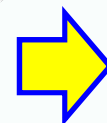
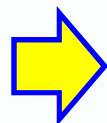


LA VALUTAZIONE DEL RUMORE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO: DALLA TEORIA ALLA PRATICA



Relatore: **Ing. Di Sangro Stefano**
Sede diretta A.N.CO.R.S.
Roseto degli Abruzzi - Teramo



SUONO & RUMORE



Natura

Effetti



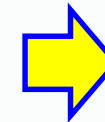
Misura



SUONO & RUMORE

Il rumore negli ambienti di lavoro è ormai diventato uno dei problemi più importanti tra quelli compresi nell'igiene del lavoro.

La continua meccanizzazione della produzione ha portato al moltiplicarsi delle fonti di rumore e ad un conseguente aumento della percentuale di lavoratori esposti a questo fattore di rischio.



SUONO & RUMORE



Lo sviluppo tecnologico, con il relativo aumento esponenziale del rischio da esposizione, non è stato seguito da adeguate misure preventive.

Il **rumore**, all'interno degli ambienti di lavoro, è da sempre una delle **principali cause di malattie professionali**.

L'**ipoacusia** da rumore è tra le patologie specifiche più frequenti, seppur con un trend decrescente da qualche anno a questa parte (Prevenzione? Aumento tutele?).

Purtroppo, ancora oggi i numeri danno l'evidenza di un problema che può definirsi tutt'altro che risolto, poiché si parla di **circa 5.000 denunce di malattia professionale** (di cui **circa 2.000 accertate**) **ogni anno** (fonte: dati INAIL 2014÷2019).

SUONO & RUMORE

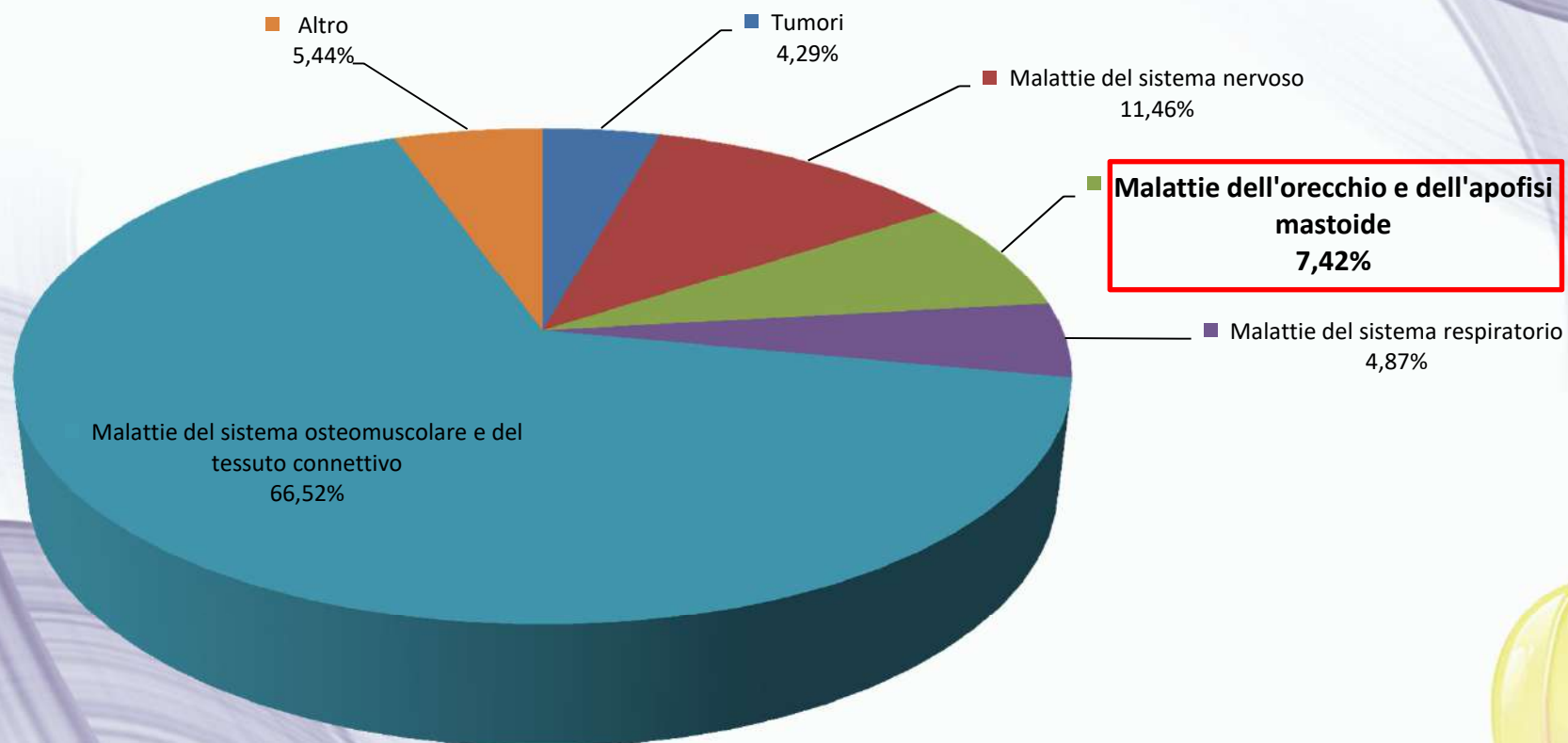
Malattie DENUNCIATE

Settore ICD-10	2015		2016		2017		2018		2019	
Alcune malattie infettive e parassitarie (A00-B99)	14	0,02%	23	0,04%	12	0,02%	20	0,03%	15	0,02%
Tumori (C00-D48)	2.796	4,75%	2.788	4,63%	2.698	4,65%	2.675	4,50%	2.628	4,29%
Malattie del sangue e degli organi ematopoietici ed alcuni disturbi del sistema immunitario (D50-D89)	23	0,04%	17	0,03%	10	0,02%	18	0,03%	14	0,02%
Malattie endocrine, nutrizionali e metaboliche (E00-E90)	31	0,05%	7	0,01%	13	0,02%	8	0,01%	9	0,01%
Disturbi psichici e comportamentali (F00-F99)	607	1,03%	547	0,91%	508	0,88%	507	0,85%	501	0,82%
Malattie del sistema nervoso (G00-G99)	6.703	11,38%	7.091	11,78%	6.717	11,58%	7.063	11,88%	7.013	11,46%
Malattie dell'occhio e degli annessi oculari (H00-H59)	101	0,17%	114	0,19%	101	0,17%	80	0,13%	72	0,12%
Malattie dell'orecchio e dell'apofisi mastoide (H60-H95)	5.179	8,79%	5.173	8,59%	4.906	8,46%	4.941	8,31%	4.541	7,42%
Malattie del sistema circolatorio (I00-I99)	477	0,81%	443	0,74%	360	0,62%	280	0,47%	261	0,43%
Malattie del sistema respiratorio (J00-J99)	3.528	5,99%	3.262	5,42%	3.060	5,28%	2.816	4,74%	2.983	4,87%
Malattie dell'apparato digerente (K00-K93)	146	0,25%	126	0,21%	121	0,21%	93	0,16%	91	0,15%
Malattie della cute e del tessuto sottocutaneo (L00-L99)	525	0,89%	496	0,82%	401	0,69%	474	0,80%	432	0,71%
Malattie del sistema osteomuscolare e del tessuto connettivo (M00-M99)	37.408	63,52%	38.675	64,22%	37.602	64,83%	38.969	65,54%	40.703	66,51%
Malattie dell'apparato genitourinario (N00-N99)	26	0,04%	23	0,04%	22	0,04%	14	0,02%	21	0,03%
Sintomi, segni e risultati anormali di esami clinici e di laboratorio non classificati altrove (R00-R99)	0	0,00%	1	0,00%	0	0,00%	1	0,00%	0	0,00%
Traumatismi, avvelenamenti ed alcune altre conseguenze di cause esterne (S00-T98)	18	0,03%	16	0,03%	22	0,04%	10	0,02%	12	0,02%
Absente	1.308	2,22%	1.416	2,35%	1.444	2,49%	1.489	2,50%	1.905	3,11%
Totale	58.890	100,00%	60.218	100,00%	57.997	100,00%	59.458	100,00%	61.201	100,00%

Fonte:
dati INAIL 2020

SUONO & RUMORE

Denunce M.P. - Incidenza per tipo di patologia



Fonte: dati INAIL 2020

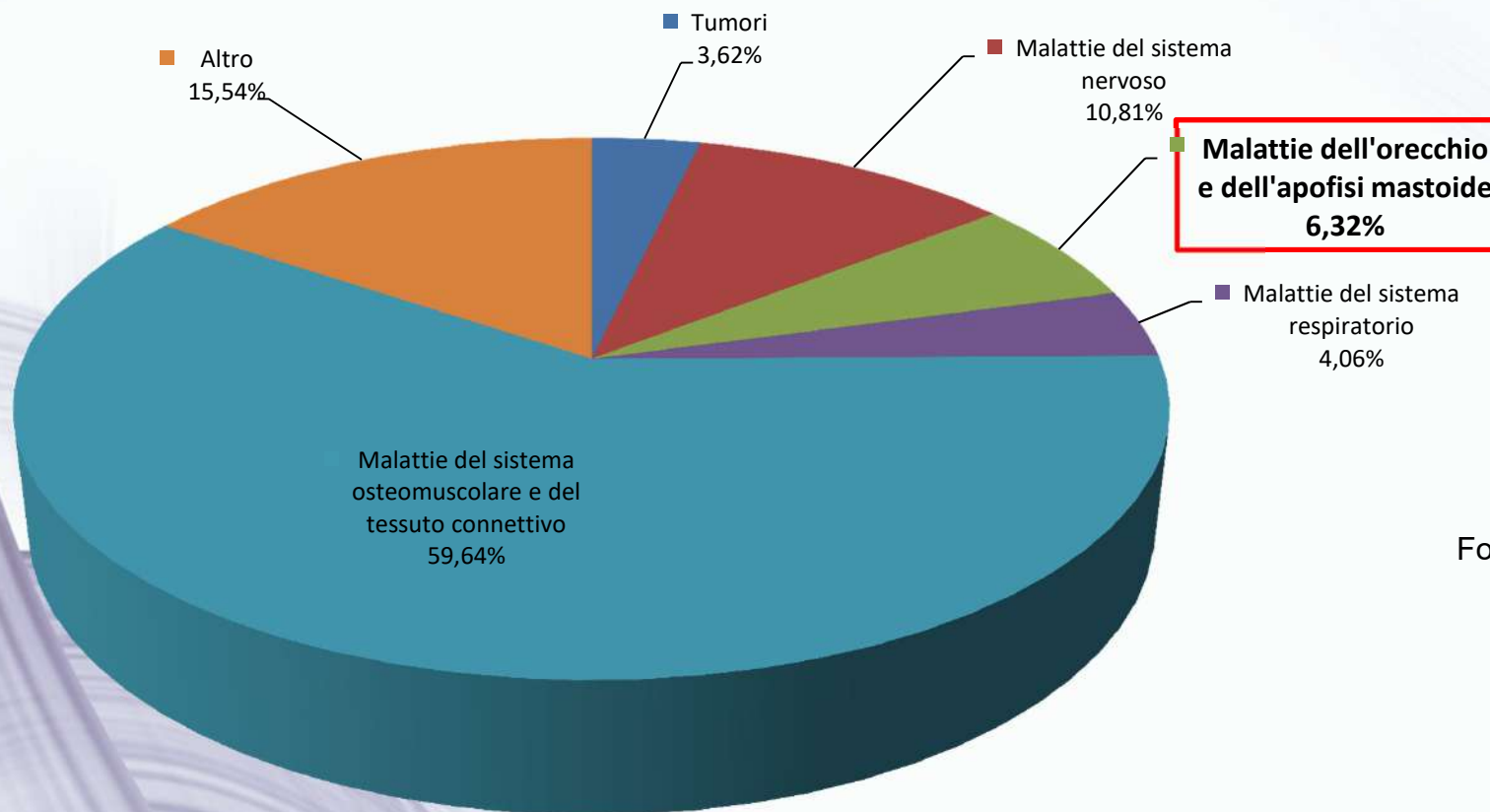
SUONO & RUMORE

Denunce M.P. - Andamento ultimi 6 anni
Malattie dell'orecchio e dell'apofisi mastoide (2014-2019)



SUONO & RUMORE

Denunce M.P. (Gen-Ago 2020) - Incidenza per tipo di patologia

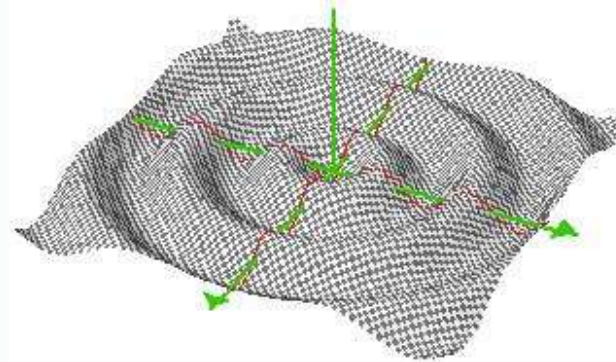


Fonte: dati INAIL 2020

SUONO & RUMORE

Si definisce **SUONO** la propagazione di energia meccanica in un mezzo elastico (liquido, solido, gassoso) che è in grado di eccitare il senso dell'udito.

Dal punto di vista fisico il suono si produce quando un oggetto o una superficie vibra abbastanza rapidamente da generare un'onda di pressione nel mezzo circostante.



La propagazione del suono nello spazio libero avviene in tutte le direzioni, sotto forma di onde sferiche.

SUONO & RUMORE

Usualmente definiamo **RUMORE** un suono che provoca una sensazione sgradevole, fastidiosa o intollerabile.

Per questo motivo è impossibile stabilire, in via teorica, se una vibrazione meccanica percettibile con l'udito sarà per l'ascoltatore un suono o un rumore.

Tale giudizio sarà **sogettivo** e, pertanto, **variabile da persona a persona**



SUONO & RUMORE

SUONO: è una perturbazione fisica in un mezzo elastico tale da procurare una piacevole sensazione uditiva.

Ex. suoni tipici sono le note emesse dagli strumenti musicali



RUMORE: è un suono che provoca una sensazione uditiva sgradevole.

Ex. rumori sono il frastuono generato dal passaggio di un treno, i colpi di un martello, la rumorosità prodotta da una macchina o da un attrezzo elettrico, ...

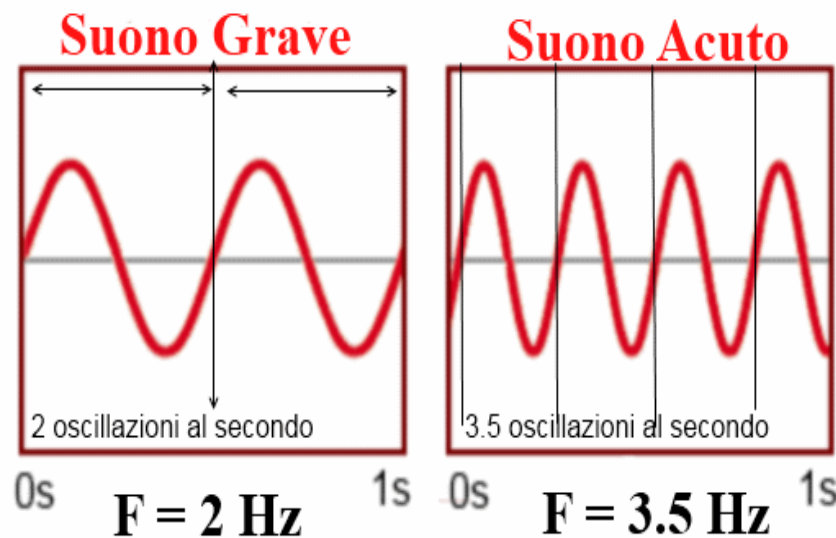
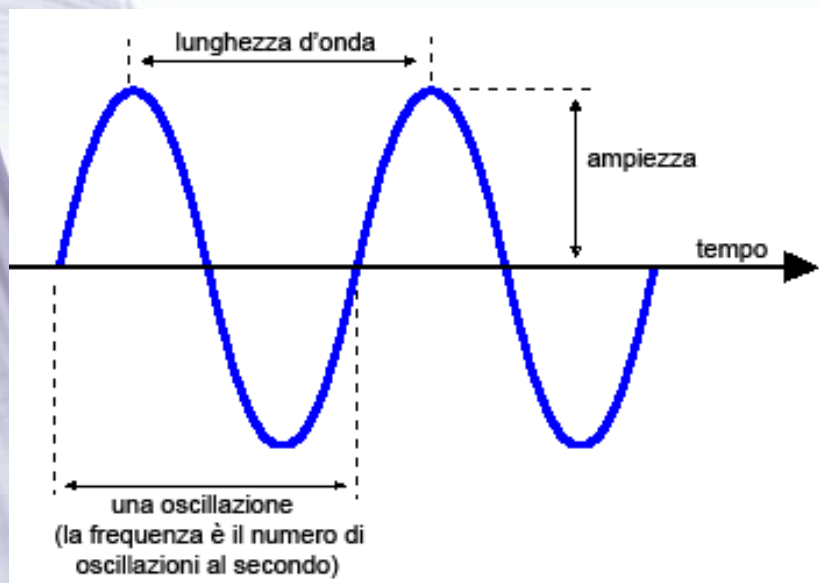


CARATTERISTICHE DEL SUONO

Il suono è costituito da onde sinusoidali di oscillazione della pressione atmosferica che si propagano in tutte le direzioni (onde sonore). Quando tali onde giungono all'orecchio dell'ascoltatore, generano una sensazione sonora.



L'evento sonoro si caratterizza per il suo contenuto energetico (potenza o intensità sonora) e per la frequenza.

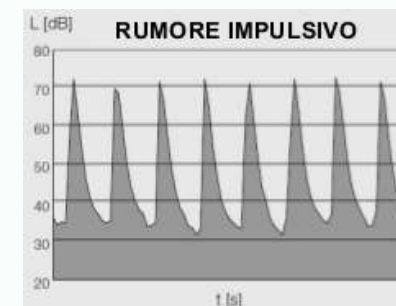
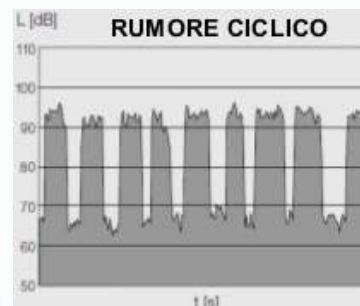
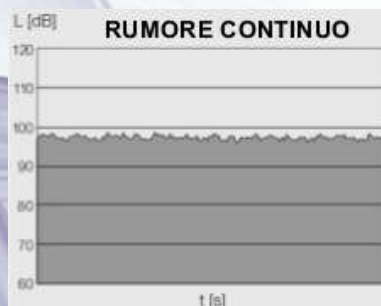


CARATTERISTICHE DEL SUONO

Rumore **COSTANTE**: lo si ha quando il **livello è praticamente lo stesso** oppure oscilla in una banda di intensità ridotta (*rumore di motore, getto d'aria compressa continuo nel tempo*).

Rumore **FLUTTUANTE**: lo si ha quando il **livello varia in modo evidente** in base alla discontinuità della lavorazione (*fresatura, piallatura*).

Rumore **IMPULSIVO**: lo si ha quando il rumore è formato da **eventi di breve durata ma di grande intensità** (*presse, martelli, caduta oggetti*). È quello che presenta la maggiore pericolosità.



Rumore **INDUSTRIALE**: lo si ha quando il suono è formato da **diverse frequenze** che possono essere anche di intensità (o ampiezza) variabile.

CARATTERISTICHE DEL SUONO

Un suono può essere più o meno **INTENSO**

Per **INTENSITA'** si intende la **quantità di energia trasportata dall'onda sonora per unità di superficie perpendicolare alla direzione di propagazione.**

In acustica si suole esprimere l'intensità dei suoni in termini di una grandezza fisica ad essa collegata: il **livello di intensità (L_i)** definito come:

$$L_i = 10 \text{ Log } (I/I_0)$$

dove il simbolo I rappresenta l'intensità sonora, mentre I_0 un'intensità sonora di riferimento (pari a: 10^{-12} W/m^2 , soglia di udibilità dell'orecchio umano).



LA MISURA DEL SUONO

Si definisce **soglia di udibilità** il valore $I = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ al di sotto del quale non è più possibile percepire alcun rumore, mentre si chiama **soglia del dolore** il valore $I = 1 \text{ W/m}^2$ al di sopra del quale si inizia a provare dolore fisico.

Poiché l'intensità sonora non è facilmente misurabile, si preferisce esprimere la misura del suono basandosi sulla

PRESSIONE SONORA

definita come l'ampiezza dell'onda di pressione, grandezza facilmente misurabile con un fonometro.



LA MISURA DEL SUONO

La pressione sonora è correlata all'intensità mediante la seguente formula

$$I = p_{\text{eff}}^2 / \rho c$$

Dove p_{eff} = pressione effettiva onda sonora
 ρ = densità del mezzo
 c = velocità del suono nel mezzo considerato

Poiché il range di fluttuazione della pressione sonora è molto ampio

$$p = 20 \div 200.000.000 \mu\text{Pa}$$

si ricorre al **LIVELLO DI PRESSIONE SONORA (SPL)**, una misura logaritmica della pressione sonora efficace di un'onda meccanica (sonora) rispetto ad una sorgente sonora di riferimento:

$$L_p = 20 \text{ Log}_{10} (p/p_0)$$

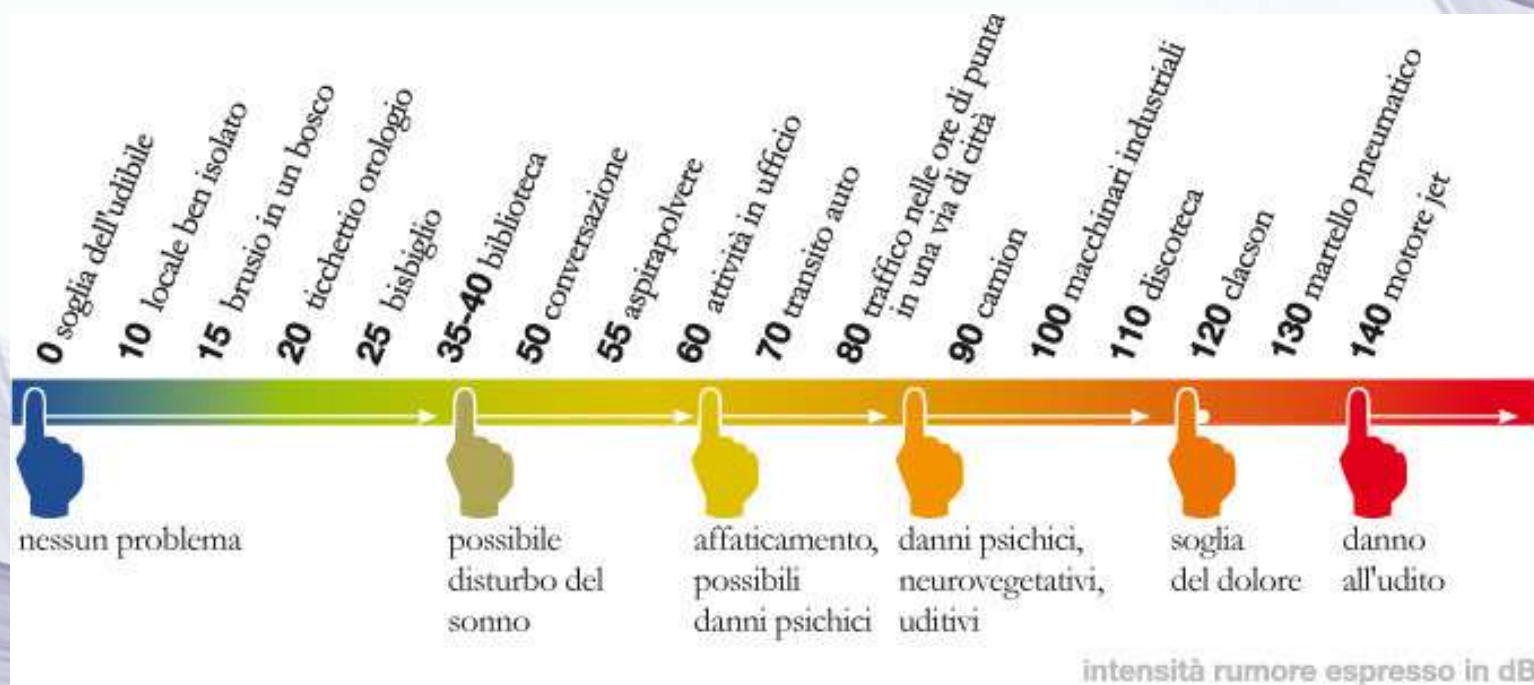
Dove p = valore efficace della pressione che si vuol misurare
 p_0 = pressione di riferimento (= 20 μPa)



SCALA DEI DECIBEL

Livello del suono (dB)	Pressione sonora (μPa)	Esempi	Fascia
140	200.000.000	motore jet	
130	63.245.555	martello pneumatico	fascia dannosa
120	20.000.000	veicolo ad elica	
soglia del dolore			
110	6.324.555	discoteca	
100	2.000.000	macchinari industriali	fascia critica
90	632.455	veicolo pesante	
80	200.000	traffico intenso	
70	63.245	aspirapolvere	
60	20.000	uffici	
50	6.324	musica a basso volume	
40	2.000	biblioteca	fascia di sicurezza
30	632	passi sulle foglie	
20	200	abitazione di notte	
10	63	"tic-tac" di un orologio	
0	20	soglia dell'udibile	

SCALA DEI DECIBEL



LA MISURA DEL SUONO

La pressione sonora si misura in DECIBEL [dB], che non rappresenta la misura di una grandezza fisica bensì di un rapporto logaritmico:

$$L_{dB} = 10 \text{ Log}_{10} (N1/N2) \text{ [dB]}$$

La scala dei decibel non è lineare, per cui non si possono sommare in livelli sonori in modo aritmetico ma occorre ricorrere ai logaritmi:

$$72 \text{ dB} + 72 \text{ dB} = \cancel{144} \text{ dB} = 75 \text{ dB}$$

Il livello di pressione sonora derivante da 2 sorgenti identiche è di soli **3 dB** superiore al livello di una singola sorgente.

72 dB + 72 dB = ~~144~~ dB
ERRATO

72 dB + 72 dB = 75 dB ✓
CORRETTO

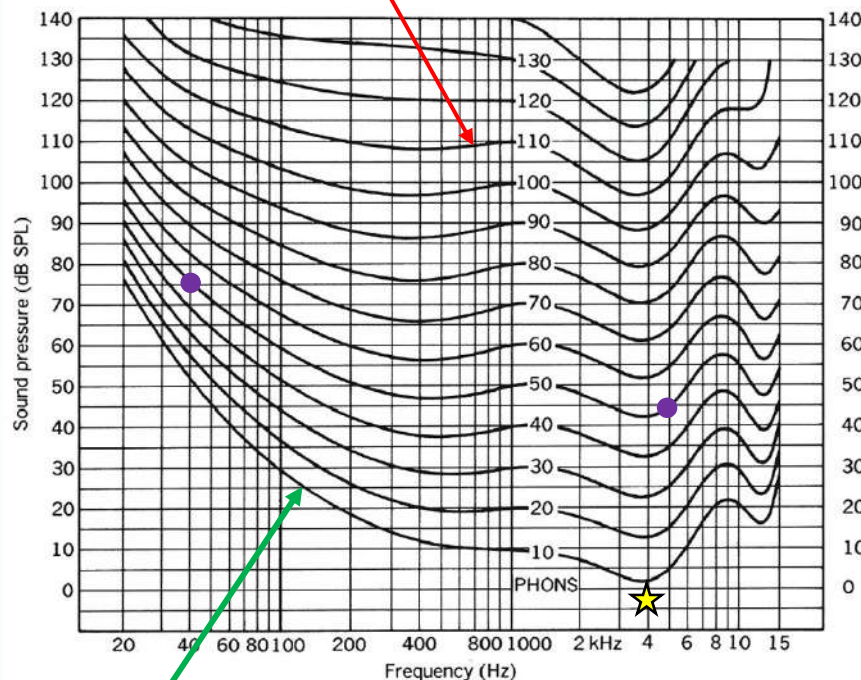
dB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N1/N2	1,25	1,6	2	2,5	3	4	5	6,3	8	10

LA SENSAZIONE SONORA

Affinché i suoni possano essere percepiti dall'orecchio umano, è necessario che la loro intensità superi, per ogni frequenza, un determinato valore che può essere indicato come **SOGLIA DI UDIBILITÀ**.

Soglia del dolore

Curve ISOFONICHE
(sensazione uditiva)



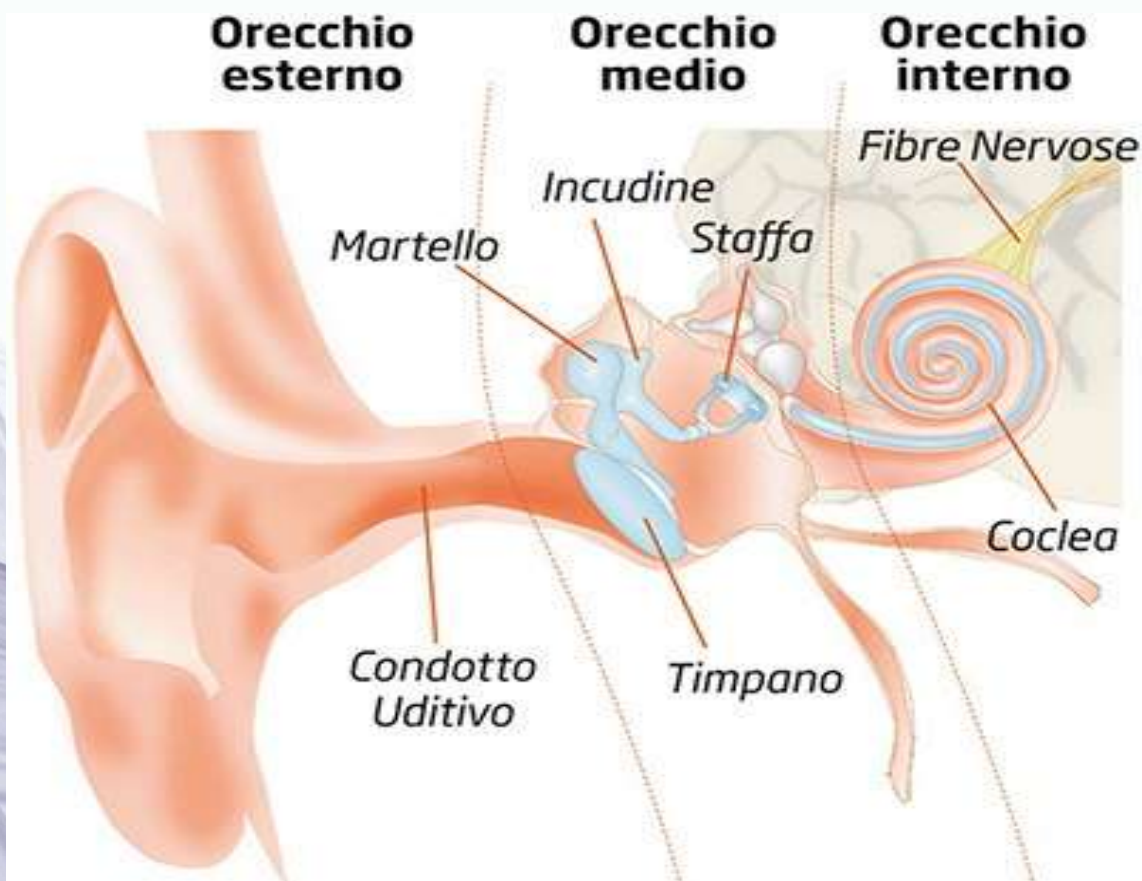
All'aumento dell'intensità, la sensazione uditiva cresce fino a risultare sgradevole, fastidiosa o dolorosa.

Può essere stabilita anche una soglia superiore di intensità sonora, cui viene dato il nome di **SOGLIA DEL DOLORE**.

Soglia di udibilità

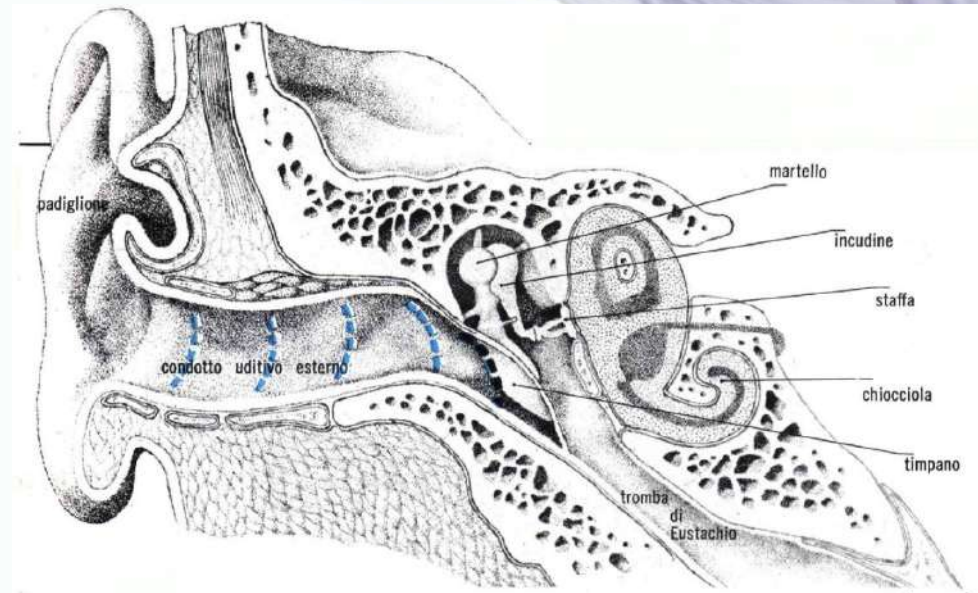
L'ORECCHIO UMANO

L'orecchio umano ha la funzione di trasformare le **variazioni di pressione** dell'aria in **stimoli elettrici** che arrivano al cervello.

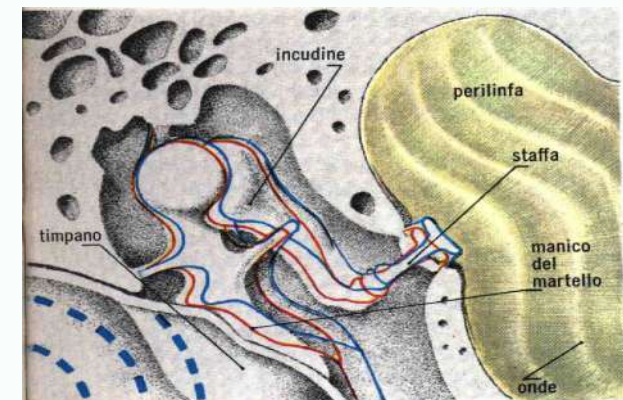


L'ORECCHIO UMANO

**1. LE VARIAZIONI DI PRESSIONE
VENGONO INDIRIZZATE SULLA
MEMBRANA DEL TIMPANO**

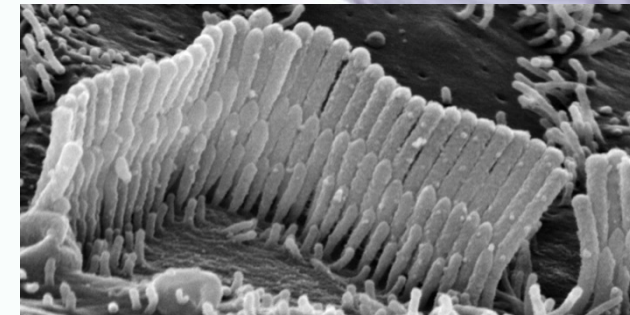


**2. LE VIBRAZIONI DEL TIMPANO VENGONO
AMPLIFICATE (dal martello, l'incudine e la
staffa) E TRASMESSE AL LIQUIDO CONTENUTO
NELLA COCLEA.**

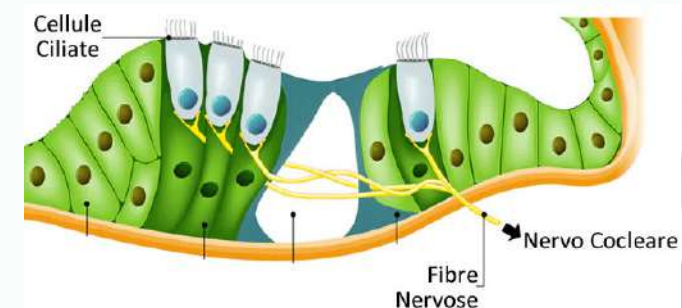


L'ORECCHIO UMANO

3. LE VIBRAZIONI DEL LIQUIDO MUOVONO LE CELLULE CILIATE (Organo del Corti) CHE HANNO LO SCOPO DI TRASFORMARE LE VIBRAZIONI IN IMPULSI NERVOSI.



4. IL CERVELLO RICEVE GLI IMPULSI NERVOSI DAL NERVO ACUSTICO E LI TRASFORMA IN INFORMAZIONI COMPRENSIBILI.





EFFETTI DEL RUMORE SULL'UOMO



EFFETTI DEL RUMORE SULL'UOMO

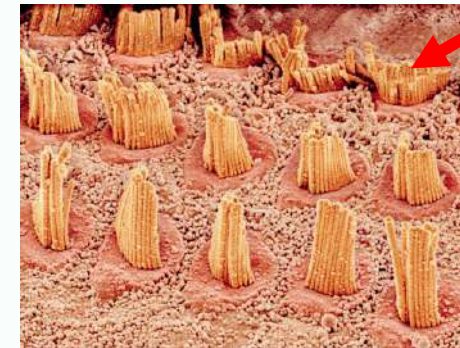
UN' ESPOSIZIONE CRONICA A RUMORI ELEVATI PROVOCA UNA **SORDITÀ PROFESSIONALE**

- La sordità è di tipo **PERCETTIVO**, interessa le terminazioni nervose e non le vie di trasmissione meccanica del suono;
- La perdita dell'udito a causa del rumore inizia in modo caratteristico alla **FREQUENZA di circa 4.000 Hz**;
- In uno stadio più avanzato la perdita può estendersi verso le frequenze più **ALTE** e più **BASSE**;
- La sordità è, generalmente, **BILATERALE, IRREVERSIBILE e PROGRESSIVA** finché vi è esposizione al rischio;
- In età più avanzata può sovrapporsi una **PRESBIACUSIA** (sordità legata all'età) che, generalmente interessa frequenze più elevate.

EFFETTI DEL RUMORE SULL'UOMO

Gli effetti uditivi possono sintetizzarsi in:

- **modificazioni IRREVERSIBILI** per esposizione protratta al rumore (sordità)
- **modificazioni REVERSIBILI o IRREVERSIBILI** per trauma acustico:
 - *Un'esposizione a un rumore estremamente intenso può anche lacerare il timpano producendo una perdita molto accentuata.*
 - *Un rumore meno elevato, ma pur intenso, determinerà una lesione alle strutture dell'orecchio interno che non riusciranno più a trasmettere in modo completo gli impulsi al cervello.*



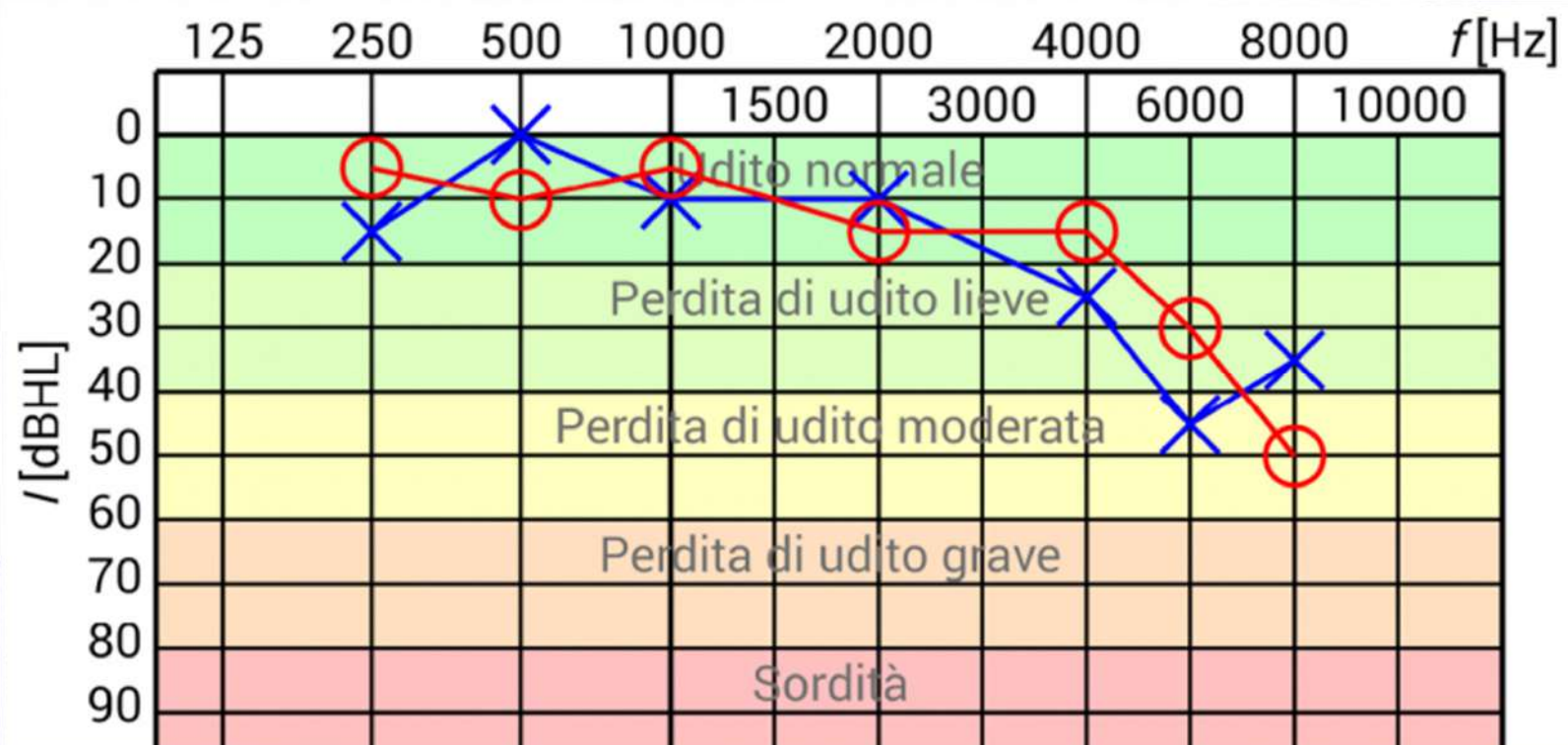
Tali effetti si dividono in:

- **UDITIVI** (specifici) diretti sull'organo dell'udito
- **EXTRAUDITIVI** (non specifici) che possono interessare vari organi ed apparati con disturbi anche psico-sociali.

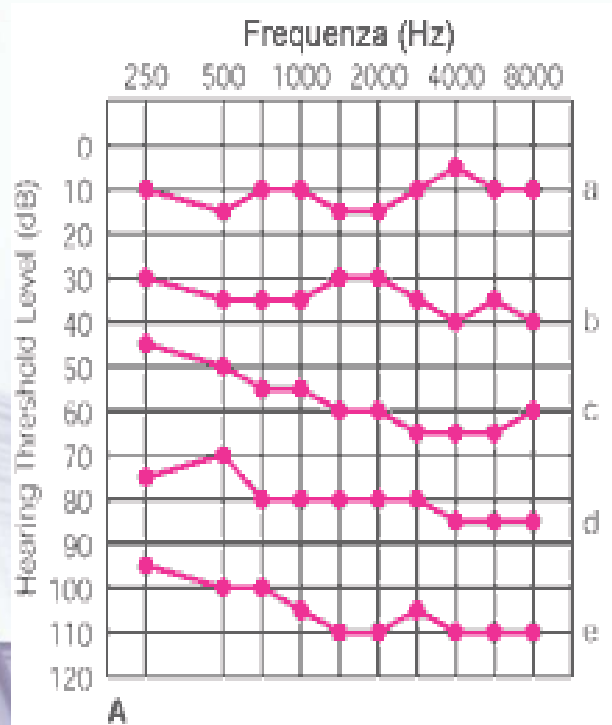


EFFETTI DEL RUMORE SULL'UOMO

AUDIOGRAMMA

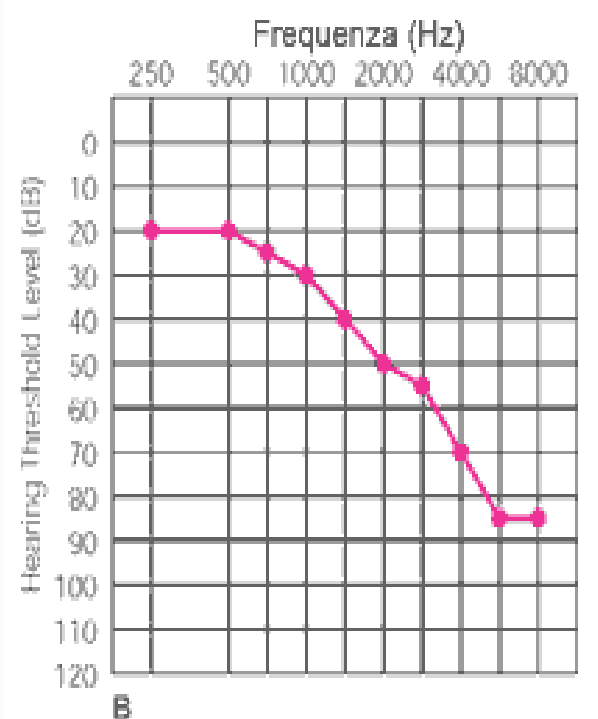


EFFETTI DEL RUMORE SULL'UOMO



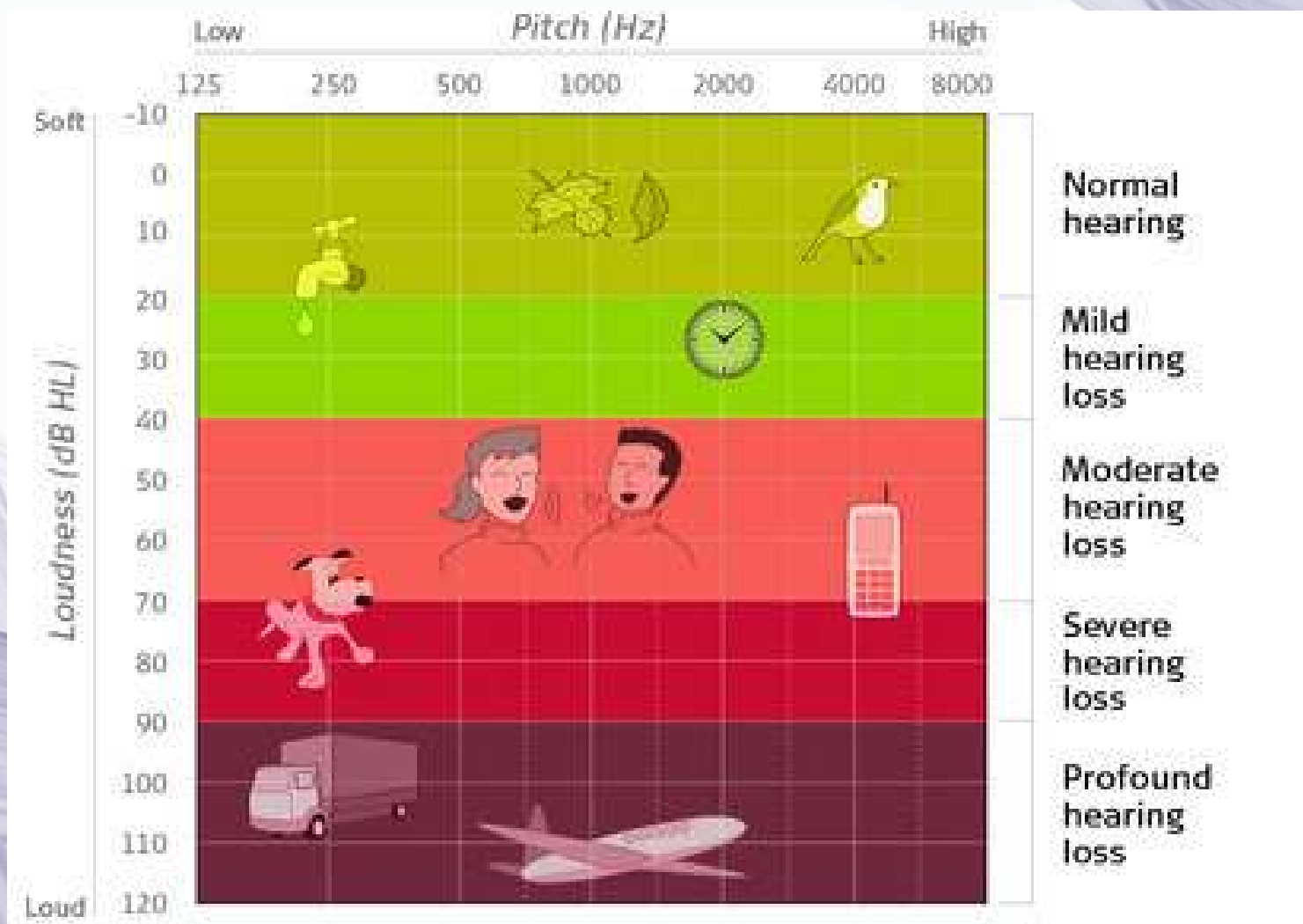
-  **Udito normale**
-  **Perdita lieve**
-  **Perdita moderata**
-  **Perdita grave**
-  **Perdita profonda**

**Perdita di udito
indotta da rumore
(ipoacusia)**



Presbiacusia

EFFETTI DEL RUMORE SULL'UOMO



EFFETTI DEL RUMORE SULL'UOMO

FATTORI AGGRAVANTI

- **RUMORE IMPULSIVO**
- **TONI PURI**

I lavoratori con ipoacusia possono anche sentire un **FISCHIO CONTINUO** (acufene: segnale bioelettrico auto-indotto), disturbo per il quale non esiste terapia.

VARIABILI

Il **RISCHIO Uditivo** dipende:

- dal **livello del rumore** al quale si è esposti (intensità)
- dalla **durata dell'esposizione al rumore**
- dalla **frequenza** (i suoni più acuti sono più dannosi di quelli gravi).



LA MISURA DEL RUMORE



LA MISURA DEL RUMORE

La misura del rumore è diretta, generalmente, ad individuare il **livello di pressione sonora** presente nel punto di rilevazione.

Lo strumento che si impiega per la valutazione del rumore è il **FONOMETRO**.

Il fonometro, sostanzialmente, è costituito da:

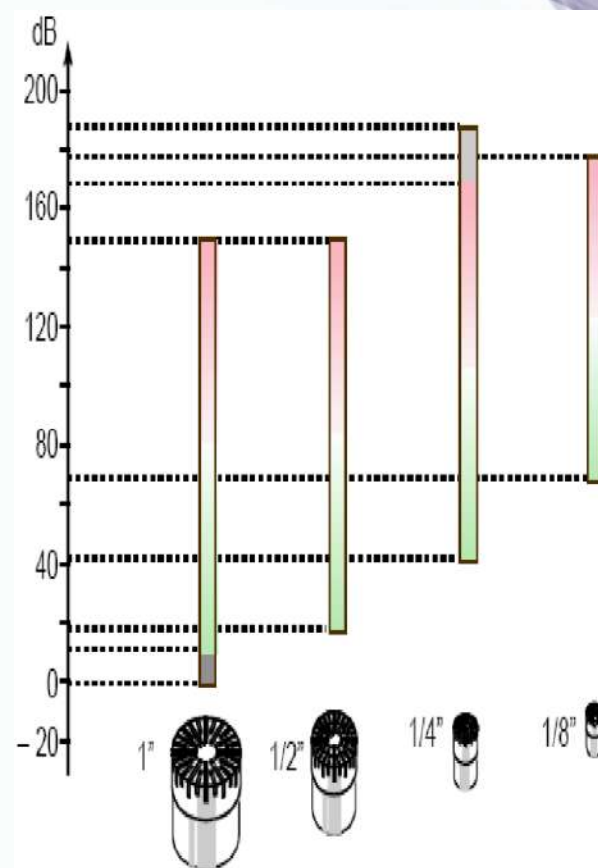
- un **trasduttore** (microfono)
- un **attenuatore / amplificatore** di segnale (fondo scala)
- un circuito di **pesatura** (filtri)
- un dispositivo **integratore di segnale**
- un dispositivo di **memorizzazione**
- un **display**



Il fonometro deve essere (preferibilmente) in Classe di precisione I (0,7 dB)

LA MISURA DEL RUMORE

La scelta della capsula microfonica deve essere fatta in base al range di frequenze da misurare (gamma dinamica fonometro).



Il fonometro deve essere (preferibilmente) in **Classe di precisione I** (0,7 dB)

LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE

Le grandezze che forniscono il valore dell'esposizione al rumore e che servono per verificare il rispetto dei limiti di legge sono:

➤ **il livello di esposizione individuale al rumore giornaliero (LEX,d):**

Valore medio ponderato, in funzione del tempo, dei livelli di esposizione al rumore per una **giornata lavorativa nominale di 8 ore**.

➤ **la pressione acustica di picco (Ppeak):**

Valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata in frequenza **"C"**

➤ **il livello di esposizione individuale al rumore settimanale (LEX,w):**

Valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione giornaliera al rumore per una **settimana nominale di 5 giornate lavorative di 8 ore**.

IMPOSTIAMO I PARAMETRI DI UN FONOMETRO



LA MISURA DEL RUMORE

Il fonometro integratore, per le valutazioni del rischio rumore in ambienti di lavoro, dovrebbe essere impostato per acquisire simultaneamente i seguenti parametri:

❖ $L_{A,eq}$

❖ $L_{C,eq}$

❖ $P_{peak,C}$

Per la valutazione del **livello di esposizione** e della **efficacia dei DPI** 

❖ $L_{AS,max}$

❖ $L_{AF,max}$

❖ $L_{AI,max}$

Per il riconoscimento delle **componenti impulsive**

Model 831 Instrument Manager - SLM (0001959)

Instrument Status Settings Manual Control Download Calibrate System

Stored Setups
<Instrument Settings> Setup Manager Save Delete

Measurement Measurement Control Time History Events Markers Miscellaneous

Frequency Weighting A Weight
Detector Fast
Peak Weighting C Weight

Gain
 None 20 dB

OBA Settings
OBA Range
 Normal Low

OBA Bandwidth 1/1 and 1/3
Freq. Weighting Z Weight

OBA Max Spectrum
 At Lmax Bin Max

Spectral Ln Mode

Integration Method
 Linear
 Exponential

Ln Percentiles

1	01,00
2	05,00
3	10,00
4	50,00
5	95,00
6	99,00



Model 831 Instrument Manager - SLM (0001959) ✕

Instrument Status Settings Manual Control Download Calibrate System

Stored Setups

<Instrument Settings> Setup Manager Save Delete

Measurement Measurement Control Time History Events Markers Miscellaneous

Select Run Mode:

- Manual Stop
- Manual Stop
- Timed Stop
- Stop When Stable
- Continuous
- Single Block Timer
- Daily Timer

Properties

Enable Measurement History

Instrument Status Settings Manual Control Download Calibrate System

Stored Setups

AMB LAV Setup Manager Save Delete

General Measurement Measurement Control Time History Events Markers Misc

Enable Time History:

Period: 200 ms

Ln Statistics

OBA Spectra

Leq: 200 ms

Lmax: 500 ms

Lmin: 1 s

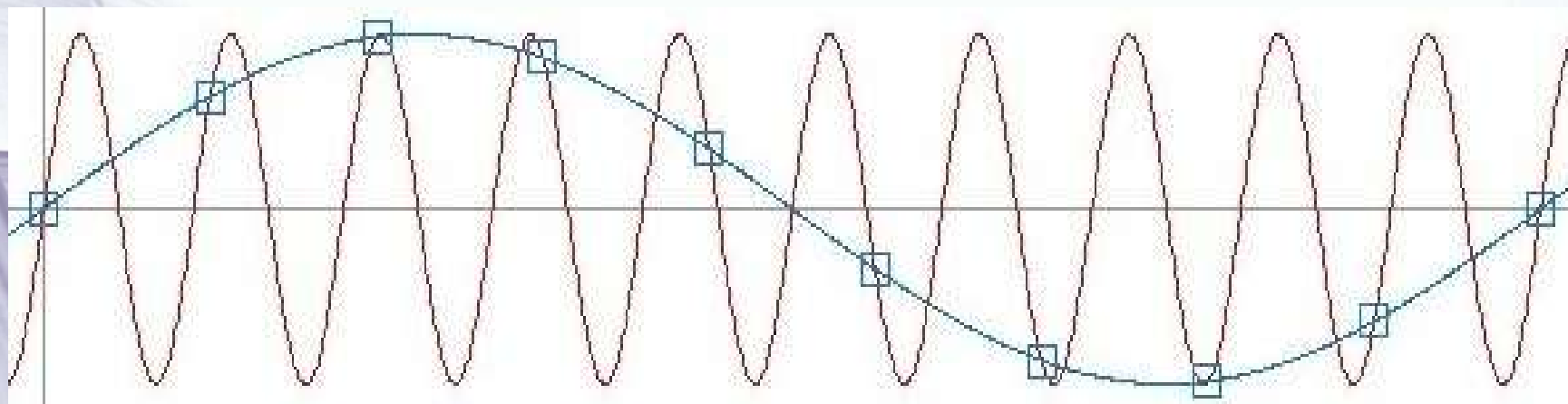
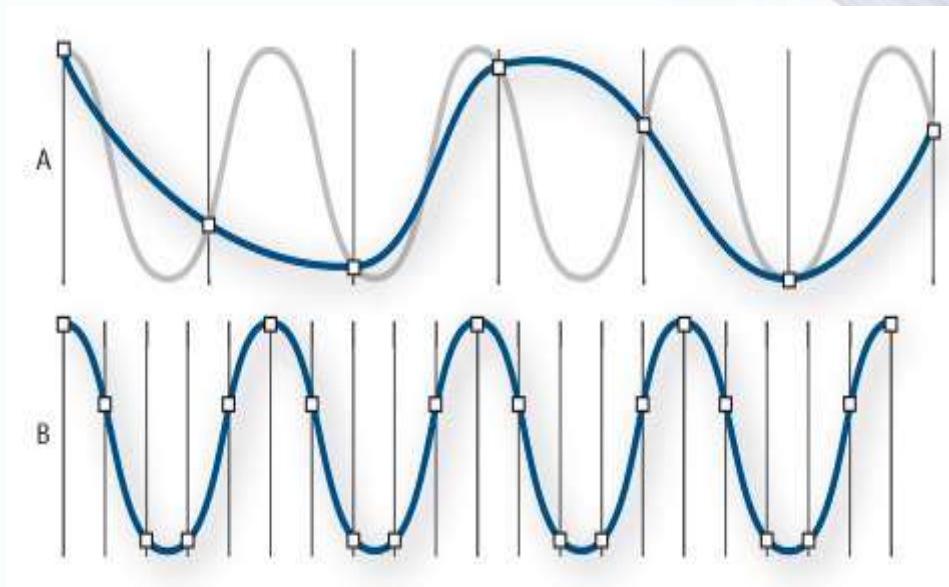
SPL: 2 s

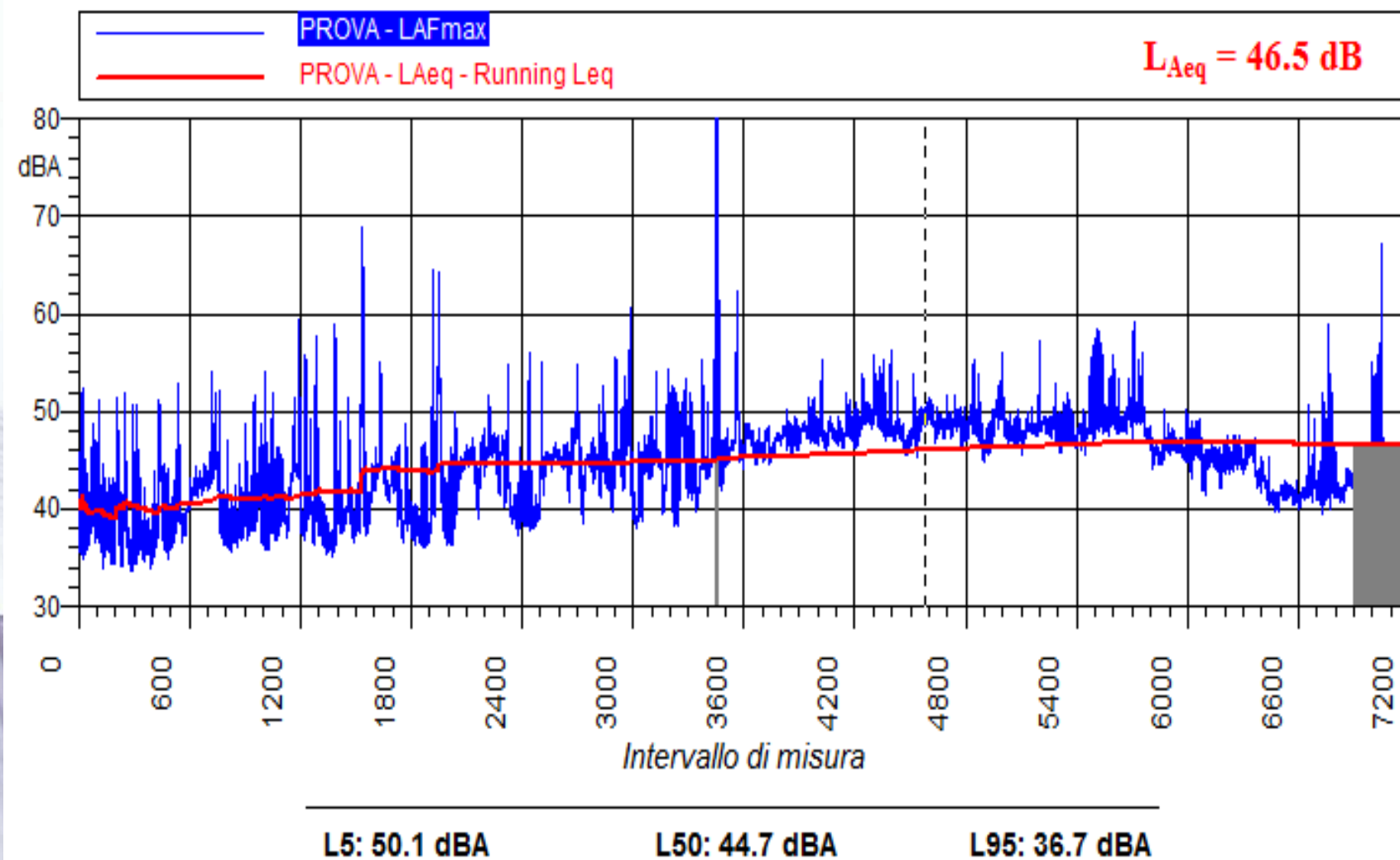
Advanced

Time History

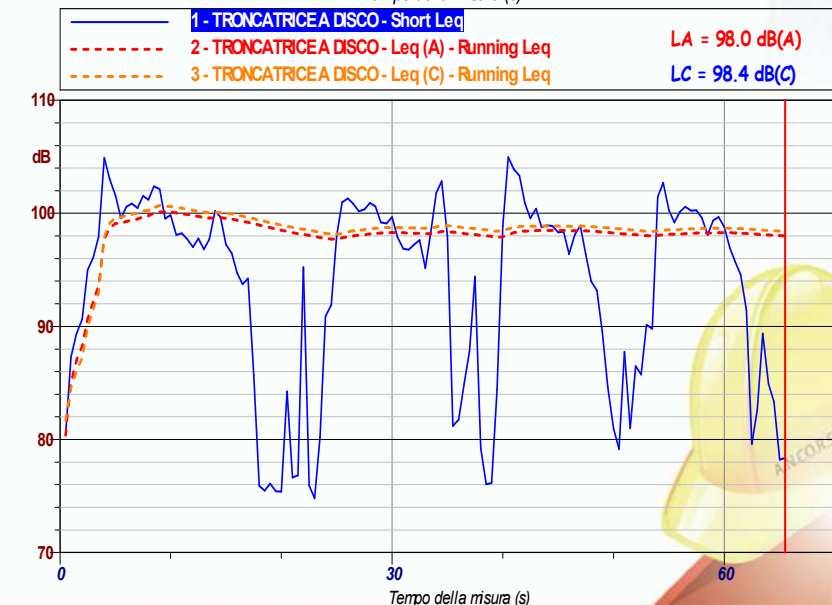
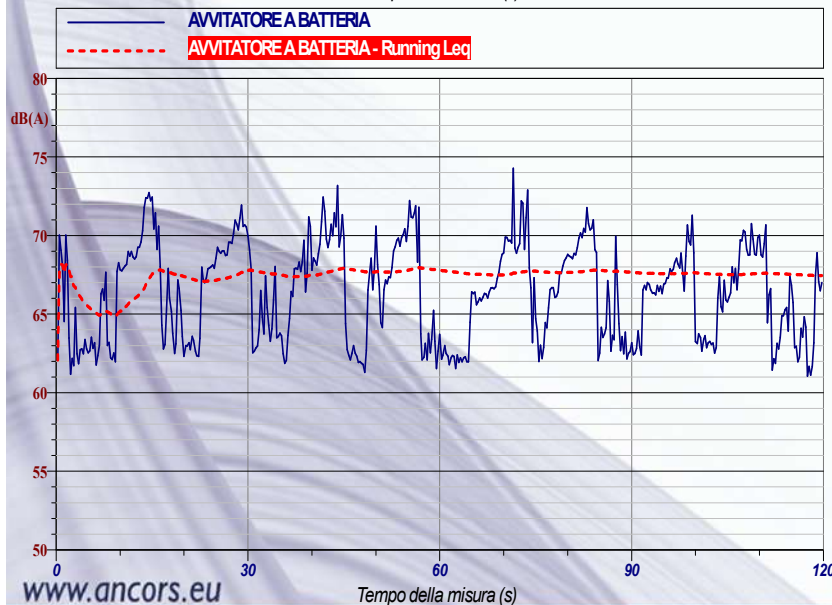
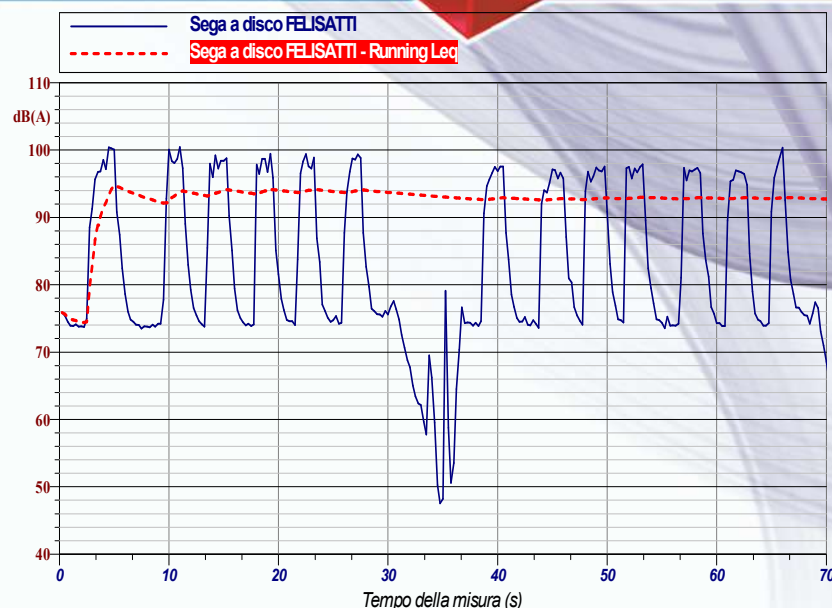
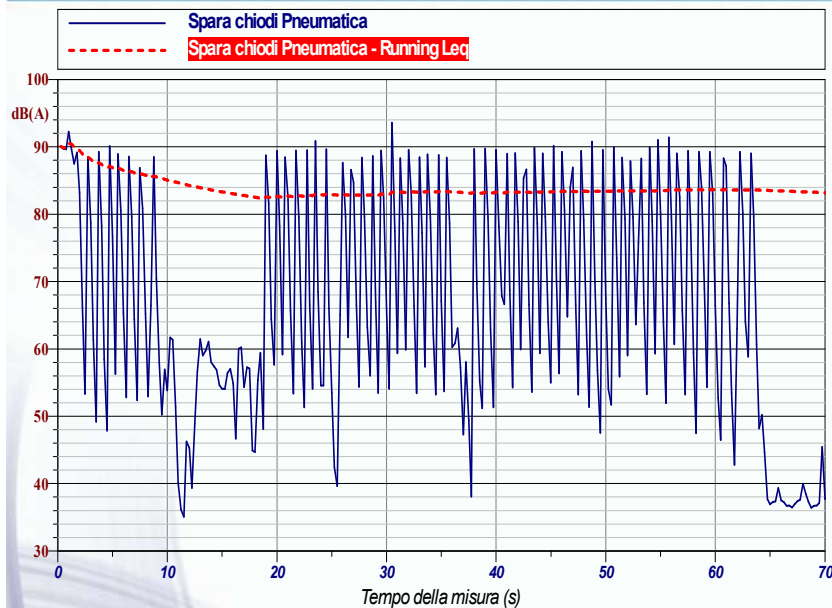
	A	C	Z
Leq:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peak:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Slow Lmax:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fast Lmax:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impl Lmax:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Slow Lmin:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fast Lmin:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impl Lmin:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Slow SPL:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fast SPL:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impl SPL:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LAFTM5:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LCeq - LAeq:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIeq - Leq:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

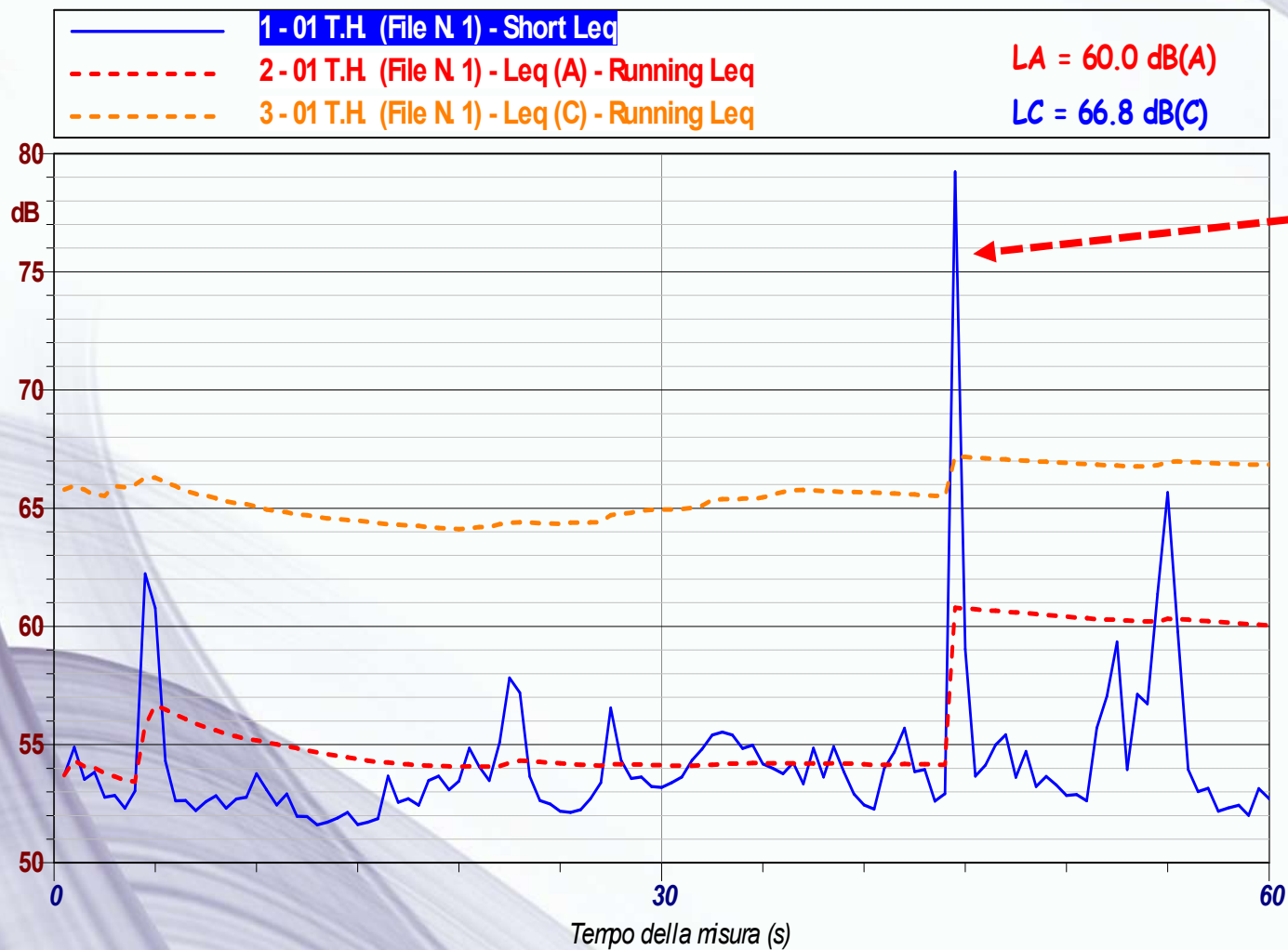
Upload Settings



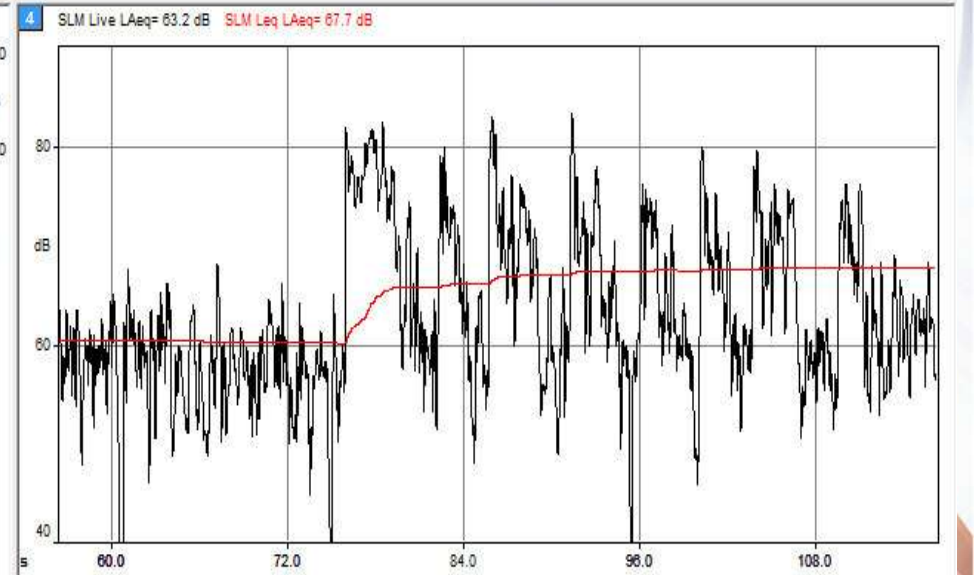
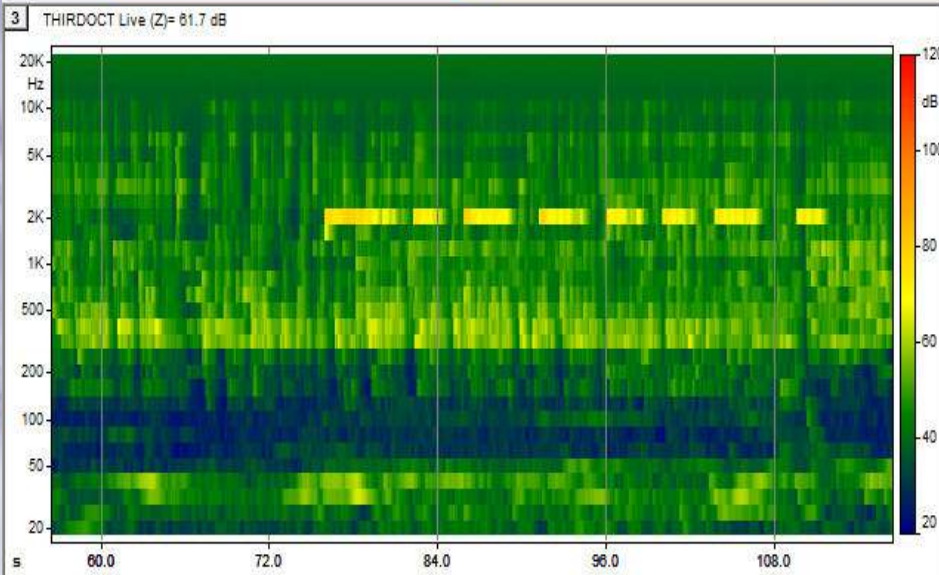
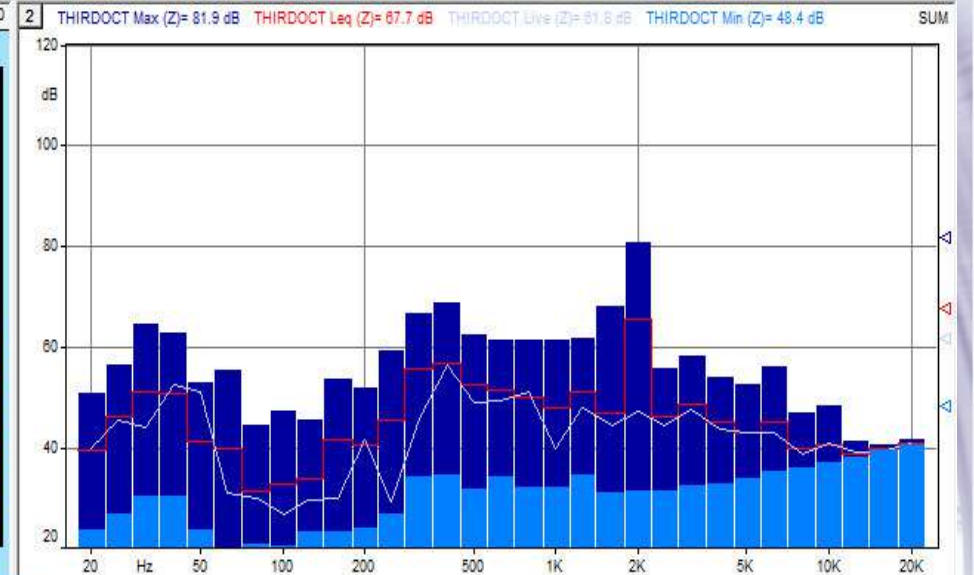
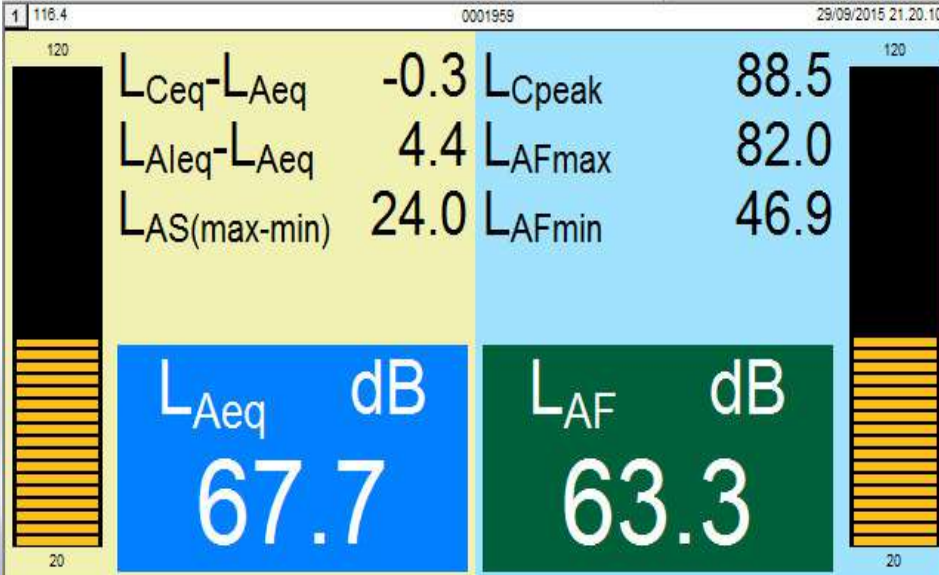


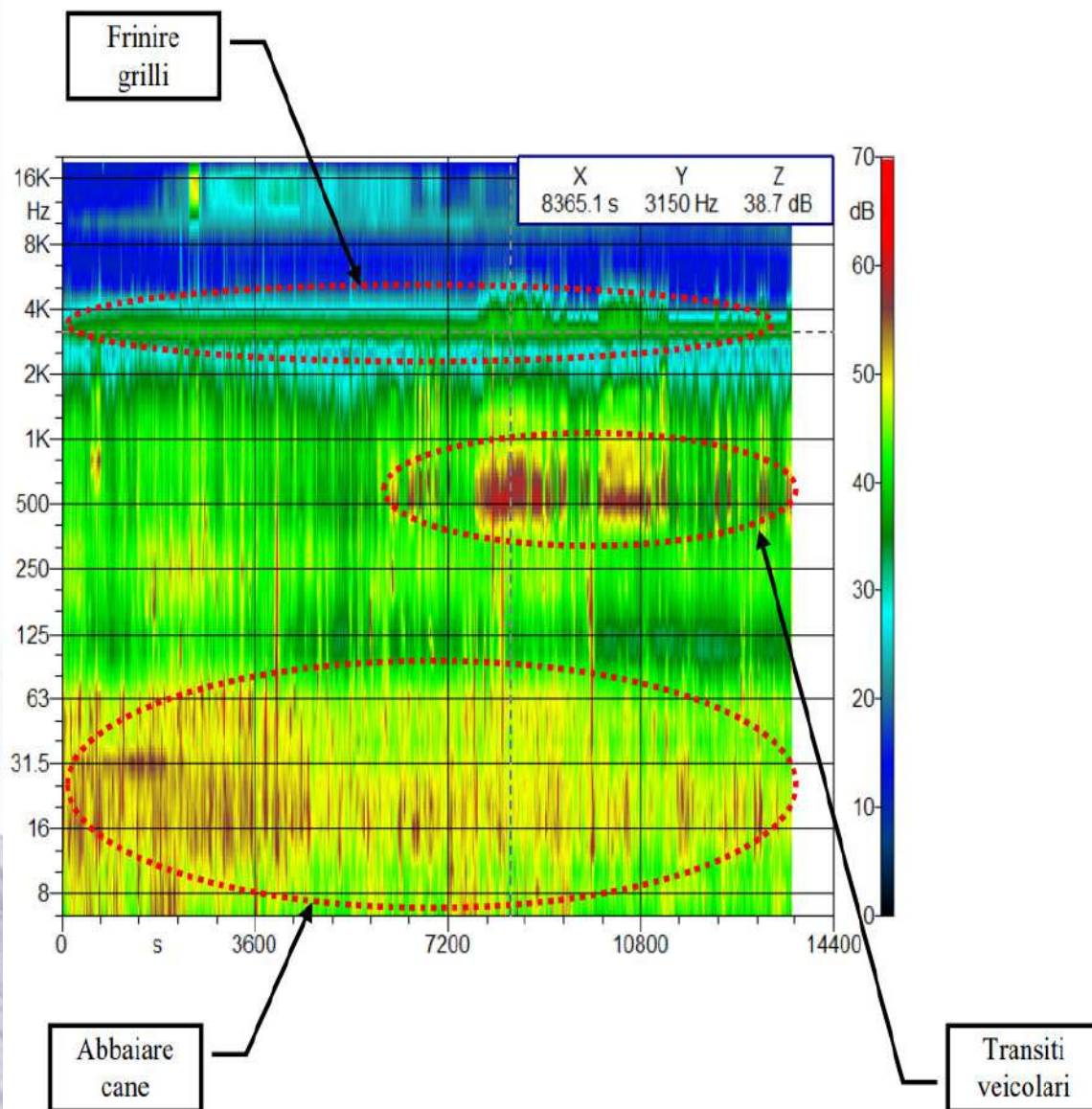
SINDACATO DATORIALE





SINDACATO DATORIALE





LEGISLAZIONE VIGENTE



LEGISLAZIONE VIGENTE



D. Lgs. n. 81/08

(Testo unico in materia di sicurezza sul lavoro)

TITOLO VIII AGENTI FISICI

CAPO II

PROTEZIONE DEI LAVORATORI CONTRO I RISCHI DI ESPOSIZIONE AL RUMORE DURANTE IL LAVORO

LEGISLAZIONE VIGENTE

Il D.Lgs. 81/08, all'art. 17, prevede che il Datore di Lavoro valuti **TUTTI** i rischi aziendali ed elabori il relativo Documento di Valutazione (DVR) il quale – come riportato all'art. 20 – deve riguardare i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori.

Il rischio derivante da esposizione a rumore rientra tra gli agenti fisici di cui al Titolo VIII

e, pertanto, dovrà essere adeguatamente valutato (eventualmente, anche mediante rilievi strumentali).



LEGISLAZIONE VIGENTE

Definizioni (art. 188):

- a) **pressione acustica di picco** (P_{peak}): valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata in frequenza "C".
- b) **livello di esposizione giornaliera al rumore** ($L_{EX,8h}$): [dB(A) riferito a 20 μ Pa]: valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione al rumore per una giornata lavorativa nominale di otto ore, definito dalla Norma Internazionale ISO 1999:1990 punto 3.6. Si riferisce a tutti i rumori sul lavoro, incluso il rumore impulsivo.
- c) **livello di esposizione settimanale al rumore** ($L_{EX,w}$): valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione giornaliera al rumore per una settimana nominale di cinque giornate lavorative di otto ore, definito dalla Norma Internazionale ISO 1999:1990 punto 3.6, nota 2.

LEGISLAZIONE VIGENTE

Valori limite di esposizione e valori di azione (art. 189)

1. I valori limite di esposizione e i valori di azione, in relazione al livello di esposizione giornaliera al rumore e alla pressione acustica di picco, sono fissati a:

- a) **valori limite di esposizione:** rispettivamente $L_{EX} = 87 \text{ dB(A)}$ e $P_{\text{peak}} = 140 \text{ dB(C)}$;
- b) **valori superiori di azione:** rispettivamente $L_{EX} = 85 \text{ dB(A)}$ e $P_{\text{peak}} = 137 \text{ dB(C)}$;
- c) **valori inferiori di azione:** rispettivamente $L_{EX} = 80 \text{ dB(A)}$ e $P_{\text{peak}} = 135 \text{ dB(C)}$.

2. Laddove a causa delle caratteristiche intrinseche della attività lavorativa l'esposizione giornaliera al rumore varia significativamente, da una giornata di lavoro all'altra, è possibile sostituire, ai fini dell'applicazione dei valori limite di esposizione e dei valori di azione, il livello di esposizione giornaliera al rumore con il **livello di esposizione settimanale** a condizione che:

- a) il livello di **esposizione settimanale** al rumore **non ecceda** il valore limite di esposizione di **87 dB(A)**;
- b) siano adottate le **adeguate misure per ridurre al minimo i rischi** associati a tali attività.

3. Nel caso di variabilità del livello di esposizione settimanale va considerato il **livello** **settimanale massimo ricorrente**.

LEGISLAZIONE VIGENTE

Valutazione del rischio (art. 190)

2. Se [...] 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 le strumentazioni 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.
4. Nell'applicare quanto previsto nel presente articolo, il datore di lavoro tiene conto dell'incertezza delle misure determinate secondo la prassi metrologica.

LEGISLAZIONE VIGENTE

Valutazione del rischio (art. 190)

5. La valutazione di cui al comma 1 individua le **misure di prevenzione e protezione necessarie** ai sensi degli articoli 192, 193, 194, 195 e 196 ed è documentata in conformità all'articolo 28, comma 2.

5-bis. L'emissione sonora di attrezzature di lavoro, macchine e impianti può essere stimata in fase preventiva facendo riferimento a livelli di rumore standard individuati da studi e misurazioni la cui validità è riconosciuta dalla Commissione consultiva permanente di cui all'articolo 6, riportando la fonte documentale cui si è fatto riferimento.



VALUTAZIONE DEL RISCHIO

D. Lgs. n. 151/2015 (Jobs Act)

Art. 20, comma 1, lett. p)

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.

Al momento l'unica banca dati **validata
(Commissione Consultiva Permanente) è quella
realizzata dal
CPT Torino e relativa ai cantieri edili**

VALUTAZIONE DEL RISCHIO



Utente Password | [Entra](#) | [Registrati](#)

[Home](#) [Chi siamo](#) [Contatti](#) [Attività](#) [Link](#)

SCHEDE DI POTENZA SONORA E DI PRESSIONE SONORA



AUTOBETONIERA
IVECO
TRAKKER CURSOR 440

[Scarica](#)



AUTOBETONIERA
VOLVO
FM 12-420

[Scarica](#)

RICERCA NELLA BANCA DATI

Tipologia

Tutte

Marca

Tutte

Modello

Tutti

Effettua una [nuova ricerca](#)

LEGISLAZIONE VIGENTE

Valutazione di attività a livello di esposizione molto variabile (art. 191)

1. Fatto salvo il divieto al superamento dei valori limite di esposizione, per attività che comportano un'elevata fluttuazione dei livelli di esposizione personale dei lavoratori, **il datore di lavoro può attribuire a detti lavoratori un'esposizione al rumore al di sopra dei valori superiori di azione**, garantendo loro le misure di prevenzione e protezione conseguenti e in particolare:
 - a) la disponibilità dei dispositivi di protezione individuale dell'udito;
 - b) l'informazione e la formazione;
 - c) il controllo sanitario.

In questo caso la misurazione associata alla valutazione si limita a determinare il livello di rumore prodotto dalle attrezzature nei posti operatore ai fini dell'identificazione delle misure di prevenzione e protezione e per formulare il programma delle misure tecniche e organizzative di cui all'articolo 192, comma 2.

2. **Sul documento di valutazione di cui all'articolo 28, a fianco dei nominativi dei lavoratori così classificati, va riportato il riferimento al presente articolo.**

LEGISLAZIONE VIGENTE

Misure di prevenzione e protezione (art. 192)

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 **altri metodi di lavoro** che implicano una minore esposizione al rumore;
 - b) scelta di **attrezzature di lavoro adeguate**, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile, inclusa l'eventualità di rendere disponibili ai lavoratori attrezzature di lavoro conformi ai requisiti di cui al Titolo III, il cui obiettivo o effetto è di limitare l'esposizione al rumore;
 - c) progettazione della **struttura dei luoghi** e dei posti di lavoro;
 - d) adeguata **informazione e formazione** sull'uso corretto delle attrezzature di lavoro in modo da ridurre al minimo la loro esposizione al rumore;
 - 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;

LEGISLAZIONE VIGENTE

Misure di prevenzione e protezione (art. 192)

- f) opportuni **programmi di manutenzione** delle attrezzature di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro;
 - g) riduzione del rumore mediante una migliore **organizzazione del lavoro** attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione e l'adozione di orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo.
2. Se [...] risulta che i **valori superiori di azione** sono **superati**, il datore di lavoro elabora ed applica un **programma di misure tecniche e organizzative** volte a ridurre l'esposizione al rumore, considerando in particolare le misure di cui al c. 1.
 3. I luoghi di lavoro dove i lavoratori possono essere esposti ad un rumore al di sopra dei valori superiori di azione sono indicati da **appositi segnali**. Dette **aree** sono inoltre **delimitate e l'accesso alle stesse 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 messi a disposizione dal datore di lavoro, il rumore in questi locali è ridotto a un livello compatibile con il loro scopo e le loro condizioni di utilizzo.

LEGISLAZIONE VIGENTE

Uso dei Dispositivi di Protezione Individuale (art. 193)

1. In ottemperanza a quanto disposto dall'articolo 18, comma 1, lettera d), il datore di lavoro, nei casi in cui i rischi derivanti dal rumore non possono essere evitati con le misure di prevenzione e protezione di cui all'articolo 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;
 - c) sceglie dispositivi di protezione individuale dell'udito 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.

LEGISLAZIONE VIGENTE

Uso dei Dispositivi di Protezione Individuale (art. 193)

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 del valore 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.



LEGISLAZIONE VIGENTE

Misure per la limitazione dell'esposizione (art. 194)

1. Fermo restando l'obbligo del non superamento dei valori limite di esposizione, se, nonostante l'adozione delle misure prese in applicazione del presente capo, si individuano esposizioni superiori a detti valori, il datore di lavoro:
 - a) adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione;
 - b) individua le cause dell'esposizione eccessiva;
 - c) modifica le misure di protezione e di prevenzione per evitare che la situazione si ripeta.

Informazione e formazione dei lavoratori (art. 195)

1. Fermo restando quanto previsto dall'articolo 184 nell'ambito degli obblighi di cui agli articoli 36 e 37, il datore di lavoro garantisce che i lavoratori esposti a valori uguali o superiori ai valori inferiori di azione vengano informati e formati in relazione ai rischi provenienti dall'esposizione al rumore.

LEGISLAZIONE VIGENTE

Sorveglianza sanitaria (art. 196)

1. Il datore di lavoro sottopone a sorveglianza sanitaria i lavoratori la cui esposizione al rumore eccede i valori superiori di azione. La sorveglianza viene effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità diversa decisa dal medico competente, con adeguata motivazione riportata nel documento di valutazione dei rischi e resa nota ai rappresentanti per la sicurezza di lavoratori in funzione della valutazione del rischio. L'organo di vigilanza, con provvedimento motivato, può disporre contenuti e periodicità della sorveglianza diversi rispetto a quelli forniti dal medico competente.
2. La sorveglianza sanitaria di cui al comma 1 è estesa ai lavoratori esposti a livelli superiori ai valori inferiori di azione, su loro richiesta e qualora il medico competente ne confermi l'opportunità.



LEGISLAZIONE VIGENTE

Obblighi di CARATTERE GENERALE

- Valutazione ed eventuale misurazione del livello di rumore (*art. 190*).
- Documentazione della avvenuta valutazione dei rischi e dei valori rilevanti.
- Eliminazione alla fonte dell'esposizione a rumore o, se non possibile, riduzione al minimo. In ogni caso, non devono essere superati i valori limite di esposizione (*art. 192*).

Valori "INFERIORI di AZIONE":

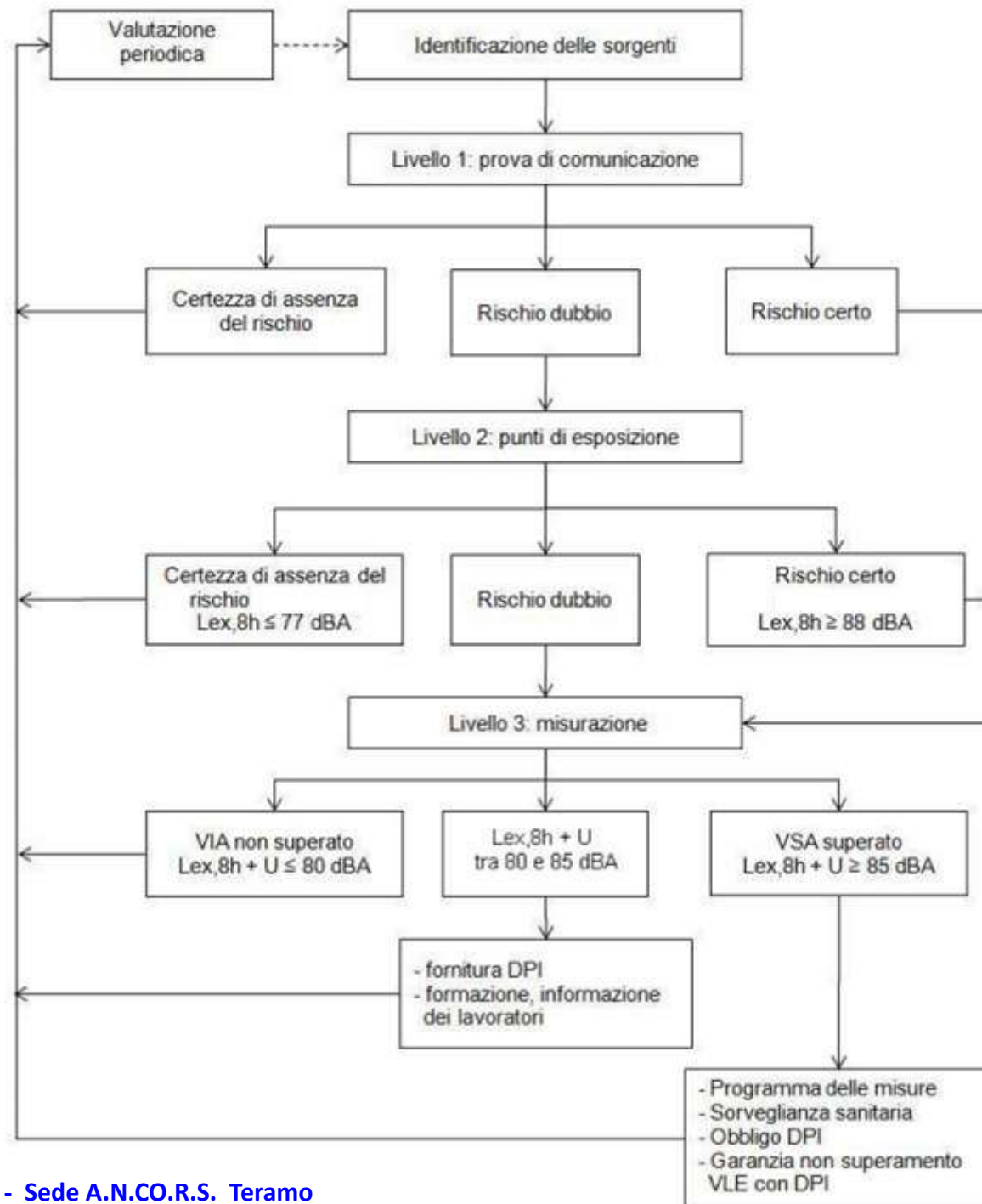
- ⇒ **80 dB (A)**
- ⇒ **135 dB (C) picco**

In caso di superamento di tali limiti, occorre che il Datore di lavoro prenda le seguenti misure:

- ◆ Garantisca che i lavoratori esposti a valori uguali o superiori ai valori inferiori di azione vengano informati e formati in relazione ai rischi provenienti dall'esposizione al rumore e alle misure adottate.
- ◆ Metta a disposizione dei lavoratori i DPI. (*uso obbligatorio solo per minorenni*).
- ◆ Effettui la sorveglianza sanitaria dei lavoratori (*a richiesta dei lavoratori e su assenso del MC*).

LEGISLAZIONE VIGENTE

Obblighi legati ai VALORI di ESPOSIZIONE	Valori "SUPERIORI di AZIONE": ⇒ 85 dB(A) ⇒ 137 dB(C) picco	In caso di livelli di rumore pari o superiori a tali valori, oltre alle misure sopra menzionate, occorre procedere alla: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Sorveglianza sanitaria obbligatoria per tutti i lavoratori esposti. ◆ Indicazione con appositi segnali, delimitazione e limitazione di accesso, ove ciò sia tecnicamente possibile e giustificato dal rischio di esposizione. ◆ Elaborazione ed applicazione di un programma di misure tecniche ed organizzative volte a ridurre l'esposizione al rumore dei lavoratori. Il datore di lavoro, inoltre, deve <u>esigere</u> che vengano indossati i DPI forniti.
	Valori "LIMITE DI ESPOSIZIONE": ⇒ 87 dB(A) ⇒ 140 dB(C) picco (<i>misurazione con DPI</i>)	Tali valori <u>non devono mai essere superati</u> . Se ciò dovesse accadere, occorre: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Adottare misure <u>immediate</u> per riportare l'esposizione al di sotto dei VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE. ◆ Individuare le cause dell'esposizione eccessiva. ◆ Adeguare le misure di protezione e prevenzione per evitare che la situazione si ripeta.



NORME TECNICHE



LEGISLAZIONE VIGENTE

UNI 9612:2011

*Determinazione dell'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro
Metodo tecnico progettuale*

UNI 9432:2011

Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro

UNI 11347:2015

Programmi Aziendali di Riduzione dell'Esposizione a rumore nei luoghi di lavoro

LEGISLAZIONE VIGENTE

UNI 9432:2011

- STRUMENTAZIONE DI MISURA
- MISURA DEI LIVELLI SONORI
- RELAZIONE TECNICA
- ESPOSIZIONE AL RUMORE A LUNGO TERMINE
- VALUTAZIONE DELL'INCERTEZZA
- VALUTAZIONE DEI DPI-u

UNI 9612:2011

- METODOLOGIA
- ANALISI DEL LAVORO
- STRATEGIE DI MISURA
- MISURAZIONI
- FONTI DI INCERTEZZA DI MISURA E CALCOLO INCERTEZZE
- INFORMAZIONI DA RIPORTARE NELLA RELAZIONE TECNICA



LEGISLAZIONE VIGENTE

Le due norme si applicano a tutti gli ambienti di lavoro, ad esclusione di quelli per cui sono previste normative specifiche.

Esse non si applicano alla valutazione dell'esposizione al rumore prodotto da sorgenti poste in prossimità dell'orecchio (es. call center).



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

1 – CONOSCENZA DEI LUOGHI

Prima di intraprendere qualsiasi valutazione del rischio rumore è necessario effettuare l'**analisi del lavoro**, allo scopo di individuare i lavoratori e stabilire quali sono le aree e le mansioni che contribuiscono maggiormente all'esposizione dei lavoratori al rumore.

Essa deve fornire informazioni necessarie per:

- **conoscere l'organizzazione del lavoro;**
- **identificare i lavoratori e le loro mansioni;**
- **individuare i compiti che costituiscono le mansioni;**
- **identificare le aree, le attività e le attrezzature rumorose;**
- **identificare eventi rumorosi significativi;**
- **acquisire informazioni del costruttore delle attrezzature e degli impianti;**
- **acquisire il layout aziendale.**



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

2 – IDENTIFICAZIONE DELLE SORGENTI

Per identificare le sorgenti possono essere considerati dati disponibili:

- **dati bibliografici**
- **informazioni fornite dal costruttore**
- **misure estemporanee**
- **dati di precedenti relazioni**



3 – IDENTIFICAZIONE DI EVENTI SONORI SIGNIFICATIVI

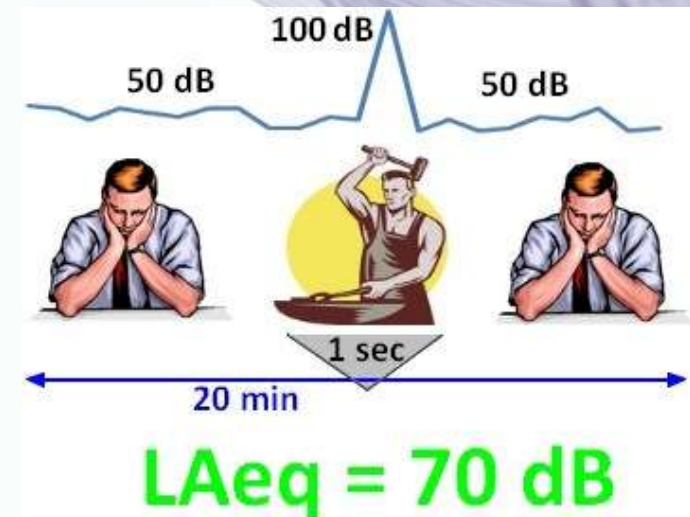
Un'adeguata analisi del lavoro deve consentire di individuare tutti gli eventi acustici a cui sono esposti i lavoratori, senza tralasciare **eventi brevi ma di forte intensità** che possono incidere in modo significativo sui livelli di esposizione.



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

ESEMPI:

- uso di getti d'aria compressa
- rilasci di aria compressa
- martellamenti
- impatti intensivi
- uso saltuario di attrezzature molto rumorose
- passaggio di veicoli rumorosi



Vi sono operazioni molto rumorose durante fasi particolari?

- all'inizio del turno
- alla fine del turno
- durante le fasi di aggiustamento e/o fornitura
- durante le attività di avviamento / chiusura / produzione
- durante le fasi di pulizia

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

4 – PROVE DI COMUNICAZIONE

Una volta evidenziate le sorgenti di rumore, si possono effettuare dei controlli iniziali per stabilire se i valori inferiori che fanno scattare l'azione possano prevedibilmente essere oltrepassati.

Questi metodi non quantificano puntualmente l'esposizione ma, con sufficiente garanzia, permettono di identificare “determinate situazioni”: quelle dove in modo ovvio non ci sono rischi, e quelle dove il rischio è certo.

La presenza contemporanea di altri fattori, come possono essere le **sostanze ototossiche** che esplicano un effetto sinergico con il rumore agendo sullo stesso organo, implica, anche per esposizioni inferiori a 80 dBA e in soggetti sensibili, l'opportunità di provvedere alla sorveglianza sanitaria.

Anche la presenza di **componenti impulsive**, pur occasionali, deve essere considerata con attenzione nell'espressione del giudizio sull'esposizione, portando, se necessario, ad intraprendere azioni di controllo.

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

Un primo giudizio di non superamento del valore inferiore di azione è dato dalla sussistenza contemporanea delle seguenti condizioni:

- è possibile comunicare facilmente a voce normale con altri lavoratori posti a 1 metro di distanza;
- sono assenti “eventi sonori significativi” e intensi sul luogo di lavoro (allarmi di macchine, scarichi di aria compressa, ecc.).

Questo criterio è spendibile solo per confermare una situazione già visibilmente “certa”, dove non sono presenti sorgenti in grado di produrre livelli di rumore superiori a 80 dBA e, pertanto, utile a valutare il rischio in realtà come uffici, imprese di pulizia, piccole attività commerciali e realtà simili.

Nell'applicarlo ad operatori che svolgono più compiti all'interno della propria mansione o si muovono in più ambienti (es. addetti alle pulizie, impiegati tecnici, ecc), per ciascuna delle situazioni di lavoro deve essere verificata la sussistenza delle condizioni sopra indicate; nel caso una delle circostanze non sia garantita, si ricadrà in un “rischio dubbio”.

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

5 – METODO DEI PUNTI DI ESPOSIZIONE

Può essere applicato anche quando il lavoro è suddiviso in fasi d'esposizione, ciascuna caratterizzata da un livello di rumore noto e da una durata quotidiana.

Si tratta di un metodo semplificato, facile da utilizzare, applicabile con dati iniziali limitati.

Fornisce un risultato che permette immediatamente di sapere se è necessaria la misurazione.

L'applicazione del metodo permette di ottenere:

- a) una stima dell'esposizione giornaliera;**
- b) una classificazione delle singole fasi d'esposizione, utili per identificare le priorità nelle azioni di riduzione del rischio;**
- c) l'apporto di un "evento sonoro significativo" nell'esposizione personale a rumore.**

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

6 – VALUTAZIONE DEL RUMORE CON MISURAZIONE

“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.”

Per la misurazione, la normativa fornisce indicazioni in merito ai metodi ed agli strumenti da utilizzare, i quali devono essere adeguati alle caratteristiche del rumore da misurare, alla durata dell'esposizione ed ai fattori ambientali, secondo le indicazioni delle norme tecniche.

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

Dal 3 marzo 2011 è entrata in vigore la Norma **UNI 9612:2011**, recepimento integrale della norma europea (EN ISO 9612:2009), che 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.

La **UNI 9612:2011** introduce consistenti cambiamenti in particolare riguardo a:

- **Strumentazione**
- **Determinazione dei tempi di esposizione**
- **Metodologia di misurazione**
- **Calcolo dell'incertezza**



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

STRUMENTAZIONE

Secondo la UNI 9612, le misurazioni possono essere effettuate utilizzando i seguenti tipi di strumentazione:

- **misuratore personale di esposizione sonora (DOSIMETRO)** indossato dal lavoratore soggetto della valutazione di esposizione sonora.
- **FONOMETRO INTEGRATORE (classe 1 o 2)** in posizione fissa o tenuto in mano mentre si segue un lavoratore in movimento.

La **taratura** del calibratore e del sistema strumentale deve essere eseguita ad intervalli non maggiori di **due anni**. La strumentazione deve essere idonea a rilevare il **livello sonoro continuo equivalente ponderato A** e il **livello sonoro di picco ponderato C**. Ai fini della verifica dell'efficienza dei dispositivi di protezione individuali ai sensi della norma UNI EN 458, la strumentazione deve essere idonea alla rilevazione di una delle seguenti grandezze:

- **livello sonoro continuo equivalente ponderato C**
- **analisi in frequenza.**



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

FONOMETRI

I fonometri integratori (preferibilmente in classe 1) possono essere utilizzati per le misurazioni di attività singole o multiple a postazioni di lavoro fisse o seguendo il lavoratore in movimento nello svolgimento delle attività.



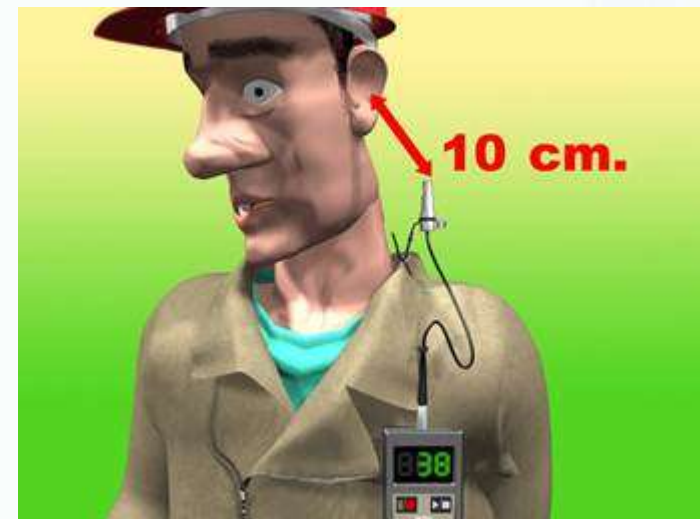
Le misurazioni devono essere eseguite con il **microfono posizionato nella zona occupata generalmente dalla testa del lavoratore durante la normale esecuzione delle sue mansioni**. È preferibile, escludendo la presenza del lavoratore, posizionare il microfono nel piano centrale che sarebbe occupato dalla testa del lavoratore, orientato in linea con gli occhi e con l'asse parallelo alla sua visione. Se il lavoratore non può essere allontanato dal suo posto di lavoro, **il microfono deve essere posizionato o tenuto ad una distanza tra 0,1 m e 0,4 m dall'entrata del canale uditivo esterno e al lato della massima esposizione**.

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

DOSIMETRI

I misuratori personali dell'esposizione sonora (dosimetri), (raccomandata classe 1 che dovrebbe essere necessaria nel caso di esecuzione di misure a temperature molto basse o quando nel rumore vi è una presenza dominante di alte frequenze) devono preferibilmente essere utilizzati nell'**esecuzione di misure a lunga durata** per un lavoratore in movimento occupato in attività complesse o imprevedibili o dedicato allo svolgimento di attività di diversa natura (manutentori, carrellisti, jolly, ...).

Il microfono deve essere **montato sulla spalla, nel lato dell'orecchio più esposto, a una distanza minima di 0,1 m dall'apertura del canale uditivo e a un'altezza di circa 4 cm sopra la spalla stessa**. Il microfono e il suo cavo devono essere fissati in maniera tale da non subire intralci od ostruzioni che potrebbero indurre falsi risultati.



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

E' importante che il dosimetro sia in grado di visualizzare ed analizzare tutta la serie cronologica del rumore misurato per poter convalidare il risultato globale della misurazione e individuare falsi contributi (es. urti o colpi nel microfono, grida, ecc).

Sempre al fine di evitare falsi contributi ai livelli misurati, il dosimetro deve essere azzerato ed avviato dopo il collegamento dello strumento di misurazione e il fissaggio del microfono, in modo da non provocare rumori estranei durante la procedura di posizionamento dello strumento.

Eventuali elevati livelli di picco registrati e non convalidati da osservazione diretta devono essere investigati e commentati nella relazione.



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

TEMPO DI ESPOSIZIONE

Il corretto tempo di esposizione per l'esecuzione delle misurazioni dovrà essere determinato di volta in volta, attraverso un'attenta analisi dei tempi di lavoro relativi alle diverse attività (presenza di postazioni fisse, variabilità di durata e/o intensità delle esposizioni, ecc.).

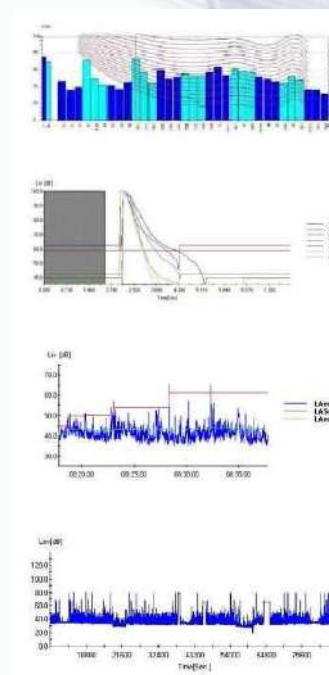
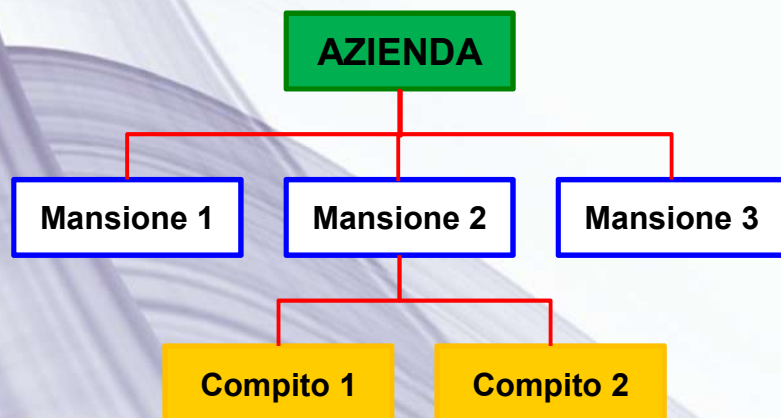


NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

METODOLOGIA DI MISURAZIONE

La norma UNI EN ISO 9612:2011 individua la seguente sequenza cronologica per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori a rumore:

1. Analisi del lavoro
2. Selezione di una strategia di misurazione
3. Pianificazione ed effettuazione delle misurazioni
4. Gestione degli errori e delle incertezze
5. Calcolo e presentazione di risultati ed incertezze



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

ANALISI DEL LAVORO

- a) Descrivere le **attività dell'impresa** e i compiti dei lavoratori, anche previa loro consultazione
- b) Identificare eventuali **gruppi acusticamente omogenei** (lavoratori che svolgono la stessa attività e quindi hanno un'esposizione simile nell'arco della giornata lavorativa). Nota: Se l'**incertezza** legata al campionamento è superiore a **3,5 dB** è necessario modificare il gruppo omogeneo o aumentare il numero delle misure.
- c) Determinare la giornata o le **giornate lavorative nominali** per ogni lavoratore o per ogni gruppo di lavoratori (consultando i lavoratori ed il datore di lavoro)
Dovranno essere presi in considerazione:
 - i compiti (contenuto e durata)
 - le principali fonti di rumore e le zone lavorative rumorose
 - l'organizzazione del lavoro ed eventuali eventi rumorosi significativi
 - il numero e la durata delle pause

Nel caso di variabilità delle attività tra una giornata e l'altra, la giornata nominale può essere definita in base a valutazioni di più giorni (o settimanale).



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

- d) identificare i **compiti che costituiscono le mansioni** (importante quando il lavoratore svolge nell'ambito della propria mansione operazioni che comportano differenti livelli di rumore: per esempio le attività di molatura, battitura e saldatura, nella mansione "carpentiere").
- e) identificare eventuali **eventi rumorosi significativi** che devono essere considerati nel piano delle misurazioni, per esempio rumori impulsivi (es. battitura lamiera) o di breve durata ma alta intensità (es. scarichi di aria compressa).
- f) scegliere la più adeguata **strategia di misurazione (compito, mansione, giornata)**.
- g) definire il **piano delle misure**.



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

STRATEGIA DI MISURAZIONE *(vedi APPENDICE B)*

La Norma indica **3 strategie**:

- a) **Misure basate sui COMPITI**: il lavoro svolto durante la giornata viene analizzato e diviso in un numero di attività rappresentative; per ogni determinata attività si eseguono separatamente le misure del livello di pressione sonora.
- b) **Misure basate sulle MANSIONI**: mediante campionatura casuale si ottengono delle misure di pressione sonora durante l'esecuzione di determinate mansioni.
- c) **Misure a GIORNATA INTERA**: il livello di pressione sonora è misurato continuamente sull'arco completo di diverse giornate lavorative.

Non è escluso che si faccia ricorso, in relazione alla complessità dell'esposizione, a più strategie di misurazione nell'ambito della valutazione.

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

Tipologia o modalità di lavoro	Strategia di misurazione		
	Strategia 1 misurazione basata su compiti	Strategia 2 misurazione basata su mansioni	Strategia 3 misurazione a giornata intera
Postazione di lavoro fissa Attività unica o semplice	V	X	X
Postazione di lavoro fissa Attività multiple o complesse	V	O	O
Lavoratore in movimento Modalità prevedibile e Ridotto numero di attività	V	O	O
Lavoratore in movimento Modalità prevedibile ed Elevato numero di attività	O	O	V
Lavoratore in movimento Modalità di lavoro imprevedibile	X	O	V
Lavoratore stazionario o in movimento Attività multiple con durate non specificate	X	V	O
Lavoratore stazionario o in movimento Attività non assegnate	X	V	O
<p>V = consigliata O = utilizzabile X = non utilizzabile</p>			

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

Misurazione per COMPITI

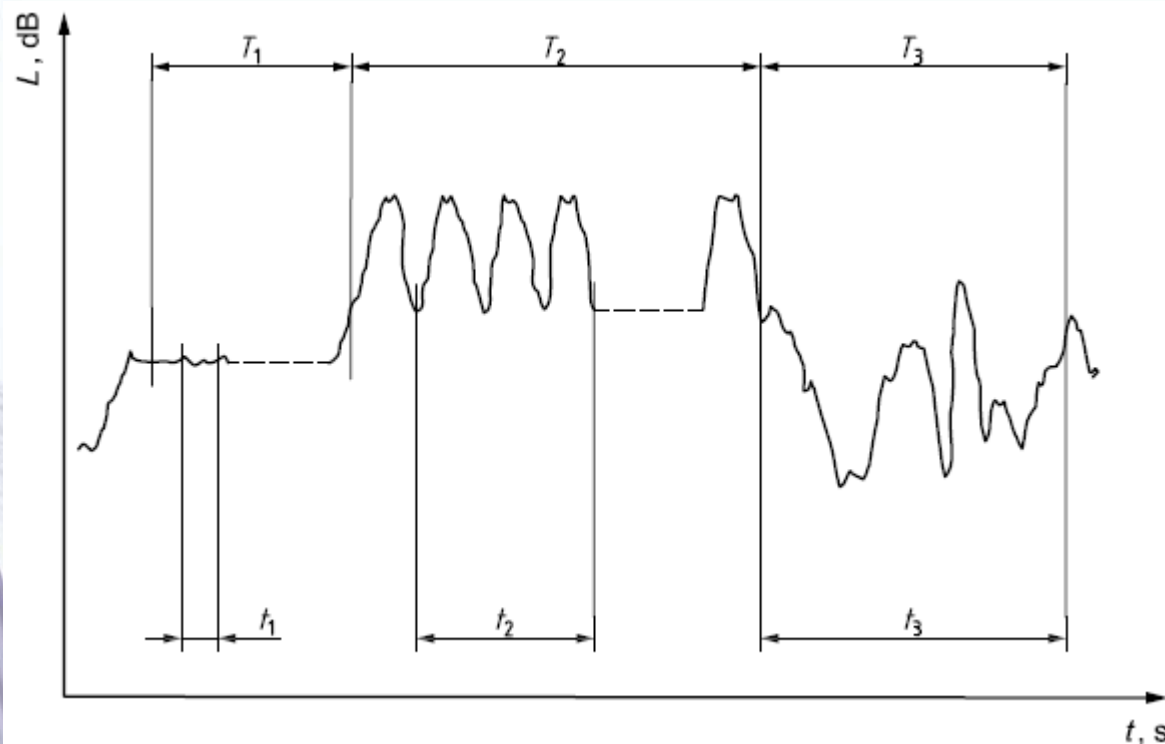
La durata di ogni misurazione deve essere sufficientemente ampia per rappresentare il livello di pressione sonora continuo equivalente del compito svolto.

- Se la durata dell'attività risulta più breve di **5 minuti**, la durata di ogni misurazione deve essere uguale alla durata dell'attività stessa.
- Per attività di più lunga durata, ogni misurazione deve durare almeno 5 minuti.
- Se il rumore durante l'attività è ciclico, ogni misurazione deve comprendere la durata di almeno tre cicli ben definiti. Se la durata di tre cicli è inferiore a 5 minuti, ogni misurazione deve durare almeno 5 minuti.

La durata di ogni misurazione deve sempre corrispondere alla durata di un numero intero di cicli.

In caso di fluttuazioni casuali del rumore durante l'esecuzione dell'attività, la durata di ogni misurazione deve essere sufficientemente lunga da assicurare che il $LA_{eq,Tm}$ sia rappresentativo dell'intero compito.

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)



Legenda

L Livello di rumore in funzione del tempo

T_1 Durata del compito 1

T_2 Durata del compito 2

T_3 Durata del compito 3

t Tempo

t_1 durata della misura 1: rumore quasi costante

t_2 durata della misura 2: rumore ciclico fluttuante

t_3 durata della misura 3: rumore casuale fluttuante

Per ogni compito, è necessario eseguire almeno tre misure

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

Se le tre misure di un compito dovessero portare a risultati che differiscono di 3 dB o oltre:

eseguire tre o più misure aggiuntive

oppure **suddividere il compito in più compiti**

oppure **aumentare la durata di ogni misurazione.**

DURATA	Rumore costante	Almeno 5 minuti o per tutto il compito	
	Rumore ciclico	Almeno 5 minuti e almeno tre cicli	
	Rumore fluttuante	Misurazione rappresentativa dell'intero compito	
NUMERO	Per tutte le tipologie di rumore	n.3 misurazioni per compito in tempi diversi o su diversi lavoratori	Accettabili se differenza < 3dB
STRUMENTAZIONE	Fonometro integratore	Per compiti singoli o multipli in postazioni di lavoro fisse	
	Dosimetro	Per misure di lungo periodo	

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

Misurazione per MANSIONI

La misurazione basata sulle mansioni è più utile quando è difficile descrivere i tipici modelli di lavoro (e/o i compiti) e comporta un minore sforzo per l'analisi del lavoro.

Può risultare **più dispendiosa in termini di tempo** a causa della durata richiesta per le misurazioni ma **produce un'incertezza minore nel risultato ottenuto.**

Non vengono fornite informazioni sul contributo all'esposizione giornaliera al rumore prodotto dai diversi compiti all'interno di una mansione, in quanto non si tiene conto delle diverse attività svolte.

Per ognuno dei gruppi omogenei:

- a. **si determina la minima durata cumulativa in base al numero di lavoratori (nG) che costituiscono il gruppo acusticamente omogeneo.**
- b. **si definisce la durata di ogni campione ed il numero di campioni, almeno 5, in maniera da assicurare che la durata cumulativa sia uguale o superiore alla durata minima definita al punto precedente.**
- c. **si pianifica il prelievo di campioni casualmente distribuiti fra i membri del gruppo e nell'arco dell'intera giornata lavorativa.**

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

Nota:

Per poter assicurare l'inclusione di determinati eventi rumorosi, alcuni campioni potrebbero essere scelti.

Incrementare il numero di campioni RIDUCE L'INCERTEZZA!

Numero di lavoratori nel gruppo acusticamente omogeneo nG	Durata minima cumulativa della misurazione da distribuirsi sull'intero gruppo acusticamente omogeneo
$nG \leq 5$	5 h
$5 < nG \leq 15$	$5 \text{ h} + (nG - 5) \times 0,5 \text{ h}$
$15 < nG \leq 40$	$10 \text{ h} + (nG - 15) \times 0,25 \text{ h}$
$nG > 40$	17 h (o dividere il gruppo)

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

L'esigenza di una ripartizione casuale comporta, evidentemente, il **divieto di un raggruppamento di tutte le misure**, sia nel tempo, sia su un solo membro del gruppo dei lavoratori interessati.

Si garantirà, al contrario, di **disperdere il più possibile le misure**, allo stesso tempo **durante il giorno** nominale di lavoro e **fra i membri del gruppo omogeneo**, tenuto conto di costrizioni pratiche.

Se il contributo all'incertezza dovuta al campionamento risulta maggiore di 3,5 dB è necessario modificare il gruppo acusticamente omogeneo o incrementare il numero di misure al fine di ridurre l'incertezza.

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

Misurazione a GIORNATA INTERA

La misurazione a giornata intera ha la sua massima utilità quando vi è difficoltà nel descrivere i modelli di lavoro e i compiti, l'esposizione al rumore dei lavoratori non è conosciuta o è imprevedibile e complessa da determinare.

Richiede ancora meno sforzo nell'analizzare il lavoro ma, se la situazione lavorativa è semplice, questa strategia può comportare un **tempo di misurazione superiore**.

La misurazione a giornata intera può anche essere utile per verificare che tutti i maggiori contributi di rumore siano stati compresi nell'indagine e misurati.

La misurazione a giornata intera si esegue generalmente con DOSIMETRI.

Le giornate in cui effettuare la misurazione devono essere rappresentative della situazione lavorativa e la misurazione deve coprire la maggiore parte possibile della giornata, comprendendo tutti i periodi di rilevante esposizione sonora e le pause.

Un'attenta osservazione dei lavoratori durante le misurazioni dovrebbe consentire di escludere dai dati rilevati eventuali falsi contributi (colpi nel microfono, grida ed altre interferenze).

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

Misurazione a GIORNATA INTERA

Si eseguono tre misure a giornata intera in rappresentazione dell'esposizione sonora dei lavoratori.

- Se i risultati delle tre misure differiscono di meno di 3 dB si deve procedere al calcolo del livello di pressione sonora continuo equivalente ponderato A durante la giornata lavorativa nominale come la media energetica di tutte le misure.
- Se i risultati delle tre misure differiscono di 3 dB o oltre si prendono almeno due misurazioni ulteriori a giornata intera e si calcola il livello di pressione sonora continuo equivalente ponderato A durante la giornata lavorativa nominale come la media di tutte le misure.



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

Contemporaneamente alla misurazione del livello sonoro continuo equivalente ponderato A (L_{Aeq}) è necessario rilevare anche il livello di pressione acustica di PICCO ponderato C (P_{peakC}) al fine del confronto con i Valori di Azione e il Valore Limite di Esposizione previsti dal D. Lgs. 81/08.



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

INCERTEZZA DI MISURA

E' un parametro associato al risultato di una misurazione che ne caratterizza la dispersione dei valori ad essa attribuibili con ragionevole probabilità.

Per tenere conto dell'incertezza, ai fini della valutazione al rumore e delle conseguenti misure, fare riferimento all'**APPENDICE F** della **UNI EN ISO 9432**



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

Le fonti primarie di incertezza nel risultato sono:

- a) **variazioni nel lavoro quotidiano**, condizioni operative, incertezze nel campionamento, ecc.;
- b) **strumentazione e calibrazione**;
- c) **posizionamento del microfono**;
- d) **falsi contributi**, per esempio dal vento, correnti d'aria o impatti sul microfono e lo sfregamento del microfono contro i vestiti;
- e) **analisi del lavoro** carente o difettoso;
- f) **contributi da sorgenti di rumore non tipiche**, parlato, musica (radio), segnali d'allarme e comportamenti non tipici.



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

Nello specifico:

- ▶ Il **punto a)** dipende dalla complessità della situazione lavorativa. Ci si aspetta che queste variazioni siano più alte per un lavoratore in movimento in mezzo a sorgenti di rumore non costanti.
- ▶ Il **punto b)** dipende dalla posizione del microfono e dalla classe dello strumento e del calibratore utilizzati (Classe I o Classe II).
- ▶ I **punti c), d) ed e)** dovrebbero essere ridotti mediante la buona tecnica mutuata dalla norma. Nel caso siano presenti flussi d'aria, il rumore indotto da tali flussi (d'aria) viene ridotto mediante l'uso di schermi paravento sul microfono.
- ▶ In merito al **punto f)**, queste possibili fonti d'incertezza devono essere identificate durante l'analisi del lavoro e deve essere deciso se sono da includersi o meno. I rumori derivanti da sorgenti quali radio, parlato, segnali d'allarme vengono considerati rilevanti se fanno parte della normale situazione lavorativa. Tuttavia, se li si ritiene irrilevanti allora verranno esclusi dai dati misurati, riportandolo nella relazione.

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

INCERTEZZA DI MISURA

Gli errori di misura sistematici comportano una sovrastima o una sottostima dell'esposizione al rumore dei lavoratori.

Per evitare questi errori è necessario rispettare la procedura standardizzata definita dalla UNI 9612:2011, in particolare:

- **rispettare la posizione corretta del microfono**
- **evitare i falsi contributi** (urti o getti d'aria sul microfono) **proteggendo il microfono con un dispositivo antivento o togliendo dal registro della misurazione eventuali artefatti** (operazione che deve essere indicata e giustificata nella relazione di misura)
- **controllare attraverso un'attenta analisi del lavoro di aver ricompreso nella misurazione tutti gli eventi acustici significativi.**

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

INCERTEZZA SUL LIVELLO EQUIVALENTE

La norma UNI 9432 individua le seguenti tipologie di incertezze:

- a) **Incertezza di campionamento (u_A)**. Essa è pari a **0** in caso di rumore costante, ciclico o fluttuante determinato con misura unica. (Incompleta campionatura). In generale, si ottengono buoni risultati effettuando un **numero di campionamenti pari a 3**.
- b) **Incertezza sui tempi di esposizione (u_T)**. I tempi sono dichiarati dal Datore di Lavoro e l'incertezza relativa è **pari a 0**. (Variabilità tempi di esposizione nel caso di compiti non ben definiti).
- c) **Incertezza strumentale (u_S)**. Dipende dal tipo di strumento utilizzato e dalla sua classe di precisione (u_F), nonché dal calibratore (u_C). (Vedere i certificati di taratura degli strumenti).

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

TIPO DI STRUMENTAZIONE	INCERTEZZA STANDARD [dB]
Fonometro conforme alla IEC 61672-1:2002, classe 1	0,7
Misuratore personale dell'esposizione sonora conforme alla IEC 61252	1,5
Fonometro conforme alla IEC 61672-1:2002, classe 2	1,5

L'incertezza sul livello di esposizione giornaliera è data da:

$$u(L_{EX,8h}) = [u_A^2(L_{EX,8h}) + u_S^2]^{1/2}$$

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

Il risultato finale della determinazione dell'esposizione professionale al rumore deve, ai sensi della Norma, riportare:

- il valore di $L_{EX,8h}$
- il più elevato L_{piccoC}
- l'incertezza associata al $L_{EX,8h}$ "dichiarata per un intervallo unilaterale di confidenza del 95%".

Come previsto dal D. Lgs. 81/08 il datore di lavoro ha l'obbligo di tenere conto dell'incertezza delle misure determinate secondo la prassi metrologica (art. 190 comma 4).

Considerare l'incertezza è necessario al fine di provare (al 95%) il non superamento dei Valori di Azione e del Valore Limite di Esposizione; pertanto, **il confronto con questi valori dovrà essere effettuato sommando a $L_{EX,8h}$ l'incertezza associata**

$$(L_{EX,8h} + U)$$

NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE

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

Dove:

- $U(L_{EX,8h}) = K \times u(L_{EX,8h})$, con $K = 1,645$, rappresenta l'incertezza estesa sul livello di esposizione giornaliera
- $u(L_{EX,8h})$ è l'incertezza sul livello di esposizione giornaliera

$$u(L_{EX,8h}) = [u_A^2(L_{EX,8h}) + u_S^2]^{1/2}$$



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

INCERTEZZA SUL LIVELLO DI PICCO

La norma UNI 9432 individua le seguenti tipologie di incertezze:

- a) **Incertezza di campionamento ($u_{A,picco}$)**. Impossibile da quantificare allo stato attuale delle conoscenze.
- b) **Incertezza di posizionamento dello strumento ($u_{L,picco}$)**. Dovuta agli effetti di schermo e riflessione creati dal corpo dell'operatore. Si assume pari a **1 dB**.
- c) **Incertezza strumentale ($u_{S,picco}$)**. Può essere assunta pari a **1,2 dB** oppure calcolata dall'incertezza estesa riportata sul certificato di taratura.

**Si ottiene* un'incertezza complessiva pari a
1,6 dB**

* Né la UNI 9612:2011 e né la UNI 9432:2011 danno indicazioni per il calcolo dell'incertezza sul livello di picco. Pertanto, si applica quanto indicato al punto C.3 della **UNI 9432:2008**.



NORME TECNICHE (UNI EN ISO 9612:2011; 9432:2011)

UNI 11347:2015

La Norma UNI 11347:2015 specifica come indicare gli interventi tecnici ed organizzativi che verranno adottati dall'azienda per ridurre l'esposizione al rischio rumore, nonché per identificare le aree di lavoro a maggior rischio al fine della loro delimitazione/segnalazione/restrizione all'accesso, attraverso un **P.A.R.E.: Piano Aziendale di Riduzione dell'Esposizione al rumore.**

Struttura:

1. **Scopo e campo di applicazione**
2. **Riferimenti normativi**
3. **Termini e definizioni**
4. **Requisiti del P.A.R.E.**

ALLEGATO A: *Indicazioni operative sulla scelta di interventi di controllo del rumore.*

ALLEGATO B: *Valutazioni orientative sull'efficacia degli interventi tecnici di controllo del rischio rumore e dei costi delle soluzioni.*

ALLEGATO C: *Requisiti professionali del personale qualificato.*

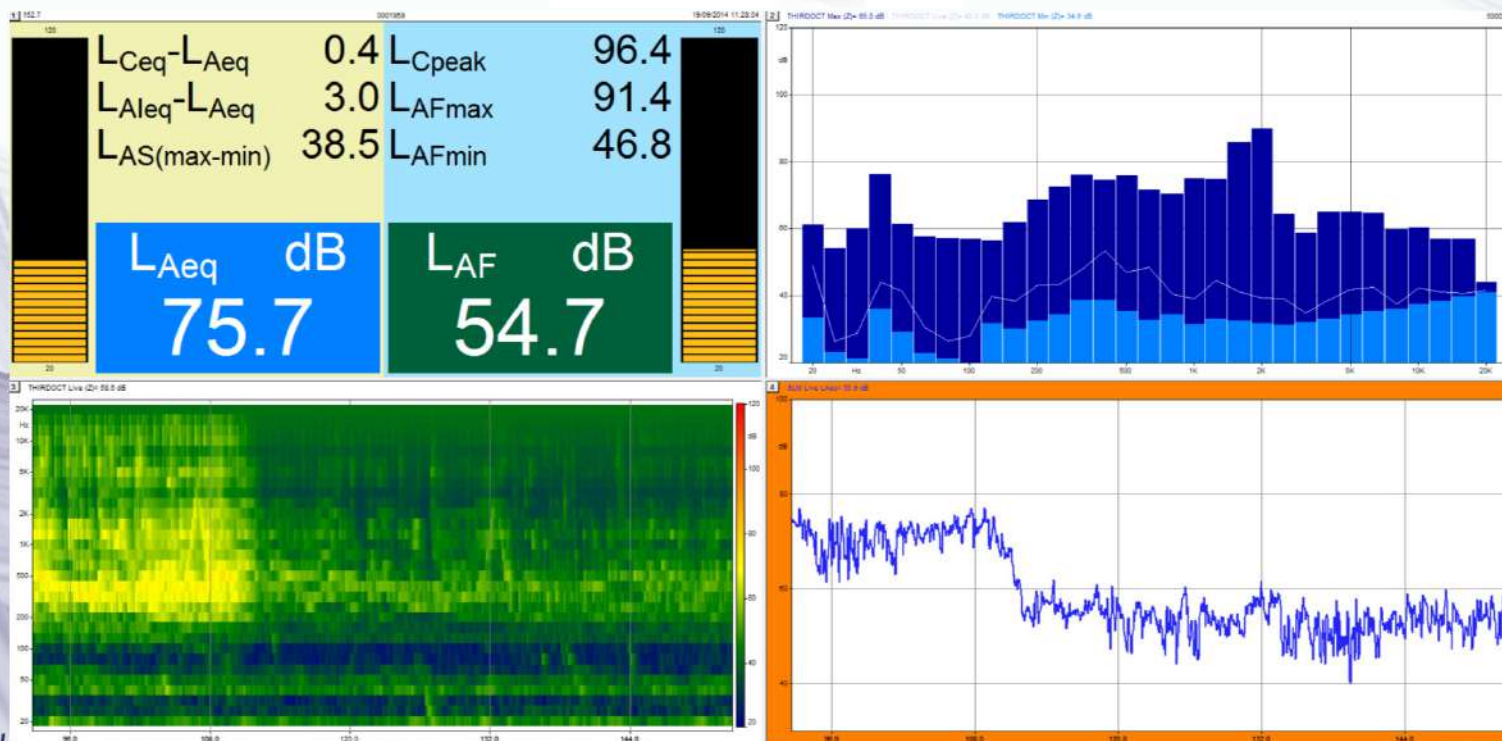
MISURE SUL CAMPO



MISURE SUL CAMPO

1. RACCOLTA INFORMAZIONI DELL'AZIENDA
2. DEFINIZIONE DELLA STRATEGIA DI MISURA
3. CALIBRAZIONE INIZIALE DELLA STRUMENTAZIONE
4. ESECUZIONE DELLE MISURE (L_{Aeq} ; L_{Ceq} ; P_{peakC} ; $L_{AS,max}$; $L_{AF,max}$; $L_{AI,max}$)
5. CALIBRAZIONE FINALE DELLA STRUMENTAZIONE
6. POST-ELABORAZIONE DELLE MISURE
7. CALCOLO DELLE INCERTEZZE
8. CALCOLO DEI LIVELLI EQUIVALENTI CORRETTI
9. DETERMINAZIONE DELL'ESPOSIZIONE PERSONALE AL RUMORE
10. CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE
11. VALUTAZIONE DEL RISCHIO
12. STIMA DELL'EFFICACIA DEI DPI-uditivi
13. ELABORAZIONE DEL P.A.R.E.

ELABORAZIONE DELLE MISURE



ELABORAZIONE DELLE MISURE

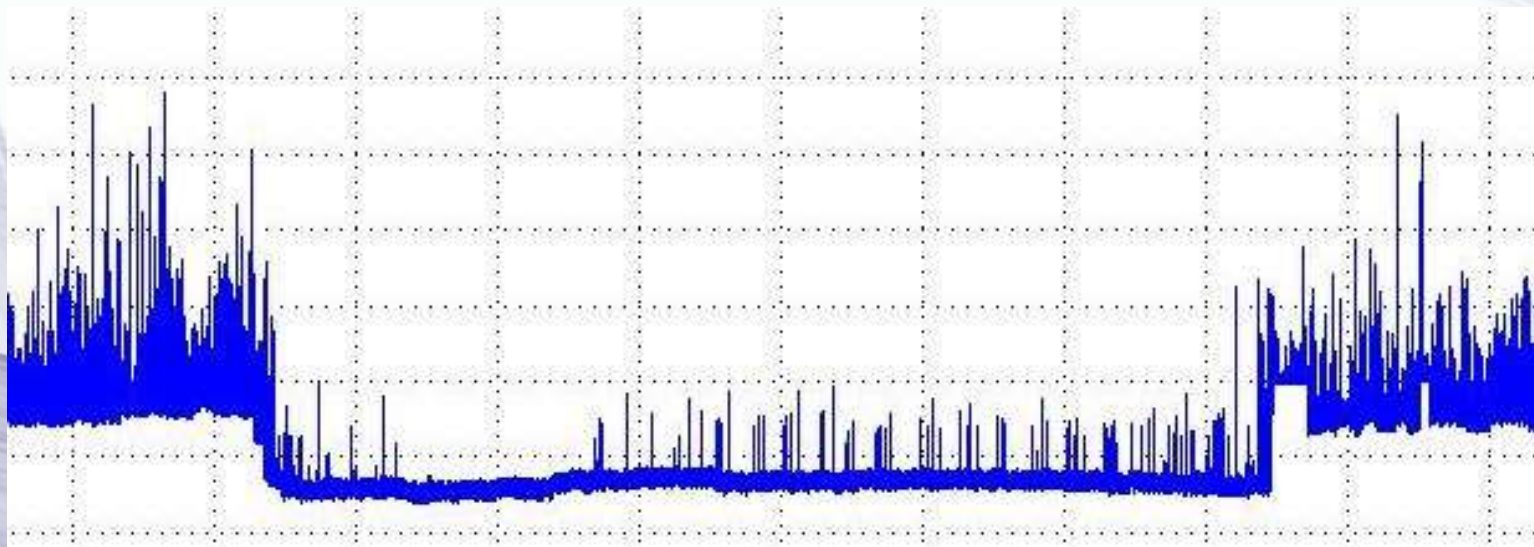
... e poi???



ELABORAZIONE DELLE MISURE

ELABORAZIONE DELLE MISURE

- **Mascheramento eventi occasionali** (estranei alla tipologia di misura)
- **Ricerca di eventi impulsivi**
- **Ottenimento dei parametri di interesse** (L_{Aeq} ; L_{Ceq} ; P_{peakC} ; $L_{AS,max}$; $L_{AF,max}$; $L_{AI,max}$)



**La modalità di analisi delle misure acquisite
varia in base al software di post-elaborazione impiegato**

ELABORAZIONE DELLE MISURE

ESPOSIZIONE AL RUMORE ED INCERTEZZA DI MISURA



[Incertezza_UNI_EN_ISO_9612_E_UNI_9432.xls](#)

(Portale Agenti Fisici)



ELABORAZIONE DELLE MISURE

Esempio di scheda di riepilogo misure

N.	Descrizione	Valori rilevati	$L_{Aeq,Tm}$ [dB(A)]	U_{1a} ($L_{A,eq}$)	$L_{Ceq,Tm}$ [dB(A)]	P_{peak} [dB(C)]
1		91,1	90,5	0,4	88,1	118,8
		89,7				
		90,6				
2		93,3	94,8	0,7	94,4	112,2
		95,8				
		94,8				
3		87,8	88,1	0,2	86,6	109,5
		88,4				
		88,2				



ELABORAZIONE DELLE MISURE

LIVELLO DI ESPOSIZIONE QUOTIDIANA E INCERTEZZA ESTESA

LAVORATORE 1								
Attività	Misure			Durata dell'esposizione			Picco max	Presenza di impulsi
	1	2	3	T1	T2	T3		
A	$L_{A,eq1}$	$L_{A,eq2}$	$L_{A,eq3}$	T_{A1}	T_{A2}	T_{A3}	Picco A	SI/NO
B	$L_{B,eq1}$	$L_{B,eq2}$	$L_{B,eq3}$	T_{B1}	T_{B2}	T_{B3}	Picco B	SI/NO
C	$L_{B,eq1}$	$L_{B,eq2}$	$L_{B,eq3}$	T_{C1}	T_{C2}	T_{C3}	Picco C	SI/NO
...



LAVORATORE 1			
Esposizione quotidiana	Incertezza estesa	Picco max	Presenza di impulsi
$L_{EX,8h}$	$U(L_{EX,8h})$	$P_{max(A,B,C)}$	SI/NO

ELABORAZIONE DELLE MISURE

Valutazione adeguatezza dei DPI-u

Misura	L_{Aeq} [dB(A)]	L_{Ceq} [dB(C)]	Cod. DPI-u	PNR	L'_{Aeq} [dB(A)]	Adeguatezza DPI-u
17	80,9	82,8	[1]	22	59	Iper -protezione
21	90,1	89,1	[1]	26	65	Accettabile
23	90,5	88,1	[1]	28	63	Iper -protezione
24	94,8	94,4	[1]	25	70	Buona
25	88,1	86,6	[1]	26	62	Iper -protezione
26	95,3	92,9	[1]	28	67	Accettabile
27	93,6	95,2	[1]	23	71	Buona
28	93,7	93,2	[1]	25	69	Accettabile

LIVELLO EFFETTIVO ALL'ORECCHIO		STIMA DELLA PROTEZIONE
Maggiore di L_{act} :	> 80 dBA	Insufficiente (ipo -protezione)
Tra L_{act} e $L_{act} - 5$:	75 ÷ 80 dBA	Accettabile
Tra $L_{act} - 5$ e $L_{act} - 10$:	70 ÷ 75 dBA	Buona
Tra $L_{act} - 10$ e $L_{act} - 15$:	65 ÷ 70 dBA	Accettabile
Minore di $L_{act} - 15$:	< 65 dBA	Troppo alta (iper -protezione)

Nel presente caso specifico, il grado di attenuazione sonora fornito dai DPI-u durante le fasi di lavoro – anche in caso di iper-protezione – è stato ritenuto accettabile dal Datore di Lavoro (sentiti RSPP e RLS) in quanto non maschera eventuali segnali di allarme e non causa ulteriori pericoli nell'attività lavorativa.



ELABORAZIONE DELLE MISURE

SCHEDA DI ESPOSIZIONE AL RUMORE

Gruppo omogeneo: **XXXXX**

Lavoratori	L*EX,8h [dB(A)]	L*picco [dB(C)]	DPI-u utilizzato	L'EX,8h [dB(A)]
	82,6	< 137	[1] USO FACOLTATIVO	71,5
CLASSE DI RISCHIO	0	TRASCURABILE	2	MEDIO
	X 1	BASSO	3	INACCETTABILE

TIPOLOGIA DI ESPOSIZIONE				
N.	Sorgente di rumore	LA,eq [dB(A)]	Lpicco [dB(C)]	Tempo di esposizione
1				
27				
28				
		L _{EX,8h} [dB(A)]	U (L _{EX,8h})	L*EX,8h [dB(A)]
		81,7	0,9	82,6



ELABORAZIONE DELLE MISURE

CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE

LAVORATORE 1		
Livello di esposizione quotidiana $L_{EX,8h}^*$	Pressione di picco $P_{peak(C)}^*$	Limiti di legge
$L_{EX,8h} + U(L_{EX,8h})$	Picco max + 1,6	Esposizione \leq V.I.A. V.I.A. < Esposizione < V.S.A. Esposizione \geq V.S.A. Esposizione > VLE?

I VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE E I VALORI DI AZIONE ESPOSIZIONE GIORNALIERA AL RUMORE ($L_{EX,8H}$)	PRESSIONE ACUSTICA DI PICCO (PPEAK)	
VALORI INFERIORI DI AZIONE	80 DB(A)	135 DB(C)
VALORI SUPERIORI DI AZIONE	85 DB(A)	137 DB(C)
VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE	87 DB(A)	140 DB(C)

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

**VALUTAZIONE
DELL'ESPOSIZIONE**



**VALUTAZIONE
DEL RISCHIO**

La valutazione dell'esposizione, con o senza la misurazione, non esaurisce il percorso di valutazione del rischio che deve essere attuato dal Datore di Lavoro ai sensi dell'art. 28 del D. Lgs. 81/08

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Il rischio è, infatti, determinato non solo dal **livello di rumore** a cui i lavoratori sono esposti ma anche dal **contesto lavorativo** in cui si verifica l'esposizione e dalla contemporanea presenza di **altri fattori** di rischio.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

RUMORE E LAVORATORI PARTICOLARMENTE SENSIBILI

L'identificazione di lavoratori particolarmente sensibili è necessaria per consentire al Datore di Lavoro di adattare le misure di riduzione del rischio anche alle esigenze di questi soggetti, come indicato all'art. 183 del D. Lgs. 81/08.

La normativa contiene già delle indicazioni relative alle particolari tutele da adottare per le lavoratrici madri e per i lavoratori minori.

Per individuare altri lavoratori maggiormente suscettibili sarà indispensabile la collaborazione del medico competente.

Rientrano infatti in questa categorie soggetti affetti da alcune patologie, da fattori congeniti o sottoposti a particolari terapie che producono un effetto sinergico col rumore creando le condizioni di ipersuscettibilità.



VALUTAZIONE DEL RISCHIO

RUMORE E SOSTANZE OTOTOSSICHE

E' noto che alcune sostanze (o farmaci) sono tossici per le strutture neurosensoriali deputate alla **funzione uditiva e all'equilibrio** (organo del Corti, labirinto posteriore o vestibolo e nervo acustico). Si tratta di sostanze la cui assunzione pregressa è spesso dimenticata o ignorata dal paziente stesso il quale, sovente, non è in grado di collaborare alla raccolta di una esauriente anamnesi audiologica.

Dette sostanze presentano un effetto sinergico con il rumore nell'accrescere la probabilità di danno uditivo sulla persona esposta e vengono generalmente classificate in **occupazionali e non occupazionali**.



VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Le **sostanze ototossiche non occupazionali** sono costituite essenzialmente da **farmaci**.

Alcune tipologie di farmaci ototossici

- **Antibiotici**
- **Diuretici** (Furosemide, Acido etacrinico e Bumetanide)
- **Salicilati** (es. Aspirina)
- **Antinfiammatori non steroidei** (FANS) (Ibuprofene, Ketoprofene, Diclofenac, ecc.)
- **Chinino**
- **Farmaci anti-tumorali** (Cisplatino, Carboplatino)

L'elenco delle sostanze (e farmaci) ototossiche si continua ad ampliare nel tempo.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Le **sostanze ototossiche occupazionali**, in letteratura, sono individuate sostanzialmente in:

Solventi

- **Toluene** (*vernici, gomma, stampa*)
- **Stirene** (*Ind. alimentare/chimica/gomma; commercio, trasporti, costruzioni, servizi*)
- **Xilene** (*settore chimico, petrolifero, trasporti, vernici*)
- **N-Esano**
- **Etil-benzene**
- **White Spirits/Stoppard** (*solvente paraffinico per pitture*)
- **Solfuro di carbonio** (*tessile, agricoltura*)
- **Combustibili**
- **Percloroetilene**

Gas asfissianti

- **Monossido di carbonio**
- **Acido cianidrico e suoi Sali**

Metalli

- **Piombo e derivati**
- **Mercurio e derivati**

Pesticidi

- **Paraquat**
- **Pesticidi Organofosforici**
- **Arsenico e derivati**
- **Manganese e derivati**



VALUTAZIONE DEL RISCHIO

RUMORE E VIBRAZIONI MECCANICHE

Studi sull'uomo hanno dimostrato l'insorgenza di ipoacusia neurosensoriale permanente da interazione tra **rumore (100 dB) e vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (125 Hz a livello di accelerazione di 2 m/sec²)** mentre l'esposizione contemporanea a **rumore (90 dB) e vibrazioni trasmesse al corpo intero (2-10 Hz a 10 m/sec²)** hanno effetto sinergico nella patogenesi del danno uditivo (effetto maggiormente pronunciato alle alte temperature).

In considerazione della possibile interazione tra esposizione a rumore ed esposizione a vibrazioni meccaniche è necessario segnalare la compresenza dei rischi nell'ambito della valutazione.



VALUTAZIONE DEL RISCHIO



RUMORE E SEGNALI DI AVVERTIMENTO

Per evitare un rischio di infortunio o di incidente i **segnali di avvertimento** (sirena antincendio, avvisatori acustici dei mezzi in movimento, segnali di allarme, ...) **devono essere sempre chiaramente udibili dai lavoratori indipendentemente dalle condizioni acustiche presenti nell'ambiente di lavoro e tenendo conto dell'attenuazione fornita dai dispositivi di protezione dell'udito utilizzati.**

Per essere udibile un segnale di pericolo deve superare la **soglia effettiva di mascheramento**, definita come il ***“livello del segnale acustico di pericolo appena udibile al di sopra del rumore ambiente, tenendo conto dei parametri acustici sia del rumore ambiente nell'area di ricezione del segnale, sia di una ridotta capacità uditiva (DPI-u, ipoacusia e altri effetti di mascheramento)”***.

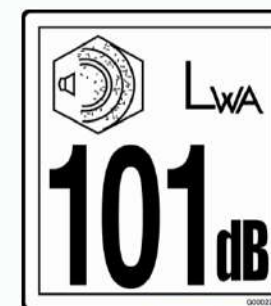
Tra i vari parametri di giudizio: il segnale non deve essere inferiore a 65 dB e la differenza tra i livelli di pressione sonora del segnale e del rumore ambiente (*qualsiasi suono nell'area di ricezione del segnale non emesso dal trasmettitore del segnale di pericolo*) **deve essere maggiore di 15 dB.**

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

RUMORE E SCELTA DELLE ATTREZZATURE DI LAVORO

Le informazioni fornite dai costruttori delle attrezzature di lavoro devono essere prese in considerazione nel percorso di valutazione dei rischi.

E' bene ricordare che **la valutazione va effettuata già all'atto della scelta** di attrezzature di lavoro come previsto all'art. 28 comma 1 del D.Lgs. 81/08 e la conoscenza dei valori di emissione delle macchine è sicuramente uno dei parametri da prendere in considerazione nell'ambito di una adeguata procedura di acquisto.



VALUTAZIONE DEL RISCHIO

RUMORE E TEMPO DI ESPOSIZIONE

Valutare la possibilità di **rimodulazione delle mansioni**, in modo da diminuire l'esposizione al rumore dei singoli lavoratori.

RUMORE E SORVEGLIANZA SANITARIA

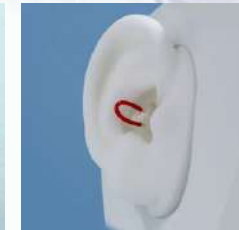
- Esposizione personale al rumore superiore a 85 dB(A)
- Presenza di agenti ototossici
- Presenza di lavoratori particolarmente sensibili
- Uso concomitante di attrezzature vibranti
- Altro (da valutare...)



DPI UDITIVI

Nel caso non sia tecnicamente fattibile adottare un metodo per l'abbattimento del rumore o le misure per minimizzare il rischio sono insufficienti è necessario ricorrere all'adozione dei Dispositivi di Protezione Individuale.

TAPPI



CUFFIE



DPI UDITIVI

Efficienza del DPI-u: è la capacità dell'otoprotettore di abbattere o attenuare i livelli sonori a cui è esposto il lavoratore e può essere stimata calcolando il cosiddetto "livello di pressione acustica ponderato A sotto il protettore auricolare o livello di esposizione a dispositivo indossato (L'A)".

Efficacia del DPI-u: esprime il fatto che un DPI-u valutato efficiente protegga realmente nel tempo il lavoratore che lo indossa da danni e peggioramenti uditivi.

Non essendoci procedimenti analitici, indici o descrittori oggettivi per certificare il rispetto dell'efficacia del DPI-u, le uniche misure che il Datore di Lavoro ha a disposizione sono di natura prevenzionistica e gestionale (*cf. Linee guida norme UNI EN 458:2016 e UNI 9432:2011*).



DPI UDITIVI

I DPI devono essere conformi al **D.Lgs 475/92** ed ai requisiti del “**Testo unico**”.

La scelta del D.P.I. dovrà essere fatta sulla base delle reali esigenze di protezione prendendo in considerazione:

- **Caratteristiche di attenuazione** (capacità di abbattimento del rumore in funzione delle caratteristiche di quest'ultimo)
- **Tipologia lavorativa** (necessità di altri DPI, ambienti polverosi, alte temperature, ...)
- **Tolleranza** (adattabilità a tutte le persone)
- **Gradimento** (è preferibile la scelta di un mezzo confortevole)

Il datore di lavoro deve tenere conto dell'attenuazione fornita dai dispositivi di protezione dell'udito **solo ai fini di valutare la loro efficienza e il rispetto del Valore Limite di Esposizione** (art. 193 del D. Lgs. 81/08).

DPI UDITIVI

Ogni protettore auricolare DEVE essere accompagnato dai dati di attenuazione sonora forniti dal fabbricante, espressi in 3 modi:

- **APV_f**: Attenuazione sonora del DPI per lo spettro di frequenza in banda d'ottava tra 125Hz e 8kHz.
- **H, M, L**: Attenuazione sonora del DPI espressa mediante 3 valori, per frequenze alte (H), medie (M) e basse (L).
- **SNR**: Attenuazione sonora del DPI espressa mediante unico valore

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Attenuazione media (dB)	11,3	11,6	15,6	21,1	23,9	27,8	34,7	34,3
Deviazione Standard (dB)	6,3	4,6	4,2	5,4	4,5	3,4	2,1	4,6
Protezione presunta (dB)	5	7	11,4	15,7	19,4	24,4	32,6	29,7

APV ← **Protezione presunta (dB)** → Riduzione semplificata del rumore

H = 25 dB **M = 19 dB** **L = 13 dB** **SNR = 21 dB**

Attenuazione alle alte frequenze Attenuazione alle medie frequenze Attenuazione alle basse frequenze

DPI UDITIVI

METODI DI CALCOLO DELL'ATTENUAZIONE DEI DPI_{UDITIVI}

Vanno applicate le indicazioni fornite dalla **UNI EN 458:2005** (ora UNI EN 458:2016)

1. Metodo OBM

2. Metodo HML

3. Metodo CONTROLLO HML

4. Metodo SNR



DPI UDITIVI

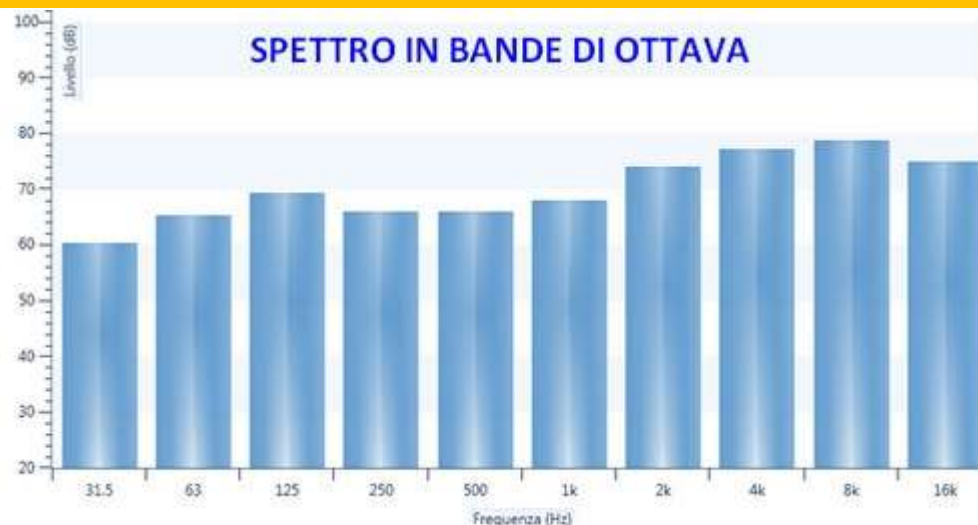
1. METODO OBM

Consiste in un calcolo diretto della riduzione del rumore effettuato sulla base dei **livelli acustici per banda d'ottava** e delle **attenuazioni per banda d'ottava** del protettore auricolare considerato; tale metodo è il più preciso e permette di valutare meglio la protezione offerta dal DPI-u in funzione dei livelli di rumorosità alle varie frequenze.

Richiede:

Livello continuo equivalente di pressione sonora in banda d'ottava ($L_{eq,oct}$)

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Attenuazione media (dB)	11,3	11,6	15,6	21,1	23,9	27,8	34,7	34,3



DPI UDITIVI

2. METODO HML

Utilizza tre valori di attenuazione (H-M-L) per calcolare la riduzione prevista del livello di rumore (PNR): il valore di attenuazione da utilizzare deve essere individuato in funzione della differenza tra il livello di pressione acustica ponderato C (LC) e il livello di pressione acustica ponderato A (LA).

La PNR è sottratta dal livello di pressione acustica ponderato A (LA), al fine di calcolare il livello di pressione acustica ponderato A effettivo a livello dell'orecchio quando s'indossa il protettore auricolare (L'A).

Con questo metodo è classificato il tipo di rumore presente in modo da poter scegliere, sulla base delle caratteristiche del DPI dell'udito considerato il migliore grado di attenuazione.

Richiede:

Livello di pressione acustica ponderato C → LC,eq

Livello di pressione acustica ponderato A → LA,eq



DPI UDITIVI

La procedura operativa è la seguente:

1. Calcolare la differenza tra LC e LA: **LC-LA**
2. Calcolare la **PNR** (riduzione prevista di rumore) nel modo seguente:
 - a) per **LC – LA ≤ 2 dB**, **PNR = M – [(H – M) / 4] * (LC – LA – 2) [dB]**
 - b) per **LC – LA > 2 dB**, **PNR = M – [(M – L) / 8] * (LC – LA – 2) [dB]**
 - c) Arrotondare al numero intero più prossimo
3. Calcolare il livello effettivo di pressione sonora ponderato A al livello dell'orecchio secondo la formula: **$L'_{A,eq} = L_{A,eq} - PNR$**
4. Verificare l'efficacia del DPI.

DPI UDITIVI

3. METODO di CONTROLLO HML

Rappresenta una semplificazione del metodo H-M-L. Questo metodo consente di utilizzare il solo livello di pressione acustica ponderato A cui è sottratto il valore M o L di attenuazione del DPI dell'udito scelto per ottenere il livello di pressione acustica effettivo.

Richiede:

Livello di pressione acustica ponderato A → $L_{A,eq}$



L'utilizzo di questo metodo è sconsigliato perché è basato su valori soggettivi per la classificazione del tipo di rumore.



DPI UDITIVI

4. METODO SNR

Il metodo utilizza un solo valore di attenuazione (SNR).

L'attenuazione SNR è sottratta dal livello di pressione acustica ponderato C per ottenere il livello di pressione acustica ponderato A effettivo.

Il metodo è il più semplice da applicare, ma fornisce risultati meno precisi, rispetto al metodo OBM o HML.

$$L'A = LC - SNR$$

Richiede:

Livello di pressione acustica ponderato C → LC,eq

Livello di pressione acustica ponderato A → LA,eq

DPI UDITIVI

IL COEFFICIENTE β

La norma UNI 9432 prevede l'applicazione di un coefficiente di riduzione β ai valori di attenuazione dei DPI dell'udito (OBM, H-M-L e SNR) che può variare da 0,1 a 0,99:

- **0,75** per le cuffie
- **0,5** per gli inserti espandibili
- **0,3** per gli inserti preformati



Valori di β superiori a quelli indicati in tabella (ma sempre < 1) sono possibili nel caso in cui il D.L. garantisca:

- addestramento lavoratori accurato e frequente;
- controllo rigoroso circa il corretto uso dei DPI;
- specifiche procedure di conservazione dei DPI

L'uso di questo coefficiente è necessario per tenere conto di una serie di motivi concreti, che non consentono di utilizzare per intero i valori forniti dal fabbricante (ad esempio, una taglia inadeguata dei DPI-u, il deterioramento dei materiali, la presenza di capelli lunghi, il posizionamento approssimativo del DPI-u).

DPI UDITIVI

VERIFICA EFFICACIA DPI_{UDITIVI}

Vanno applicate le indicazioni fornite dalla **UNI EN 458:2016**

LIVELLO EFFETTIVO ALL'ORECCHIO		STIMA DELLA PROTEZIONE
Maggiore di Lact	> 80	Insufficiente (ipo-protezione)
Tra Lact e Lact - 5	75 ÷ 80	Accettabile
Tra Lact - 5 e Lact - 10	70 ÷ 75	Buona
Tra Lact - 10 e Lact - 15	65 ÷ 70	Accettabile
Minore di Lact - 15	< 65	Troppo alta (iper-protezione)
L_{ACT} = Livello d'azione (80 dB(A))		

Nel caso in cui la stima della protezione sia insufficiente, è necessario utilizzare un altro tipo di protettore auricolare con un'attenuazione maggiore.

Qualora la stima della protezione risulti troppo alta (iper-protezione), è necessario utilizzare un altro tipo di protettore auricolare con un'attenuazione inferiore.

DPI UDITIVI

ATTENUAZIONE DEI DPI_{UDITIVI} IN PRESENZA DI PICCHI > 135 dB

L'attenuazione può essere considerata sufficiente se il valore effettivo di pressione sonora di picco all'orecchio quando si indossa il protettore dell'udito è uguale o minore del valore di azione di 135 dB(C).

Il metodo previsto dalla UNI 458:2016 prevede i seguenti passaggi:

- 1. Individuazione del tipo di rumore impulsivo**
- 2. Individuazione del valore di attenuazione sonora modificato (dm)**
- 3. Calcolo del valore di picco effettivo, sottraendo al valore di picco misurato il valore dm individuato**
- 4. Confronto del valore effettivo di picco con il valore di azione di 135 dB(C).**

DPI UDITIVI

I rumori impulsivi sono suddivisi in:

- **Tipo 1:** la maggior parte dell'energia acustica è nelle **BASSE FREQUENZE** (<200 Hz)
- **Tipo 2:** la maggior parte dell'energia acustica è nelle **MEDIO-ALTE FREQUENZE**
- **Tipo 3:** la maggior parte dell'energia acustica è nelle **ALTE FREQUENZE** (> 1000 Hz)

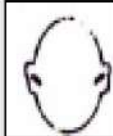



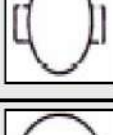

I valori «**dm**» in dB sono individuati nel seguente modo:

- Per rumori impulsivi di tipo 1: **$dm = L - 5$** (L = attenuazione del DPI-u basse freq.)
- Per rumori impulsivi di tipo 2: **$dm = M - 5$** (M = attenuazione del DPI-u medie freq.)
- Per rumori impulsivi di tipo 3: **$dm = H$** (H = attenuazione del DPI-u alte freq.)

In presenza di rumori impulsivi, la norma UNI EN 458:2005 (458:2016) prevede che

$$L'_{A,eq} = L_{A,eq} - dm$$

DPI UDITIVI

Tipo di protezione		Campo di frequenza in Hz				
Tappi		1-20	20-100	100-800	800-8000	> 8000
		5-10	5-20	20-35	30-40	30-40
Tappi ad inserzione non completa		5-10	5-20	15-20	25-40	30-40
Cuffie		0-2	2-15	15-35	35-45	35-45
Tappi e cuffie combinati		10-15	15-25	25-45	30-60	40-60
Cuffie per comunicazione		0-2	2-10	10-30	25-40	30-40
Elmetto		0-2	2-17	7-20	20-55	30-55

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

PIANO AZIENDALE RIDUZIONE ESPOSIZIONE

(UNI 11347:2015)

- 1) Scopo e campo di applicazione
- 2) Riferimenti normativi
- 3) Termini e definizioni
- 4) Requisiti del P.A.R.E.
- 5) Appendici informative:
 - ❖ Appendice A: **Indicazioni orientative sulla scelta degli interventi tecnici di controllo del rischio rumore**
 - ❖ Appendice B: **Valutazioni orientative sull'efficacia degli interventi tecnici di controllo del rischio rumore e dei costi delle soluzioni**
 - ❖ Appendice C: **Requisiti professionali del personale qualificato**

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

Per ciascuna situazione con livelli di esposizione al rumore elevati, il datore di lavoro deve indicare nel P.A.R.E. gli **interventi tecnici e organizzativi** che, tra quelli concretamente attuabili, **intende effettivamente realizzare fissando l'obiettivo acustico**, dove tecnicamente possibile, in accordo con le indicazioni contenute nelle norme della serie UNI EN ISO 11690.

Nell'identificazione delle modalità di riduzione del rischio devono essere considerati innanzitutto gli interventi che riducono il rumore **alla sorgente, quindi quelli che lo riducono lungo il **percorso di propagazione**, infine quelli che agiscono direttamente sul **posto di lavoro**.**

Il P.A.R.E. deve considerare le azioni per la riduzione dell'esposizione al rumore per tutte quelle situazioni che superano i valori previsti dalla legislazione vigente.

Andranno quindi esaminate le sorgenti, le attività ed i luoghi di lavoro con **L_{Aeq} maggiore di 85 dB(A) e con $L_{picco,C}$ maggiore di 137 dB(C)**.

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

La Norma UNI 11347:2015 ricorda che **la progettazione dell'intervento deve essere tale da evitare ulteriori rischi come quelli per la sicurezza** (per esempio rischio incendio) e per la salute (per esempio minor ricambio d'aria) **verso i lavoratori o problemi igienico-sanitari verso il prodotto** (per esempio nel settore alimentare o farmaceutico) **ovvero maggiori rischi verso i ricettori esterni.**

CRITERI PER LA SCELTA DI UN INTERVENTO

- 1) Definire un ordine di priorità;**
- 2) Considerare tutte le conseguenze dell'intervento;**
- 3) Considerare l'interazione tra l'intervento progettuale proposto e il processo produttivo dell'azienda.**

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

IL RAPPORTO COSTO - BENEFICI

(Punto 4.3.2.3)

$$\eta = \frac{c}{\sum_{i=1}^N \Delta dB_i \cdot n_i}$$

Dove:

c = costo dell'opera (comprensivo di tutte le voci di spesa: messa in opera, collaudo, manutenzione, etc.);

ΔdB_i = attenuazione in dB assicurato dall'intervento ad un gruppo i -esimo di lavoratori;

n_i = n. di lavoratori del gruppo i -esimo;

N = numero di gruppi di lavoratori che ottengono un beneficio acustico.

La soluzione ottimale è quella cui corrisponde il valore minimo di η .

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

INTERVENTO 1:

installazione pannello
fonoisolante/fonoassorbente
per superficie di 50 m²,
efficacia 15 dB(A);
costo = 44 €/m²

$$\Delta dB_1 = 15 \text{ dB(A)}$$

$$n_1 = 6$$

$$N = 1$$

$$C = 2200 + 800 = 3000 \text{ €}$$

$$\eta = 33 \text{ €/dB}$$

INTERVENTO 2:

installazione pannello
fonoisolante/fonoassorbente
per superficie di 50 m²,
efficacia 25 dB(A);
costo = 58 €/m²

$$\Delta dB_1 = 25 \text{ dB(A)}$$

$$n_1 = 6$$

$$N = 1$$

$$C = 2900 + 800 = 3700 \text{ €}$$

$$\eta = 25 \text{ €/dB}$$

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

SCHEDE COMPARATIVE DEI DIVERSI INTERVENTI ATTUABILI

Intervento 1		Intervento 2	
Descrizione		Descrizione	
Efficacia (dBA):		Efficacia (dBA):	
Costo (€):		Costo (€):	
ΔdB_1 :		ΔdB_2 :	
n_1 :		n_2 :	
N:		N:	
Costo totale (€):		Costo totale (€):	
Rapporto η_1 :		Rapporto η_2 :	

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

Nel P.A.R.E. vanno individuati:

- **i macchinari, gli ambienti e/o i lavoratori destinatari dell'intervento**
- **il beneficio atteso**
- **la tempistica di attuazione**
- **il responsabile dell'attuazione dell'intervento**
- **il metodo di controllo che permette, una volta attuato l'intervento, di valutare oggettivamente il raggiungimento degli obiettivi fissati in fase di progetto.**



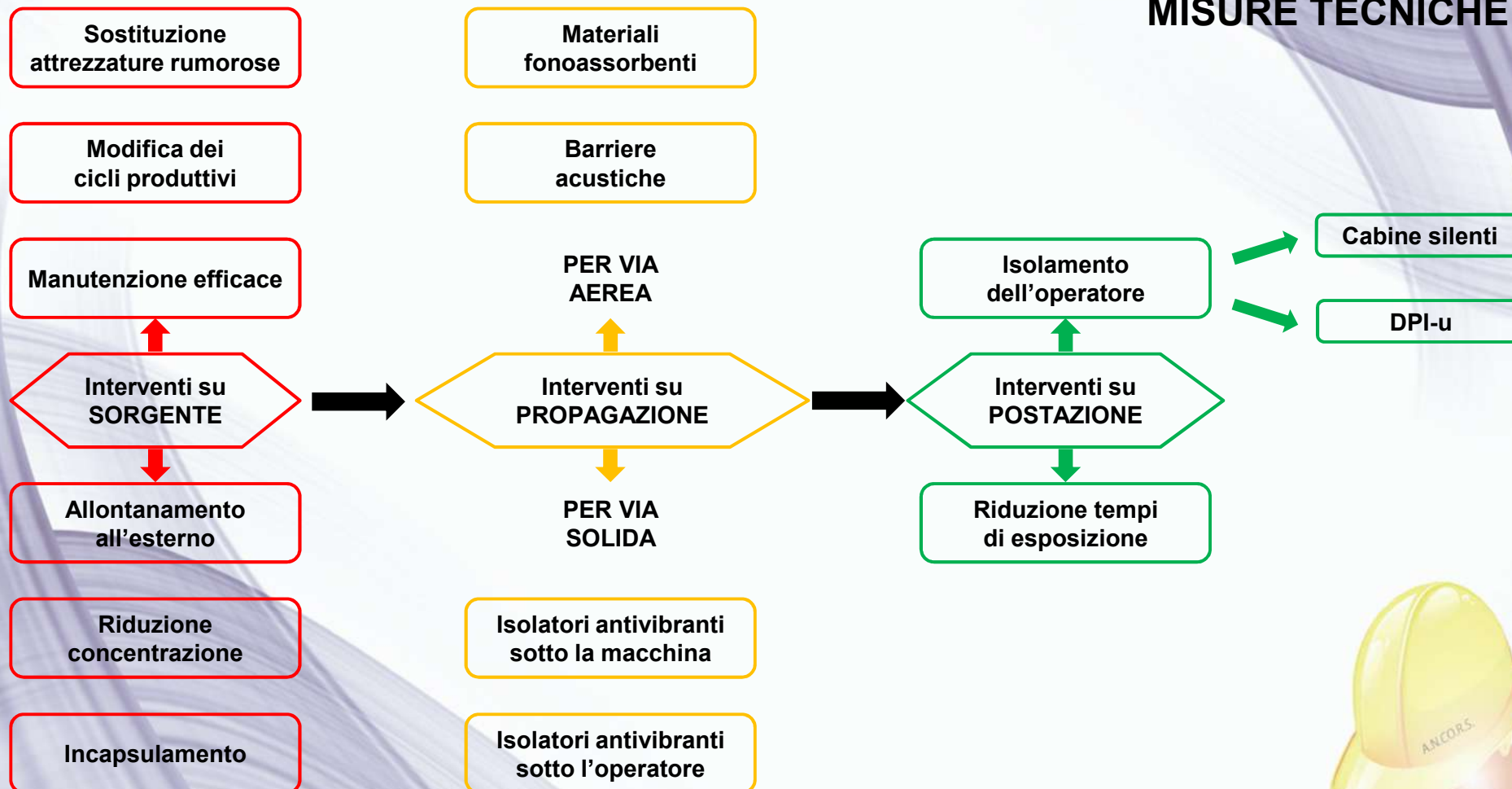
P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

TIPOLOGIA DI INTERVENTI TECNICI CONSIDERATI

1- Interventi sulla sorgente di rumore	6- Cappottature
2- Separazioni	7- Cappottature parziali
3- Sistemi antivibranti	8- Schermi
4- Silenziatori	9- Trattamenti ambientali
5- Coibentazione esterna di condotti	10- Cabine per personale

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

MISURE TECNICHE



P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

MISURE ORGANIZZATIVE

- Individuazione di aree rumorose e modifica della distribuzione delle postazioni di lavoro o ristrutturazione del ciclo produttivo, al fine di evitare la presenza concomitante di più attività rumorose in spazi ristretti.
- Corretta manutenzione di macchinari / attrezzature.
- Adozione di procedure per turnazione del personale addetto a lavorazioni rumorose, finalizzate a minimizzare il tempo di esposizione pro-capite.
- Apposizione di idonea segnaletica di sicurezza, perimetrazione e limitazione all'accesso per i non addetti ai lavori nelle aree con livelli maggiori del livello superiore di azione.
- Informazione/formazione lavoratori su corretto uso di macchinari/attrezzature.
- Procedure di lavoro per minimizzare l'esposizione al rumore dei lavoratori.

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

LINEE DI INDIRIZZO GENERALI (Appendice A – Prospetto A1)

Tipologia di intervento	Elementi favorevoli	Elementi sfavorevoli	Note
Interventi sulla sorgente di rumore (sostituzione di macchine e attrezzature rumorose, utilizzo di differenti principi tecnologici, ...)	<ul style="list-style-type: none"> - Operatori posti nel campo vicino la sorgente - Presenza di rumori impulsivi - Elevata esperienza del consulente progettista - Si è in fase di acquisto di macchine e impianti 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficoltà a modificare il layout - Richiesta di studi e/o ricerche adeguati 	<ul style="list-style-type: none"> - Competenze dei fabbricanti e dei progettisti - Si esprimono con diverse modalità - Possono risolvere in modo radicale molti problemi acustici - Estrema variabilità di situazioni (guadagni ottenibili e costi)
Separazione di aree a diversa rumorosità	<ul style="list-style-type: none"> - Elevato potere di riduzione del rumore - Numerosi operatori interessati - Si è in fase di progettazione del layout - Basso costo dell'intervento 	<ul style="list-style-type: none"> - Sorgenti distribuite uniformemente nell'ambiente con impossibilità di un loro raggruppamento - Difficoltà di modificare i layout 	<ul style="list-style-type: none"> - Occorre perseguire l'obiettivo di una separazione fisica completa tra sorgente e operatore - Prevedere pareti di separazione, fonoassorbenti sul lato sorgente

SCELTA INTERVENTI / SITUAZIONI TIPO (Appendice A – Prospetto A2) (UNI 11347)

Situazione	Interventi sulla sorgente	Parete separazione Interventi sulla sorgente	Sistemi antivibranti	Silenziatori	Coibentazione condotti	Cappottatura	Cappottatura parziale	Schermo	Trattamento ambientale	Cabina operatore
Riduzione del livello sonoro										
Obiettivo elevato: 20 dB(A) o più	++	++		++	+	++	+	-	-	++
Obiettivo modesto: < 10 dB(A)	+	+			+	+	++	+	+	+
Disposizione delle sorgenti										
Sorg. dominante/sorg.raggruppate	++	++				++	+	-	-	-
Sorgenti distribuite nell'ambiente	+	-				+	+	-	+	++
Disposizione degli operatori										
Postazioni raggruppate	+	++				-	-	+	-	++
Postazioni operatore distribuite	+	-				+	+	-	+	-
Operatore in movimento	++	-				+	+	-	++	-

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

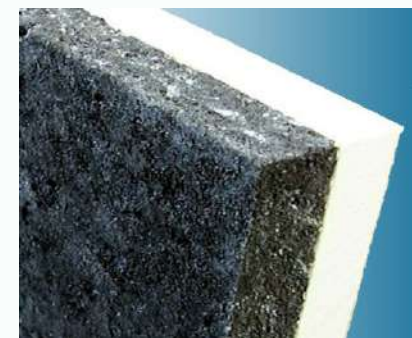
RISULTATI OTTENIBILI (Appendice B)

Separazioni

Le separazioni sono soluzioni realizzabili con diverse tipologie di materiali con adeguato potere fonoisolante (per es.: legno, vetro o materiali translucidi, metallo) ed è opportuno che possiedano una superficie fonoassorbente sulla faccia disposta verso la sorgente sonora.

Nel prospetto B.1 sono riportati l'efficacia e gli indici di costo per le separazioni:

Tipologia	Efficacia	Indice di costo al m ² di superficie di parete
Separazione cieca	10÷20 dB(A)	0,70
Separazione cieca	> 20 dB(A)	1,20
Separazione vetrata al 25%	10÷20 dB(A)	0,70
Separazione vetrata al 25%	> 20 dB(A)	1,30



P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

LA COMPETENZA TECNICA PER LA REDAZIONE DEL P.A.R.E.

La UNI 11347 evidenzia la necessità per la redazione del P.A.R.E. del **supporto di una competenza specifica** (in acustica e in sicurezza sul lavoro), indispensabile nel caso di progettazione di interventi tecnici.



Il datore di lavoro deve **verificare l'idoneità tecnico-professionale del «personale qualificato»** che collabora alla redazione del piano (P.A.R.E.).

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

REQUISITI PROFESSIONALI DEL PERSONALE QUALIFICATO

La UNI 11347 (Appendice C) indica che è opportuno che il personale qualificato sia in possesso di un **titolo di studio** non inferiore al diploma di istruzione secondaria superiore, nonché di un **attestato di frequenza** a specifici corsi di formazione in acustica.



In assenza di attestato di frequenza a specifici corsi di formazione, si consiglia al Datore di Lavoro di richiedere **evidenza documentale** della conoscenza delle tematiche del settore (esami universitari, master, comprovata esperienza nel settore, attestati rilasciati da enti accreditati, ...).

P.A.R.E. ESEMPIO DI STRUTTURA

SCHEDA DI SINTESI DELLA SITUAZIONE DI RISCHIO

RISCHIO PRESENTE	ORIGINE DEL RISCHIO
<ul style="list-style-type: none">- Esposizione al rumore dei lavoratori (LEX,8h) compresa tra 80 e 85 dB(A)- Importante influenza del rumore di fondo nel reparto	Attività particolarmente rumorose (stampaggio, molatura,) presenti all'interno del reparto

PROSPETTO RIASSUNTIVO DEGLI INTERVENTI

INFORMAZIONI PRELIMINARI

L'ambiente di lavoro (reparto produttivo) risente fortemente dell'emissione sonora di attività particolarmente rumorose le quali, però, necessitano di rimanere collegate con le altre aree produttive del reparto.

E' indispensabile procedere a un primo intervento urgente di riduzione del rischio, per poi procedere ad eventuali ulteriori interventi.

P.A.R.E. ESEMPIO DI STRUTTURA

CRONOPROGRAMMA	
1) Rimodellazione delle postazioni di lavoro	20 giorni
2) Eventuale allontanamento delle presse più rumorose	3 mesi
3) Spostamento del reparto in locali più ampi a disposizione	6 mesi
4) Automazione di alcune lavorazioni	12 mesi



P.A.R.E. ESEMPIO DI STRUTTURA

SCHEDA INTERVENTO N. 1

INFORMAZIONI PRELIMINARI

Il reparto produttivo risente fortemente dell'emissione sonora di alcune attività particolarmente rumorose (stampaggio, molatura) le quali, però, necessitano di rimanere collegate con le altre aree produttive ivi presenti (carico/scarico con carri ponte): **occorre rimodellare le postazioni di lavoro.**

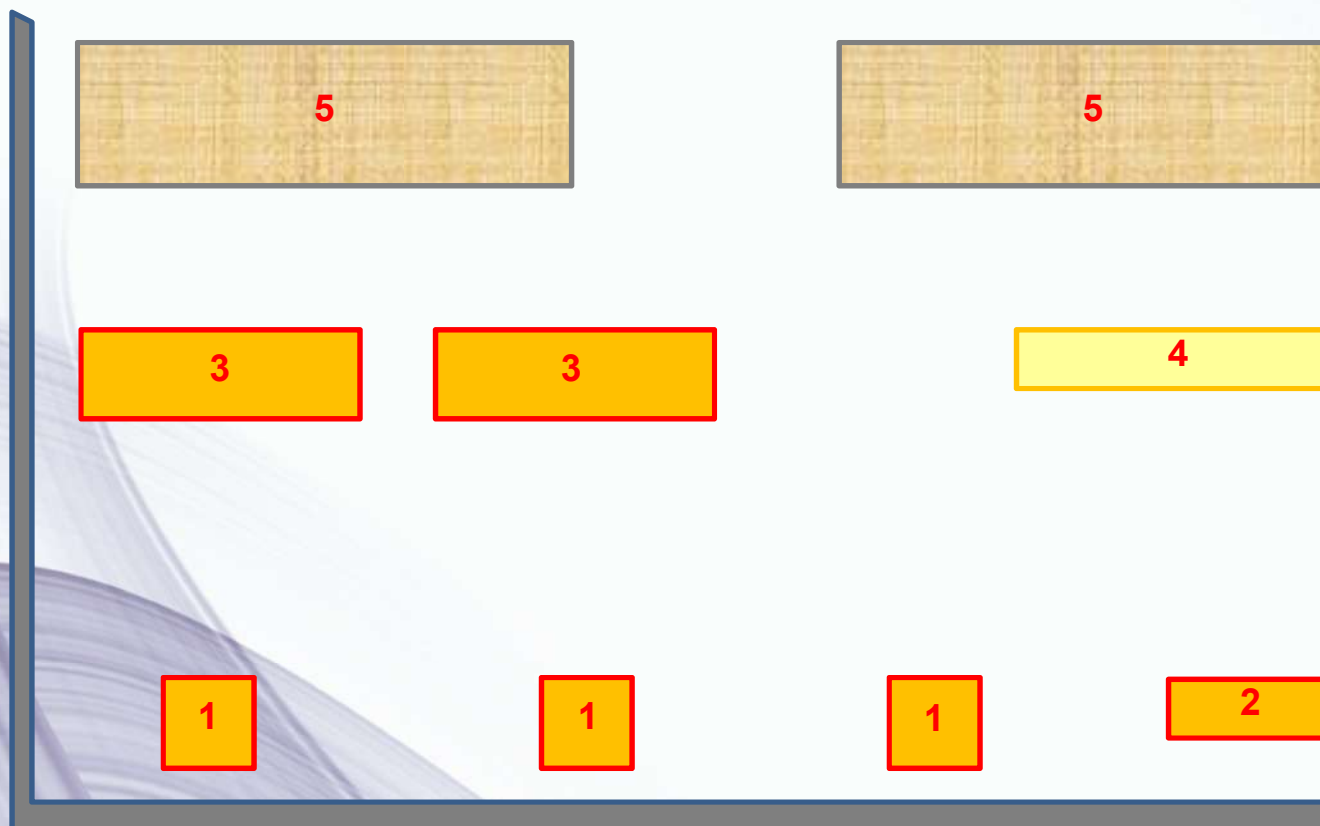
$$\eta = 94 \text{ €/dB (C= € 8.500; n= 9; } \Delta\text{dB= 10)}$$

CRONOPROGRAMMA

Installazione di pannelli fonoisolanti e fonoassorbenti per isolare le sorgenti (macchine) dal resto del reparto e per l'isolamento reciproco	8 giorni
Spostamento delle aree di deposito, al fine di utilizzarle come ulteriori schermi	2 giorni
Trattamento acustico ambientale del soffitto dell'area sovrastante la zona protetta	10 giorni

P.A.R.E. ESEMPIO DI STRUTTURA

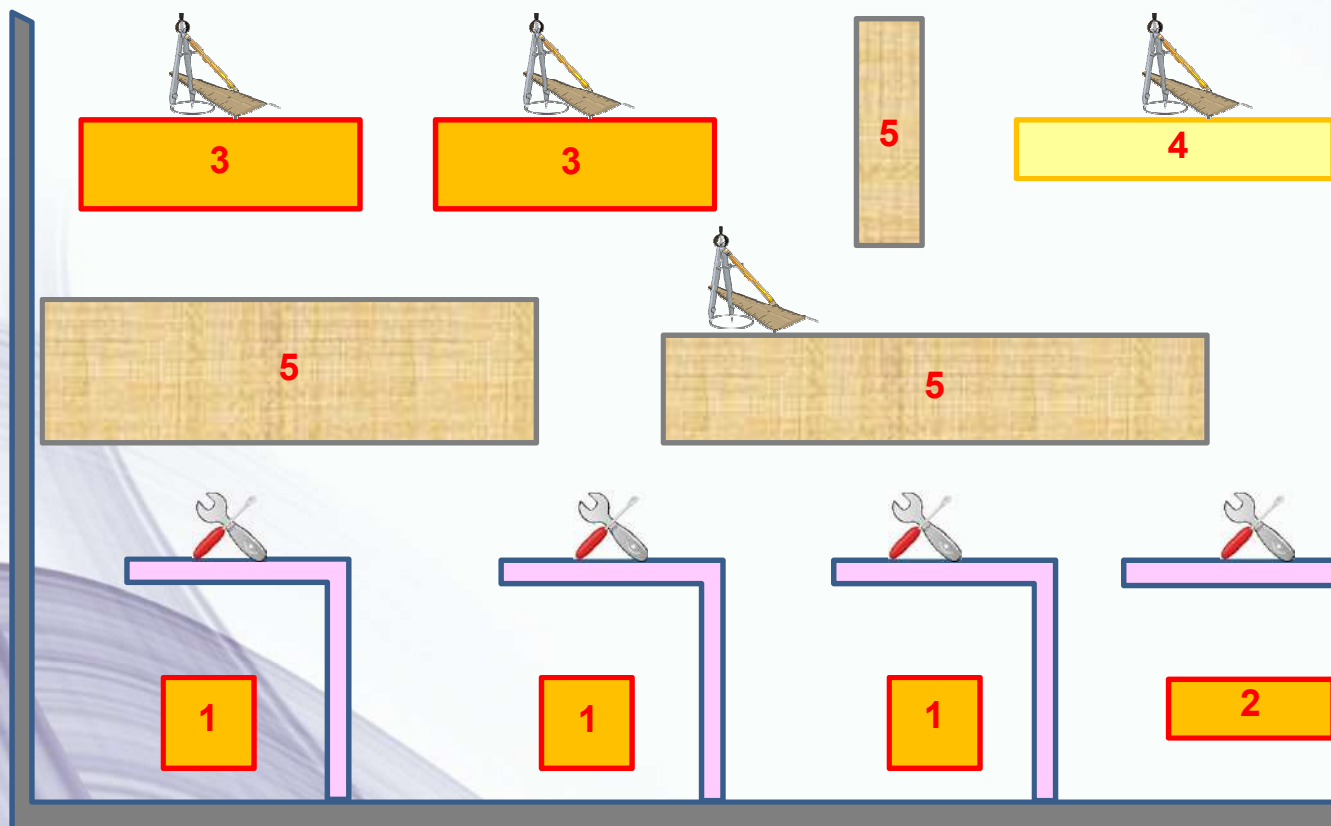
PRE-INTERVENTO



- 1- Pressa
- 2- Banco molatura
- 3- Piegatrice
- 4- Banco assemblaggio
- 5- Stoccaggio materiali

P.A.R.E. ESEMPIO DI STRUTTURA

POST-INTERVENTO



- 1- Pressa
- 2- Banco molatura
- 3- Piegatrice
- 4- Banco assemblaggio
- 5- Stoccaggio materiali

P.A.R.E. ESEMPIO DI STRUTTURA

SCHEDA INTERVENTO N. 1
STIMA DEI COSTI
Costo complessivo: € 8.500,00
INFORMAZIONI SUCCESSIVE ALL'INTERVENTO
Risultato atteso (collaudo): riduzione del LEX,8h pari a 10 dB(A)
TEMPI DI ATTUAZIONE
Data inizio: 01/12/2020 Data fine: 03/12/2020
GESTIONE DELL'INTERVENTO
Datore di Lavoro; R.S.P.P.; Dirigente tecnico



P.A.R.E. ESEMPIO DI STRUTTURA

P.A.R.E.			
SCHEMA DI INTERVENTO		Numero	Data
Rischio evidenziato:			
Possibili cause:			
INTERVENTI TECNICI			
N.	Descrizione	Data prevista inizio intervento	Data prevista completamento
1			
2			
3			
ESITO ATTESO INTERVENTI TECNICI			
Attenuazione (dB):		N. lavoratori esposti:	
Costo interventi (€):		N. lavoratori beneficianti:	
Rendimento (€/dB)			
Resp. Attuazione:		Resp. Controllo:	
COLLAUDO INTERVENTI TECNICI			
Riduzione sonora effettiva (dB):		Data e autore della verifica:	
Firma		Firma	
Resp. Attuazione:		Resp. Controllo:	

Segue tabella...



INTERVENTI ORGANIZZATIVI			
N.	Descrizione	Data prevista inizio intervento	Data prevista completamento
1			
2			
3			
ESITO ATTESO INTERVENTI ORGANIZZATIVI			
Attenuazione (dB):		N. lavoratori esposti:	
Costo interventi (€):		N. lavoratori beneficianti:	
Rendimento (€/dB)			
Resp. Attuazione:		Resp. Controllo:	
COLLAUDO INTERVENTI ORGANIZZATIVI			
Riduzione sonora effettiva (dB):		Data e autore della verifica:	
Firma		Firma	
Resp. Attuazione:		Resp. Controllo:	

P.A.R.E. ...e dopo?



Al completamento degli interventi di riduzione del rischio riportati nel P.A.R.E., il piano di miglioramento deve prevedere anche un **momento informativo / formativo** destinato ai lavoratori, finalizzato ad illustrare le novità introdotte (attrezzature, procedure, norme di utilizzo, ...).

P.A.R.E. ...e dopo?

Per verifica e accettazione degli interventi eseguiti:

Data:

Datore di lavoro:

.....

Responsabile del Servizio di
Prevenzione e Protezione:

.....

Medico Competente:

.....

Rappresentante dei
Lavoratori per la Sicurezza:

.....

PROGRAMMA DI INFORMAZIONE / FORMAZIONE / ADDESTRAMENTO DEI LAVORATORI

Azione n.	Descrizione	Scadenza	Responsabile
1	Illustrazione ai lavoratori circa le novità introdotte e le corrette procedure di lavoro		
2			
3			



**LA VALUTAZIONE DEL RUMORE
NEGLI AMBIENTI DI LAVORO:
DALLA TEORIA ALLA PRATICA**

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**

Relatore: **Ing. Di Sangro Stefano**
Sede diretta A.N.CO.R.S.
Roseto degli Abruzzi - Teramo

