l'iscrizione all'elenco ENTECA?



**ENTECA** Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica

Home

Tecnici Competenti in Acustica

Corsi

Login

Home

Il d.lgs. 17 febbraio 2017, n. 42, istituisce presso il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM), l'elenco nominativo dei soggetti abilitati a svolgere la professione di tecnico competente in acustica, sulla base dei dati inseriti dalle regioni o province autonome. (art.21, comma 1). Il MATTM provvede direttamente alla gestione e pubblicazione dell'elenco, mediante idonei sistemi informatici da sviluppare in collaborazione con ISPRA (art.21, comma 2).

ISPRA, su richiesta e a supporto del MATTM, ha sviluppato la piattaforma informatica denominata **ENTECA**, Elenco Nazionale dei **TE**cnici Competenti in **Ac**ustica, sulla base delle indicazioni contenute ai commi 3 e 4 dell'art.21 del d.lgs. 42/2017.

- La piattaforma **ENTECA** contiene l'*Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica*, istituito ai sensi dell'art. 21 del d.lgs. 42/2017;
- l'elenco dei *Corsi abilitanti alla professione di tecnico competente in acustica* di cui all'Allegato 2, parte B del d.lgs. 42/2017;
- l'elenco dei *Corsi di aggiornamento professionale* previsti all'Allegato 1, punto 2 del d.lgs. 42/2017.

**ENTECA**, attraverso l'interfaccia web, permette:

1. l'**inserimento** e la modifica da parte delle regioni e delle province autonome dei nominativi dei *Tecnici Competenti in Acustica* e delle informazioni relative ai *Corsi abilitanti alla professione di tecnico competente in acustica* e ai *Corsi di aggiornamento* autorizzati;
2. la **visualizzazione** da parte del pubblico dell'*Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica* e degli elenchi dei *Corsi abilitanti alla professione di tecnico competente in acustica* e dei *Corsi di aggiornamento* autorizzati sul territorio nazionale, distinti per regione.

**I tecnici competenti in acustica che riscontrino inesattezze o carenze relativamente ai propri riferimenti all'interno della banca dati web ENTECA, devono comunicarlo tempestivamente alla regione che ha rilasciato il riconoscimento all'esercizio di tecnico competente in acustica.**

<https://agentifisici.isprambiente.it/enteca/home.php>

[Home](#) / Tecnici Competenti in Acustica

**Numero Iscrizione  
Elenco Nazionale**

**Regione**

**Cognome**

**Nome**

Numero Iscrizione Elenco Nazionale	Regione	Cognome	Nome	Data pubblicazione in elenco	
---------------------------------------	---------	---------	------	------------------------------	--

# **Allegato 2: Requisiti acustici degli ambienti ad uso scolastico**

## Allegato 2: Requisiti acustici degli ambienti ad uso scolastico

Dopo circa **quarant'anni** dall'entrata in vigore del **D.M. 18/12/1975** "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi **compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica**", **recenti disposizioni legislative** hanno introdotto nuovi requisiti riguardanti il comfort acustico all'interno degli edifici pubblici e in particolare degli edifici scolastici

## **Allegato 2: Requisiti acustici degli ambienti ad uso scolastico**

Per questa categoria di ambienti di lavoro il **Decreto dell'11 ottobre 2017** “**Criteri ambientali minimi**” (CAM) fissa obiettivi acustici da rispettare per tutti gli **edifici pubblici di nuova costruzione** e oggetto di ristrutturazione. In particolare, il decreto CAM prevede per gli edifici scolastici il rispetto del livello di “**prestazione superiore**” in riferimento al prospetto A.1 dell'appendice A della norma **UNI 11367:2010**.

I descrittori acustici da utilizzare sono quelli definiti nella **UNI 11367:2010 per i requisiti acustici passivi delle unità immobiliari** e il **tempo di riverberazione e lo STI per l'acustica interna agli ambienti di cui alle norme UNI 11532-2:2020.**

# Fonoisolamento

## Fonoisolamento

Un contributo importante per ottenere un buon livello di confort acustico è dato dal corretto **isolamento dell'ambiente in esame**. Rumori provenienti **dall'esterno** e **dagli ambienti attigui** possono determinare un innalzamento del rumore di fondo e disturbare la comprensione del parlato.

Parametro di riferimento	U.d.M.	Prestazione di base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$	dB	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, $R'_w$	dB	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari, $L'_{n,w}$	dB	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, $L_{ic}$ in ambienti diversi da quelli di installazione	dB(A)	32	28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, $L_{id}$ in ambienti diversi da quelli di installazione	dB(A)	39	34
<b>Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, <math>D_{nT,w}</math></b>	<b>dB</b>	<b>50</b>	<b>55</b>
<b>Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, <math>D_{nT,w}</math></b>	<b>dB</b>	<b>45</b>	<b>50</b>
<b>Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, <math>L'_{nw}</math></b>	<b>dB</b>	<b>63</b>	<b>53</b>

Importante sottolineare che, rispetto al D.P.C.M. del 5/12/97, la nuova norma introduce **3 ulteriori valori da verificare all'interno dei plessi scolastici** (e ospedalieri) **che riguardano l'isolamento tra locali attigui afferenti alla stessa unità immobiliare.**

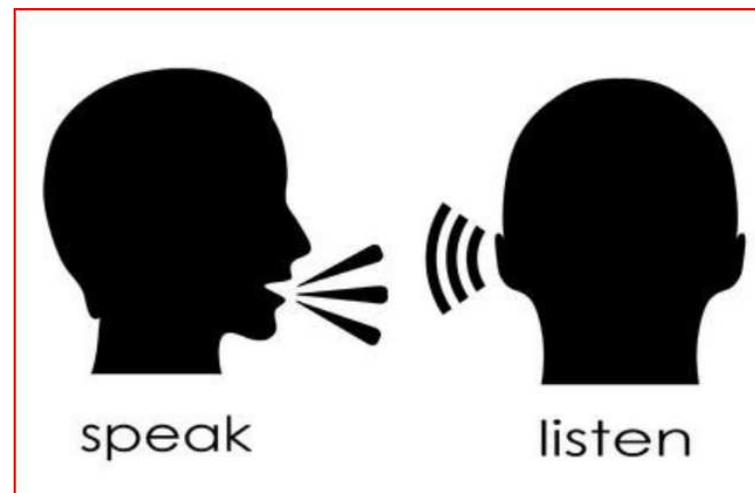
## Fonoisolamento novità

Questo aspetto risulta essere decisamente importante poiché il precedente decreto prevedeva il rispetto dei limiti esclusivamente tra **unità immobiliari differenti** (subalterni diversi a livello catastale). **D.P.C.M. del 5/12/97**

Valori di riferimento per il descrittore STI  
(Speech Transmission Index)

## Valori di riferimento per il descrittore STI (Speech Transmission Index)

Con intelligibilità del parlato si intende la **comprensibilità** di un suono, di una conversazione, da parte di un ascoltatore. Questa caratteristica risulta, sotto il punto di vista acustico, decisamente rilevante, e svariati sono anche i sistemi di misurazione utilizzati per quantificarla rispetto ad uno spazio preciso



	< 250 m <sup>3</sup>	≥ 250 m <sup>3</sup>
<b>Senza impianto di amplificazione o con impianto spento</b>	≥ 0,55 con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 60 dB(A).	≥ 0,50 con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 70 dB(A).
<b>Con impianto di amplificazione</b>	≥ 0,60 con segnale di emissione come in normali condizioni d'uso dell'impianto di amplificazione	

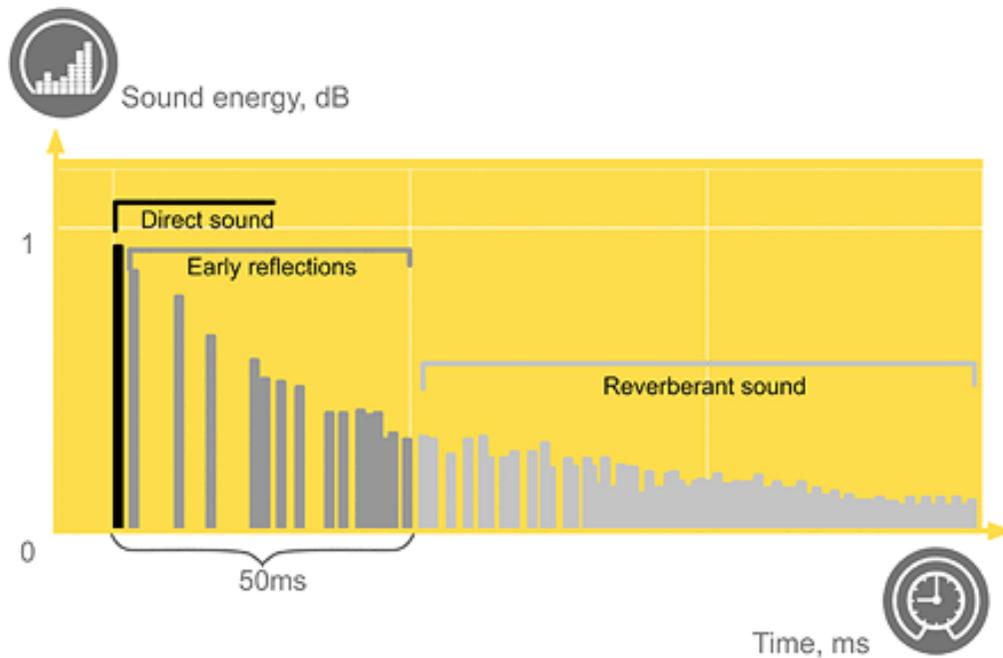
Valori di riferimento per il descrittore C50

## Valori di riferimento per il descrittore $C_{50}$

Il descrittore  $C_{50}$  (Chiarezza del parlato) può essere applicato in alternativa allo STI esclusivamente per ambienti di dimensioni inferiori ai **250 m<sup>3</sup>**. Per ambienti di volume  $\geq 250$  m<sup>3</sup> si applica esclusivamente lo STI.

# Valori di riferimento per il descrittore $C_{50}$

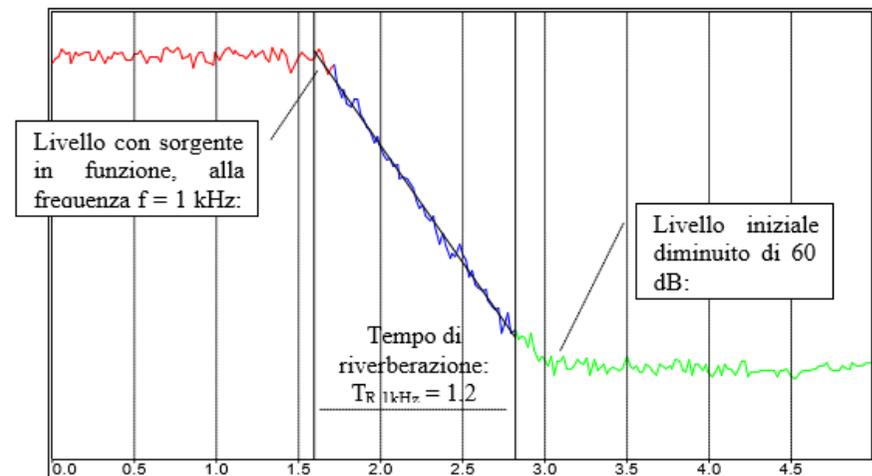
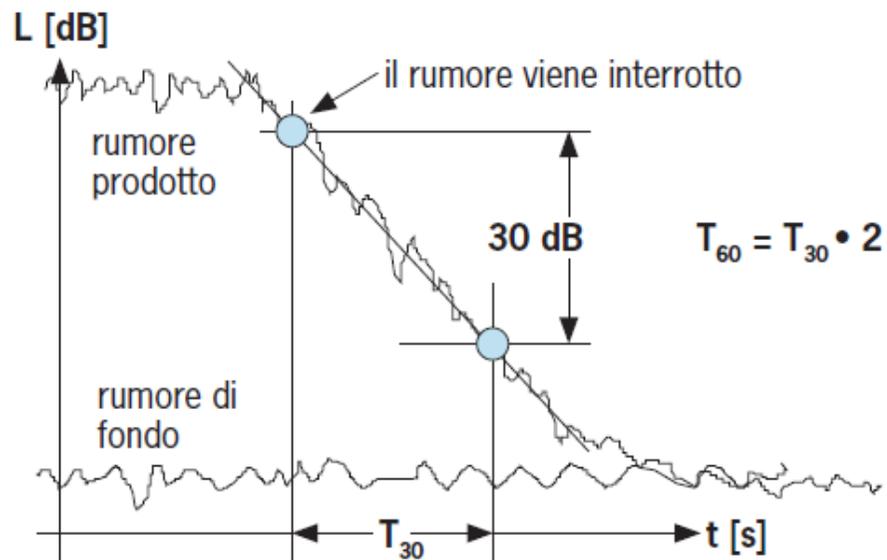
Il primo suono che raggiunge l'ascoltatore viene chiamato suono diretto. Esso viene seguito dalle riflessioni iniziali. **Le riflessioni iniziali che raggiungono l'ascoltatore entro 50 ms sono integrate nel suono diretto** e quindi hanno un effetto positivo sulla chiarezza del discorso. Le riflessioni che arrivano in seguito possono essere percepite come fastidiose.



I valori di riferimento per  $C_{50}$  sono indicati nel Prospetto 5. Sono riferiti ad ambienti arredati e con la presenza di due persone al massimo.

	$< 250 \text{ m}^3$
<b>Senza impianto di amplificazione</b>	$\geq 2 \text{ dB}$

# Valori di riferimento del tempo di riverberazione



**Tempo di riverberazione ottimale  $T_{ott}$  per i diversi ambienti (UNI 11350-2) nel caso esaminato è la categoria A5**

<b>Categoria</b>	<b><u>Ambiente occupato all'80%</u></b>	
<b>A1</b>	$T_{ott,A1} = (0,45\log V + 0,07)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 1000 \text{ m}^3$
<b>A2</b>	$T_{ott,A2} = (0,37\log V - 0,14)$	$50 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$
<b>A3</b>	$T_{ott,A3} = (0,32\log V - 0,17)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$
<b>A4</b>	$T_{ott,A4} = (0,26\log V - 0,14)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 500 \text{ m}^3$
<b>Categoria</b>	<b><u>Ambiente non occupato</u></b>	
<b>A5</b>	$T_{ott,A5} = (0,75\log V - 1,00)$ $T_{ott,A5} = 2,00$	$200 \text{ m}^3 \leq V < 10000 \text{ m}^3$ $V \geq 10000 \text{ m}^3$

# **Rumorosità in ambiente**

# Rumorosità in ambiente

La norma UNI 11532-2 fissa valori di riferimento per la determinazione del rumore complessivo per le diverse destinazioni d'uso degli ambienti arredati ma non occupati ai fini:

- - di una chiara comprensione del parlato nel rapporto insegnante-alunno;
- - di una chiara comprensione del parlato tra alunni.

Il rumore complessivo in un ambiente è determinato da:

- 1. **Rumore dovuto a sorgenti esterne alla scuola** (rumore da traffico veicolare o ferroviario, rumore da attività commerciali o industriali, ecc.)
- 2. **Rumore di impianti a funzionamento continuo a servizio dell'ambiente** (impianti di ventilazione meccanica, riscaldamento, raffrescamento, bocchette, ecc.)

Tabella: Valori di riferimento per il livello di rumore in ambiente (UNI 11532-2)

<b>Destinazione d'uso</b>	<b><math>L_{amb}</math> dB(A)</b>
Aule e Biblioteche < 250 m <sup>3</sup>	≤ 38
Aule e Biblioteche ≥ 250 m <sup>3</sup>	≤ 41
Ufficio singolo	≤ 38
Ambienti espositivi, spazi di studio	≤ 48
Palestre, piscine, uffici amministrativi, laboratori, aree aperte al pubblico, mense, corridoi, reception / area desk (bidelleria)	≤ 48

**Grazie per l'attenzione.**

**Annesi Diego**

**D.annesi@inail.it**