

Corso di aggiornamento Centro Studi CNI

5 maggio 2025

## **D.Lgs. 81/08**

# **Aggiornamento sulla valutazione del rischio rumore nei luoghi di lavoro**

Pietro Nataletti

*Dirigente di Ricerca INAIL  
Responsabile Laboratorio Rischio Agenti Fisici*

[\*p.nataletti@gmail.com\*](mailto:p.nataletti@gmail.com)

# Malattie Professionali da Agenti Fisici

Malattie professionali denunciate all'INAIL per settore IC-10 e anno di protocollazione nel periodo 2014-2023

Gestione: Industria e Servizi, Agricoltura, Dipendenti Conto Stato  
(Fonte: Banca Dati Statistica INAIL)

Malattia	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Disturbi disco lombare (MMC + WBV)	5.706	6.395	5.991	5.801	5.973	5.851	4.811	5.655	6.078	6.710
Ipoacusia da rumore e trauma acustico	4.728	4.758	4.776	4.569	4.593	4.323	2.933	3.653	3.924	4.457
Malattie da vibrazioni HAV (Sindrome di Raynaud)	173	172	191	136	104	111	65	88	57	70
Sindrome del Tunnel Carpale (MR + Posture + Forza + HAV)	6.227	6.200	6.559	6.133	6.478	6.410	4.630	5.885	6.459	7.578
Malattie dell'occhio (RI + RO)	105	101	114	102	80	72	47	40	46	47

- Ipoacusie, 1° malattia professionale assoluta fino al 2008, ora è la 4°

# D.Lgs. 81/08 - Titolo VIII “Agenti Fisici”

## Capo I Disposizioni generali

### **Articolo 181 -Valutazione dei rischi**

1. *Nell’ambito della valutazione di cui all’articolo 28, il datore di lavoro valuta **tutti** i rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione con particolare riferimento alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi*

2. *La valutazione dei rischi derivanti da esposizioni ad agenti fisici è programmata ed effettuata, con **cadenza almeno quadriennale**, da personale qualificato nell’ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso di specifiche conoscenze in materia.....*  **Oggi c’è il TCA**

3. *Il datore di lavoro nella valutazione dei rischi precisa quali **misure di prevenzione e protezione** devono essere adottate. La valutazione dei rischi ... può includere una **giustificazione** del datore di lavoro secondo cui la natura e l’entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione dei rischi più dettagliata..*

**Rischi per la salute (es. uditivi e extrauditivi) e per la sicurezza**

Tecnici Competenti in  
Acustica

Corsi



Corsi abilitanti

Corsi di  
aggiornamento

## Tecnici Competenti in Acustica

🏠 / Tecnici Competenti in Acustica



Numero iscrizione elenco nazionale

Autorità Competente

Regione Lazio



Cognome

Nome

Cerca

	Numero iscrizione elenco nazionale	Autorità Competente	Cognome	Nome	Data pubblicazione elenco
	11	Regione Lazio	Cattacin	Dino	10/12/18
	227	Regione Lazio	Verro	Antonino	10/12/18
	322	Regione Lazio	FRANCESCONI	Eleuterio	10/12/18
	323	Regione Lazio	FRANCESCONI	Mauro	10/12/18
	325	Regione Lazio	ARCARO	Angelo	10/12/18

<https://enteca.isprambiente.it/Home>

## **Articolo 182**

### **Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi**

- ✓ 1. Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici **sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo.**

La riduzione dei rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici si basa sui principi generali di prevenzione contenuti nel presente decreto.

- ✓ 2. **In nessun caso i lavoratori devono essere esposti a valori superiori ai valori limite di esposizione** definiti nei capi II, III, IV e V.

**Gerarchia degli interventi**

**Valori limite veri**

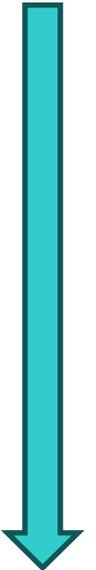
## ***Articolo 182***

***Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi***

**Interventi di prevenzione tecnici sulle fonti**  
***(primari o secondari)***

**Interventi sulle vie di propagazione**

**Interventi di protezione sui ricettori**  
***(collettivi o personali)***



# Agenti Fisici

## D.Lgs. 81/08 TITOLO VIII

- Disposizioni generali (capo I)
- Ultrasuoni, Infrasuoni (capo I)
- Microclima (capo I)
- Atmosfere iperbariche (capo I)
- Rumore (capo II)
- Vibrazioni (capo III)
- Campi elettromagnetici (statici/ELF/RF/M.O, capo IV)
- Radiazioni Ottiche *artificiali* (capo V)

# Agenti Fisici

## D.Lgs. 81/08 TITOLO VIII

- Disposizioni generali (capo I)
- Ultrasuoni, Infrasuoni (capo I)
- Microclima (capo I)
- Atmosfere iperbariche (capo I)
- **Rumore (capo II)**
- Vibrazioni (capo III)
- Campi elettromagnetici (statici/ELF/RF/M.O)  
(capo IV, NUOVO)
- Radiazioni Ottiche *artificiali* (capo V)

**D.Lgs. 81/08 - Titolo VIII – AGENTI FISICI**  
**Capo II – Protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione al rumore durante il lavoro**

**Articolo 187**  
***Campo di applicazione***

1. Il presente capo determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione al rumore durante il lavoro e in particolare per l'udito.

**Tutti i rischi per la salute e la sicurezza  
derivanti da rumore**

# Articolo 190

## *Valutazione del rischio*

1. Nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'art. 181, il datore di lavoro valuta l'esposizione dei lavoratori al rumore durante il lavoro, prendendo in considerazione in particolare:
  - a) Il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi incluso il **rumore impulsivo**;
  - b) I valori limite di esposizione e i valori di azione di cui all'articolo 189;
  - c) tutti gli effetti sulla salute e sicurezza dei **lavoratori particolarmente sensibili** al rumore, con particolare riferimento alle donne in gravidanza e ai minori;

### **Attenzione al rumore impulsivo**

### **Attenzione ai lavoratori particolarmente sensibili**

**Arresto da tre a sei mesi o ammenda da 2.740 a 7.014 Euro (DdL)**

# Articolo 190

## *Valutazione del rischio*

- d) per quanto possibile a livello tecnico, tutti gli effetti sulla salute e sicurezza derivanti da interazione fra rumore e **sostanze ototossiche** connesse con l'attività svolta e fra rumore e **vibrazioni**;
- e) tutti gli effetti indiretti sulla salute e sulla sicurezza risultanti da interazione fra rumore e **segnali di avvertimento** o altri suoni che vanno osservati al fine di ridurre il rischio di infortuni;
- f) le **informazioni sull'emissione di rumore** fornite dai costruttori dell'attrezzatura di lavoro in conformità alle vigenti disposizioni in materia;
- g) ....

**Valutazione dei fattori acustici e non acustici**

# Rumore impulsivo (art. 190, comma 1, lett. a)

**Tenere conto nella valutazione del rischio la presenza di componenti impulsive nel rumore ambientale:**

- Il livello di picco  $L_{\text{picco,C}}$  è solo parzialmente un indicatore del rumore impulsivo
- Il tecnico dovrebbe identificare e caratterizzare (nel tempo e nella frequenza) gli eventi impulsivi
- Il criterio della UNI 9432 non è corretto e tecnicamente superato:

$$\Delta KI = L_{\text{Aeq,I,T}} - L_{\text{Aeq,T}} \geq 3 \text{ dB(A)}$$

# Rumore impulsivo (art. 190, comma 1, lett. a)

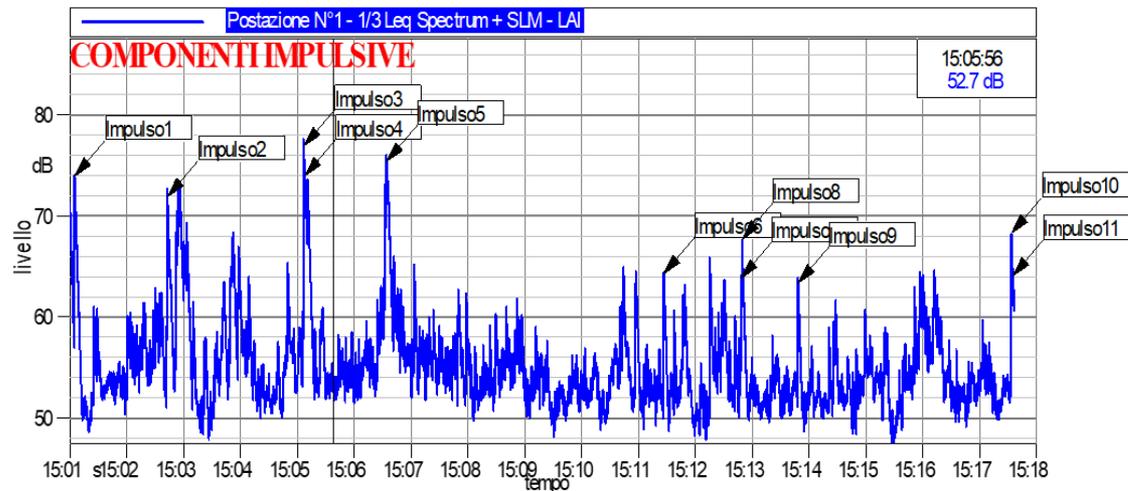
– Il metodo previsto dal D.M. 16.3.98 (rumore ambientale) è consigliabile:

evento ripetitivo;

differenza tra  $L_{AImax}$  e  $L_{ASmax} > 6$  dB

durata dell'evento a  $-10$  dB dal valore  $L_{AFmax} < 1$  s

*Grafico per rappresentazioni delle componenti impulsive.*



# Lavoratori particolarmente sensibili (art. 190, comma 1, lett. c)

## Chi sono?

- **Lavoratrici madri (D.Lgs.151/2001)**
- **Lavoratori minori (D.Lgs. 262/2000)**
- **Lavoratori che svolgono mansioni usuranti in ambienti termici severi freddi**
- **Lavoratori otolabili e/o otosensibili e/o ipoacusici a causa di malattie pregresse o di fattori congeniti**

# Sostanze ototossiche (art. 190, comma 1, lett. d)

Tenere conto nella valutazione del rischio l'interazione tra rumore e sostanze ototossiche:

## a) Farmaci (occupazionali/non occupazionali)

- **Gentamicina** (antibiotico)
- **Streptomicina** ( “ )
- **Kanamicina** ( “ )
- **Tobramicina** ( “ )
- **Neomicina** ( “ )
- **Cisplatino** (antineoplastico)
- **Acido acetilsalicilico** (aspirina)
- **Furosemide** (diuretico)

# Sostanze ototossiche

FARMACI OTOTOSSICI				VERTIGINI	ACUFENI	PERDITA UDIVIVA
<b>ANTIBIOTICI</b>						
CHINOLONICI						
	CINOXACINA	NA (CINOBAC)		SI	SI	
	LEVOXACIN	INA (LEVOXACIN, PRIXAR, TAVANIC)		SI	SI	
AMINOGLICOSIDI						
	KANAMICINA			SI	SI	SI
	AMICACINA (BBK8)			SI	SI	SI
	TOBRAMICINA					
	GENTAMICINA	(GENTALYN)		SI	SI	SI
MACROLIDI						
	ERITROMICINA	ERITROCINA				SI (REVERSIBILE)
	AZITROMICINA	(ZITROMAX, TROZOCINA, ECC.)		SI	SI	SI (REVERSIBILE)
	CLARITROMICINA	(KLACID, MACLADIN, VECL)	ECLAM	SI	SI	SI (REVERSIBILE)
<b>DIURETICI</b>						
	AC. ETACRINICO			SI		
	FURESEMIDE	(LASIX)			SI	SI
<b>ANTI IPERTENSIVI</b>						
ACE-INIBITORI						
	MOEXIPRIL CLORIDRATO (FEMIPRES, PRIMOXIL)				SI	
	ENALAPRIL MALEATO (ENAPREN, CONVERTEN)			SI	SI	
	ZOFENOPRIL (BIFRIL, ZOPRANOL, ECC..)			SI	SI	
SARTANI						
	IBESARTAN	(APROVEL)		SI		
CALCIOANTAGONISTI						
	LACEDIPINA			SI		
	AMLODIPINA	(NORVASC, ANTACAL, ECC..)		SI		
	NICARDIPINA CLORIDRATO	(PERDIPINA, ECC)		SI	SI	

Effetti uditivi

Effetti sulla sicurezza

Dati desunti dal British National Formulary

# Sostanze ototossiche

Tenere conto nella valutazione del rischio l'interazione tra rumore e sostanze ototossiche:

## **b) tossici industriali:**

- **solventi (toluene, stirene, xilene, n-esano, etilbenzene, acqua regia,...)**
- **gas (disolfuro di carbonio  $CS_2$ , ossido di carbonio CO, acido cianidrico HCN, ...)**
- **metalli (piombo, cadmio, mercurio, ...)**
- **.....**

# Sostanze ototossiche

(G. Discalzi e altri, G Ital Med Lav Erg 2011)

- *Categoria I. Dati sull'uomo indicano effetti ototolesivi per valori al di sotto o vicini agli OELs (Occupational Exposure Levels). Ci sono anche forti evidenze sperimentali sull'animale a supporto di un effetto lesivo.*

(toluene, stirene, disolfuro di carbonio CS<sub>2</sub>, piombo Pb, mercurio Hg, monossido di carbonio CO)

- *Categoria II. Dati sull'uomo sono mancanti laddove i dati sull'animale indicano un effetto uditivo al di sotto o vicini agli OELs.*

(xileni, etilbenzene, acido cianidrico HCN)

- *Categoria III. Dati sull'uomo sono scarsi o assenti. I dati sull'animale indicano un effetto uditivo per livelli nettamente superiori agli OELs.*

(tricloroetilene, n-esano, clorobenzene e n-eptano, miscele di solventi e pesticidi)

# Segnali di avvertimento (art. 190, comma 1, lett. e)

Tenere conto nella valutazione del rischio l'interazione tra rumore e segnali acustici di avvertimento. Questi devono essere udibili, discriminabili e inequivocabili.

## a) Udibilità

Segnale di almeno 65 dB(A) e 15 dB(A) superiore al rumore ambientale. Se questo è superiore a 110 dB è necessario associare un segnale luminoso a quello acustico.

## b) Discriminabilità

Tre sono i parametri che determinano la discriminabilità: livello sonoro, distribuzione temporale e composizione spettrale. Almeno due devono differire nettamente dal rumore ambientale; l'intervallo di frequenze deve essere compreso tra 300-3000 Hz e la frequenza di ripetizione compresa tra 0,5 e 5 s.

## c) Inequivocabilità.

I segnali acustici pulsanti sono preferibili a quelli costanti nel tempo. I profili temporali e in frequenza di diversi segnali acustici di pericolo devono essere sensibilmente diversi tra loro.

## Informazioni sull'emissione di rumore (art. 190, comma 1, lett. f)

Tenere conto nella valutazione del rischio della certificazione acustica dei costruttori riportata nei libretti di uso e manutenzione, ai sensi della Direttiva Macchine e delle direttive di prodotto:

- **D.Lgs. 17/2010 (Direttiva Macchine 2006/42/CE)**
- **D.Lgs. 262/2002 (Direttiva macchine all'aperto 2000/14/CE)**
- **2009/76/CE (Direttiva trattori)**
- **D.Lgs. 37/2010 (Direttiva dispositivi medici 2007/47/CE)**
- **.....**

***Art. 15 Misure generali di tutela***

***Art. 192 Misure di prevenzione e protezione***

# Certificazione acustica delle macchine

I costruttori (D.Lgs. 17/2010, Regolamento (Ue) 2023/1230 a partire dal 14.1.2027) sono obbligati alla rilevazione di alcune grandezze relative all'emissione acustica del macchinario da indicare nel libretto d'uso e manutenzione associato. In tale libretto devono figurare indicazioni relative al:

- **livello di pressione acustica continuo equivalente ponderato A ( $L_{Aeq}$ ) nei posti di lavoro se questo supera i 70 dB(A). In caso contrario deve essere dichiarato il non superamento;**
- **in aggiunta al precedente anche il livello di potenza acustica ( $L_{WA}$ ) emesso dalla macchina, quando il livello di pressione acustica continuo equivalente ponderato A nei posti di lavoro supera gli 80 dB(A);**
- **valore massimo di pressione acustica istantanea ponderata C nelle postazioni di lavoro, se questo supera i 130 dB(C).**

**Certificazione nelle reali condizioni di funzionamento  
(min, max) e indicazione dell'incertezza K**

# I nuovi dati di certificazione (D.Lgs. 17/2010) si sommano al fattore di correzione K (EN ISO 20643:2005)

## Informazioni sulla rumorosità e sulla vibrazione

Valori misurati conformemente alla norma EN 60745.	3 601 ...	H20 ... H27 ... H21 ...	H22 ... H23 ... H24 ... H25 ... H26 ...	H29 ...
Il livello di rumore stimato A dell'apparecchio ammonta normalmente a				
Livello di pressione acustica	dB(A)	91	91	91
Livello di potenza sonora	dB(A)	102	102	102
Incertezza della misura K=	dB	3	3	3
<b>Usare la protezione acustica!</b>				
Valori complessivi di oscillazioni (somma vettoriale in tre direzioni) misurati conformemente alla norma EN 60745:				
Levigatura della superficie (sgrossatura):				
Valore di emissione oscillazioni $a_h$	m/s <sup>2</sup>	5,5	8,5	7,0
incertezza della misura K=	m/s <sup>2</sup>	2,0	2,0	2,0
Levigatura con foglio abrasivo:				
Valore di emissione oscillazioni $a_h$	m/s <sup>2</sup>	3,0	3,0	3,0
incertezza della misura K=	m/s <sup>2</sup>	1,5	1,5	1,5

# In Relazione Tecnica (FAQ)

**Figura 2.1:** schema di quadro sinottico delle principali informazioni acustiche e non, rilevanti ai fini della valutazione del rischio rumore

Cognome e Nome	Mansione	Parametro di riferimento	$L_{EX}$ dB(A)	$L_{picco,C}$ dB(C)	Esposizione a vibrazioni	Esposizione a ototossici	Rumori impulsivi
C4 N4	<i>Sbavatore</i>	$L_{EX,8h}$	95,5	132	HAV	no	no
C5 N5	<i>Sbavatore</i>	$L_{EX,8h}$	95,5	132	HAV	no	no
C8 N8	<i>Magazziniere-Raddrizz.tubi</i>	$L_{picco,C}$	83,8	138	no	no	si
C6 N6	<i>Fresatore</i>	$L_{EX,w}$	86,3	108	HAV	no	no
C1 N1	<i>Addetto Presse e Cesoie</i>	$L_{EX,8h}$	81,0	125	WBV	no	si
C2 N2	<i>Addetto Presse e Cesoie</i>	$L_{EX,8h}$	81,0	125	WBV	no	si
C3 N3	<i>Addetto Presse e Cesoie</i>	$L_{EX,8h}$	81,0	125	WBV	no	si
C7 N7	<i>Carrellista – Lavaggio pezzi</i>	$L_{EX,w}$	81,8	112	WBV	Tricloro- etilene	si

***Più eventuali altre colonne  
(lavoratori particolarmente sensibili, segnali di avvertimento, ...)***

# Articolo 190

## *Valutazione del rischio*

2. Se, a seguito della valutazione di cui al comma 1 può fondatamente ritenersi che i valori inferiori di azione possono essere superati, il datore di lavoro misura i livelli di rumore cui i lavoratori sono esposti, i cui risultati sono riportati nel documento di valutazione.
3. I metodi e la strumentazione utilizzati devono essere adeguati alle caratteristiche del rumore da misurare, alla durata dell'esposizione e ai fattori ambientali secondo le indicazioni delle norme tecniche. I metodi utilizzati possono includere la campionatura, purché sia rappresentativa dell'esposizione del lavoratore.

**Obbligo di misurazione al superamento di  
80 dB(A)  $L_{EX}$  e/o 135 dB(C)  $L_{peak}$ ,  
che rimane l'unico metodo ammesso**

**Arresto da tre a sei mesi o ammenda da 2.192 a 4.384 Euro (DdL)**

# Misura e valutazione del rischio (art. 190)

NORMA EUROPEA	Acustica Determinazione dell'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro Metodo tecnico progettuale	UNI EN ISO 9612
	Acoustics Determination of occupational noise exposure Engineering method	MARZO 2011
<p>La norma descrive un metodo tecnico progettuale per la misurazione dell'esposizione al rumore dei lavoratori nell'ambiente di lavoro e il calcolo del livello di esposizione sonora. Ai fini della legislazione vigente, la norma è da considerarsi complementare alla UNI 9432 la quale, avendo degli argomenti sovrapposti, è stata opportunamente revisionata.</p> <p>Rispetto alla UNI 9432:2008, elaborata specificatamente a supporto della legislazione nazionale vigente, la norma:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- richiede un impiego superiore di tempo per le misurazioni per calcolare il livello di esposizione personale al rumore del lavoratore;</li><li>- le procedure per il calcolo dell'incertezza differiscono, richiedendo l'inserimento di un maggior numero di misurazioni e di parametri, a parità di condizioni;</li><li>- la trattazione dell'esposizione dei gruppi omogenei di lavoratori non tiene conto del carattere individuale dell'esposizione.</li></ul>		

**$L_{EX,8h}$  per compiti**

**$L_{EX,8h}$  per mansioni**

**$L_{EX,8h}$  su giornata intera**

**Nuovo metodo per l'incertezza**

# Misura e valutazione del rischio (art. 190)

NORMA ITALIANA	<b>Acustica</b> <b>Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro</b>	UNI 9432
		MARZO 2011
	Acoustics Determination of occupational noise exposure	
	<p>La norma, revisione della UNI 9432:2008, è stata necessaria per l'emanazione della UNI EN ISO 9612 che è parallela ad essa. Entrambe sono finalizzate a valutare i livelli di esposizione giornaliera, settimanale e di picco utilizzabili per gli adempimenti previsti dalla legislazione vigente.</p> <p>La norma si applica a tutti gli ambienti di lavoro, ad esclusione di quelli per cui sono previste normative specifiche.</p> <p>La nuova UNI 9432, rispetto alla UNI EN ISO 9612, contiene puntualizzazioni in merito a particolari problemi, alcuni metodi semplificati per la valutazione dei livelli sonori di esposizione (utili per ridurre i tempi di misurazione e di calcolo, garantendo comunque l'affidabilità del risultato), i criteri di valutazione di aspetti non descritti nella UNI EN ISO 9612, e in specifico:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- dei metodi di calcolo della protezione offerta dai DPI uditivi ed alla loro efficacia nelle situazioni reali di utilizzo;</li><li>- un metodo per valutare il superamento o meno delle soglie previste dalla legislazione vigente.</li></ul> <p>La norma rimanda alla UNI EN ISO 9612 per gli argomenti comuni.</p>	

## “Integra” la UNI EN ISO 9612

$L_{EX,LT}$  e relativa incertezza

$L_{c,picco}$  e relativa incertezza

$L_{EX,8h}$  su giornata intera

**Guida all'uso dei DPI-u**

**Confronto con i limiti di legge**

# Misura e valutazione del rischio (art. 190)

RAPPORTO  
TECNICO

Acustica  
**Valutazione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro per lavoratori che utilizzano sorgenti sonore situate in prossimità dell'orecchio**

UNI/TR 11450

GIUGNO 2012

Acoustics

Assessment of exposure to noise in the workplace for workers who use sound sources placed close to the ear

Il rapporto tecnico descrive i metodi per la misurazione dei livelli di pressione sonora, continui equivalenti e di picco, e delle relative incertezze, ai quali risulta esposto un lavoratore che opera utilizzando sorgenti sonore poste in prossimità dell'orecchio o all'interno del condotto uditivo, quali cuffie e auricolari, oppure cuffie di protezione con sistemi di comunicazione audio.

Il rapporto tecnico fa riferimento alla UNI EN ISO 11904-1 (tecnica MIRE, microfono posto nel condotto uditivo); o alla UNI EN ISO 11904-2 (tecnica del manichino); o alla ETSI EG 202 518 V1.1.1, che descrive un metodo elettroacustico, basato sulla misurazione del segnale elettrico all'ingresso del dispositivo auricolare indossato e la conversione in livello sonoro.

Per il calcolo del livello di esposizione giornaliera o settimanale al rumore e di picco, la quantificazione delle relative incertezze e il confronto con i valori di legge, si rimanda alla UNI EN ISO 9612 e alla UNI 9432.

“Integra” le UNI EN ISO 9612 e UNI 9432 per gli operatori che indossano dispositivi auricolari “attivi”

- Metodo del microfono miniaturizzato (MIRE)
- Metodo del manichino
- Metodo elettro-acustico

# Fonometri integratori / UNI EN ISO 9612

**Conformi alla classe 1 o 2** della CEI EN 61672-1  
(Fonometri conformi alle ritirate CEI EN 60651 e CEI EN 60804 validi finché è possibile la taratura)

Microfono nella posizione della testa del lavoratore, in sua assenza, o a 10-40 cm dall'orecchio

**Tarati biennialmente** da un centro LAT (Laboratorio di Taratura, accreditato da ACCREDIA) o EA (European Cooperation for Accreditation) o ILAC-MRA (International Laboratory Accreditation Cooperation Mutual Recognition Arrangement)

**Calibrati prima e dopo le misure** con un calibratore conforme alla classe 1 della CEI EN 60942



**Il D.Lgs. 81/08 sulla strumentazione rimanda alle norme tecniche**

# Classi di precisione dei fonometri integratori

La CEI EN 61672:2003 (*“Elettroacustica – Misuratori del livello sonoro”*) stabilisce due classi di strumenti, la classe 1 e la classe 2. In generale le specifiche per i fonometri di classe 1 e di classe 2 hanno gli stessi valori teorici e differiscono principalmente nei limiti di tolleranza (0,7 dB vs 1,5 dB) e nella gamma di temperature di funzionamento.

**OK i fonometri di classe 2 ma ricordarsi che sono meno precisi!**

# Dosimetri individuali/ UNI EN ISO 9612

Misuratori personali del livello di esposizione sonora

Requisiti fissati dalla CEI EN 61252 e **conformi alla classe 1 0 2** della CEI EN 61672-1

**Tarati biennialmente** da un centro LAT

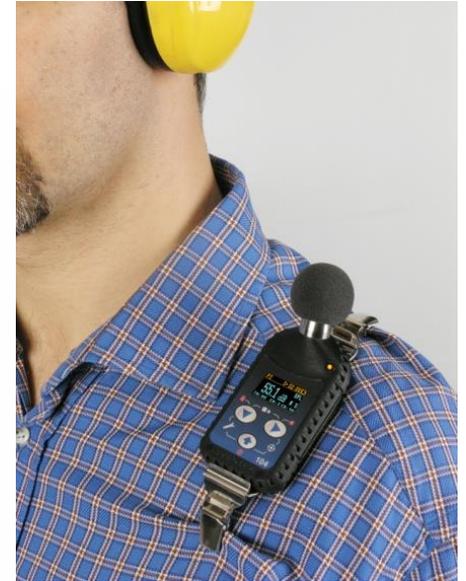
**Calibrati prima e dopo le misure**

Microfono a 10 cm dall'orecchio e a 4 cm dalla spalla

Non abbiano livelli di taglio

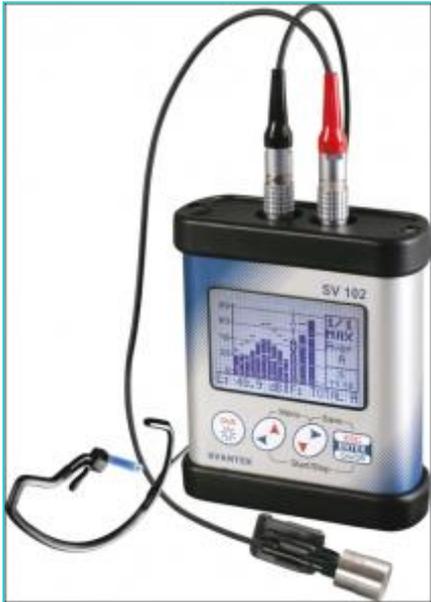
Attenzione alle temperature estreme e alle alte frequenze

Misura presenziata dal tecnico



**Rivalutazione dei dosimetri**

# La misura: strumentazione + protocolli PAF



# UNI EN ISO 9612:2011

**3.5** **compito:** (rumore professionale) Una parte distinta dell'insieme delle attività svolte dal lavoratore.

La figura 1 illustra la gerarchia di mansioni e compiti.

**3.6** **mansione:** (rumore professionale) Somma complessiva delle attività svolte dal lavoratore, consistente nell'insieme dei compiti svolti durante l'arco completo della giornata lavorativa o di un turno.

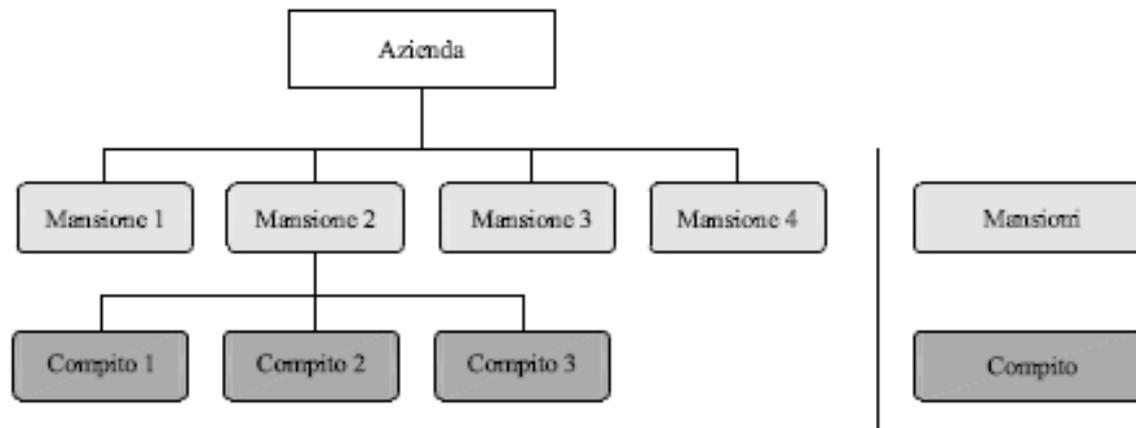
**Nota** Un lavoratore spesso ha un titolo che denota la sua mansione, a volte al titolo è associata una descrizione supplementare al fine di assicurare una chiara identificazione del soggetto, per esempio "saldatore - linea di processo A".

La figura 1 illustra la gerarchia di mansioni e compiti.

figura 1 Un esempio illustrativo della gerarchia di mansioni e compiti

Legenda

Mansione 1	Addetti ai ponteggi	Compito 1	Pianificazione
Mansione 2	Saldatori	Compito 2	Rettifica
Mansione 3	Imbianchini	Compito 3	Saldatura
Mansione 4	Magazzinieri		



## UNI EN ISO 9612:2011

$L_{EX}$  per compiti: minimo 3 misure per ogni  $L_{Aeq}$  di durata minima 5', minimo tre  $L_{Aeq}$  per compito

$L_{EX}$  per mansioni: minimo 5h di tempo di misura complessivo suddiviso in almeno 5 campioni

$L_{EX}$  su giornata intera: utilizzo di misuratori personali o di fonometri integratori sull'intera giornata lavorativa, tre misure su giornata intera

Fonometri integratori e/o dosimetri di classe 1 o 2

Calibratori di classe 1, max scostamento di 0,5 dB tra la calibrazione iniziale e finale

# UNI EN ISO 9612:2011 - Esempio

## Quesito

Buongiorno Dott. Nataletti, come le ho accennato al telefono, vorrei avere un suo parere in merito alla pianificazione dei rilievi dei livelli di esposizione al rumore in un call center. Nel caso in questione, il call center impiega ca 350 addetti che indossano la stessa marca e modello di auricolari e che svolgono la medesima tipologia di attività in cuffia (per tipologia e durata media delle telefonate). La variabilità dei livelli di esposizione sarà così legata alla sola impostazione del volume in cuffia. Non potendo per ovvi motivi analizzare l'esposizione di tutti i singoli operatori, mi chiedo quale fosse il campione rappresentativo per poter ricavare un valore realmente rappresentativo del livello di esposizione legato alla mansione. In prima battuta sceglierei un campione di almeno n.10 operatori ed eseguire le misure secondo le indicazioni della UNI/TR 11450 (tempo minimo di 15 min di effettiva conversazione per un numero minimo di cinque telefonate). Secondo lei tale numero è idoneo? In attesa di riscontro e ringraziandola sin d'ora per il prezioso supporto tecnico, le invio i miei più cordiali saluti.

## Risposta

**Se lei vuole adottare la strategia per mansioni e ritiene tutti i 350 addetti un unico gruppo omogeneo, allora la UNI EN ISO 9612:2011 stabilisce al punto 10.2 la strategia di misurazione, che prevede 17 ore complessive di misura da distribuire in almeno 5 campioni distribuiti casualmente durante la giornata.**

**Se sceglie di utilizzare l'indicazione della UNI/TR 11450 di 15 minuti di misura, 17 ore complessive a 15 minuti a misura fanno 68 campioni, che possono essere 68 misure di 15 min su 68 soggetti scelti casualmente o 23 misure di 15 min ripetute tre volte (mattina, pomeriggio, sera) su 23 soggetti, o altre combinazioni possibili.**

## UNI 9432:2011

**Rumore costante:** una sola misura di  $L_{Aeq}$  limitata al tempo necessario ad ottenere la stabilizzazione entro  $\pm 0,3$  dB(A) della lettura del livello  $L_{Aeq}$ , e comunque non deve essere minore di 60 s.

**Rumore ciclico:** una sola misura di  $L_{Aeq}$  di durata pari a un numero intero di cicli, e comunque non deve essere minore di 60 s.

**Possibilità di effettuare una sola misurazione nelle condizioni operative peggiori.**

# **Articolo 190**

## ***Valutazione del rischio***

4. Nell'applicare quanto previsto nel presente articolo, il datore di lavoro tiene conto delle imprecisioni delle misurazioni determinate secondo la prassi metrologica.
5. La valutazione di cui al comma 1 individua le misure di prevenzione e protezione necessarie ai sensi degli articoli 191, 192, 193, 194, 195 e 196 ed è documentata in conformità all'articolo 28, comma 2.

**Per la strumentazione e l'incertezza rimando alle norme di buona tecnica**

**Nessun riferimento alla strumentazione per la misura della funzionalità uditiva (Rif: UNI EN ISO 8253-1-2-3)**

***Arresto da tre a sei mesi o ammenda da 2.740 a 7.014 Euro (DdL)***

# UNI EN ISO 9612:2011

L'appendice C della UNI EN ISO 9612 definisce l'incertezza estesa  $U$  sul livello di esposizione  $L_{EX}$ :

$$U(L_{EX}) = k u$$

dove  $u$  è l'incertezza combinata standard, derivante da tutti i contributi  $u_i$  pesati per i fattori di sensibilità  $c_i$ :

$$u^2 = \sum c_i^2 u_i^2$$

prospetto C.1

Fonti d'incertezza considerati nella determinazione dell'incertezza estesa nei livelli di pressione sonora continui equivalente ponderati A o i livelli di esposizione al rumore normalizzati a una giornata lavorativa di 8 h

Fonte d'incertezza	Applicazione	Pedice <sup>a)</sup>	Clausola
Campionamento dei livelli di rumore per i compiti	Misurazione basata sui compiti	1a	C.2
Stima delle durate dei compiti	Misurazione basata sui compiti	1b	C.2
Campionamento dei livelli di rumore per le mansioni	Misurazione basata sulle mansioni	1	C.3
Strumentazione	Tutte le strategie	2	C.5
Posizionamento del microfono	Tutte le strategie	3	C.6
Nota	Il prospetto C.1 comprende le incertezze elencate per le voci a), b), e c) del punto 13.1. Quando le misurazioni sono eseguite in conformità alla presente norma internazionale, si assume che l'incertezza dovuta agli errori elencati nel punto 13.1 d), e), e f) sia ridotta ad un livello insignificante e/o incluso nel campionamento del livello del rumore.		
a)	Usato nei simboli per le incertezza e coefficienti di sensibilità parziali.		

## UNI EN ISO 9612:2011

La Norma considera un intervallo di confidenza unilaterale del 95%, a cui corrisponde un fattore di copertura  $k = 1,65$ . Per cui, esprimendo il risultato della misura del  $L_{EX}$  come:

$$L^*_{EX} = L_{EX} + U(L_{EX}) = L_{EX} + k u (L_{EX})$$

il significato è che il 95% dei valori di  $L_{EX}$  sono inferiori al limite superiore dell'intervallo,  $[L_{EX} + U (L_{EX})]$ .

**N.B. Le incertezze estese U calcolate in base a tale Norma sono comprese tra 2 ÷ 4 dB(A)**

Anche per i livelli di picco,  $L_{picco,C}$ , l'Appendice B della UNI 9432:2011 fornisce indicazioni per il calcolo della relativa incertezza.

**L'incertezza strumentale è solo una parte!**

# Articolo 190

## *Valutazione del rischio*

4. Nell'applicare quanto previsto nel presente articolo, il datore di lavoro tiene conto delle imprecisioni delle misurazioni determinate secondo la prassi metrologica ?

➡(UNI 9432 – UNI EN ISO 9612)

L'Appendice E della UNI 9432 consiglia di effettuare il confronto con i valori di legge VIA, VSA, VL utilizzando l'estremo superiore dell'intervallo di incertezza sul livello di esposizione, determinato tramite l'appendice C della UNI EN ISO 9612 per il  $L_{EX}$ :

$$L^*_{EX} = L_{EX} + U(L_{EX}) < = > \begin{cases} \text{VIA } 80 \text{ dB(A)} \\ \text{VSA } 85 \text{ dB(A)} \\ \text{VL } 87 \text{ dB(A)} \end{cases}$$

# Articolo 190

## *Valutazione del rischio*

**Quindi, dato un certo livello di soglia  $L_{\text{soglia}}$ , si può dire che l'esposizione del lavoratore al 95% di probabilità non supera tale soglia, solo se:**

$$L_{\text{EX}} + U(L_{\text{EX}}) < L_{\text{Soglia}}$$

# Articolo 190

## *Valutazione del rischio*

4. Nell'applicare quanto previsto nel presente articolo, il datore di lavoro tiene conto delle imprecisioni delle misurazioni determinate secondo la prassi metrologica ?

➡ (UNI 9432 – UNI EN ISO 9612)

L'Appendice E della UNI 9432 consiglia di effettuare il confronto con i valori di legge VIA, VSA, VL utilizzando l'estremo superiore dell'intervallo di incertezza sul livello di esposizione, determinato tramite l'appendice B della UNI 9432 per il  $L_{picco,C}$ :

$$L^*_{picco,C} = L_{picco,C} + U(L_{picco,C}) < = > \begin{cases} \text{VIA } 135 \text{ dB(C)} \\ \text{VSA } 137 \text{ dB(C)} \\ \text{VL } 140 \text{ dB(C)} \end{cases}$$

# Articolo 190

## *Valutazione del rischio*

**Anche per il livello di picco, dato un certo livello di soglia  $L_{\text{soglia}}$ , si può dire che l'esposizione del lavoratore al 95% di probabilità non supera tale soglia, solo se:**

$$L_{\text{picco,C}} + U(L_{\text{picco,C}}) < L_{\text{Soglia}}$$

# Articolo 190

## *Valutazione del rischio*

**5-bis. L'emissione sonora di attrezzature di lavoro, macchine e impianti** può essere stimata in fase preventiva facendo riferimento alle banche dati sul rumore approvate dalla Commissione consultiva permanente di cui all'articolo 6, riportando la fonte documentale cui si è fatto riferimento.

**Attenzione:**

**Valutazione preventiva dell'emissione non dell'esposizione!**

**Possibilità di effettuare valutazioni preventive in tutti i comparti**

**Unica banca dati approvata del CPT (ora FSC) di Torino ([www.fsctorino.it](http://www.fsctorino.it))**

### Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali

Viene approvata la banca dati del CPT-Torino di potenza sonora delle attrezzature di cantiere edili.

### Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali

OGGETTO: Indiazioni della Commissione Consultiva per la valutazione dello stress lavoro-correlato, che deve essere eseguita entro il 31.12.2010.

### R.O.A. - Radiazioni Ottiche Artificiali

Dal 26 aprile 2010 è in vigore il Capo V - Titolo VIII del D.Lgs. 81/2008 che prescrive l'obbligo di valutazione del rischio ROA.

### Archivio news

# www.cpt.to.it

## BANCA DATI

Banca dati realizzata da C.P.T-Torino e co-finanziata da INAIL-Regione Piemonte, in applicazione del comma 5-bis, art.190 del D.Lgs. 81/2008 al fine di garantire disponibilità di valori di emissione acustica per quei casi nei quali risulti impossibile disporre di valori misurati sul campo.

Nell'attuale condizione normativa il caso di più corretto utilizzo è in fase di redazione del PSC, durante la progettazione dell'opera, con l'obiettivo primario di permettere la pianificazione delle misure di prevenzione e protezione già in fase preventiva rispetto all'inizio dell'attività, in quanto - non essendo sempre note le aziende che interverranno nel cantiere - non è possibile utilizzare i livelli di rumore delle specifiche valutazioni del rischio rumore.

Altri utilizzi pertinenti sono per escludere la necessità di effettuare misurazioni.

Si rimanda all'emanazione delle procedure standardizzate per la valutazione del rischio ex art. 29 del D.Lgs. 81/2008 la possibilità che la presente banca dati venga utilizzata ai fini della valutazione del rischio nei cantieri edili.

**UTILIZZO BANCA DATI** (Ultimo aggiornamento dati: 23.09.2011)

Cliccando sul link del menù a destra *Schede di potenza sonora*, verranno visualizzati una serie di file PDF, uno per ogni attrezzatura misurata; è possibile filtrare i file visualizzati agendo sui tre campi a tendina per selezionare solo una tipologia e/o marca e/o modello specifico.

I file PDF, PREVIA REGISTRAZIONE AL SITO (compilando l'apposita mascherina, i campi obbligatori sono quelli marcati con l'asterisco), si possono scaricare sul proprio PC cliccando sul link *scarica* sotto l'icona. Ogni file è composto da una o più schede relative alla stessa attrezzatura ma in condizioni di misura differenti.

Le schede bordate in colore azzurro si riferiscono a misure di potenza sonora.

Le schede bordate in colore verde si riferiscono a misure di pressione sonora.

Il valore da utilizzare è quello relativo alle condizioni di lavoro specifiche. Se non esistono misure effettuate nella condizione ricercata, occorrerà effettuare la misura o utilizzare il valore massimo riportato nella prima scheda.

## LE NORMATIVE E LA DOCUMENTAZIONE

## LE PUBBLICAZIONI

### BANCA DATI

- [Schede di potenza sonora e di pressione sonora](#)

## MISURE FONOMETRICHE E ACCELEROMETRICHE

- [Schede pressione sonora](#)
- [Schede vibrazioni](#)

## SCHEDE DI POTENZA SONORA E DI PRESSIONE SONORA



[Scarica](#)

AUTOBETONERA  
IVECO  
TRAKKER CURSOR 440



[Scarica](#)

AUTOBETONERA  
VOLVO  
FM 12-420



[Scarica](#)

AUTOCARRO  
IVECO  
EUROTRAKKER 410

Aggiornato



[Scarica](#)

AUTOCARRO  
MERCEDES BENZ  
2629



[Scarica](#)

AUTOCARRO  
MERCEDES BENZ  
ACTROS 3343



[Scarica](#)

BETONERA  
OFF. BRAGNOLO  
STD 300

Aggiornato

## RICERCA NELLA BANCA DATI

Tipologia

Tutte

Marca

Tutte

Modello

Tutti

Effettua una [nuova ricerca](#)

## LE NORMATIVE E LA DOCUMENTAZIONE

## LE PUBBLICAZIONI

### BANCA DATI

- [Schede di potenza sonora e di pressione sonora](#)

## MISURE FONOMETRICHE E ACCELEROMETRICHE

- [Schede pressione sonora](#)
- [Schede vibrazioni](#)

$L_{Aeq}$   
102,6 dB(A)

2 - 20110913

**INAIL** DIREZIONE REGIONALE PIEMONTE  
COMITATO PARITETICO TERRITORIALE PER LA PREVENZIONE INFORTUNI LIGIENE E L'AMBIENTE DI LAVORO DI TORINO E PROVINCIA  
**CPT TORINO**

**TAGLIALATERIZI** Rif: 300-HEO-3-HPQ-01

Marca: MAKER  
Modello: TPS 30  
Potenza: 3,00 KW  
Data fabbricante:

Accessorio:  
Attività: taglio  
Materiale: laterizi  
Annotazioni:

Data rilievo: 19.05.2009

**POTENZA SONORA**  
 $L_{WA}$  dB(A) 110

3 - 20110922

**INAIL** DIREZIONE REGIONALE PIEMONTE  
COMITATO PARITETICO TERRITORIALE PER LA PREVENZIONE INFORTUNI LIGIENE E L'AMBIENTE DI LAVORO DI TORINO E PROVINCIA  
**CPT TORINO**

**TAGLIALATERIZI** Rif: 300-TO-1214-1-RPR-11

Marca: MAKER  
Modello: TPS 30  
Potenza: 3,00 KW  
Anno produzione: 2002  
Data fabbricante:

Accessorio:  
Attività: taglio  
Materiale: laterizi  
Annotazioni:

Data rilievo: 19.05.2009

**LIVELLI DI PRESSIONE ACUSTICA**  
 $L_{max}$  dB(A) 102,6  
 $L_{max}$  dB(C) 101,5

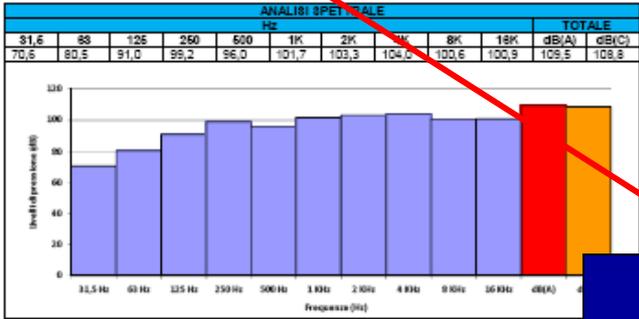
**LIVELLO DI PRESSIONE**  
 $L_{max}$  dB(C) 121,0

**ANALISI SPETTRALE**

Hz										TOTALE	
31,5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K	dB(A)	dB(C)
56,8	64,2	75,0	87,6	83,3	93,3	94,6	97,1	92,3	99,6	101,4	100,3

**STRUMENTAZIONE**

Id / Marca	Modello	Matricola	Data Taratura
10 / Sivantek	SIVAN-548	9828	05/11/2008
2 / Sivantek	SIV 22	4011859	07/11/2008
3 / (RUM) Bruel & Kjaer	4230	1670957	07/11/2008



$L_{WA}$   
110,0 dB(A)



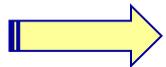
Valide ai fini dell'art. 190 c. 5bis

# Articolo 187

## *Campo di applicazione*

1. Il presente capo determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione al rumore durante il lavoro e in particolare per l'udito.

### **GLI EFFETTI EXTRAUDITIVI?**



### **ERGONOMIA DELL'AMBIENTE ACUSTICO**

**Tempo di riverbero e intellegibilità del parlato**

**Ospedali, scuole, uffici**

Tabella 4.6: requisiti e standard acustici di luoghi di lavoro non industriali

	Isolamento facciata	Potere fonoisolante	Caratteristiche fonoassorbenti	Livello di calpestio	Rumore impianti	Rumore di fondo	Condizioni espositive
SETTORE DI ATTIVITA' Tipologia d'uso del locale	$D_{2m,nT,w}$ (dB)	$R'_{w/D}$ (dB)	$T_{60}$ (s) / $DL_2$ (dB)	$L'_{nT,w}$ (dB)	$L_{IC}$ dB(A)	$L_{Aeq}$ dB(A)	$L_{EX}$ o $L_{Aeq}$ dB(A)
<b>TUTTI I SETTORI</b>							
- Uffici singoli (att. progettuale)	42	50 / 40	UNI 9241-6 p.B.2 <sup>(2)</sup>	55	35 <sup>(3)</sup>	40	45
- Uffici singoli (att. routine)	42	50 / 40	UNI 9241-6 p.B.2 <sup>(2)</sup>	55	40 <sup>(3)</sup>	40	55
- Open space	42	50 / 40	UNI 9241-6 p.B.2 <sup>(2)</sup>	55	45 <sup>(3)</sup>	45	65
- Mense	42÷48 <sup>(1)</sup>	50 / 40	UNI 11690-1 p.3 <sup>(4)</sup>	55	45 <sup>(3)</sup>	45	70
<b>PUBBLICO SPETTACOLO e ATTIVITA' COMMERCIALI</b>							
- Alberghi	40	50 / 40	UNI 11690-1 p.3 <sup>(4)</sup>	63	30-45 <sup>(3)</sup>	45	65
- Ristoranti, bar, negozi	42	50 / 40	UNI 11690-1 p.3 <sup>(4)</sup>	55	45 <sup>(3)</sup>	45	70
- Discoteche <sup>(5)</sup> e simili <sup>(6)</sup>	42 <sup>(7)</sup>	50 / 40	UNI 11690-1 p.3 <sup>(4)</sup>	55	45 <sup>(3)</sup>	45	65-75-80 <sup>(8)</sup>
<b>ATTIVITA' SCOLASTICHE</b>							
- Aule	48	50 / 40	D.M. 18/12/75 <sup>(9)</sup>	58	30 <sup>(3)</sup>	40	65-70-80 <sup>(8)</sup>
- Palestre	48	50 / 40	D.M. 18/12/75 <sup>(9)</sup>	58	45 <sup>(3)</sup>	45	60-70
<b>ATTIVITA' SANITARIE</b>							
- Camere di degenza	45	55 / 40	UNI 11690-1 p.3 <sup>(4)</sup>	58	30 <sup>(3)</sup>	35	55
- Guardia medica	45	55 / 40	UNI 11690-1 p.3 <sup>(4)</sup>	58	30 <sup>(3)</sup>	35	55
- Sale operatorie	45	55 / 40	UNI 11690-1 p.3 <sup>(4)</sup>	58	35 <sup>(3)</sup>	40	55
- Serv. diagnostica e terapia <sup>(10)</sup>	45	55 / 40	UNI 11690-1 p.3 <sup>(4)</sup>	58	40 <sup>(3)</sup>	40	60
- Ambulatori, studi medici	45	55 / 40	UNI 11690-1 p.3 <sup>(4)</sup>	58	40 <sup>(3)</sup>	40	60
- Laboratori di analisi	45	55 / 40	UNI 11690-1 p.3 <sup>(4)</sup>	58	40 <sup>(3)</sup>	45	65

## Dal Manuale operativo INAIL-Regioni

INAIL

Metodologie e interventi tecnici  
per la riduzione del rumore  
negli ambienti di lavoro



Attributo percepito	Descrittore	Unità di misura	Spiegazione	Riferimento Normativo
Coda sonora	Tempo di riverberazione $T_{60}$	s	Misura il tempo che il suono impiega per diminuire di 60 dB	ISO 3382 -1
Chiarezza del discorso	Indice di chiarezza $C_{50}$	dB -/+	Misura il rapporto tra le riflessioni iniziali (50 ms) e quelle finali	ISO 3382 -1
Chiarezza del discorso	Indice di trasmissione del parlato STI (Speech Transmission Index)	Indice tra 0 e 1	Misura la qualità delle parole trasferite da chi parla verso chi ascolta	IEC – 60268 -16

## Dal D.M.A. 11/01/2017

*'Adozione dei criteri ambientali minimi (CAM) per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili'*

**'Bonus acustico' negli appalti pubblici ex L. 221/2015  
attuativa del PAN-GPP**

**(Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della PA)**

# Tempo di riverbero $T_{60}$

Si definisce il tempo di riverberazione  $T$  come il tempo durante il quale il livello sonoro diminuisce di 60 dB rispetto al suo valore all'istante dell'interruzione della sorgente sonora. Nel caso di un locale le cui tre dimensioni sono confrontabili (cosiddetto Sabiniano), se non sono presenti ostacoli tali da alterare la diffusione dei raggi, e la distribuzione del materiale assorbente è uniforme, allora il tempo di riverberazione  $T$  (in secondi) si può esprimere con la nota relazione di Sabine:

$$T_{60} = 0,16 \frac{V}{A}$$

$$A = \sum_i \alpha_i S_i = \bar{\alpha} S$$

# Norme tecniche per la misura del tempo di riverberazione

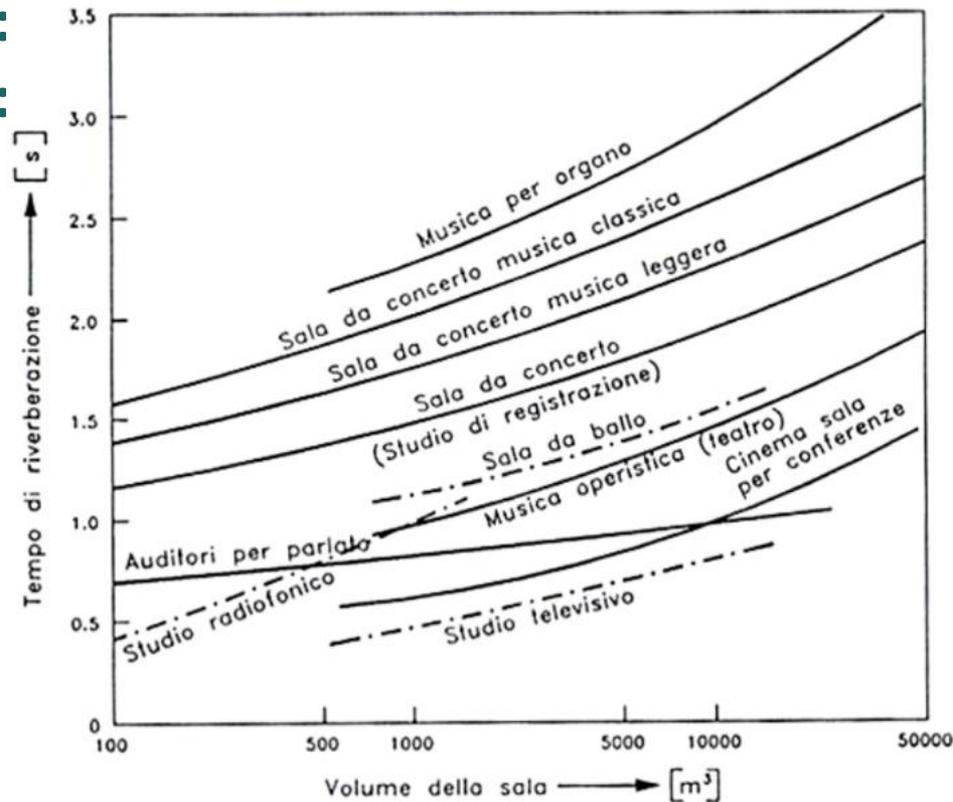
□ UNI EN ISO 3382 - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti

□ Parte 1: Sale da spettacolo

□ Parte 2:

□ Parte 3:

ambienti ordinari



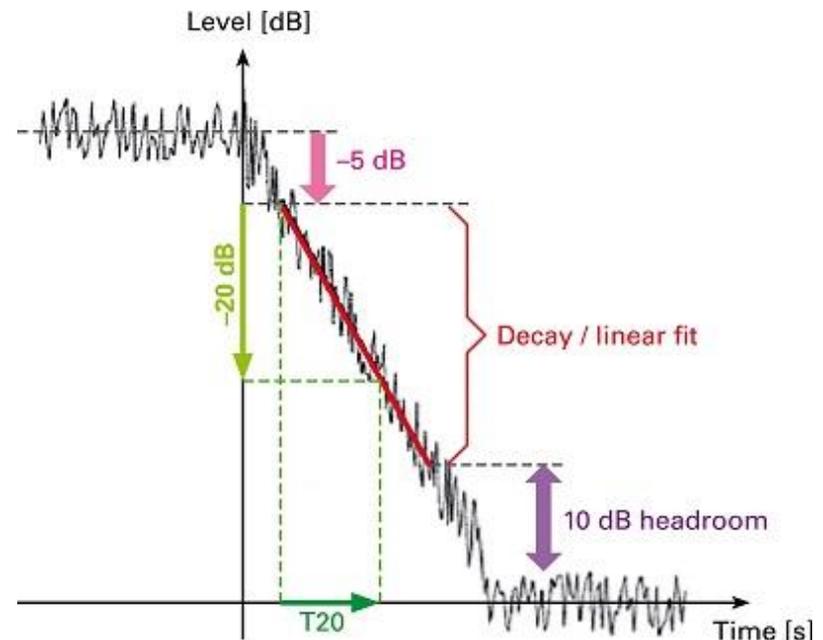
$T_{60}$  funzione del volume e della destinazione d'uso

# Metodi per la stima del tempo di riverberazione

- ❑ Algoritmi di calcolo che sfruttano l'ipotesi di campo diffuso o semi-diffuso (formula di Sabine, formula di Eyring, formula di Millington-Sette, UNI EN 12354-6 ecc.)
- ❑ Modelli di simulazione dell'acustica degli ambienti chiusi (in genere tramite la ricostruzione della risposta all'impulso della sala)

Nel caso di un ambiente sabiniano:

$$T = 0,16 \frac{V}{\sum_i \alpha_i S_i}$$



**Misura in campo di  $T_{20}$  o  $T_{30}$**

# Campo semidiffuso: evoluzione della formula di Sabine

$$T = \frac{-0.16V}{S \ln(1 - \bar{\alpha})} \quad \text{Formula di Eyring} \quad \leftarrow T = 0 \quad \bar{\alpha} = 1$$

$$T = \frac{-0.16V}{\sum_k S_k \ln(1 - \alpha_k)} \quad \text{Formula di Millington-Sette}$$

$$T = \frac{-0.16V}{S^2} \left[ \frac{S_x}{\ln(1 - \bar{\alpha}_x)} + \frac{S_y}{\ln(1 - \bar{\alpha}_y)} + \frac{S_z}{\ln(1 - \bar{\alpha}_z)} \right] \quad \text{Formula di Fitzroy}$$

$$T = \frac{-0.16V}{S[\ln(1 - \bar{\alpha}_x)]^{S_x/S} [\ln(1 - \bar{\alpha}_y)]^{S_y/S} [\ln(1 - \bar{\alpha}_z)]^{S_z/S}} \quad \text{Formula di Arau (deriva da Fitzroy)} \quad \leftarrow \text{PAF}$$

$$T = \frac{0.16V}{S \left[ -\ln(1 - \bar{\alpha}) \left[ 1 + (\gamma^2/2) \ln(1 - \bar{\alpha}) \right] + \frac{\sum_k (1 - \alpha_k)(\bar{\alpha} - \alpha_k) S_k^2}{S^2 (1 - \bar{\alpha})^2} \right]} \quad \text{Formula di Kuttruff (deriva da Eyring e tiene in conto dello scostamento dalla forma rettangolare dell'ambiente)}$$

$$T = C_{t0} + C_{t1} \frac{V}{S} + C_{t2} \frac{1}{\bar{\alpha}} \quad \text{Formula empirica di Hereema e Hodgson. Basata su misure di diversi ambienti industriali, dove i coefficienti C sono tabellati.}$$

# Calcolatore PAF per la stima del tempo di riverberazione

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

> RUMORE

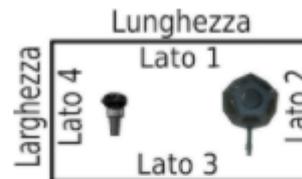
## Calcolo del tempo di Riverberazione

[Mostra un esempio](#)

Tipo di ambiente

### Dimensioni dell'ambiente

Larghezza  m  
Lunghezza  m  
Altezza  m



### Descrizione del materiale

Superfici	Materiale	Percentuale Materiale principale
Lato 1	Principale	Calcestruzzo con intonaco 60 %
	Secondario	Vetrata con lastra di medio spessore (acustica)
Lato 2	Principale	Calcestruzzo con intonaco 100 %
	Secondario	Calcestruzzo con intonaco
Lato 3	Principale	Calcestruzzo con intonaco 60 %
	Secondario	Vetrata con lastra di medio spessore (acustica)
Lato 4	Principale	Calcestruzzo con intonaco 100 %
	Secondario	Calcestruzzo con intonaco
Soffitto	Principale	Pannello Eurocoustic Tonga A 40mm 100 %
	Secondario	Calcestruzzo con intonaco
Pavimento	Principale	Marmo 100 %
	Secondario	Marmo

# Calcolatore PAF per la stima del tempo di riverberazione

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

Calcola tempo di riverbero

## Tempi di riverbero alle varie frequenze (in secondi)

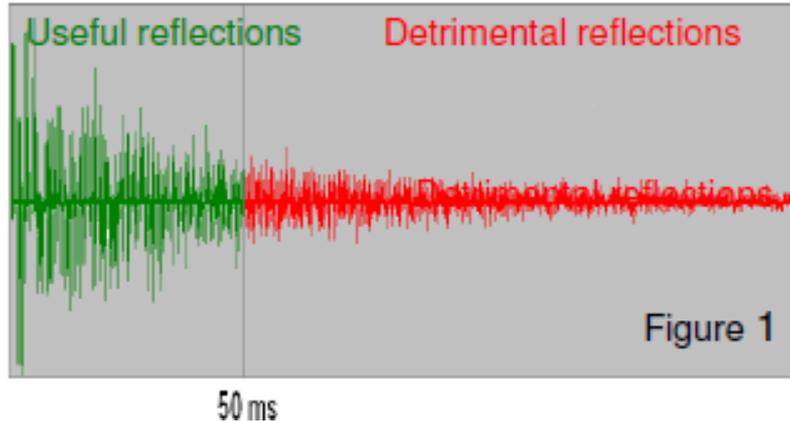
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1.5	0.98	0.88	0.93	0.86	0.78

### Tempo di riverbero medio (in secondi)

Stimato dal calcolatore	0.91	conforme ai requisiti prescritti dalla UNI 11367 per questi ambienti
Valore Ottimale	0.83	
Versione del calcolatore	50418	

## Indice di chiarezza del parlato $C_{50}$

$C_{50}$  è l'indice correlato alla chiarezza del parlato citato del Decreto CAM. È una misura oggettiva della chiarezza del parlato.  $C_{50}$  è correlato al fatto che le riflessioni tardive sono sfavorevoli per comprendere un discorso perché causano il sovrapporsi dei fonemi; tuttavia, se tale ritardo non supera un certo limite di tempo, le riflessioni contribuiranno positivamente all'intelligibilità.



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

Il Decreto CAM 11.1.2017 fissa un valore di  $C_{50} \geq 0$  dB per ambienti destinati al parlato in genere e un valore di  $C_{50} \geq -2$  dB per ambienti destinati allo sport in genere

## STI-Speech Transmission Index

Lo Speech Transmission Index è una misura della qualità di una trasmissione vocale. L'influenza che un canale di trasmissione ha sull'intelligibilità del parlato dipende da:

- il livello del parlato
- risposta in frequenza del canale
- distorsioni non lineari
- livello di rumore di fondo
- qualità delle apparecchiature di riproduzione del suono
- Echi ( riflessioni con ritardo  $> 100$  ms)
- tempo di riverberazione
- effetti psicoacustici di mascheramento

# STI-Speech Transmission Index

L'indice STI ha lo scopo di quantificare in modo oggettivo l'intelligibilità del parlato in una specifica posizione di un ambiente, quando il "parlato" viene prodotto attraverso un segnale normalizzato in un'altra specifica posizione dell'ambiente stesso.

Category	Nominal STI value	Type of message information	Examples of typical uses (for natural or reproduced voice)	Comment
A+	>0,76		Recording studios	Excellent intelligibility but rarely achievable in most environments
A	0,74	Complex messages, unfamiliar words	Theatres, speech auditoria, parliaments, courts, Assistive Hearing Systems (AHS)	High speech intelligibility
B	0,7	Complex messages, unfamiliar words		
C	0,66	Complex messages, unfamiliar words	Theatres, speech auditoria, teleconferencing, parliaments, courts	High speech intelligibility
D	0,62	Complex messages, familiar words	Lecture theatres, classrooms, concert halls	Good speech intelligibility
E	0,58	Complex messages, familiar context	Concert halls, modern churches	High quality PA systems
F	0,54	Complex messages, familiar context	PA systems in shopping malls, public buildings offices, VA systems, cathedrals	Good quality PA systems
G	0,5	Complex messages, familiar context	Shopping malls, public buildings offices, VA systems	Target value for VA systems
H	0,46	Simple messages, familiar words	VA and PA systems in difficult acoustic environments	Normal lower limit for VA systems
I	0,42	Simple messages, familiar context	VA and PA systems in very difficult spaces	
J	0,38		Not suitable for PA systems	
U	<0,36		Not suitable for PA systems	

NOTE 1 These values should be regarded as minimum target values.

NOTE 2 Perceived intelligibility relating to each category will also depend on the frequency response at each listening position.

NOTE 3 The STI values refer to measured values in sample listening positions or as required by specific application standards.

PROSPETTO 3 - VALORI DI RIFERIMENTO STI	
Valori di STI	Qualità del parlato in accordo con la CEI EN 60268-16
$\leq 0,3$	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 – RASTI - STIPA

Le prove da eseguire per una determinata combinazione sorgente ricevitore sono molteplici perché fanno riferimento ad una matrice di modulazione costituita da bande di ottava portanti e frequenze di modulazione:

- ❑ STI (Speech Transmission Index): matrice costituita da 7 bande di ottava (125, 250, 500, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz) x 14 frequenze di modulazione = 98 valori!
- ❑ RASTI (Room Acoustics Speech Transmission Index ): nato per accorciare i tempi di misura dello STI, si riferisce a 2 bande di ottava (500 e 2.000 Hz) e 9 frequenze di modulazione = 9 valori
- ❑ STIPA (Speech Transmission Index for Public Address systems) ha lo scopo di permettere una misura semplificata dell'intelligibilità, più semplice del metodo STI ma più precisa del metodo RASTI: si riferisce a 7 bande di ottava e 12 frequenze di modulazione = 14 valori

# STI – RASTI - STIPA

		Carrier frequency [Hz]						
		125	250	500	1k	2k	4k	8k
Modulation frequency [Hz]	0,63							
	0,8							
	1							
	1,25							
	1,6							
	2							
	2,5							
	3,15							
	4							
	5							
	6,3							
	8							
	10							
12,5								

**STI**

		Carrier frequency [Hz]						
		125	250	500	1k	2k	4k	8k
Modulation frequency [Hz]	0,63							
	0,8							
	1							
	1,25							
	1,6							
	2							
	2,5							
	3,15							
	4							
	5							
	6,3							
	8							
	10							
12,5								

**RASTI**

		Carrier frequency [Hz]						
		125	250	500	1k	2k	4k	8k
Modulation frequency [Hz]	0,63							
	0,8							
	1							
	1,25							
	1,6							
	2							
	2,5							
	3,15							
	4							
	5							
	6,3							
	8							
	10							
12,5								

**STIPA**

# Misura di RT60, STIPA e $C_{50}$ con Fonometro SVAN 979, dodecaedrica SI312, Talk Box, software SVAN PC++ e APP BA Assistant



## Requisiti acustici minimi di comfort acustico per gli ambienti dedicati al parlato

Tipologia di edificio o destinazione d'uso dell'ambiente	Tempo di riverberazione T[s]	Chiarezza C <sub>50</sub> [dB]	Indice di trasmissibilità del parlato STI[0÷1]
Aule scolastiche	≤ 0,7	≥ 0	≥ 0,6
Ospedali	≤ 0,7		
Case di cura	≤ 0,7		≥ 0,6
Ambienti espositivi	≤ 0,7	≥ 0	≥ 0,6
Sale conferenza	≤ 0,7	≥ 0	≥ 0,6
Mense	≤ 0,7	≥ 0	≥ 0,6
Ambienti adibiti al parlato in genere	≤ 0,7	≥ 0	≥ 0,6
Riferimento normativo	UNI 11532: 2014	UNI 11367: 2010 Appendice C Prospetto C1	

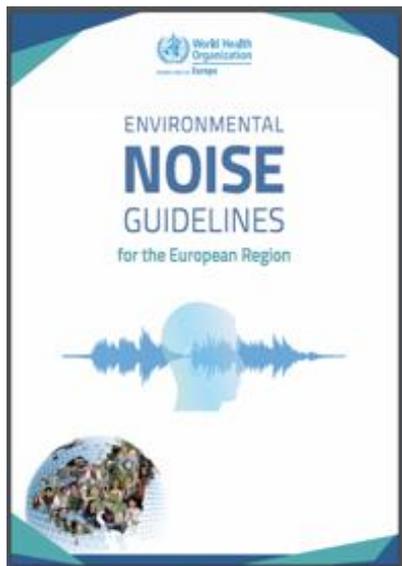
**Dal D.M.A. 11/01/2017**

## Requisiti acustici minimi di comfort acustico per gli ambienti dedicati ad attività sportive

Tipologia di edificio o destinazione d'uso dell'ambiente	Tempo di riverberazione T[s]	Chiarezza C <sub>50</sub> [dB]	Indice di trasmissibilità del parlato STI[0÷1]
Ambienti adibiti allo sport in genere		≥ -2	≥ 0,5
Piscine	≤ 1,5	≥ -2	≥ 0,5
Palestre	≤ 1,5	≥ -2	≥ 0,5
Riferimento normativo	UNI 11532: 2014	UNI 11367: 2010 Appendice C Prospetto C1	

**Dal D.M.A. 11/01/2017**

# Annoyance e salute



## Settings

### Le linee guida considerano:

- **Residenze**
- **Ospedali**
- **Scuole**
- **Spazi pubblici**

## Contenuto

Le linee guida contengono una rassegna di sugli effetti del rumore sulla salute e incorporano i risultati delle ricerche più significative condotte negli ultimi anni.

## Sorgenti

Le linee guida considerano:

- Rumore stradale
- Rumore ferroviario
- Impianti eolici
- Rumore del tempo libero (leisure noise)

## Effetti critici sulla salute

Gli effetti sulla salute considerati nella rassegna di evidenze sono:

- Disturbo del sonno,
- Disturbi cognitivi,
- Salute mentale e limitazione del benessere,
- Malattie cardiovascolari,
- Danni uditivi (ipoacusie, acufeni)
- Problemi metabolici
- Complicazioni alla gravidanza (adverse birth outcomes)

# Annoyance e salute

La Direttiva 2020/367/EU ha modificato l'Allegato III della Direttiva END 2002/49/CE, recepita con il D.Lgs. 194/05, cambiando i metodi di determinazione degli effetti nocivi (cardiopatia ischemica, fastidio forte e disturbi gravi del sonno) del traffico veicolare, ferroviario e aereo, adeguando il calcolo delle relazioni dose-effetto al progresso scientifico. Nei futuri adeguamenti è prevista l'estensione agli effetti del rumore delle attività industriali.

L 67/134

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

5.3.2020

ALLEGATO

ALLEGATO III

## METODI DI DETERMINAZIONE DEGLI EFFETTI NOCIVI

di cui all'articolo 6, paragrafo 3

### 1. Insieme degli effetti nocivi

Ai fini della determinazione degli effetti nocivi sono presi in considerazione:

- la cardiopatia ischemica (*ischaemic heart disease*, IHD), corrispondente ai codici da BA40 a BA6Z della classificazione internazionale ICD-11 dell'Organizzazione mondiale della sanità;
- il fastidio forte (*high annoyance*, HA);
- i disturbi gravi del sonno (*high sleep disturbance*, HSD).

**Relazioni dose-effetto introdotte dalla Direttiva 2020/367/EU**

# Annoyance e salute

## World Health Organization

**DALYs persi annualmente a causa dell'esposizione al rumore ambientale nei paesi dell'Unione Europea.**

**La maggior parte sono attribuibili ai disturbi del sonno e all'annoyance. Rilevante è il contributo della menomazione cognitiva di bambini (7-19 anni).**

### DALY

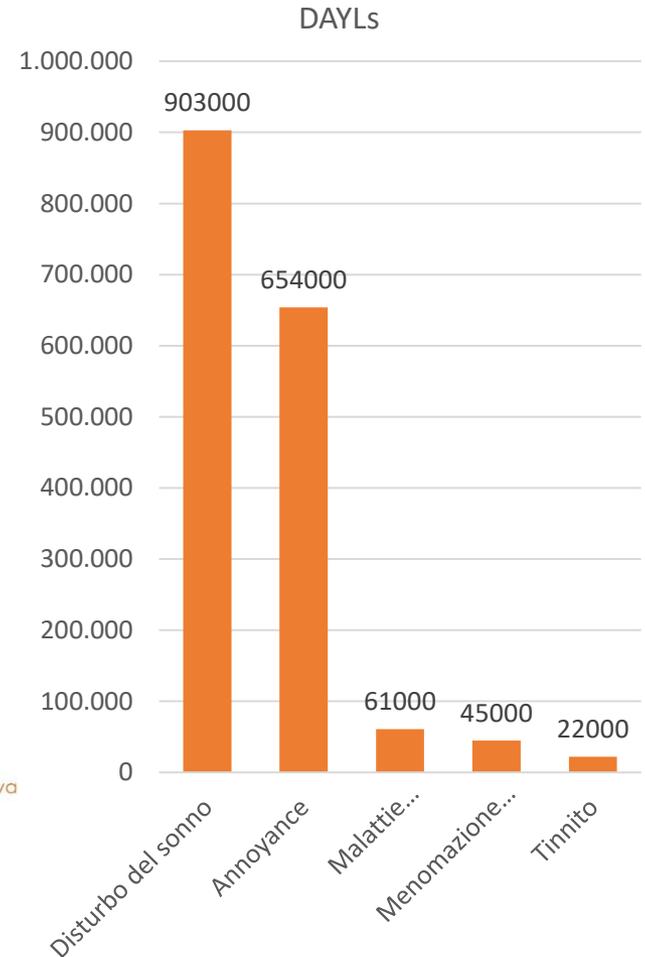
Disability-adjusted life years: è una misura degli anni cumulativi persi a causa di malattia, disabilità o morte prematura.

**YLD**

Anni vissuti con disabilità

**+ YLL**

Anni di vita persi



# Per saperne di più

FAQ aggiornate

Ultima versione  
21.7.2021



Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome

Gruppo Tematico Agenti Fisici

## Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici ai sensi del Decreto Legislativo 81/08

- Parte 1: Titolo VIII Capo 1
- Parte 2: Radiazione Solare
- Parte 3: Microclima
- Parte 4: Rumore**
- Parte 5: Vibrazioni

*in collaborazione con:*



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

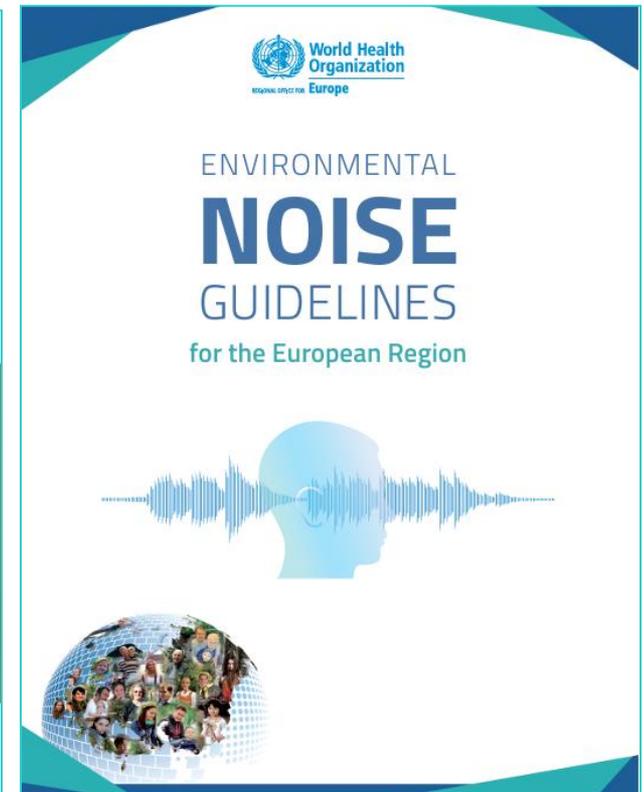
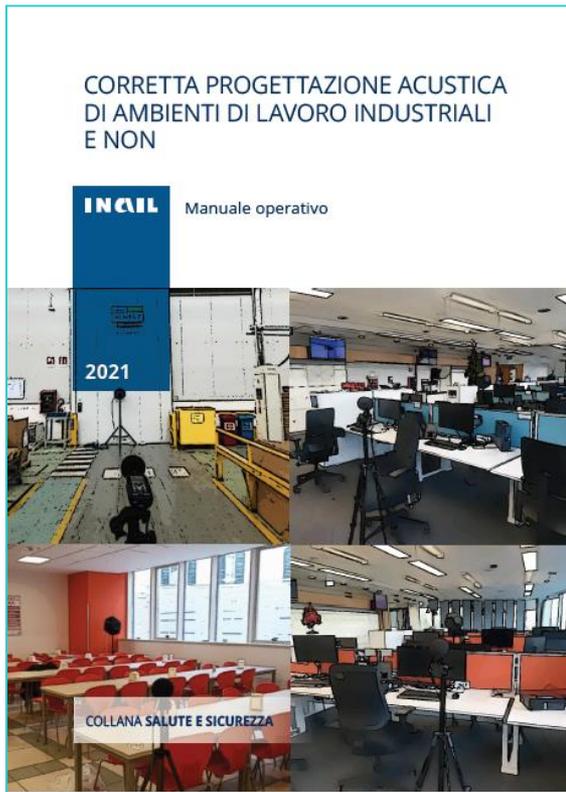


Istituto Superiore di Sanità

*Revisione 01: approvata dal sotto gruppo di lavoro tematico Agenti Fisici il 08/06/2021  
approvata dal Gruppo Tecnico Interregionale Prevenzione Igiene e Sicurezza sui Luoghi di Lavoro il 21/07/2021*

[https://www.portaleagentifisici.it/fo\\_normative\\_e\\_documentazione.php?lg=IT](https://www.portaleagentifisici.it/fo_normative_e_documentazione.php?lg=IT)

# Per saperne di più



[https://www.portaleagentifisici.it/fo\\_rumore\\_documentazione.php?lg=IT](https://www.portaleagentifisici.it/fo_rumore_documentazione.php?lg=IT)

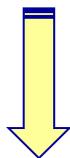
<https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563>

# **Articolo 187**

## ***Campo di applicazione***

- 1. Il presente capo determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione al rumore durante il lavoro e in particolare per l'udito.**

**GLI EFFETTI SULLA SICUREZZA?**



**Infor.MO**

## InformoWeb

- > Archivio dati
- > Infortuni mortali
- > Infortuni gravi
- > Disegni e Animazioni
- > Modello di Analisi
- > Guida

## Infortuni mortali

Se come browser si utilizza Internet Explorer, per effettuare una multiselezione di voci all'interno del singolo filtro utilizzare la funzione Ctrl-click del mouse

## FILTRI IMPOSTATI

- Ricerca testuale: rumore

AZZERA FILTRI

## FILTRI DISPONIBILI

## Localizzazione territoriale

Nord-Est: 55  
 Nord-Ovest: 28  
 Centro: 17  
 Sud e Isole: 7

## Popolazioni

Irregolari: 6  
 Anziani (65 anni e oltre): 16  
 Stranieri: 17  
 Neo-assunti: 4

## Anno

2002  
 2003  
 2004  
 2005  
 2006

## Ricerca testuale

rumore

CERCA

## Settore Attività

- [Costruzioni](#): 36
- [Agricoltura, caccia e silvicoltura](#): 18
- [Trasporti, magazzinaggio e comunicazioni](#): 11
- [Metallurgia, fabbr. prod. in metallo \(no macchine/impianti\)](#): 8
- [Commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparazione auto, moto e beni personali](#): 3
- [Fabr. di macchine ed apparecchi meccanici](#): 2
- [Fabr. di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi](#): 2
- [Industria del legno e dei prodotti in legno](#): 5
- [Altri servizi pubblici, sociali e personali](#): 5
- [Altri comparti](#): 12

## Incidente

- [Caduta di persona dall'alto](#): 39
- [Caduta dall'alto di gravi](#): 18
- [Variazione della marcia veicolo/mezzo di trasporto \(ribaltamento\)](#): 10
- [Contatto con organi lavoratori in movimento](#): 7
- [Contatto con oggetti/mezzi in movimento \(nella sede abituale\)](#): 7
- [Avviamento intempestivo veicolo, macchina, attrezzatura, etc.](#): 13
- [Proiezione di solidi](#): 3
- [Contatto elettrico diretto](#): 4
- [Sviluppo di fiamme](#): 1
- [Altri incidenti](#): 5

## Mansioni

- [Muratori](#): 9
- [Agricoltori e operai agricoli specializzati](#): 10
- [Artigiani ed operai specializzati addetti alle rifiniture delle costruzioni, alla pitturazione ed alla pulizia degli esterni degli edifici, alla pulizia ed all'igiene degli edifici ed assimilati](#): 6
- [Meccanici artigianali, montatori, riparatori e manutentori di macchine fisse e mobili \(esclusi gli addetti alle linee di montaggio industriale\)](#): 8
- [Conduttori di mezzi pesanti e camion](#): 4
- [Artigiani e operai specializzati dell'installazione e della manutenzione di attrezzature elettriche ed elettroniche](#): 5
- [Fonditori, saldatori, lattonieri, calderai, montatori di carpenteria metallica ed assimilati](#): 6
- [Pontatori e ponteggiatori; Armatori di gallerie, addetti all'armamento ferroviario ed assimilati; Altri artigiani ed operai addetti all'edilizia](#): 6
- [Carpentieri e falegnami nell'edilizia \(esclusi i parchettisti\)](#): 1
- [Altre mansioni](#): 36

**107 infortuni mortali attribuiti al rumore tra il 2002 e il 2022**

### InformoWeb

- > Archivio dati
- > Disegni e Animazioni
- > Modello di Analisi
- > Guida

## Dettaglio Infortunio

La pagina riporta le informazioni sull'**evento**, sulla **dinamica infortunistica** e sui **fattori causali** secondo il modello Informo.  
E' possibile visionare il **grafo** del caso cliccando sull'apposito link.

### Dettagli infortunio

#### Descrizione della dinamica e dei relativi fattori

Si stavano svolgendo lavori all'interni di un capannone industriale per il suo completamento. All'interno del capannone era presente un carro ponte già in uso dotato di radiocomando. Il radiocomando era tenuto all'interno di un box, aperto, interno al capannone. L'infortunato, stava lavorando all'interno di un cestello di una PLE, ad un'altezza di circa 10 metri, per realizzare un impianto per l'allarme antincendio, a ridosso di una parete laterale del capannone e a una struttura per uffici. Sempre all'interno del capannone un altro lavoratore, artigiano, stava svolgendo dei lavori di rifacimento di una fondazione per l'installazione di una macchina utensile a circa 20 m dalla PLE. Il lavoratore addetto ai lavori di demolizione indossava delle cuffie per il rumore. A seguito dei lavori di demolizione si generavano detriti che il lavoratore caricava all'interno di un cassone. Quella mattina non era presente il lavoratore che portava fuori il cassone con il carrello elevatore. Una volta riempito il cassone dei detriti non trovando qualcuno che andasse a svuotare il cassone decideva di farlo lui utilizzando il carro ponte anche se non autorizzato e non avesse effettuato il corso di abilitazione all'uso. Preso il radiocomando azionava il carro ponte portandolo verso di sè non avvedendosi che lungo il percorso si trovava la PLE con un operatore sulla sommità. Il lavoratore che si trovava sulla PLE si accorgeva del pericolo ed urlava senza che fosse sentito a causa delle cuffie indossate dal conduttore del carro ponte. Il carro ponte urtava la PLE causandone la caduta e il lavoratore che si trovava all'interno della cesta che indossava l'imbracatura veniva sbalzato fuori e impattava sulla pavimentazione procurandosi la frattura del cranio. Sui binari del carro ponte non erano stati installati i fermi necessari a limitare la corsa del carro ponte e tantomeno nessuna sorvegliava affinché il carro ponte non venisse utilizzato durante le seppur brevi lavorazioni interferenti. Nel PSC e nei POS delle imprese coinvolte tale rischio non era contemplato e il CSE non aveva tenuto conto di tale interferenza.

- Det. Attività di terzi: L'ARTIGIANO UTILIZZAVA IL CARROPONTE SENZA ESSERE AUTORIZZATO E SENZA AVERE L'ABILITAZIONE ALL'USO [Dettagli fattore](#)
- Det. Utensili, macchine, impianti: NON SONO STATI INSTALLATI FERMI SUI BINARI DEL CARROPONTE [Dettagli fattore](#)
- Det. Dispositivi di protezione individuale e abbigliamento: **UTILIZZA IL CARROPONTE MANTENENDO INDOSSATE LE CUFFIE CHE NON GLI CONSENTONO DI SENTIRE IL COLLEGA** [Dettagli fattore](#)

**DPI-u**  
**iperprotettivi**

- > Archivio dati
- > Disegni e Animazioni
- > Modello di Analisi
- > Guida

La pagina riporta le informazioni sull'**evento**, sulla **dinamica infortunistica** e sui **fattori causali** secondo il modello Informo.  
E' possibile visionare il **grafo** del caso cliccando sull'apposito link.

### Dettagli infortunio

#### Descrizione della dinamica e dei relativi fattori

L'infortunio è accaduto in un'azienda di riciclaggio gomme e precisamente in un piazzale di deposito di pneumatici usati dove una pala meccanica li prelevava per riversarli in una tramoggia di carico per l'impianto di triturazione. Il lavoro del palista consisteva nel prelevare i pneumatici dal cumulo, indietreggiare e procedendo a marcia avanti dirigersi verso la tramoggia per scaricarli. Analoga manovra veniva eseguita anche in fase di scarico. Tutto ciò avveniva continuamente nell'arco della giornata. L'infortunato era un addetto alla macchina stallonatrice posta sulla linea di lavorazione all'interno del fabbricato ma era previsto che diverse volte alla settimana si recasse nel piazzale di deposito per asportare corpi estranei che si trovassero nel piazzale e che potevano danneggiare gli impianti (cerchioni, ferri, legni ecc.). In sostanza per alcune ore al giorno, diverse volte alla settimana, l'infortunato lavorava a piedi nel piazzale unitamente al palista che continuava nelle sue manovre. In una di queste, mentre il palista indietreggiava, non si accorgeva della presenza del collega che era posteriormente al mezzo e lo investiva. Il lavoratore a piedi non indossava nessun DPI alta visibilità, la pala meccanica aveva uno specchietto retrovisore rotto ed uno mal posizionato, l'avvisatore acustico di retromarcia della macchina era funzionante ma mal percettibile a causa del rumore di fondo, il dispositivo lampeggiante funzionava correttamente e l'organizzazione del lavoro non prevedeva azioni comportamentali tali da rendere sicuro l'operato del lavoratore a piedi se non l'uso del DPI alta visibilità.

- Det. Attività di terzi: MENTRE IL PALISTA INDIETREGGIAVA, NON SI ACCORGEVA DELLA PRESENZA DEL COLLEGA CHE ERA POSTERIORMENTE AL MEZZO E LO INVESTIVA.
- Det. Attività dell'infortunato: IL LAVORATORE A PIEDI OPERAVA NELL'AREA DI MANOVRA DEL MEZZO
- Det. Utensili, macchine, impianti: LA PALA MECCANICA AVEVA UNO SPECCHIETTO RETROVISORE ROTTO ED UNO MAL POSIZIONATO, L'AVVISATORE ACUSTICO DI RETROMARCIA DELLA MACCHINA ERA FUNZIONANTE MA MAL PERCETTIBILE A CAUSA DEL RUMORE DI FONDO

[Dettagli fattore](#)

[Dettagli fattore](#)

[Dettagli fattore](#)

# Rumore di fondo mascherante

Corso di aggiornamento Centro Studi CNI

9 maggio 2025

## **D.Lgs. 81/08**

# **Aggiornamento sul controllo del rischio rumore nei luoghi di lavoro**

Pietro Nataletti

*Dirigente di Ricerca INAIL  
Responsabile Laboratorio Rischio Agenti Fisici*

[\*p.nataletti@gmail.com\*](mailto:p.nataletti@gmail.com)

# Articolo 192

## *Misure di prevenzione e protezione*

1. Fermo restando quanto previsto dall'articolo 182, il datore di lavoro elimina i rischi alla fonte o li riduce al minimo mediante le seguenti misure:
  - a) **adozione di metodi di lavoro meno rumorosi;**
  - b) **scelta di attrezzature di lavoro che emettano il minore rumore possibile conformi ai requisiti di cui al titolo III;**
  - c) **progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro;**
  - d) **adeguata informazione e formazione sull'uso corretto delle attrezzature**
  - e) **adozione di misure tecniche per il contenimento:**
    - 1) **del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti;**
    - 2) **del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento;**
  - f) **opportuni programmi di manutenzione**

## Controllo del rischio (art. 192)

### Scelta di macchine/attrezzature di lavoro che emettano il minore rumore possibile

La scelta di sostituire una macchina/attrezzatura vecchia con una nuova più silenziosa si deve basare sul confronto tra i dati di emissione: il parametro elettivo per questo confronto deve essere la potenza sonora  $W$  (in watt), definita come la quantità di energia meccanica irradiata nell'ambiente dalla sorgente nell'unità di tempo.

Si esprime in termini di livello di potenza sonora  $L_{AW}$  (in dB(A)):

$$L_{AW} = 10 \log \frac{W_A}{W_0}$$

dove  $W_A$  è la potenza sonora ponderata A e  $W_0$  è la potenza sonora di riferimento convenzionale pari a  $10^{-12}$  W, ovvero 1 pW.

### Sostituzione di macchine molto presenti nei progetti ISI

# Il livello di potenza sonora $L_{AW}$

Il livello di potenza sonora  $L_{AW}$  di una macchina/attrezzatura può essere certificato dal costruttore, se è previsto dalla Direttiva macchine e/o da una Direttiva di prodotto; oppure, può essere misurato dal datore di lavoro/consulente.

## *Mediante la potenza acustica è possibile:*

- § effettuare un confronto comparativo diretto della rumorosità emessa da macchine dello stesso tipo presenti sul mercato;
- § ricavare il livello di pressione sonora che, in uno specifico ambiente industriale e ad una specifica distanza, interesserà l'operatore;
- § ottimizzare in fase progettuale, sotto il profilo acustico, la collocazione e la distribuzione delle macchine in un nuovo insediamento.

## *Norme per la misura della potenza acustica:*

- ✓ UNI EN ISO 3744:2010. Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora e dei livelli di energia sonora delle sorgenti di rumore mediante misurazione della pressione sonora - Metodo tecnico progettuale in un campo essenzialmente libero su un piano riflettente
- ✓ UNI EN ISO 3746:2011. Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora e dei livelli di energia sonora delle sorgenti di rumore mediante misurazione della pressione sonora - Metodo di controllo con una superficie avvolgente su un piano riflettente

# Articolo 192

## *Misure di prevenzione e protezione*

2. Se a seguito della valutazione dei rischi di cui all'art. 190 risulta che i valori superiori di azione sono oltrepassati, il datore di lavoro elabora ed applica un programma di misure tecniche e organizzative volte a ridurre l'esposizione al rumore (PARE), considerando le misure di cui al comma 1.
3. I luoghi di lavoro dove i lavoratori possono essere esposti al rumore al di sopra dei valori superiori di azione sono indicati da appositi segnali. Dette aree sono delimitate e l'accesso è limitato, ove ciò sia tecnicamente possibile e giustificato dal rischio di esposizione.
4. Nel caso in cui, data la natura dell'attività, il lavoratore benefici dell'utilizzo di locali di riposo il rumore in questi locali è ridotto a un livello compatibile con il loro scopo e le loro condizioni di utilizzo.

**Bonifiche e segnaletica oltre gli 85 dB(A) e/o 137 dB(C)**

**Arresto da tre a sei mesi o ammenda da 2.192 a 4.384 Euro (DdL e D)**

**Arresto da due a quattro mesi o ammenda da 822 a 4.384 Euro (DdL e D)**

# Controllo del rischio (art. 192): dalle FAQ

## **D.2 - Come deve essere fatto il programma delle misure tecniche e organizzative ex art.192, comma 2, del D.Lgs. 81/08 quando si superano gli 85 dB(A) / 137 dB(C)?**

Il programma delle misure tecniche ed organizzative ex art.192, comma 2, deve essere presente nel Documento di valutazione di tutte le aziende che hanno esposti al di sopra dei valori superiori di azione (85 dB(A) di  $L_{EX}$  e/o 137 dB(C) di  $L_{picco,C}$ ).

Si tratta del dispositivo più importante introdotto dalla Direttiva 2003/10/CE, perché è indirizzato alla riduzione del rischio con le misure di carattere tecnico ed organizzativo che, come noto (vedi art.15, lettera i, D.Lgs.81/2008), devono essere privilegiate rispetto a quelle di carattere individuale. È quindi anche il dispositivo da presidiare con maggiore attenzione in fase di vigilanza.

Come indicazione operativa si consiglia che tale programma contenga almeno i seguenti elementi:

- elenco delle attività per le quali vi è il superamento dei valori superiori di azione, descritti tanto con i livelli r.m.s. e di picco presenti che per i tempi di esposizione a tali livelli;
- misure tecniche e/o organizzative che si intendono adottare;
- risultati attesi a seguito delle suddette misure in termini di  $L_{EX}$  e/o  $L_{picco,C}$ ;
- tempi di attuazione di ogni singola misura;
- funzione aziendale e/o persona incaricata dell'attuazione di ogni singola misura;
- modalità di verifica dei risultati;
- data e risultati della verifica.

La UNI 11347:2015 “Acustica - Programmi aziendali di riduzione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro” propone nel dettaglio gli elementi tecnici e i format con i quali redigere un PARE (Piano Aziendale di Riduzione dell'Esposizione a rumore).

# Controllo del rischio (art. 192): dalle FAQ

## D.3 - Quali sono le indicazioni su segnaletica e perimetrazione delle aree a rischio? Da che livelli sono obbligatori e/o consigliati?

Gli obblighi dell'art.192, comma 3, intervengono sui luoghi di lavoro in cui potrebbe essere possibile il superamento dei valori superiori di azione e si applicano sulla base dei  $L_{Aeq}$  (e non dei  $L_{EX}$ ) e dei  $L_{picco,C}$  rispettivamente per livelli superiori a 85 dB(A) e/o 137 dB(C).

Si possono verificare le seguenti situazioni tipo:

- a) il superamento dei valori di rumorosità che impongono l'obbligo alla segnaletica si verifica solo in prossimità di macchine, non interessando altre posizioni di lavoro;
- b) il superamento dei valori di rumorosità che impongono l'obbligo della segnaletica si verifica su aree estese, interessando altre postazioni di lavoro.

Nel caso a) si può provvedere a segnalare, mediante l'uso della apposita cartellonistica, le sole macchine.

Nel caso b) occorre segnalare all'ingresso dell'area, contestualmente perimetrando (ad es.: mediante il ricorso a segnaletica orizzontale, non confondibile con altra) e limitando l'accesso al solo personale strettamente necessario a scopi produttivi.

La UNI 11347:2015 propone una metodologia di misurazione per definire il perimetro delle aree da segnalare.

L'impossibilità di procedere alla perimetrazione ed alla limitazione d'accesso deve essere motivata sul Documento di Valutazione del Rischio.

Si ricorda infine che il segnale di sicurezza per indicare le zone in cui  $L_{Aeq} \geq 85$  dB(A) e/o  $L_{picco,C} \geq 137$  dB(C) è il seguente:



# Controllo del rischio (art. 192)

<b>NORMA ITALIANA</b>	<b>Acustica</b> <b>Programmi aziendali di riduzione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro</b>	<b>UNI 11347</b>
		<b>FEBBRAIO 2015</b>
	<b>Acoustics</b> <b>Programme for reducing employee exposure to noise in working environments</b>	
	<p>La norma specifica come indicare gli interventi tecnici e organizzativi che vengono adottati dall'azienda per ridurre l'esposizione al rumore nei luoghi di lavoro nonché come identificare le aree di lavoro a maggior rischio al fine della loro delimitazione/segnalazione/restrizione all'accesso, così come richiesto dalla legislazione vigente, attraverso la redazione di un programma aziendale di riduzione dell'esposizione (PARE) al rumore.</p>	

## Guida alla predisposizione e attuazione di interventi di bonifica (PARE)

**Interventi tecnici**  
**Efficacia acustica**  
**Costo**

## **CONTROLLO DEL RISCHIO (ART. 192)**

- **Interventi sulle sorgenti (riduzioni da 0 a X dB)**
- **Interventi sulle vie di propagazione (riduzioni da 0 a 40 dB)**
- **Interventi ambientali (riduzioni da 0 a 6 dB)**
- **Cabine per operatore (riduzioni da 0 a 40 dB)**
- **Collaudi acustici**

# Controllo del rischio (art. 192)

## Interventi alla fonte

- Esigenza primaria definita dalla norma cogente
  - Possono risolvere in modo radicale molti problemi acustici
  - Sono anzitutto competenza dei progettisti e dei costruttori
  - Si esprimono secondo numerose modalità (sostituire macchine e attrezzature rumorose, utilizzare differenti principi tecnologici, curare la manutenzione, ecc...)
- Richiedono spesso studi e ricerche adeguati
  - Non è detto che forniscano soluzioni risolutive
- Non è possibile indicare costi, perché questi dipendono dal tipo di soluzione adottata

# Controllo del rischio (art. 192)

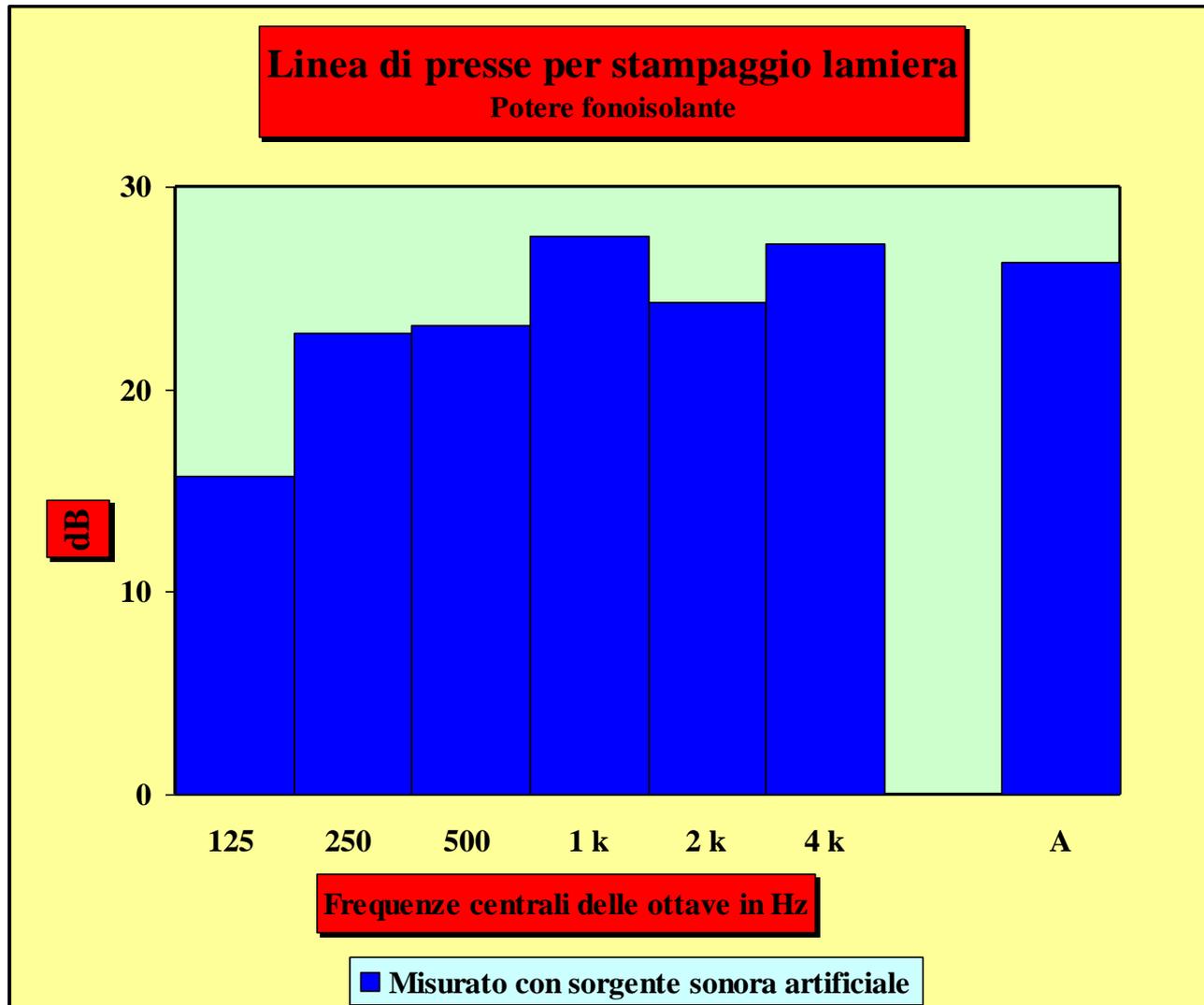
	Pregi	Difetti	Costi
<b>Chiusura totale di macchine e impianti</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Attenuazione che può superare i 20 dB(A)</li><li>■ Effetti acustici che si manifestano in tutto l'ambiente circostante</li><li>■ Stessa efficacia in ambienti esterni e interni</li><li>■ Possibilità di risolvere altri problemi di igiene e di sicurezza (es. polveri, protezione da contatti rispetto a organi mobili)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Difficoltà di accesso alla macchina</li><li>■ Ingombri elevati</li><li>■ Difficoltà di scambio termico, che rende necessarie delle aperture silenziate ed eventualmente dei ventilatori</li><li>■ Incompatibilità con le esigenze operative</li><li>■ Isolamento difficile da ottenere alle basse frequenze</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Costi variabili in funzione di:<ul style="list-style-type: none"><li>■ complessità dell'opera</li><li>■ tipologia di pannelli e materiali impiegati</li><li>■ esigenze di porte e finestre</li></ul></li><li>■ Indicativamente: 300 – 500 € / m<sup>2</sup></li></ul>

## Controllo del rischio (art. 192)

**Linea di  
presse per  
stampaggio  
lamiera**



# Controllo del rischio (art. 192)



# Controllo del rischio (art. 192)

	Pregi	Difetti	Costi
<b>Chiusura parziale di macchine e impianti</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Attenuazione che di solito non supera i 10 dB(A)</li><li>■ Effetti acustici che si manifestano in modo differenziato nell'ambiente circostante</li><li>■ Possibilità di risolvere altri problemi di igiene e di sicurezza (es. polveri, protezione da contatti rispetto a organi mobili)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Limitata difficoltà di accesso alla macchina</li><li>■ Limitati ingombri</li><li>■ Isolamento trascurabile alle basse frequenze</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Costi variabili in funzione di:<ul style="list-style-type: none"><li>■ complessità dell'opera</li><li>■ tipologia di pannelli e materiali impiegati</li><li>■ esigenze di porte e finestre</li></ul></li><li>■ Indicativamente: 200 – 400 € / m<sup>2</sup></li></ul>

# Controllo del rischio (art. 192)

	Pregi	Difetti	Costi
<b>Schermi e barriere</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ In campo libero l'attenuazione può raggiungere i 10 – 15 dB(A); in ambiente chiuso &lt; 7-8 dB(A)</li><li>■ Sono meno ingombranti delle chiusure e comportano meno vincoli</li><li>■ Non richiedono pannellature aventi elevato potere fonoisolante</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ In ambienti riverberanti la loro efficacia è pressochè nulla</li><li>■ La loro attenuazione è comunque debole alle basse frequenze</li><li>■ Possono introdurre ostacoli alla movimentazione e alla visibilità</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Costi che dipendono:<ul style="list-style-type: none"><li>■ dalle strutture di sostegno</li><li>■ dalle tipologie di pannellature</li><li>■ dalla loro configurazione</li></ul></li><li>■ Costi orientativi: 100 – 250 € / m<sup>2</sup></li></ul>

## Controllo del rischio (art. 192)

**Schermi  
biassorbenti per  
industria  
metalmeccanica**



# Controllo del rischio (art. 192)

	Pregi	Difetti	Costi
<b>Trattamenti fonoassorbenti</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Il beneficio acustico si limita generalmente a pochi dB(A)</li><li>■ L'intervento può essere esteso ad un intero ambiente o a parti di esso</li><li>■ Generalmente riguarda il soffitto e quindi può essere poco invasivo</li><li>■ L'efficacia può essere estesa a tutto il range di frequenza attraverso adeguate scelte progettuali</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ L'attenuazione acustica è pressoché nulla in campo diretto (dove cioè l'effetto delle riflessioni acustiche è trascurabile)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Costi che dipendono:<ul style="list-style-type: none"><li>■ dai materiali e dalle tipologie di opera</li><li>■ dalle difficoltà di installazione</li></ul></li><li>■ Costi orientativi: 80 – 200 € / m<sup>2</sup></li></ul>

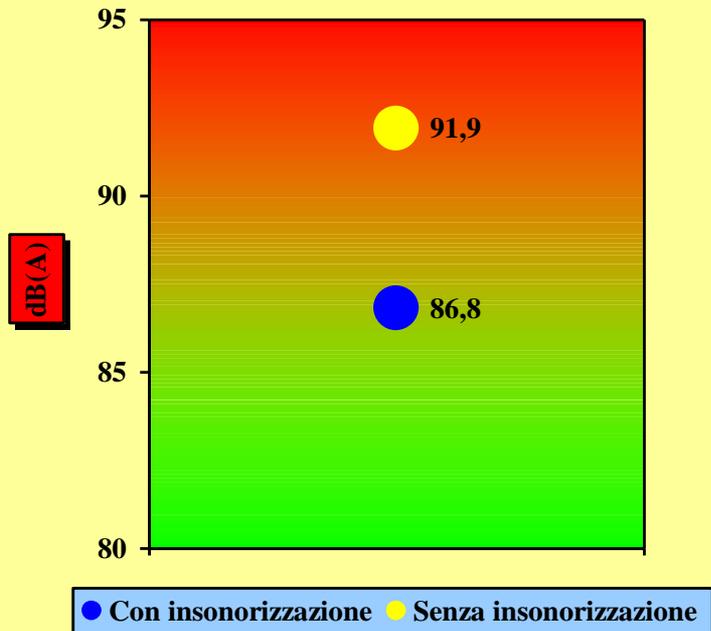
## Controllo del rischio (art. 192)

**Nell'industria  
tessile**

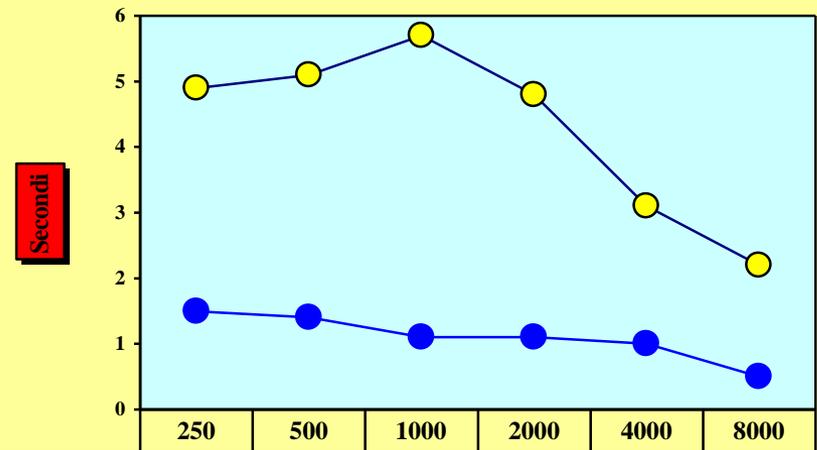


# Controllo del rischio (art. 192)

## Livello sonoro medio ambientale Telai in condizioni di funzionamento tipo



## Tempi di riverberazione



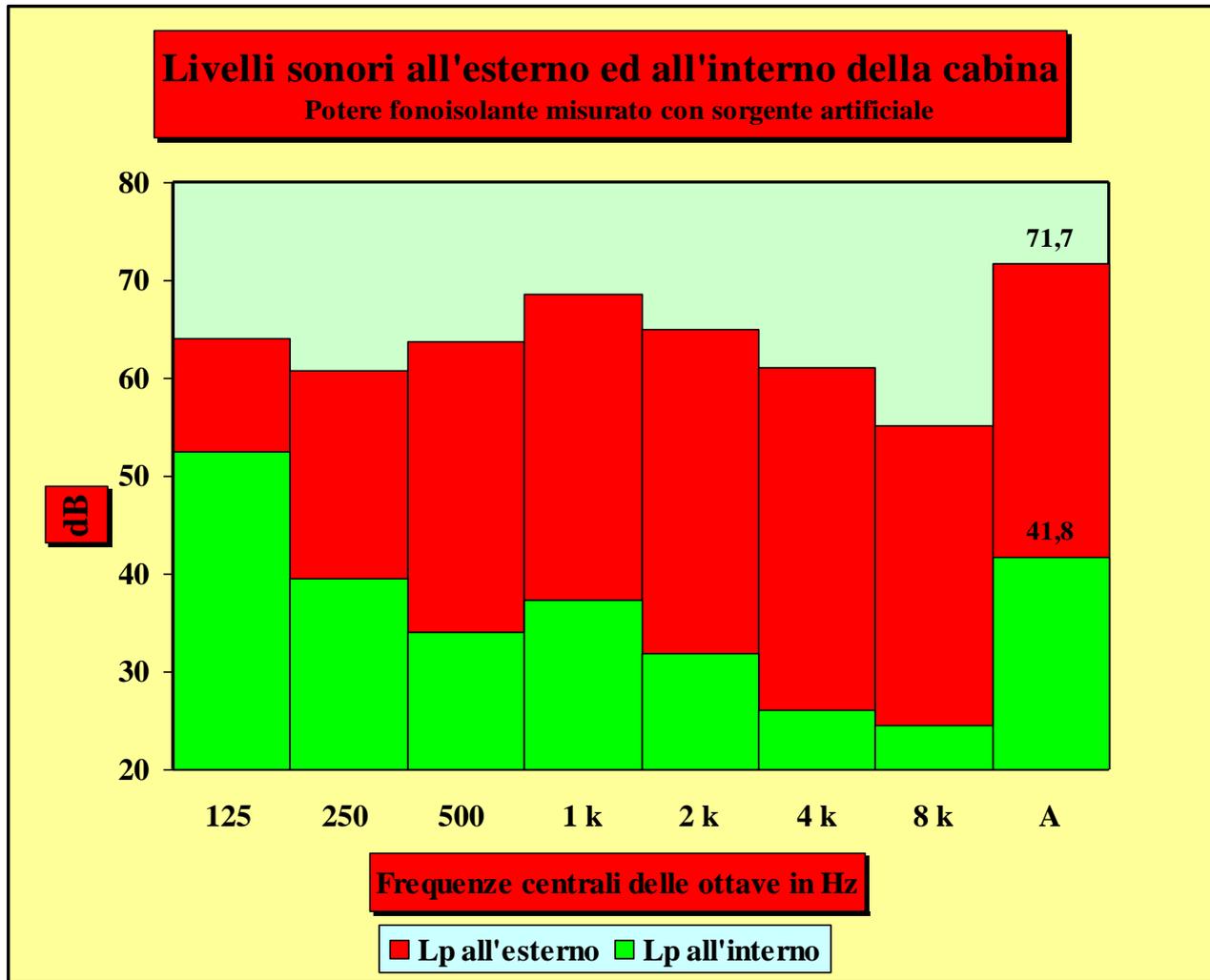
—●— Prima del trattamento acustico: s  
—●— Dopo il trattamento acustico: s

Frequenze centrali delle ottave in Hz

# Controllo del rischio (art. 192)

	Pregi	Difetti	Costi
<b>Cabine per operatore</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Attenuazione che può superare i 20 dB(A)</li><li>■ Stessa efficacia in ambienti esterni e interni</li><li>■ Possibilità di risolvere altri problemi di igiene e di sicurezza (es. polveri, microclima, illuminazione,...)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Ingombri elevati</li><li>■ Possibile incompatibilità con le esigenze operative</li><li>■ Isolamento difficile da ottenere alle basse frequenze</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Costi variabili in funzione di:<ul style="list-style-type: none"><li>■ complessità dell'opera</li><li>■ tipologia di pannelli e materiali impiegati</li><li>■ esigenze di porte e finestre</li></ul></li><li>■ Indicativamente: 200 – 400 € / m<sup>2</sup></li></ul>

# Controllo del rischio (art. 192)



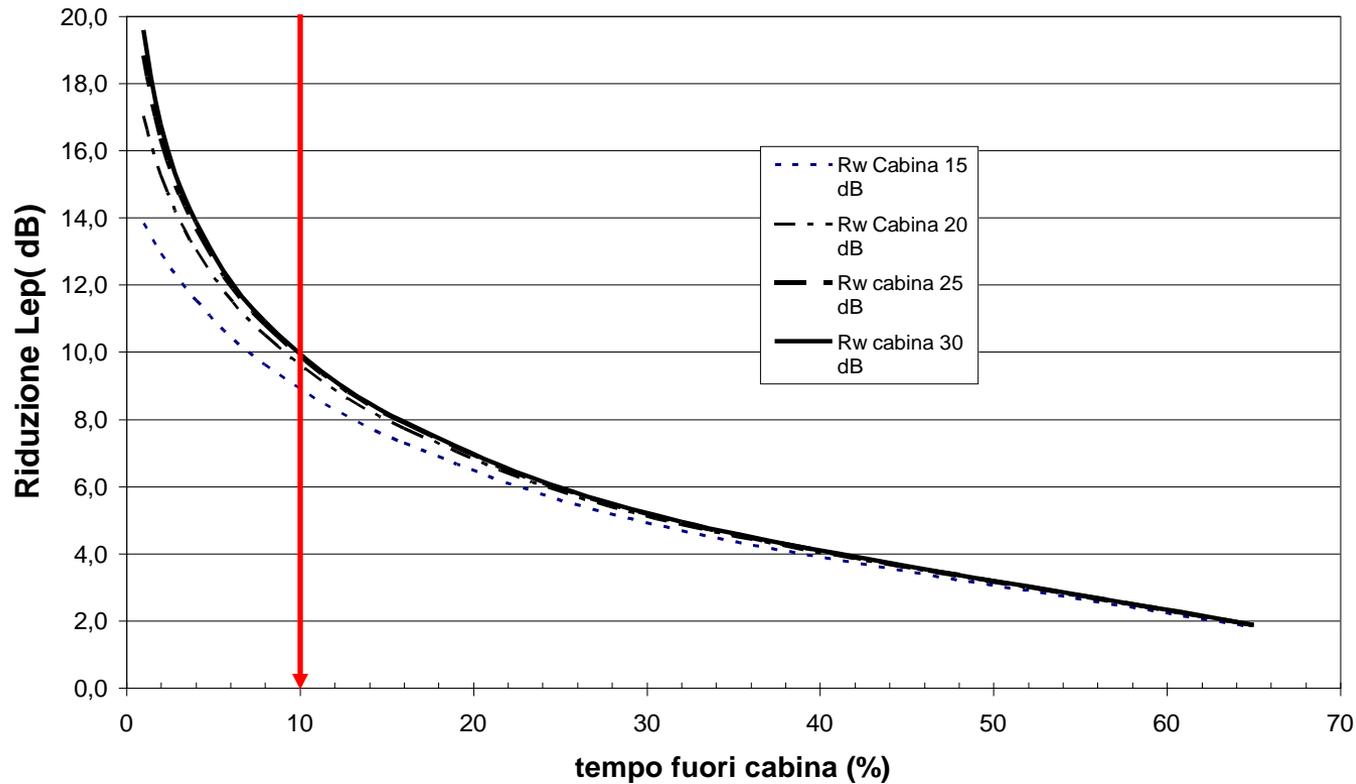
## Controllo del rischio (art. 192)

**Nell'industria petrolchimica:  
- cabina di riposo  
acustico in  
zona  
antideflagrante**



# Controllo del rischio (art. 192)

## efficacia delle cabine



**Attenzione!**

**Come per gli otoprotettori anche per le cabine l'efficacia acustica dipende dal tempo di permanenza!**

# Per un buon progetto

- **analisi spettrale delle sorgenti**
- **attenuazioni richieste: dB(A), f(Hz)  
e/o livello residuo (interno o esterno)**
- **Marcatura CE**
- **dimensioni d'ingombro**
- **resistenza al fuoco**
- **accessi e vetrate di osservazione**
- **ventilazione e/o condizionamento**
- **Illuminazione**
- **manutenzione e smaltimento**

## Controllo del rischio (art. 192)

# Collaudo acustico

La verifica di efficacia acustica (o “collaudo acustico”) è in genere costituita da una serie di misurazioni fonometriche atte a stabilire *in opera* se il manufatto, l'intervento, o il dispositivo applicato, rispetta o meno l'impegno (“garanzia acustica”) che il Fornitore ha assunto in sede contrattuale con il Committente. Questa verifica viene normalmente richiesta al fornitore dell'opera. Più raramente, e soprattutto nel caso di appalti pubblici, viene demandata a tecnici competenti terzi.

È di importanza primaria che la metodologia di collaudo adottata per le verifiche sia chiaramente concordata tra Committente e Fornitore in sede di contratto di acquisto, e questo ovviamente per evitare contestazioni o contenziosi *post operam*. A questo proposito appare logico, al fine di garantire la migliore tutela degli interessi di entrambe le parti, fare riferimento a procedure di collaudo coerenti con le normative tecniche disponibili UNI e/o EN e ISO.



## Banca Dati Bonifiche Acustiche

Comparto

Tipologia di intervento

Specifiche dell'intervento

- Cappottature acustiche (Coperture parziali) (27)
- Modifiche della Macchina (6)
- Schermi o barriere acustiche trattamenti fonoassorbenti ambientali (8)
- Segregazione macchinari (4)
- Silenziatori (13)
- Sistemi smorzamento e isolamento da vibrazioni urti impatti (4)

[Home](#)

[Corsi, Webinar, Eventi PAF](#)

**Rumore**

[Descrizione del rischio](#)

[Normativa](#)

[Valutazione](#)

[Calcolo esposizione](#)

[Calcolatore efficienza DPI UDITIVI](#)

[Calcolatore Riverbero](#)

[Banche dati esposizione ed emissione](#)

[Banca dati Bonifiche Acustiche](#)

[Prevenzione e protezione](#)

[Documentazione](#)

 [FAQ Rumore](#)

**Vibrazioni Mano-Braccio**

**Vibrazioni Corpo Intero**

**Campi Elettromagnetici**

**Radiazioni Ottiche Artificiali**

**Radiazioni Ottiche Naturali**



**COMPARTO:** Carpenteria metallica  
**Sorgente sonora:** Presa d'aria impianto tecnologico  
Persiane Acustiche



**COMPARTO:** Commercio all'ingrosso  
**Sorgente sonora:** Impianto di condizionamento  
Persiane acustiche



**COMPARTO:** Lamiere  
**Sorgente sonora:**  
Porte con attenuazioni certificate: porta standard STC 47



**COMPARTO:** Carta, cartone e affini  
**Sorgente sonora:** Macchina taglio bobine carta  
Riduzione superfici di contatto.

**INAIL**



**Regione Toscana**  
 Diritti Valori Innovazione  
 Sostenibilità



**Azienda USL Toscana sud est**  
 Servizio Sanitario della Toscana

**SERVIZIO SANITARIO REGIONALE EMILIA-ROMAGNA**  
 Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena

### Newsletter

Per essere aggiornato  
 iscriviti alla newsletter  
[PAF](#)

### eventi

[Progetto SEMINARI](#)  
 "Rischio Atmosfere iperbariche e Rischio ultrasuoni"

[7 feb 2023](#)

[14 feb 2023](#)

~

[Corso di Alta Formazione Sapienza - Inail](#)

[24 feb 2023](#)

~

[Corso TER](#)



## Scheda Bonifica Acustica Impianto di imbottigliamento saponi.



### Descrizione sorgente sonora

Impianto di imbottigliamento saponi.

### Descrizione problematica acustica

Problemi dovuti ai singoli colpi delle bottiglie in plastica. Ogni bottiglia è mossa da getti aria i quali producono una elevata emissione acustica.

### Descrizione della bonifica acustica

Inserimento di barriere acustica correlata di una visiva in modo da far interagire l'operatore con la macchina. Le barriere sono dotate di un sistema di sicurezza: nel momento che gli sportelli vengono sollevati la macchina va automaticamente in blocco di produzione.

Foto 1



Foto 2



#### RISULTATI ACUSTICI

Prima dell'intervento:  $L_{Aeq}$  88.7 dBA

Dopo dell'intervento:  $L_{Aeq}$  80.1 dBA

Nella prima foto si può vedere il risultato ANTE-operam mentre nella foto successiva si può vedere il risultato POST-operam. Nella foto 2 si può vedere la barriera acustica con una parte di visiva per l'interazione uomo-macchina.

Intervento di tipo: prototipo

[Home](#)

[Corsi, Webinar, Eventi PAF](#)

[Rumore](#)

[Descrizione del rischio](#)

[Normativa](#)

[Valutazione](#)

[Calcolo esposizione](#)

[Calcolatore efficienza DPI UDITIVI](#)

[Calcolatore Riverbero](#)

[Banche dati esposizione ed emissione](#)

[Banca dati Bonifiche Acustiche](#)

**INAIL**

**Regione Toscana**  
Diritti Valori Innovazione  
Sostenibilità

**SST** Azienda USL Toscana sud est Servizio Sanitario della Toscana

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA-ROMAGNA  
Azienda  
Unità Sanitaria Locale di Modena

#### Newsletter

Per essere aggiornato  
iscriviti alla newsletter

[PAF](#)

#### eventi

[Progetto](#)

[SEMINARI](#)

["Rischio Atmosfere  
iperbariche e Rischio  
ultrasuoni"](#)

# Per saperne di più

**INAIL**

## “Integra” la UNI 11347

**Metodologie e interventi tecnici  
per la riduzione del rumore  
negli ambienti di lavoro**



Ricerca

Edizione 2013

[http://www.lavoro.gov.it/SicurezzaLavoro/Documents/Manuale\\_operativo\\_riduzione\\_rumore\\_lavoro.pdf](http://www.lavoro.gov.it/SicurezzaLavoro/Documents/Manuale_operativo_riduzione_rumore_lavoro.pdf)  
<https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/pubblicazioni/catalogo-generale/metodologie-interventi-tecnici-per-riduzione-rumore.html>

# Articolo 193

## *Uso dei dispositivi di protezione individuale*

1. In ottemperanza a quanto disposto dall'articolo 18, comma 1, lettera c), il datore di lavoro, qualora i rischi derivanti dal rumore non possono essere evitati con le misure di prevenzione e protezione di cui all'art. 192, fornisce i dispositivi di protezione individuali per l'udito conformi alle disposizioni contenute nel Titolo III, capo II, e alle seguenti condizioni:
  - a) nel caso in cui l'esposizione al rumore superi i valori inferiori di azione il datore di lavoro mette a disposizione dei lavoratori dispositivi di protezione individuale dell'udito;
  - b) nel caso in cui l'esposizione al rumore sia pari o al di sopra dei valori superiori di azione esige che i lavoratori utilizzino i dispositivi di protezione individuale dell'udito;

**DPI UDITIVI SOLO A VALLE DEGLI INTERVENTI TECNICI !**

**Arresto da tre a sei mesi o ammenda da 2.192 a 4.384 Euro (DdL e D)**

# Articolo 193

## *Uso dei dispositivi di protezione individuale*

- c) sceglie i DPI-u che consentono di eliminare il rischio per l'udito o di ridurlo al minimo, previa consultazione dei lavoratori o dei loro rappresentanti;
- d) verifica l'efficacia dei dispositivi di protezione individuale dell'udito;

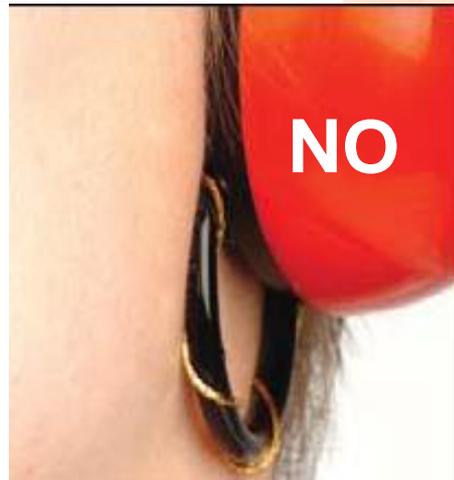
## **COS'È L' EFFICACIA DEI DPI UDITIVI ?**

(Effettiva capacità dei DPI-u di prevenire l'insorgenza di ipoacusie nei soggetti che li indossano)

**COME SI VALUTA? RELAZIONE SANITARIA  
ANONIMA COLLETTIVA DEL MC (Art. 25)**

**COME SI CONTROLLA? INFORMAZIONE,  
FORMAZIONE, ADDESTRAMENTO,... (Art. 77)**

# Usare correttamente gli otoprotettori richiede una formazione specifica ed efficace!

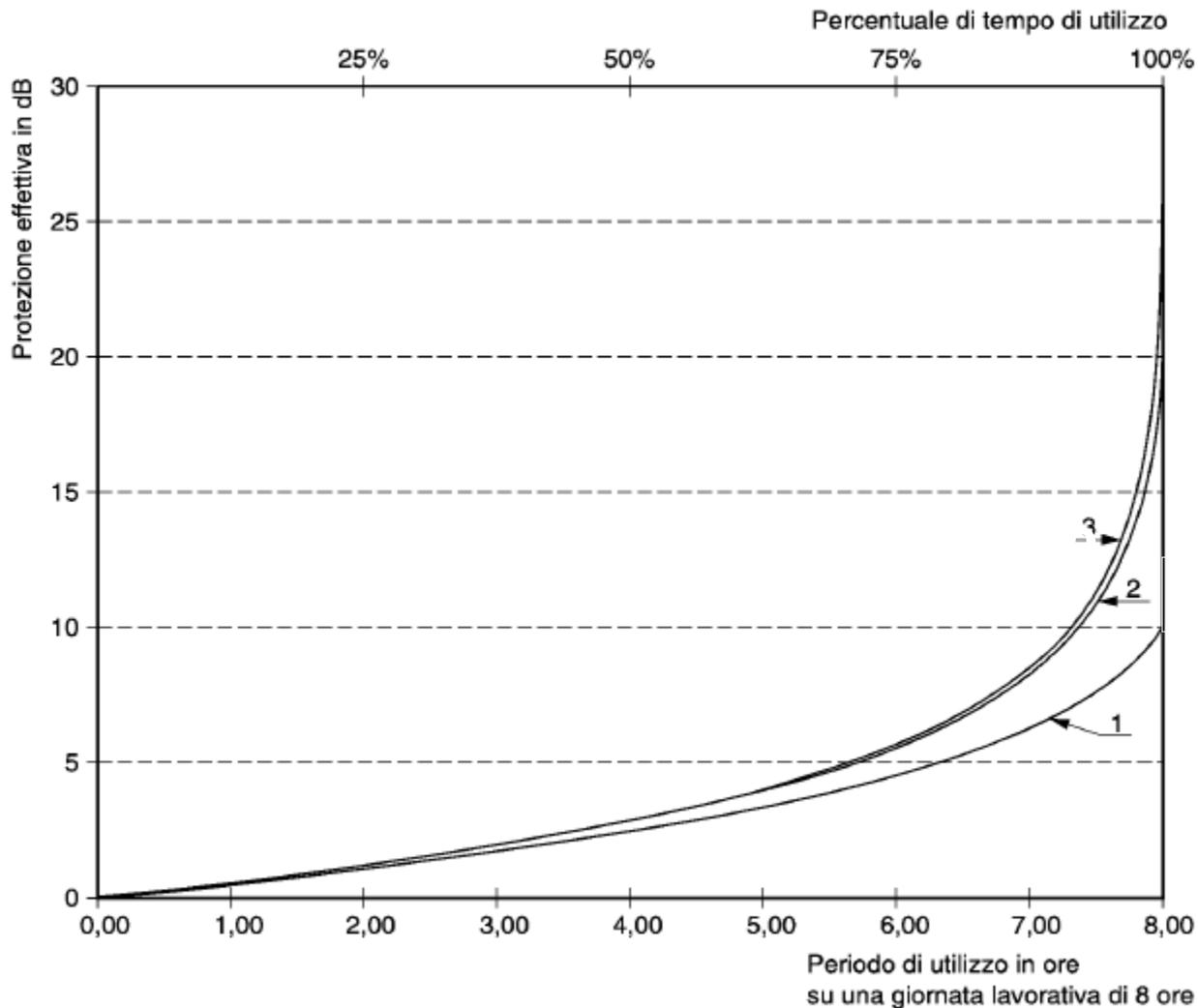


**Art. 77, c.5. In ogni caso l'addestramento è indispensabile:**

**a) per ogni DPI che, ai sensi del decreto legislativo 4 dicembre 1992, n. 475 , appartenga alla terza categoria;**

**b) per i dispositivi di protezione dell'udito.**

# Il tempo di utilizzo è uno dei parametri più importanti!



## *Sui dispositivi di protezione individuale*

- ❑ I DPI sono regolamentati dal D.Lgs. 475/92 come modificato dal D.Lgs. 17/2019, che ha recepito il regolamento (UE) n. 2016/425 del Parlamento e del Consiglio del 9.3.2016, sui dispositivi di protezione individuale che abroga la direttiva 89/686/CEE
  
- ❑ Il regolamento (UE) 2016/425 ha inserito gli otoprotettori nei DPI di terza categoria, che comprende “esclusivamente i rischi che possono causare conseguenze molto gravi quali morte o danni alla salute irreversibili con riguardo a quanto segue:
  - sostanze e miscele pericolose per la salute;
  - atmosfere con carenza di ossigeno;
  - cadute dall’alto
  - .....
  - rumore nocivo”

# Articolo 193

## *Uso dei dispositivi di protezione individuale*

2. Il datore di lavoro tiene conto dell'attenuazione prodotta dai dispositivi di protezione individuale dell'udito indossati dal lavoratore solo ai fini di valutare l'efficienza dei DPI uditivi e il rispetto dei valori limite di esposizione. I mezzi individuali di protezione dell'udito sono considerati adeguati ai fini delle presenti norme se, correttamente usati, e comunque rispettano le prestazioni richieste dalle normative tecniche.

### **VERIFICA DELL'EFFICIENZA DEI DPI UDITIVI**

**(Capacità potenziale di proteggere i soggetti che li indossano)**

### **Metodo SNR e metodo OBM nel PAF**

**Metodo SNR:  $L'_{Aeq} = L_{Ceq} - SNR$**

**Obiettivo  $L'_{EX} < 80$  dB(A). Riferimento: UNI 9432**

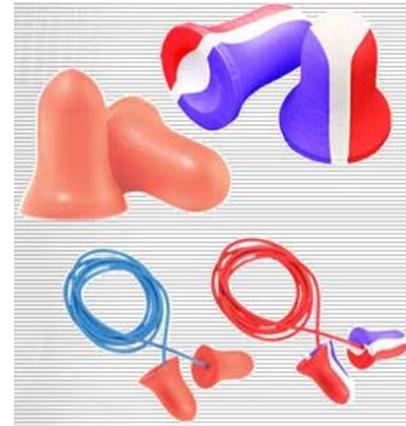
# DPI uditivi / Tipologie

## 1) Insetti auricolari:

premodellati-preformati

malleabili

espandibili



## 2) Insetti semiauricolari (archetti)



## 3) Cuffie



## COME SI CALCOLA L'ATTENUAZIONE (EFFICIENZA) DEI DPI UDITIVI ?

Secondo i metodi previsti dalla norma UNI EN 458 (D.M. 2.5.2001), l'attenuazione ottimale fornita dai DPI-u si può calcolare secondo i seguenti metodi di calcolo:

- Metodo per bande d'ottava (OBM) ← **Consigliato**
- Metodo HML
- Controllo HML ← **Sconsigliato**
- Metodo SNR

**Non ci sono altri metodi consentiti**

## COME SI CALCOLA L'ATTENUAZIONE (EFFICIENZA) DEI DPI UDITIVI ?

Il metodo OBM è il più affidabile ma richiede l'analisi in frequenza del rumore ambientale. Il metodo si basa sui valori di attenuazione ottimale presunti  $APV_f$ , per bande d'ottava:

$$APV_f = M_f - f_c \cdot s_f$$

**Dove:**

$M_f$  è l'attenuazione ottimale media in dB misurata per ciascuna banda d'ottava da 125 Hz a 8.000 Hz;

$s_f$  è lo scarto tipo delle attenuazioni in dB misurate per ciascuna banda d'ottava;

$f_c$  è un coefficiente moltiplicativo che fornisce l'attenuazione  $APV_f$  per una certa percentuale P della popolazione.

**Livello all'orecchio:**

$$L'_{Aeq} = 10 \log \sum_f 10^{0,1(L_f - A_f - APV_f)} \quad \text{dB(A)}$$

# Esempi di schede dati DPI-u

Freq. in Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	H	M	L	SNR
Valore medio	17,8	17,1	25,0	34,8	38,3	38,2	35,9	40,6				
Discordanza stand.	2,6	3,7	2,5	2,1	1,7	4,4	2,2	2,7	35	31	22	33
APV	15,2	13,4	22,5	32,7	36,6	33,8	33,7	37,9				

Freq. in Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	H	M	L	SNR
Valore medio	12,1	10,8	17,7	27,1	32,8	34,0	32,1	36,9				
Discordanza stand.	3,6	3,3	2,7	2,0	2,1	3,5	1,8	3,9	32	25	15	27
APV	8,5	7,5	15,0	25,1	30,7	30,5	30,3	33,0				



## COME SI CALCOLA L'ATTENUAZIONE (EFFICIENZA) DEI DPI UDITIVI ?

Il metodo SNR è il più semplice ma anche il meno affidabile: richiede solo il  $L_{C_{eq},T}$  e il valore SNR. Il livello effettivo all'orecchio è dato da:

$$L'_{A_{eq},T} = L_{C_{eq},T} - \text{SNR} \quad \text{dB(A)}$$

## COME SI CALCOLA L'ATTENUAZIONE (EFFICIENZA) DEI DPI UDITIVI PER IL RUMORE IMPULSIVO?

La UNI EN 458:2005 fornisce un metodo per il calcolo del livello di picco ottimale all'orecchio a otoprotettore indossato:

$$L'_{\text{picco,C}} = L_{\text{picco,C}} - d_m \quad \text{dB(C)}$$

dove  $d_m$  è l'attenuazione fornita dal dispositivo ottenuta utilizzando i valori di attenuazione H, M, L a seconda della classificazione del rumore di tipo 1, 2 o 3 sulla base delle frequenze dominanti.

# COME SI VALUTA L'ATTENUAZIONE DEI DPI UDITIVI ?

**Livello effettivo  
all'orecchio,  $L'_{Aeq}$ , in dB(A)**

**Stima della protezione**

$$L'_{Aeq} > L_{act}$$

Insufficiente

$$L_{act} - 5 < L'_{Aeq} < L_{act}$$

Accettabile

$$L_{act} - 10 < L'_{Aeq} < L_{act} - 5$$

**Buona**

$$L_{act} - 15 < L'_{Aeq} < L_{act} - 10$$

Accettabile

$$L'_{Aeq} < L_{act} - 15$$

Troppo alta  
(iperprotezione)

**Considerando  $L_{\text{act}} = 85 \text{ dB(A)}$**



**$75 \text{ dB(A)} < L'_{\text{Aeq}} < 80 \text{ dB(A)}$**

**Non sufficientemente protettiva**

**La UNI 9432 assume  $L_{act} = 80 \text{ dB(A)}$**



$$70 \text{ dB(A)} < L'_{Aeq} < 75 \text{ dB(A)}$$

**Sufficientemente protettiva**

# Articolo 193

## *Uso dei dispositivi di protezione individuale*

### Attenuazione reale dei DPI-u

- ❑ I valori di certificazione dei DPI-u (APV, H, M, L, SNR) sono valori massimi di efficienza ottenuti in laboratorio in condizioni controllate
- ❑ I valori reali di efficienza sul campo sono sempre inferiori rispetto a quelli di certificazione, dovuti a una serie di fattori operativi e soggettivi
- ❑ A tale scopo la UNI 9432:2011 ha proposto dei fattori moltiplicativi  $\beta$  da applicare ai valori di attenuazione dei DPI-u

# Articolo 193

## *Uso dei dispositivi di protezione individuale*

### Attenuazione reale dei DPI-u – Allegato D UNI 9432

#### D.1.1

#### **Elementi che riducono l'attenuazione dei dispositivi di protezione auricolare**

Esistono numerosi elementi che indicano come l'attenuazione misurata in laboratorio sia una forte sovrastima dell'attenuazione ottenibile in ambienti di lavoro reali, per una serie di motivi, i principali dei quali riguardano:

- la taglia dei dispositivi, talvolta inadeguata alle caratteristiche fisiche dei lavoratori (tipicamente per i dispositivi di protezione auricolare preformati);
- il deterioramento dei materiali che costituiscono il dispositivo di protezione auricolare, legato all'invecchiamento o alla inadeguata conservazione del dispositivo stesso;
- la presenza di capelli lunghi, barba, occhiali che rendono problematica una buona tenuta acustica delle cuffie;
- il posizionamento o l'inserimento approssimativo del dispositivo di protezione auricolare, non conforme ai criteri stabiliti dal fabbricante;
- lo spostamento del dispositivo di protezione auricolare dalla sede originaria (per esempio inserti che si spostano verso l'esterno del condotto uditivo a causa dei movimenti mandibolari o cuffie che si spostano per i movimenti della testa);
- le modifiche realizzate dal lavoratore sul dispositivo di protezione auricolare, allo scopo di renderlo più confortevole (per esempio una deformazione delle cuffie per limitare la pressione sulla testa ritenuta fastidiosa);
- l'uso congiunto di altri DPI non uditivi (per esempio elmetti, occhiali).

Occorre ricordare che alcuni dei comportamenti su accennati, non sono conformi ai disposti della legislazione vigente.

#### D.1.2

#### **Valutazione dell'attenuazione reale**

Per tener conto della perdita di attenuazione dovuta agli elementi indicati al punto D.1.1, i valori di attenuazione ottenuti con i metodi enunciati al punto C.1.1, possono essere moltiplicati per i fattori  $\beta$  riportati nel prospetto D.1.

#### **Valori del fattore moltiplicativo $\beta$**

prospetto D.1

DPI per l'udito	$\beta$
Cuffie	0,75
Inserti espandibili	0,5
Inserti preformati	0,3

# Articolo 193

## *Uso dei dispositivi di protezione individuale*

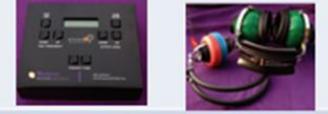
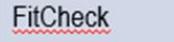
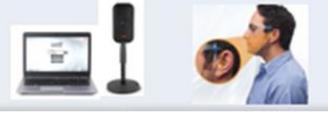
### **Attenuazione reale dei DPI-u**

- ❑ A tale proposito, la nuova norma UNI EN 458:2016 ha due nuove Appendici: Appendice F “Migliorare le prestazioni su campo del DPI-u e speciali istruzioni per l’uso”, Appendice G “Ulteriori indicazioni sui metodi di fit test degli inserti auricolari”
- ❑ L’Appendice G raccomanda di affiancare al processo di scelta del DPI-u, effettuato anche tramite l’applicazione del fattore  $\beta$ , l’utilizzo di strumentazioni di Fit Check che sono in grado di determinare il reale valore di abbattimento sul singolo lavoratore
- ❑ In particolare, consiglia di effettuare una campagna di fit check da effettuarsi con una delle tre metodologie: Tecnica MIRE, audiogramma con e senza gli inserti inseriti, bilanciamento dell’intensità sonora

# Articolo 193

## *Uso dei dispositivi di protezione individuale*

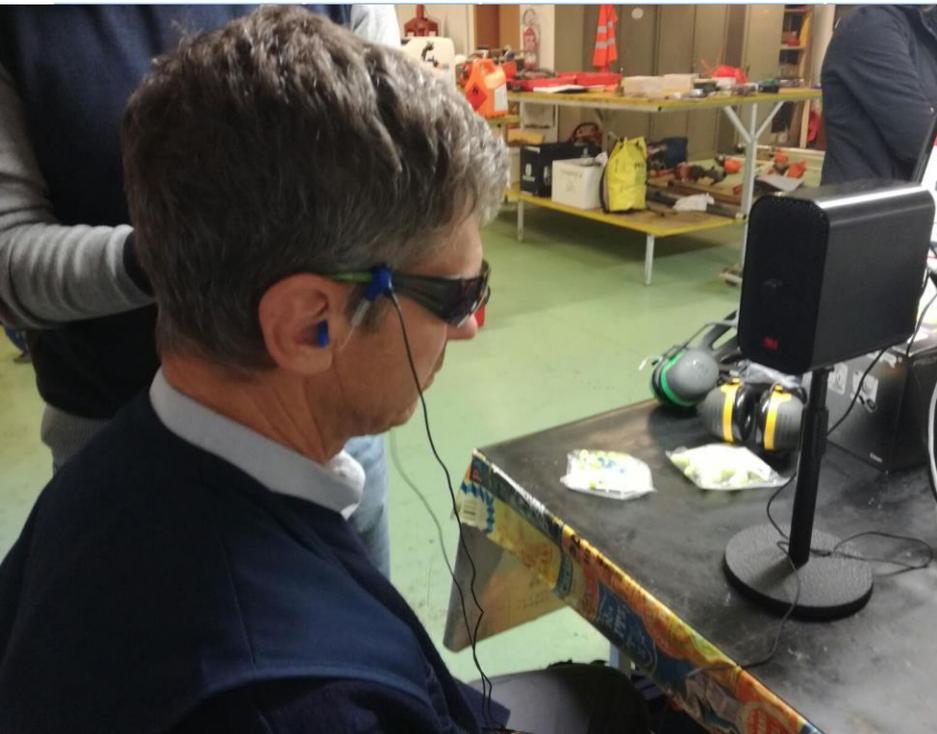
### Attenuazione reale dei DPI-u Sistemi di fit test commerciali

Competitor	Brand	Product	Technology	Subjective	Objective	Unique Features
			Loudness Balance	●		- Has optional Quick Test 500 Hz
			Field REAT	●		- Measures at 500, 1000 & 2000 Hz - Has built-in audiometer version - Has Apple I-pad version
			Field REAT	●		- <u>FitCheck</u> tests all 7 frequencies - Has earmuff testing version - <u>FitCheck Solo</u> licensed from NIOSH & rebranded HPD <u>WellFit</u>
	Safety Meter		F-Mire		●	- Tests <u>Phonak</u> Custom products only
			In-ear Dosimetry		●	- Measures dB from the inside of the hearing protector - Expensive (\$700+) - Viewed as punitive measure
			F-Mire		●	- Dual-ear testing - Earmuff testing - Test all 7 frequencies, FAST

# Articolo 193

## *Uso dei dispositivi di protezione individuale*

### Attenuazione reale dei DPI-u Sistemi di fit test commerciali

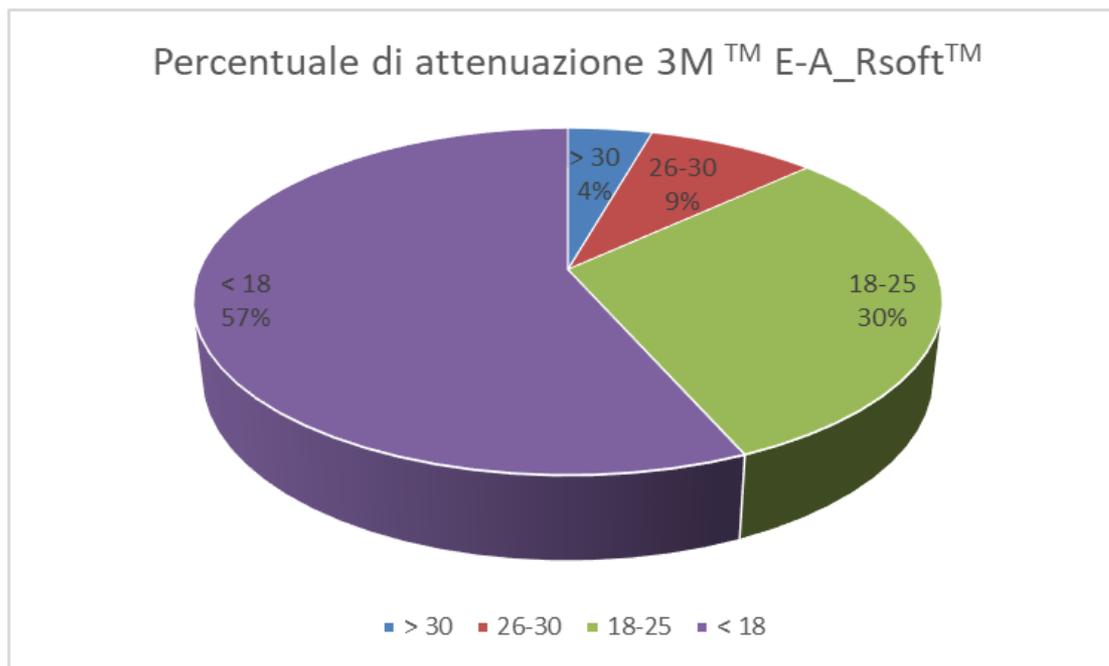


F-Mire



- Dual-ear testing
- Earmuff testing
- Test all 7 frequencies, FAST

# ATTENUAZIONE REALE DEI DPI-u con EARfit



⇒  $\bar{\beta} = 0,36$

*Insertion Loss* globale in relazione alla percentuale di lavoratori esaminati con tappo auricolare 3M™ E-A\_Rsoft™ con SNR = 37 dB



Con  $\beta = 0,5$ , SNR = 37

$$L'_{Aeq} = L_{Ceq} - 18,5$$

$$L'_{Aeq} = L_{Ceq} - 13,3!$$



# DPI-u ELETTRONICI

Negli ultimi anni sono stati immessi in commercio nuovi DPI-u elettronici, in grado di modulare l'attenuazione in intensità e/o in frequenza, sulla base del rumore esterno, contrariamente ai DPI-u passivi massicciamente utilizzati fino ad oggi, che attenuano sempre nello stesso modo il rumore esterno e possono presentare grossi problemi di sicurezza (iperprotezione) e di intelligibilità.

L'attenuazione di cuffie passive viene da decenni stimata mediante metodi standardizzati (UNI EN ISO 4869-1). Meno consolidata è la via che conduce a stimare l'attenuazione fornita da cuffie "elettroniche". I costruttori si basano sulle norme di omologazione che non sono allineate con le norme sociali.

È stata studiata in laboratorio di acustica l'attenuazione di una serie di DPI-u elettronici, tra cui la cuffia 3M™ PELTOR™ ProTac™ III



# COMPORTAMENTO DEI DPI-u ELETTRONICI

## Prove in camera anecoica Centro Ricerche Inail MPC

Il manichino ed il microfono da  $\frac{1}{2}$ " vengono posizionati di fronte all'altoparlante.

Mediante l'altoparlante viene generato un rumore rosa (o almeno approssimativamente tale) e vengono misurati il livelli sonori in banda di 1/3 d'ottava prodotti sia dal microfono esterno sia dal microfono posto al timpano del manichino.

La cuffia viene posizionata sul manichino.

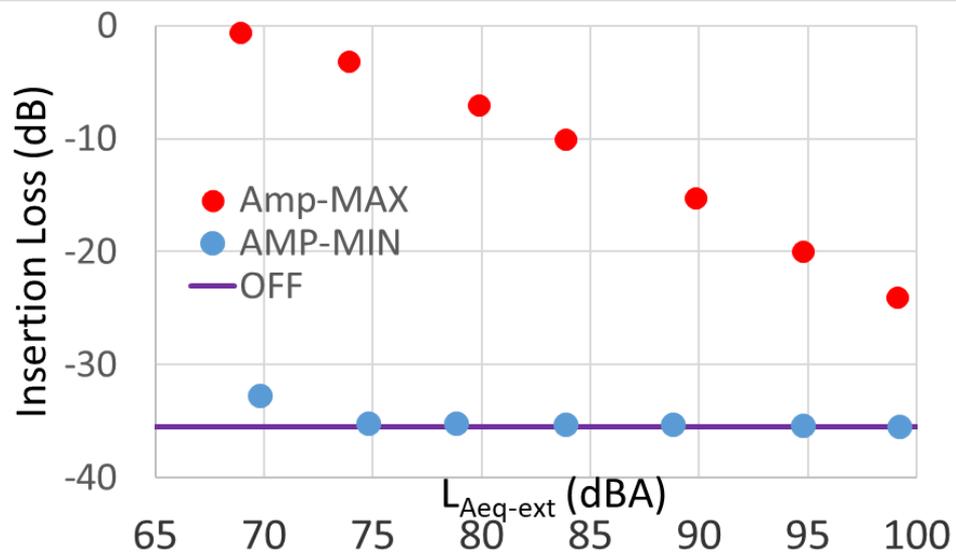
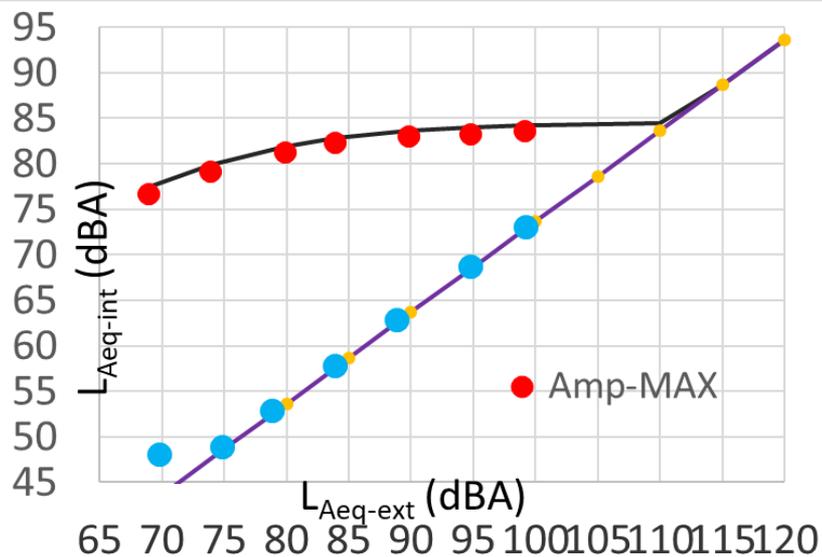
Viene eseguita una ricognizione preliminare mirata ad individuare approssimativamente il regime nel quale avviene la transizione fra comportamento attivo e comportamento passivo.

Vengono generati rumori rosa di livello crescente con passi di 5 dB in modo da mappare la zona nella quale avviene la transizione.



# ATTENUAZIONE (?) DEI DPI-u ELETTRONICI

## Prove in laboratorio 3M™ PELTOR™ ProTac™III

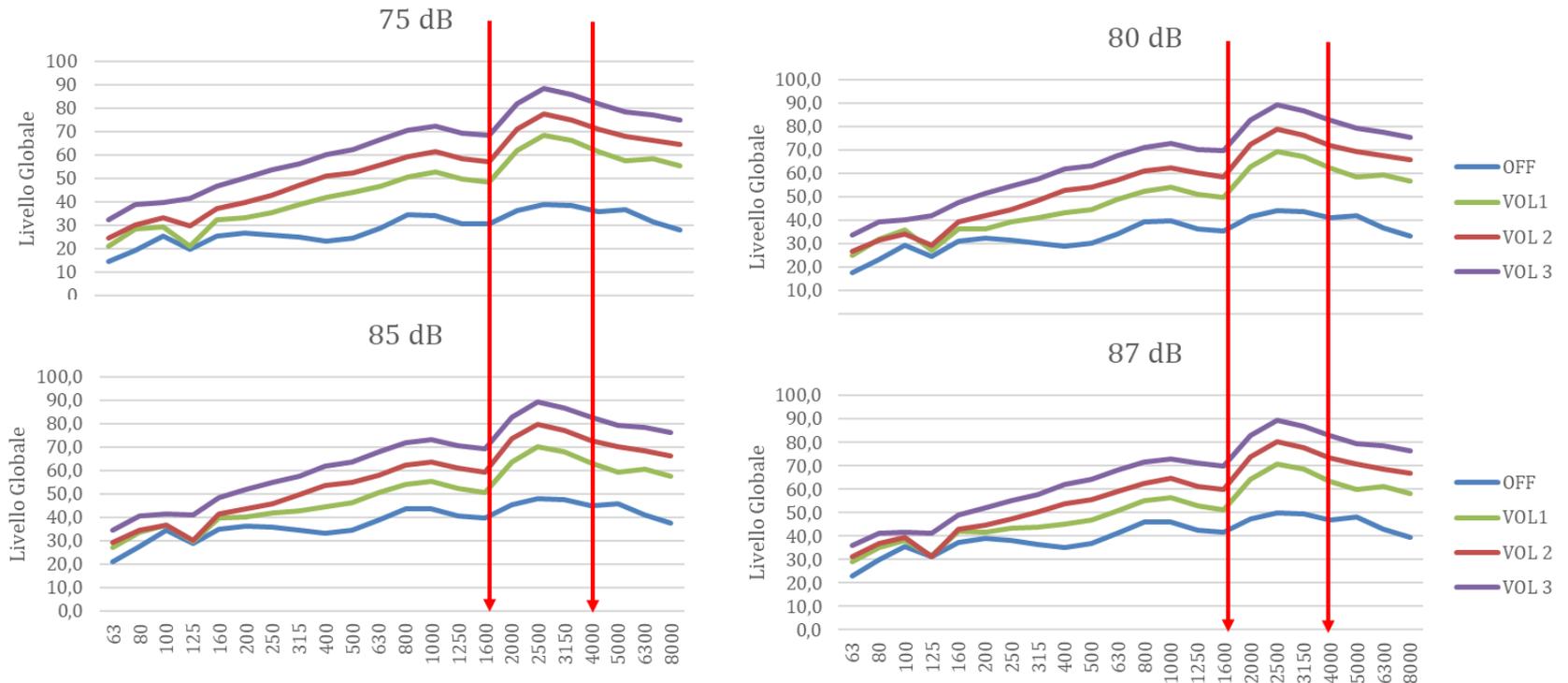


$L_{Aeq}$  – Ext livello esterno alla cuffia  
 $L_{Aeq}$  – Int livello interno alla cuffia

# ATTENUAZIONE (?) DEI DPI-u ELETTRONICI

## Importanza del Filtro Passa-banda nel Range del Parlato: AGEVOLARE LA COMUNICAZIONE VERBALE

### Attenuazione Livelli Globali – Test Effettuati



# ***At last but not least: il Portale Agenti Fisici***

## ***è uno strumento***

**Art. 28, comma 3-ter, D.Lgs. 81/08.**

**«Ai fini della valutazione di cui al comma 1, l'Inail, anche in collaborazione con le aziende sanitarie locali per il tramite del Coordinamento Tecnico delle Regioni e i soggetti di cui all'articolo 2, comma 1, lettera ee), rende disponibili al datore di lavoro strumenti tecnici e specialistici per la riduzione dei livelli di rischio.»**

## ***è una banca dati***

**Art. 202, comma 2, D.Lgs. 81/08.**

**«Il livello di esposizione alle vibrazioni meccaniche può essere valutato mediante....banche dati dell'ISPESL (INAIL) o delle regioni.....».**

**Art. 209, comma 1, D.Lgs. 81/08.**

**«La valutazione dei rischi derivanti da campi elettromagnetici... può essere effettuata mediante....banche dati dell'INAIL o delle regioni.....».**

# ***Il Portale Agenti Fisici come supporto per la valutazione del rischio da agenti fisici***

- ***Valevole ai sensi dell'art. 202 (banche dati vibrazioni HAV e WBV) e 209 (banca dati CEM)***
- ***Citato nel Piano Nazionale della Prevenzione 2014-18 del Ministero della Salute***
- ***Più di 300.000 visitatori unici nel 2023, di cui il 10% dall'estero***
- ***Più di 1.800.000 pagine visitate all'anno***
- ***Più di 6.400 utenti iscritti alla newsletter***
- ***13 sezioni presenti attualmente: rumore, vibrazioni (HAV e WBV), campi elettromagnetici, radiazioni ottiche (artificiali e naturali), atmosfere iperbariche, radiazioni ionizzanti (naturali e artificiali), attività NORM, microclima e ultrasuoni, estetica***

***[www.portaleagentifisici.it](http://www.portaleagentifisici.it)***

# Il Portale Agenti Fisici come supporto per la valutazione del rischio rumore



ARI IN BANCA DATI 4.284 - MISURE IN BANCA DATI 9.456

## Benvenuto nel Portale Agenti Fisici

Le Banche Dati "**Vibrazioni Mano Braccio**" e "**Vibrazioni Corpo Intero**" sono valedoli ai fini della valutazione dei rischi ai sensi del D. Lgs. 30 aprile 2008 n. 81 (art. 202, comma 2; Allegato XXXV).

Le banche dati su **Campi Elettromagnetici** sono valedoli ai fini della valutazione dei rischi ai sensi degli artt. 28, 181 e 209 del D.Lgs.81/2008.

### Le sessioni su **Radiazioni ottiche naturali ed artificiali**

sono utilizzabili per la Valutazione dei rischi ai sensi del D.Lgs.81/2008.

Le Banche Dati ospitate nella **sessione rumore** sono valedoli ai fini della valutazione dei rischi ai sensi del D.Lgs. 30 aprile 2008 n. 81 (art. 190, comma 5bis; art. 192, art. 193).

Il Portale Agenti Fisici è realizzato dal Laboratorio di Sanità Pubblica dell'Azienda Sanitaria USL Toscana Sud Est (ex Azienda USL 7 Siena) con la collaborazione dell'INAIL e dell'Azienda USL di Modena, al fine di mettere a disposizione uno strumento informativo che orienti gli attori aziendali della sicurezza e gli operatori della prevenzione ad una risposta corretta ai fini della prevenzione e protezione da AGENTI FISICI in tutti i comparti lavorativi. Il Portale è in corso di sviluppo e aggiornamento continuo grazie ad un accordo di collaborazione fra Regione Toscana ed INAIL nell'ambito del Piano delle Attività di Ricerca Istituzionale dell'INAIL. L'utente dovrà consultare i documenti di "Guida all'utilizzo della Banca Dati" per ogni singolo Agente Fisico al fine di poter utilizzare in maniera appropriata i dati in essa contenuti. Si declina qualsiasi responsabilità derivante da un utilizzo improprio dei dati e delle informazioni contenute nelle Banche Dati e nel Portale.

- [Home](#)
- [Corsi, Webinar, Eventi PAF](#)
- [Podcast](#)
- [Rumore](#)
- [Vibrazioni Mano-Braccio](#)
- [Vibrazioni Corpo Intero](#)
- [Campi Elettromagnetici](#)
- [Radiazioni Ottiche Artificiali](#)
- [Radiazioni Ottiche Naturali](#)
- [Radiazioni Ionizzanti Naturali](#)
- [Radiazioni Ionizzanti Naturali - NORM](#)
- [Radiazioni Ionizzanti Artificiali](#)
- [Atmosfere Iperbariche](#)
- [Microclima](#)
- [Ultrasuoni](#)
- [Estetica](#)
- [Normativa e Linee Guida](#)
- [Contatti](#)
- [Chi siamo](#)
- [Newsletter](#)
- [Documentazione per la Fornitura dati](#)
- [Materiale Didattico](#)
- [FAQ](#)



[Rumore](#)



[Mano-braccio](#)



[Corpo Intero](#)



[Campi Elettro-Magnetici](#)



[Radiazioni Ottiche Artificiali](#)



[Radiazioni Ottiche Naturali](#)



[Radiazioni Ionizzanti Naturali](#)



[NORM](#)



[Radiazioni Ionizzanti Artificiali](#)



[Atmosfere Iperbariche](#)



[Microclima](#)



[Ultrasuoni/Infrasuoni](#)

## INAIL

Regione Toscana  
Centro Valori Innovazione  
Sostenibilità

Assistenza  
Servizio Sanitario della Toscana

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
DIRETTORIA REGIONALE  
Azienda  
Unità Sanitaria Locale di Modena

### Newsletter

Per essere aggiornato  
iscriviti alla newsletter  
PAF

### eventi

[Corso di alta formazione  
Gestione integrata del  
rischio da agenti fisici](#)

[Scadenza presentazione:  
21 gennaio 2024  
Spagnola - Università di Roma](#)

[Corso di formazione  
Il rischio da agenti fisici:  
Fondamenti](#)

[30 e 31 Gennaio 2025  
CNR Area Territoriale di Ricerca  
di Firenze](#)

[Rischio da esposizione a  
vibrazione:  
valutazione e controllo  
in differenti condizioni  
espositive](#)

[10 Dicembre 2024  
Corso online](#)

[Rischio rumore:  
valutazione e controllo](#)

# Portale Agenti Fisici

## ***Rumore***

-  ***Supporto informativo per la valutazione del rischio***
-  ***Proposta di procedura standardizzata per il calcolo del descrittore di rischio  $L_{EX}$***
-  ***Banca dati di emissione/esposizione del CPT (ora FSC) di Torino con circa 1000 schede; banca dati propria (pubblicata a novembre 2016)***
-  ***Calcolatore online per i DPI con annessa banca dati (pubblicato a novembre 2015)***
-  ***Calcolatore online dei tempi di riverbero (pubblicato a giugno 2016)***
-  ***Banca dati bonifiche acustiche (pubblicata ad aprile 2016)***

# Per saperne di più



MORE

## Documentazione relativa al rumore

**NEW!!!! Gruppo Tecnico Interregionale Prevenzione Igiene e Sicurezza Luoghi di Lavoro - INAIL- ISS**

**Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici ai sensi del Decreto Legislativo 81/08: Titolo VIII Capo I; Radiazione Solare; Microclima; Rumore; Vibrazioni - 2021**



**INAIL**

La valutazione del rischio rumore  
Edizione 2015



**INAIL**

"Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore nei luoghi di lavoro"  
Aggiornamento 2013



**Linee guida per una corretta progettazione acustica di ambienti scolastici**

Associazione Italiana di Acustica  
2017



Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome in collaborazione con ISPESL e ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA'

**Decreto Legislativo 01/2008 Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro: Indicazioni operative - IN VIGORE PER IL RUMORE LE NUOVE LINEE DI INDIRIZZO APPROVATE IL 21/07/2021**

Commissione europea - Direzione generale per l'Occupazione, gli affari sociali e le pari opportunità, Unità F  
**Guida non vincolante di buone prassi per l'applicazione della Direttiva 2003/10/CE**  
Anno 2007

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/966d34a0-a10f-4d93-9672-d314438234d6/language-it/format-pdf>

Commissione consultiva permanente per la salute e la sicurezza sul lavoro approvato il 28 novembre 2012

**METODOLOGIE E INTERVENTI TECNICI PER LA RIDUZIONE DEL RUMORE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO: Manuale operativo**



**SCELTA DEI DPI UDITIVI**

Linea guida per il settore della musica e delle attività ricreative, ai sensi dell'articolo 198 del D.Lgs. 81/2008 s.m.i., approvata dalla Commissione consultiva permanente per la sicurezza e la salute sul lavoro nella seduta del 7 marzo 2012



2009

HSE - Review of diver noise exposure



[Home](#)

[Corsi, Webinar, Eventi PAF](#)

[Podcast](#)

[Rumore](#)

[Descrizione del rischio](#)

[Normativa](#)

[Valutazione](#)

[Calcolatori](#)

[Banca dati](#)

[Banca dati Bonifiche Acustiche](#)

[Prevenzione e protezione](#)

[Documentazione](#)

[FAQ Rumore](#)

[Vibrazioni Mano-Braccio](#)

[Vibrazioni Corpo Intero](#)

[Campi Elettromagnetici](#)

[Radiazioni Ottiche Artificiali](#)

[Radiazioni Ottiche Naturali](#)

[Radiazioni Ionizzanti Naturali](#)

[Radiazioni Ionizzanti Naturali - NORM](#)

[Radiazioni Ionizzanti Artificiali](#)

[Atmosfere Iperbariche](#)

[Microclima](#)

[Ultrasuoni](#)

[Estetica](#)

[Normativa e Linee Guida](#)

[Contatti](#)

[Chi siamo](#)

[Newsletter](#)

[https://www.portaleagentifisici.it/fo\\_rumore\\_documentazione.php?lg=IT](https://www.portaleagentifisici.it/fo_rumore_documentazione.php?lg=IT)

## Bibliografia essenziale

- UNI EN 458:2016** Protettori dell'udito - Raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione - Documento guida;
- UNI 9432:2011** Acustica - Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro;
- UNI EN ISO 9612:2011** Acustica - Determinazione dell'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro - Metodo tecnico progettuale;
- UNI/TR 11450:2012** Acustica - Valutazione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro per lavoratori che utilizzano sorgenti sonore situate in prossimità dell'orecchio
- UNI EN ISO 4871:2009** Acustica - Dichiarazione e verifica dei valori di emissione sonora delle macchine e delle apparecchiature;
- UNI 8199:2016** Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti;
- UNI EN ISO 9614-1:2009** Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante il metodo intensimetrico - Parte 1: Misurazione per punti discreti;
- UNI EN ISO 9614-2:1998** Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante il metodo intensimetrico - Misurazione per scansione;
- UNI EN ISO 9614-3:2009** Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante il metodo intensimetrico - Parte 3: Metodo di precisione per la misurazione per scansione;
- UNI EN ISO 11200:2020** Acustica - Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature - Linee guida per l'uso delle norme di base per la determinazione dei livelli di pressione sonora al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni;
- UNI EN ISO 12001:2009** Acustica - Acustica - Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature - Regole per la stesura e la presentazione di una procedura per prove di rumorosità;
- UNI 11347:2015** Acustica - Programmi aziendali di riduzione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro;

## Bibliografia essenziale

**UNI EN ISO 11546-1:2009 Acustica - Determinazione delle prestazioni acustiche di cappottature - Parte 1: Misurazioni di laboratorio (ai fini della dichiarazione);**

**UNI EN ISO 11546-2:2009 Acustica - Determinazione delle prestazioni acustiche di cappottature - Parte 2: Misurazioni in opera (ai fini dell'accettazione e della verifica);**

**UNI EN ISO 11688-1:2009 Acustica - Suggerimenti pratici per la progettazione delle macchine e delle apparecchiature a bassa emissione di rumore - Parte 1: Pianificazione;**

**UNI EN ISO 11688-2:2002 Acustica - Suggerimenti pratici per la progettazione di macchine ed apparecchiature a bassa emissione di rumore - Parte 2: Elementi di fisica per la progettazione a bassa emissione;**

**UNI EN ISO 11690-1:2021 Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Strategie per il controllo del rumore;**

**UNI EN ISO 11690-2:2021 Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Provvedimenti per il controllo del rumore;**

**UNI EN ISO 11690-3:2000 Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Propagazione del suono e previsione del rumore in ambienti di lavoro;**

**UNI EN ISO 11820:1999 Acustica - Misurazioni su silenziatori in sito;**

**UNI EN ISO 11821:1999 Acustica - Misurazione dell'attenuazione sonora in sito di uno schermo mobile;**

**UNI EN ISO 11957:2009 Acustica - Determinazione della prestazione di isolamento acustico di cabine - Misurazioni in laboratorio e in opera;**

**UNI EN ISO 14163:2001 Acustica - Linee guida per la riduzione del rumore con i silenziatori;**

**UNI EN ISO 14257:2004 Acustica - Misurazione e descrizione parametrica delle curve di decadimento del suono nello spazio degli ambienti di lavoro per la valutazione delle loro prestazioni acustiche;**

**UNI EN ISO 15667:2002 Acustica - Linee guida per la riduzione del rumore mediante cabine e cappottature;**

**UNI EN ISO 17624:2005 Acustica - Linee guida per il controllo del rumore negli uffici e nei luoghi di lavoro mediante l'utilizzo di schermi acustici.**

***Grazie per l'attenzione!***

***[p.nataletti@gmail.com](mailto:p.nataletti@gmail.com)***