



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

I EDIZIONE - ANNO ACCADEMICO 2014/2015

Modulo A 2- 4.3.

La valutazione del Rumore ed i suoi aspetti applicativi

Ing. Luigi Carlo Chiarenza

E-mail: luigi.chiarenza@alice.it - Cell. 392.256.11.21

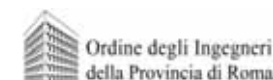
Docente: nome cognome

Organizzato da



09/06/2016

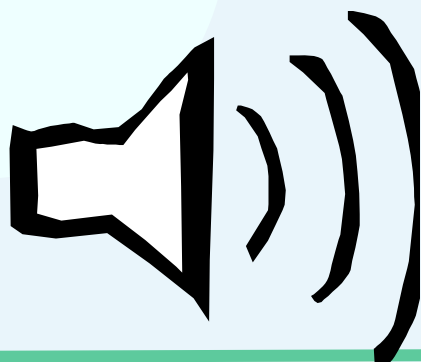
In collaborazione con



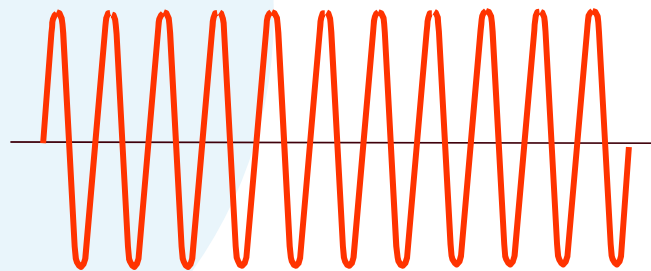
Caratteristiche del suono\rumore

- ▶ Il suono è una oscillazione di pressione che si propaga in un mezzo elastico (gassoso, liquido o solido) senza trasporto di materia, ma solo di energia. es. un suono trasmesso in aria; quest'ultima non subisce uno spostamento, bensì ogni sua molecola vibra intorno ad una posizione di equilibrio determinando delle piccole variazioni di pressione rispetto alla pressione media.
- ▶ Nel vuoto, non essendoci alcun mezzo elastico, non può esistere alcun suono.
- ▶ Il rumore agisce anche su altri organi ed apparati (apparato cardiovascolare, endocrino, sistema nervoso centrale ed altri) mediante attivazione o inibizione di sistemi neuroregolatori centrali o periferici

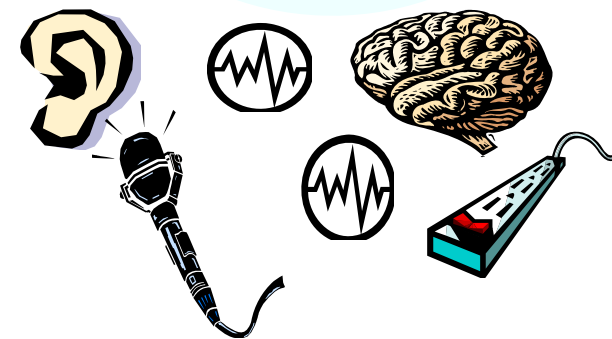
SORGENTE



propagazione

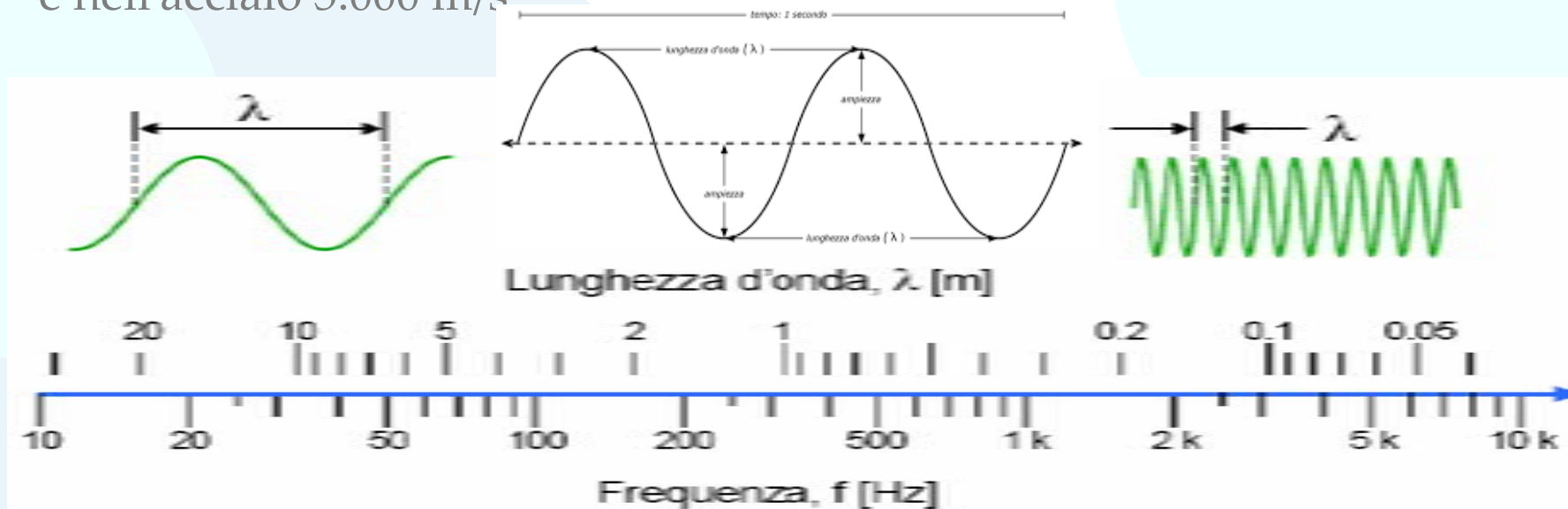


RICEVITORE



Caratteristiche del suono\rumore

- ▶ **Frequenza (f):** numero di cicli completi nell'unità di tempo; la caratteristica di un suono, da basso ad acuto, dipende dalla frequenza.
- ▶ **Periodo (T):** intervallo di tempo necessario per completare un ciclo; è uguale al reciproco della frequenza: $T = 1/f$.
- ▶ **Lunghezza d'onda:** spazio percorso dall'onda in un periodo.
- ▶ **Ampiezza (A):** ampiezza dell'onda; è indicativa del livello sonoro (il cosiddetto volume).
- ▶ **Velocità di propagazione:** nell'aria in condizioni standard di temperatura, umidità e pressione è pari a 344 m/s (1.238 km/h); nell'acqua è di 1.500 m/s e nell'acciaio 5.000 m/s.



Caratteristiche del suono\rumore

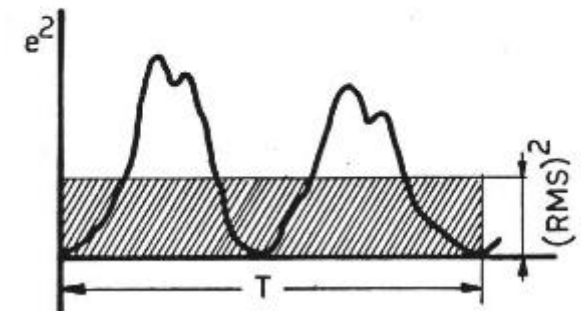
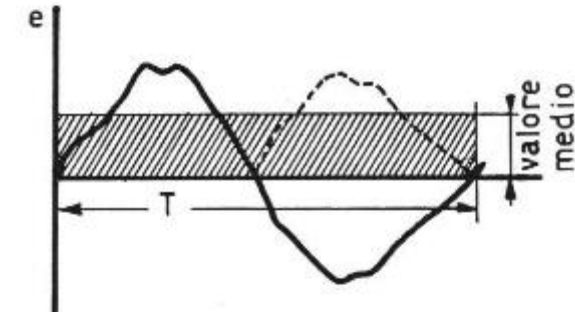
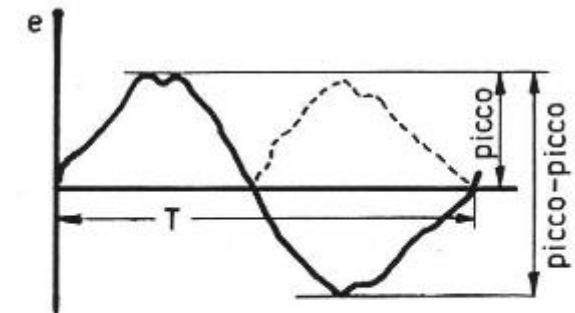
Un segnale si può caratterizzare in vari modi, ad es. come valore medio delle intensità o come media quadratica r.m.s. (root mean square)

Valore medio

$$\bar{e} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T |e(t)| dt \right]$$

Valore r.m.s.

$$e_{\text{eff}} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T [e(t)]^2 dt \right]^{1/2}$$



il valore efficace di una funzione periodica è il valore che avrebbe un segnale costante di pari potenza media:

Caratteristiche del suono\rumore

- ▶ La pressione acustica è una perturbazione subita dall'aria per effetto della sorgente sonora; è equivalente alla differenza tra la pressione $p(t)$ in un dato istante e quella $p(0)$ esistente prima dell'inizio del fenomeno sonoro: è la grandezza che meglio descrive il fenomeno acustico e viene espressa in Pascal (Pa).
- ▶ Poiché il campo dinamico dell'udito umano è molto ampio, si preferisce esprimere i parametri acustici come logaritmo del rapporto tra valore misurato (p) ed un valore di riferimento pari alla più piccola pressione in grado di produrre una sensazione sonora (p_0)

Caratteristiche del suono\rumore

I valori di pressione sonora possono variare da un minimo di $P_0 = 20 \cdot 10^{-6}$ Pa (Pascal), lo zero di riferimento della pressione, a un massimo di 200-300 Pa, la soglia del dolore.

Questo intervallo di udibilità così elevato è difficile da gestire. Per questo motivo si utilizza una base logaritmica per i decibel:

$$L_p = 10 \log_{10} [p_{\text{eff}}^2(t)/p_0^2] \text{ [dB]}$$

Così facendo l'intervallo di udibilità diventa 0 – 140 dB

Come unità di misura viene utilizzato il **decibel (dB)**; in effetti il dB non è una vera unità di misura, bensì un modo per esprimere una misura.

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

$$\text{es.: } L = 10 \log (10^8 + 10^8) = 83 \text{ dB}$$

3 dB in più equivale al raddoppio della potenza sonora

Caratteristiche del suono\rumore

Differenza numerica tra due livelli di rumore [dB(A)]	Valore da aggiungere al più elevato dei due livelli di rumore [dB o dB(A)]
0	3.0
1	2.5
2	2.1
3	1.8
4	1.5
5	1.2
6	1.0
7	0.8
8	0.6
9	0.5
10	0.4

Livelli di pressione sonora (dB) nella vita quotidiana

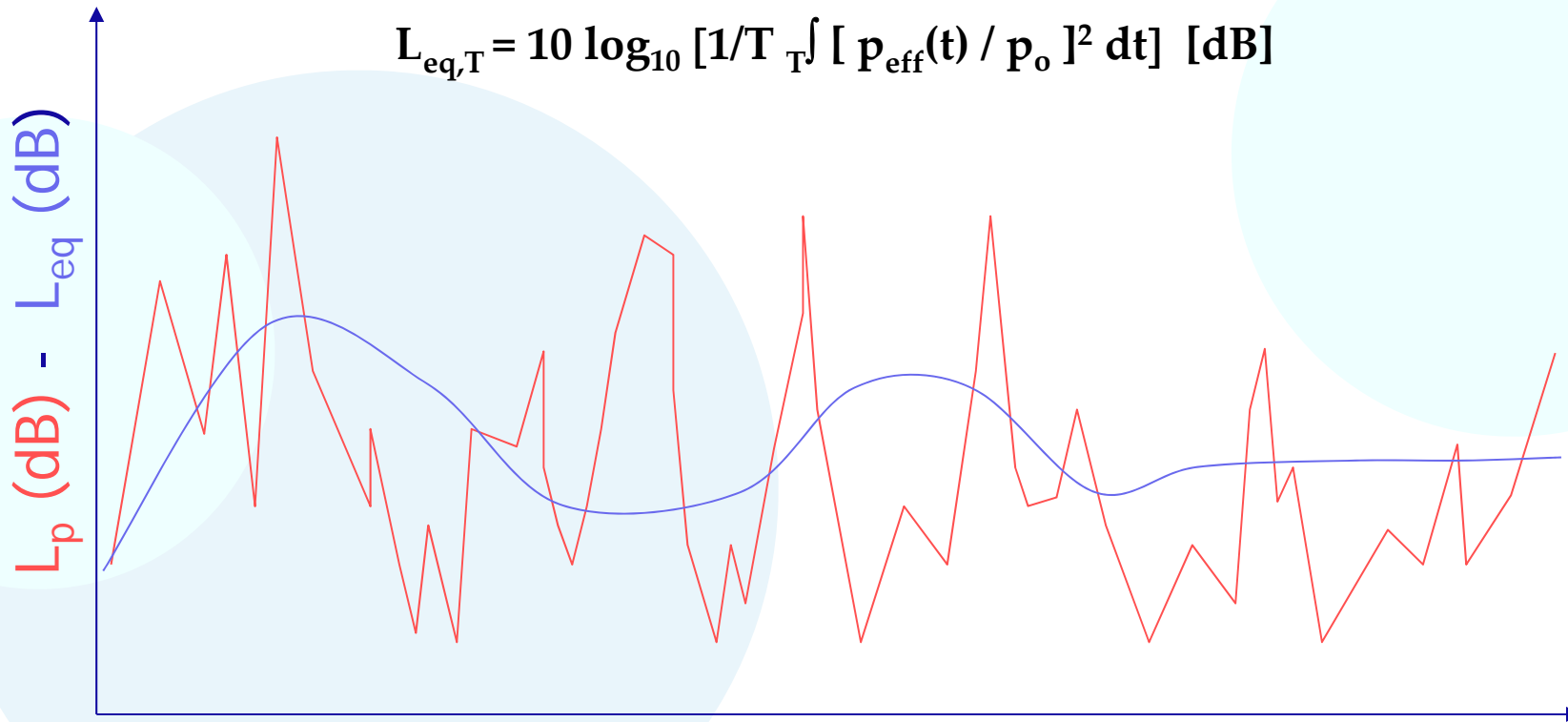
5 – 10	Soglia di udibilità
20	Tic tac di un orologio
30 - 40	biblioteca / abitazione silenziosa
60 - 70	Conversazione / ufficio affollato
70 - 80	Traffico stradale / aspirapolvere
90 - 100	Motociclo in accelerazione
LIMITE DI SOPPORTABILITA'	
100 - 110	Tromba di automobile / tessitura
110 - 120	Martello pneumatico / allarme
120	Motori e reattori al banco/discoteca
SOGLIA DEL DOLORE	
130	Aereo a reazione al decollo

Caratteristiche del suono\rumore

Il L_p esprime la pressione sonora nell'istante t ma noi siamo interessati anche a misure protratte nel tempo.

Per questo si introduce il **livello equivalente sonoro** $L_{eq,t}$ che rappresenta il livello sonoro di una ipotetica sorgente costante che produrrebbe la stessa energia acustica della sorgente reale nell'intervallo di tempo della misura

$$L_{eq,T} = 10 \log_{10} [1/T \int_0^T [p_{eff}(t) / p_o]^2 dt] [dB]$$



Caratteristiche del suono\rumore

Il livello di picco è il valore massimo raggiunto nell'intervallo di misura:

$$L_{\text{picco,C}} = 10 \log_{10} (p_{\text{peak}}^2 / p_o^2) \quad [\text{dB(C)}]$$

- P_{peak} è definito nel D.Lgs. 81/2008 come *“pressione acustica di picco: valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata in frequenza «C»”,* ed è molto importante nella valutazione del rumore impulsivo.
- Va misurato in parallelo al L_{Aeq} e la costante di tempo “Peak” non deve essere superiore a 100 μs .

Caratteristiche del suono\rumore

- La **potenza sonora** W (in watt) di una sorgente di rumore è uguale alla quantità di energia irradiata nell'ambiente dalla sorgente nell'unità di tempo.
- Il livello di potenza sonora (in dB) della sorgente è dato dalla relazione:

$$L_w = 10 \log \frac{W}{W_0}$$

Dove W_0 è la potenza sonora di riferimento convenzionale pari a 10^{-12} W, ovvero 1 pW .

La determinazione della potenza acustica è utile per:

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

IL SUONO e IL RUMORE



Il SUONO è prodotto da onde acustiche regolari e periodiche con uguale frequenza (toni puri)



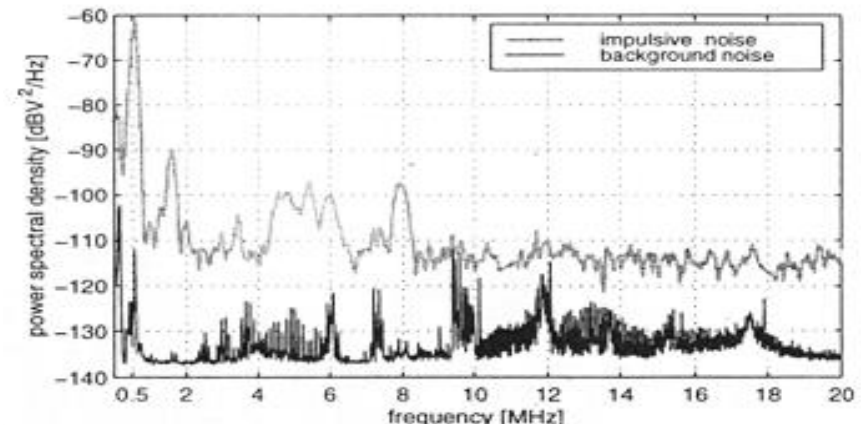
Il RUMORE è invece prodotto da onde irregolari e non periodiche che generano una sensazione sgradevole e fastidiosa dell'orecchio

Effetti del rumore: dipendono principalmente dall'intensità e dalla durata dell'esposizione.

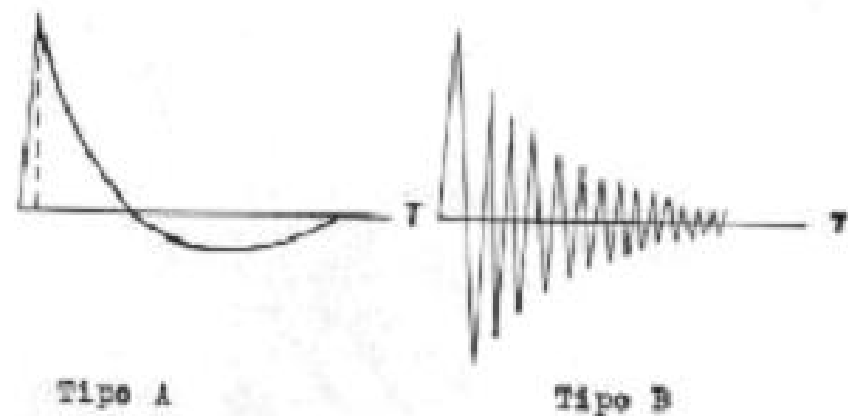
A livello uditivo l'esposizione a rumore elevato per tempi prolungati può determinare l'insorgenza di ipoacusia neurosensoriale bilaterale.

Caratteristiche del suono\rumore

- **RUMORE STABILE o STAZIONARIO:** le variazioni di intensità non superano 3 dB;
- **RUMORE FLUTTUANTE:** le variazioni superano i 3 dB;
- **RUMORE INTERMITTENTE:** un rumore di durata superiore a 1 sec. cade bruscamente in più riprese durante il periodo di osservazione;
- **RUMORE IMPULSIVO:** rumori di alta intensità e durata inferiore ad 1 sec.



Rumore impulsivo



L'orecchio umano

L'orecchio umano è formato da tre parti principali:

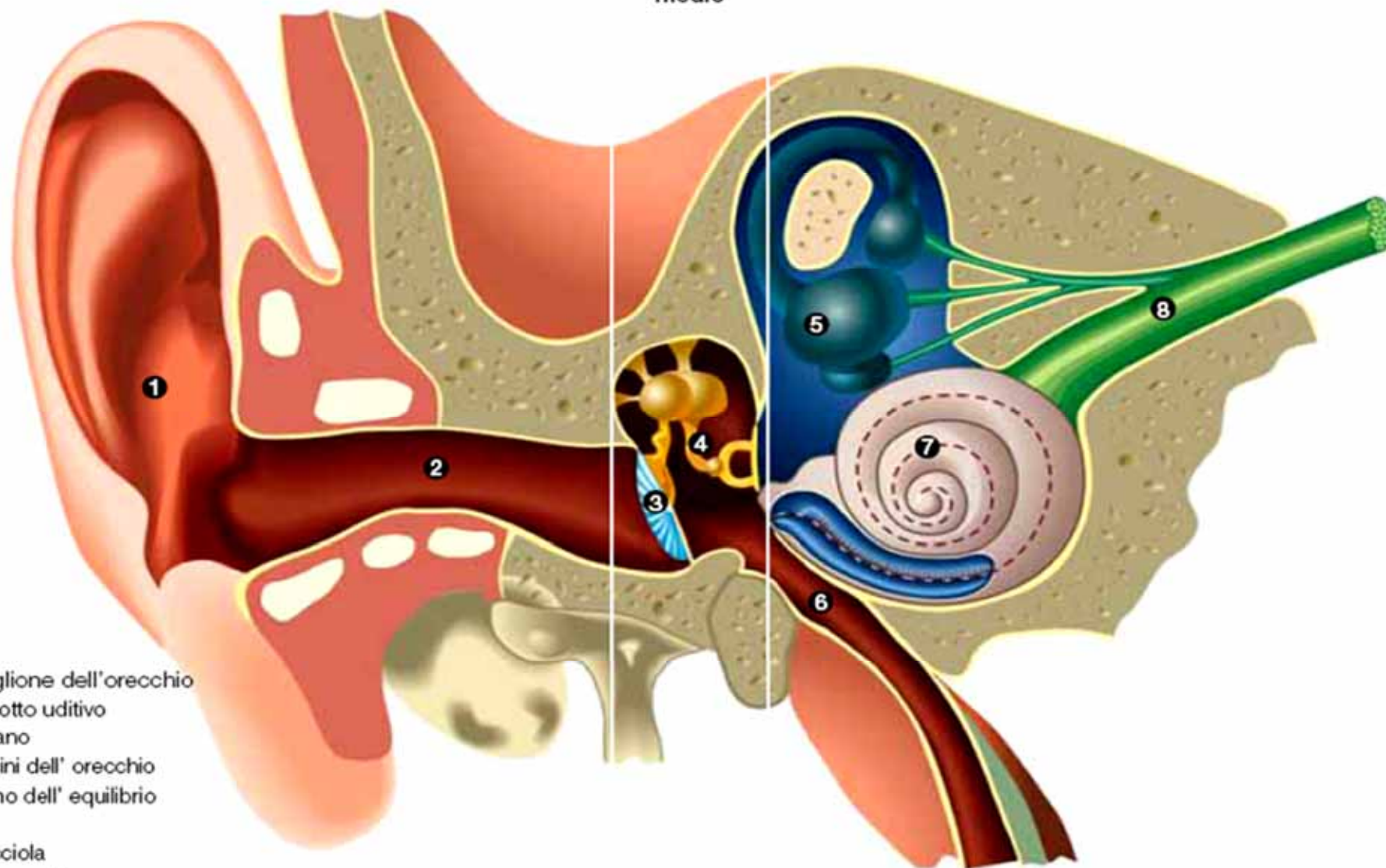
- la parte esterna
- la parte centrale
- la parte interna



Orecchio esterno

Orecchio
medio

Orecchio interno



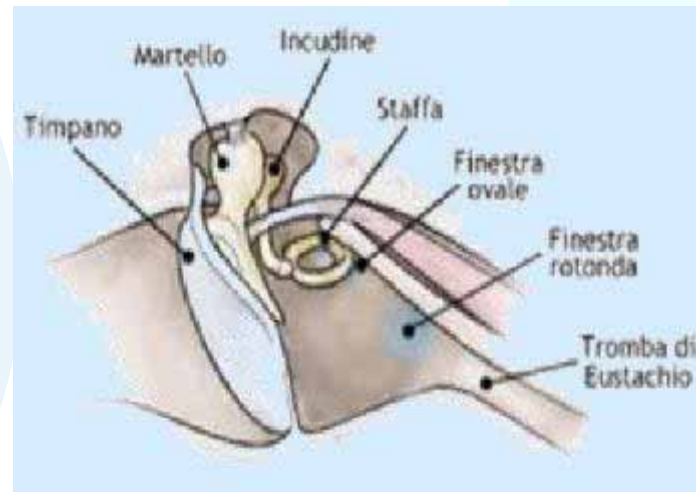
- 1 Padiglione dell'orecchio
- 2 Condotto uditivo
- 3 Timpano
- 4 Ossicini dell'orecchio
- 5 Organo dell'equilibrio
- 6 Tuba
- 7 Chiocciola
- 8 Nervo acustico

L'orecchio umano

L'orecchio esterno è formato dal padiglione auricolare (comunemente chiamato orecchio), dal condotto auricolare e dalla membrana del timpano.

Le onde sonore vengono captate dal padiglione auricolare e inviate, attraverso il canale auricolare, alla membrana timpanica, facendola vibrare.

Le vibrazioni della membrana del timpano vengono trasmesse all'orecchio medio



L'orecchio umano

L'orecchio medio è composto da tre delicati ossicini: martello, incudine e staffa. Le vibrazioni della membrana del timpano vengono trasmesse all'orecchio interno tramite questi tre ossicini, i quali diminuiscono l'intensità del suono. La riduzione di intensità è necessaria poiché le parti dell'orecchio diventano più delicate man mano che si va verso l'interno.



L'orecchio umano

L'orecchio interno è composto da un canale semicircolare e dalla coclea che contiene migliaia di cellule ciliate. Le vibrazioni ricevute dalla catena di ossicini provocano una pressione sul liquido contenuto nella coclea che, agendo sulle cellule, stimola il nervo acustico. Il nervo acustico trasmette gli impulsi nervosi al cervello che, elaborandoli, permette così di udire i suoni.

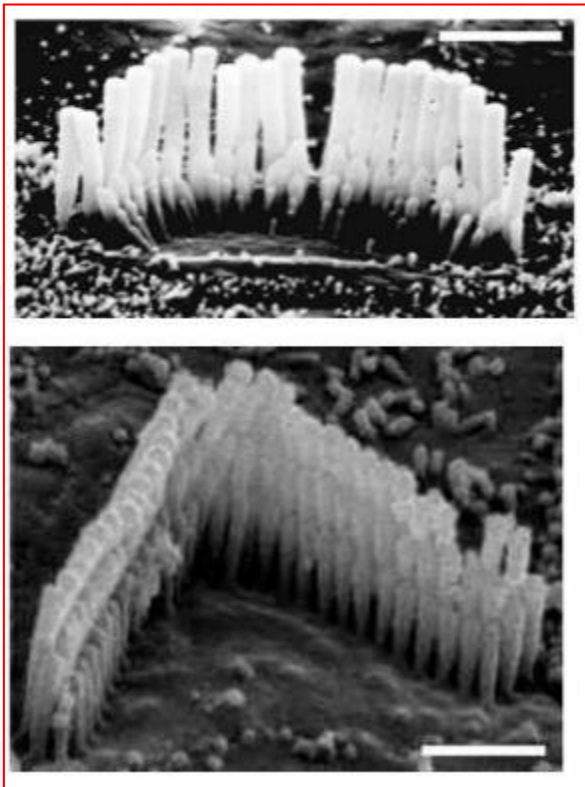
La coclea è importante ai fini della azione di danno del rumore perché in questo organo avviene la trasformazione dell'energia acustica negli impulsi elettrochimici che ci restituiscono la sensazione sonora.

Se si danneggia la coclea si riduce la nostra capacità di trasformare il rumore in sensazioni sonore: si abbassa la percezione del rumore.



L'orecchio umano

Le cellule ciliate esterne e interne



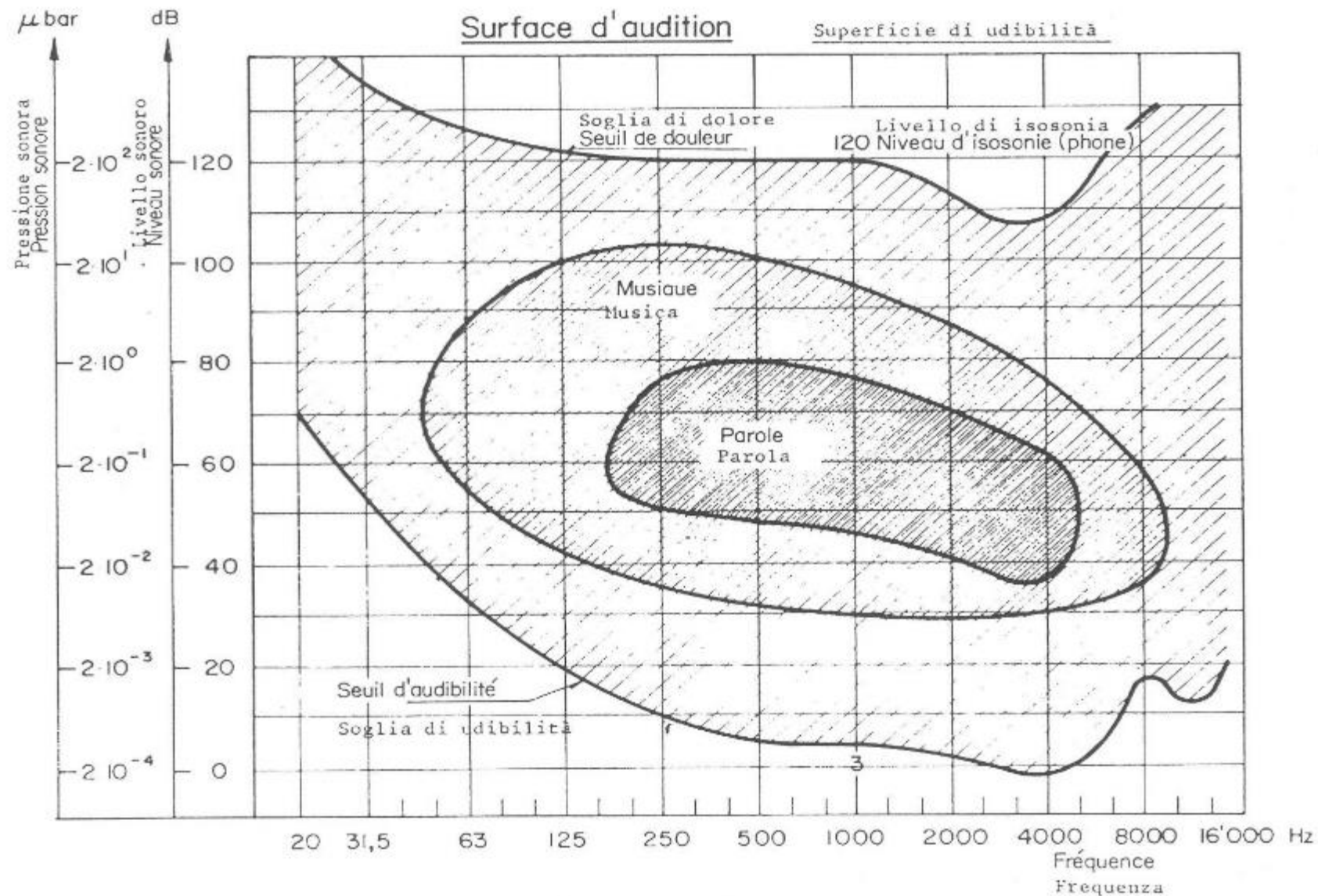
- Le cellule ciliate sono sensibili alle diverse frequenze. Ogni gruppo di cellule lavora su un certo intervallo.
- Tali cellule, una volta danneggiate, non sono rinnovabili e che queste hanno intervalli di frequenze specifiche.

**L'ORECCHIO UMANO PERCEPISCE FREQUENZE COMPRESSE
FRA 16 E 16000 Hz.**

L'orecchio umano non è sensibile allo stesso modo a frequenze e intensità diverse.

Nel diagramma a seguire è riportata una rappresentazione frequenza (in ascisse) / pressione sonora (in ordinata) dalla quale si osservano le diverse soglie di udibilità per le diverse frequenze, e il fatto che le soglie minime e quelle del dolore (le massime) sono diverse in funzione dell'intervallo di frequenza considerato.

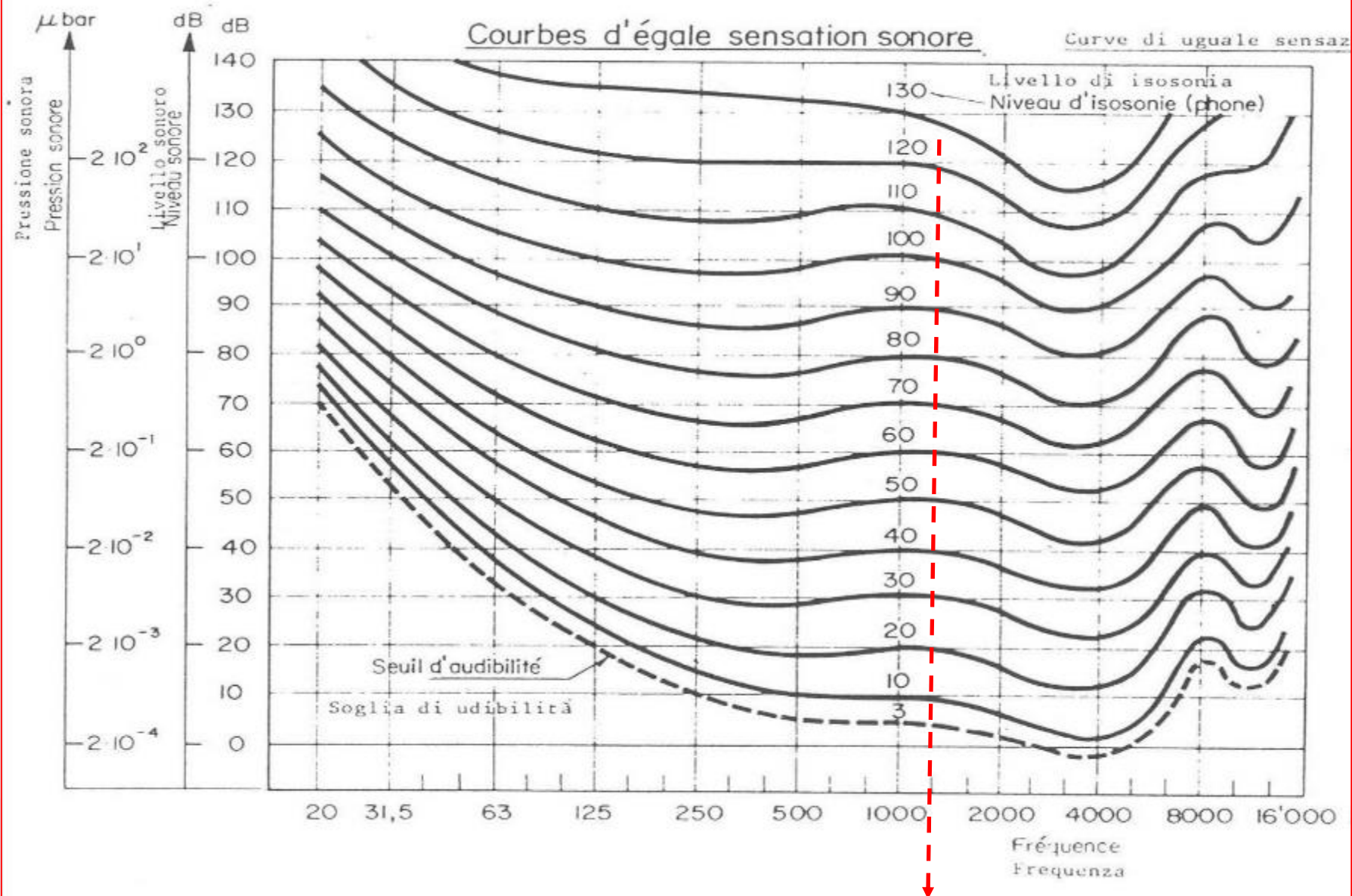
Le differenze nella ricezione fanno sì che un suono della frequenza di 1 kHz con un livello di pressione acustica di 30 dB sembri altrettanto forte di un suono della frequenza di 100 Hz con un livello di pressione acustica di 45 dB o di un suono della frequenza di 8 kHz e con un livello di pressione acustica di 40 dB.

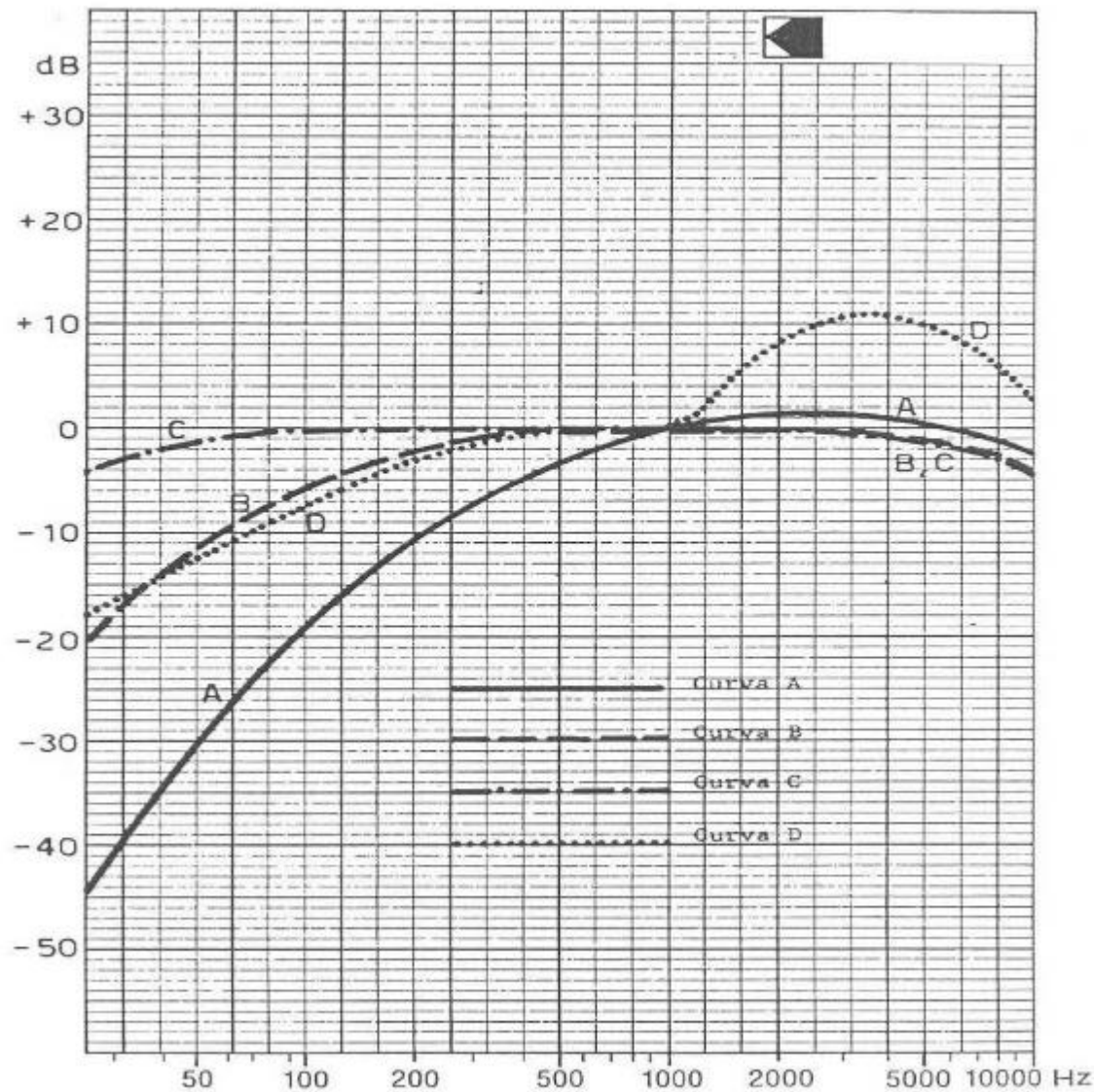


L'orecchio umano ha sensazioni diverse a parità di intensità di rumori che hanno frequenze differenti. La sensibilità massima è nell'intorno 3000-5000 Hz (servono rumori più bassi per avere la stessa sensazione rispetto alle altre frequenze) e tale differenza si va appiattendo in generale al crescere delle intensità.

Il **phon** è l'unità di misura della sensazione uditiva (loudness).

A 1000 Hz coincide con il decibel.



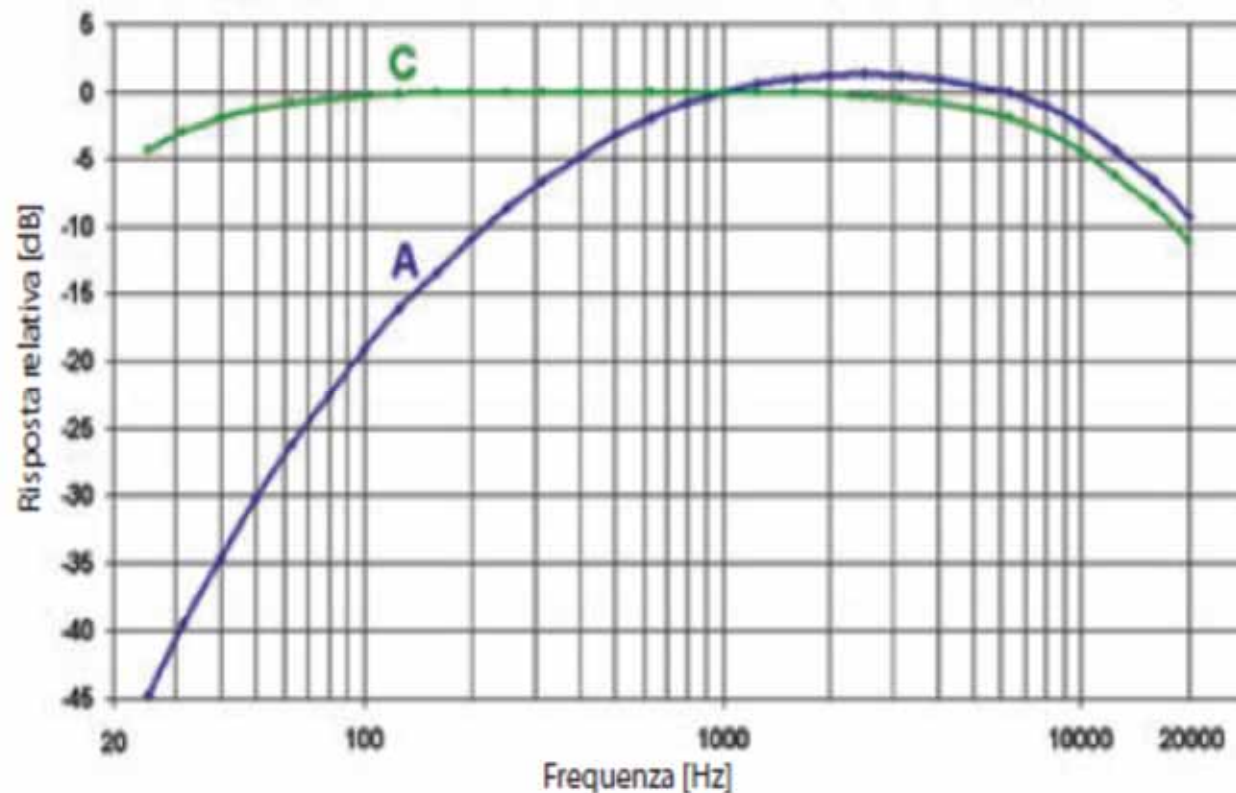


Le **curve di ponderazione** sono dei filtri che attribuiscono maggiore o minore importanza alle diverse frequenze nella misura del rumore.

La **curva A** è quella che approssima convenzionalmente l'orecchio umano.

Le differenze nella ricezione dei suoni in base alla frequenza e al livello fanno sì che per valutare il rischio di perdita dell'udito si ricorra a livelli di pressione acustica ponderati.

- Un livello di pressione acustica ponderato A, espresso in dB(A), corrisponde al meglio alla ricezione soggettiva dei suoni a un livello basso di pressione acustica.
- Un livello di pressione acustica ponderato C, espresso in dB(C), corrisponde al meglio alla ricezione soggettiva dei suoni a un livello alto di pressione acustica.



la ponderazione fornisce alle diverse frequenze i valori che devono essere sommati algebricamente, frequenza per frequenza, ai valori misurati.

La **curva di ponderazione A**, approssimata all'inverso della isofonica di 40 phon, attualmente di più diffuso impiego, è particolarmente utile per livelli sotto i 60 dB.

La **curva di ponderazione B**, ricavata dalla isofonica di 60 phon, è utile per livelli tra i 60 e gli 80 dB. E' comunque attualmente in disuso.

La **curva di ponderazione C** che corrisponde all'inverso della isofonica di 100 phon, è utile per livelli superiori agli 80 dB e presenta la caratteristica di essere piatta come la curva lineare, cioè non ponderata, nella parte centrale dello spettro udibile.

La **curva di ponderazione D** è stata introdotta per valutare livelli molto forti, con particolare riferimento al rumore prodotto dagli aerei.

frequenza	curva A (dB)	curva B (dB)	curva C (dB)	curva D (dB)
10	-70,4	-38,2	-14,3	-26,5
12,5	-63,4	-33,2	-11,2	-24,5
16	-56,7	-28,5	-8,5	-22,5
20	-50,5	-24,2	-6,2	-20,5
25	-44,7	-20,4	-4,4	-18,5
31,5	-39,4	-17,1	-3	-16,5
40	-34,6	-14,2	-2	-14,5
50	-30,2	-11,6	-1,3	-12,5
63	-26,2	-9,3	-0,8	-11
80	-22,5	-7,4	-0,5	-9
100	-19,1	-5,6	-0,3	-7,5
125	-16,1	-4,2	-0,2	-6
160	-13,4	-3	-0,1	-4,5
200	-10,9	-2	0	-3
250	-8,6	-1,3	0	-2
315	-6,6	-0,8	0	-1
400	-4,8	-0,5	0	-0,5
500	-3,2	-0,3	0	0

Il livello equivalente sonoro L_{Aeq}

Tenendo conto della sensibilità dell'orecchio umano, si introduce il livello equivalente sonoro ponderato A, $L_{Aeq,t}$, che rappresenta il livello sonoro di una ipotetica sorgente costante che produrrebbe all'orecchio la stessa energia acustica della sorgente reale nell'intervallo di tempo della misura

- $L_{EX,d}$ è il livello di esposizione giornaliera
- L_{Aeq,T_e} è il livello sonoro equivalente continuo ponderato A
- T_0 è il tempo di lavoro giornaliero, posto pari ad 8h, 28800 sec;
- T_e è il tempo di esposizione personale del lavoratore, ivi compresa la quota di straordinario giornaliero;
- P_0 è la pressione sonora cui corrisponde il livello sonoro più basso udibile a 1000 Hz, essa è posta pari a 2×10^{-6} Pa;
- P_A è la pressione acustica istantanea ponderata A, in Pa

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left[p_{Aeff}(t) / p_0 \right]^2 dt \right] \text{ [dB(A)]}$$

EFFETTI DEL RUMORE SULLE PERSONE

Non esiste nessuna difesa naturale contro il rumore; esso infatti può distruggere le cellule ciliate in maniera lenta ma irreversibile, per cui l'orecchio non è più in grado di trasformare le onde sonore in impulsi nervosi e di conseguenza si perde la capacità di udire (**IPOACUSIA**).

Il rumore è causa di danno (ipoacusia, sordità) e comporta la malattia professionale statisticamente più significativa.

Il rischio di **IPOACUSIA** (diminuzione della capacità uditiva) insorge in seguito ad una esposizione prolungata a livello di rumore pari o superiore a 80 dB per 8 ore giornaliere.

Il danno provocato dal rumore a carico dell'apparato uditivo può essere di tipo **acuto** quando si realizza in un tempo breve a seguito di una stimolazione particolarmente intensa (scoppio, esplosione ecc.) e di tipo **cronico** quando evolve nel corso degli anni a seguito di un'esposizione prolungata ad elevati livelli di rumore.

Via via che l'intensità del rumore cresce, il tempo di esposizione deve diminuire.

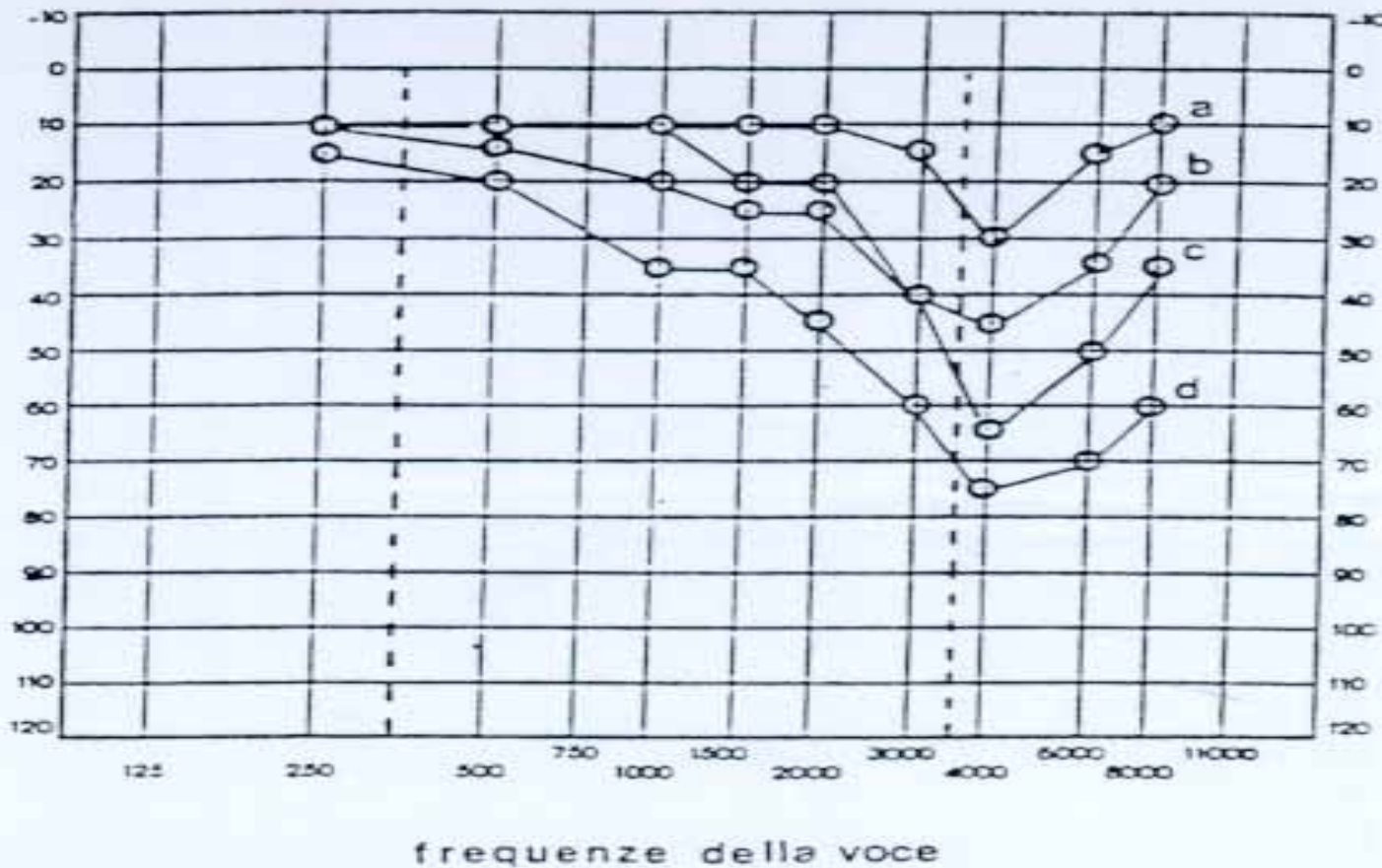
La sordità si instaura in 4 fasi

1. Ridotta capacità uditiva temporanea dopo esposizione a rumore, sensazione di orecchie ovattate
2. Apparente stato di benessere
3. Difficoltà alla percezione dei toni acuti
4. Difficoltà a percepire la conversazione

La fase 4 si instaura quando l'esposizione al rumore ha una durata tale da non consentire il recupero uditivo e si parla pertanto di

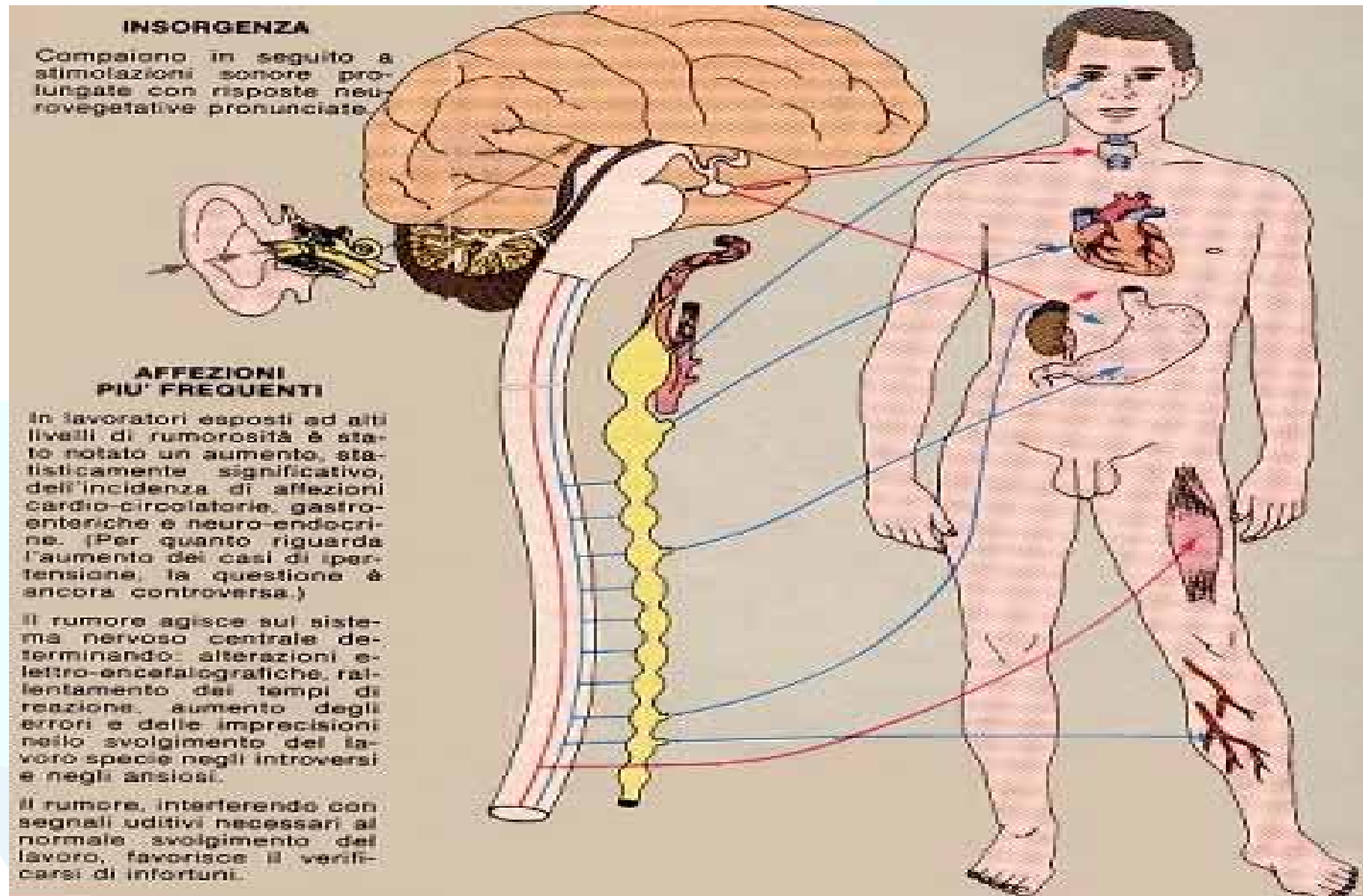
IPOACUSIA DA RUMORE

IPOACUSIA DA RUMORE



Progressione audiometrica del danno uditivo da trauma acustico cronico. a) stadio del danno anatomico iniziale; b) stadio del danno anatomico conclamato; c) stadio del danno funzionale iniziale o della ipoacusia iniziale; d) stadio del danno funzionale conclamato o della ipoacusia conclamata.

Altri effetti prodotti dall'esposizione al rumore:



RUMORE ED ASSICURAZIONE

Il D.M. 14/1/2008 (elenco malattie professionali) comprende:

- L'ipoacusia percettiva da rumore tra le malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità
- Le malattie da rumore dell'apparato cardiocircolatorio, digerente, endocrino e neuropsichiche nella lista delle malattie la cui origine lavorativa è possibile

EPIDEMIOLOGIA

MALATTIE PROFESSIONALI	RENDITE DIRETTE (%)
Ipoacusie e sordità da rumore	50
Asbestosi	8
Malattie professionali Cutanee	5
Silicosi	4
Neoplasie amianto correlate	4
MP da vibrazioni	3
Asma-alveoliti	2
Non tabellate	15
Altre	9
Totale	100

D. LGS. 81/08 - TITOLO VIII - CAPO II

Definizioni

Art. 188 D.Lgs. 81/08

... si intende per:

a) Pressione Acustica di Picco (P_{peak}): valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata in frequenza «C»

b) Livello di Esposizione Giornaliera al Rumore ($LEX,8h$): [dB(A) riferito a 20 (micro)gPa]: 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

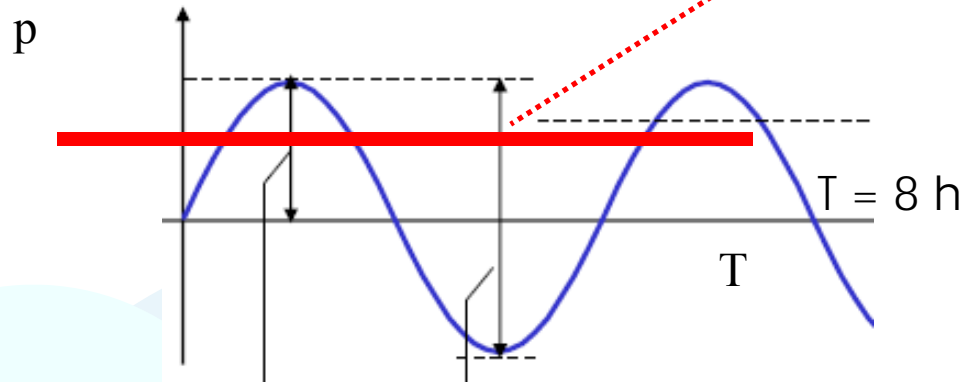
c) Livello di Esposizione Settimanale al rumore ($LEX,8h$): valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione giornaliera al rumore per una settimana nominale di cinque giornate lavorative di otto ore, definito dalla norma internazionale ISO 1999: 1990 punto 3.6, nota 2

Valori di esposizione

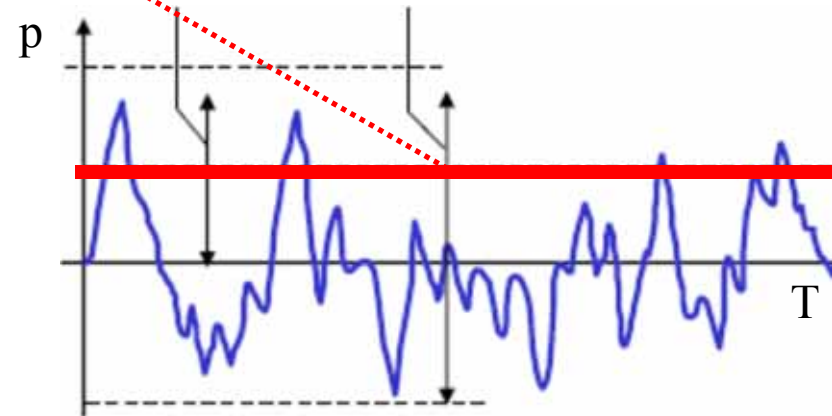
I valori limite di esposizione e i valori di azione, in relazione al livello di esposizione giornaliera al rumore e alla pressione acustica di picco, sono fissati secondo l'art. 189 del D.Lgs. 81/08

	Livello di Esposizione Giornaliera LEX, 8h	Pressione acustica di Picco P_{peak}	Livelli contenuti nel D.Lgs. n. 277/1991
Valori Limite di Esposizione	87 dB(A)	200 Pa = 137 dB(C)	90 dB(A)
Valori Superiori di Azione	85 dB(A)	140 Pa = 135 dB(C)	85 dB(A)
Valori Inferiori di Azione	80 dB(A)	112 Pa = 130 dB(C)	80 db(A)

Livello di esposizione giornaliera ($L_{ex,8h}$)



Suono Armonico



Rumore

I Valori Limite e i Valori di Azione riferiti al Livello di Esposizione Giornaliera nell'ambito di un turno di 8 ore lavorative, così come definiti dalle norme, rappresentano una misura di Livello Equivalente (L_{EQ}) della Pressione Sonora ponderata espressa in dB(A). Nella caso del Livello di Esposizione Settimanale semplicemente $T = 40h$, ma le implicazioni pratiche su come e quando effettuare tale Valutazione sono più complesse.

Lday e Lweek

Ove per le caratteristiche intrinseche dell'attività lavorativa l'esposizione giornaliera al rumore varia significativamente da una giornata all'altra, è **possibile sostituire il livello giornaliero con il livello settimanale dell'esposizione** a condizione che lo stesso non ecceda il valore di 87 dB compreso l'effetto di abbattimento dovuti ai D.P.I. e che siano adottate adeguate misure per ridurre al minimo i rischi



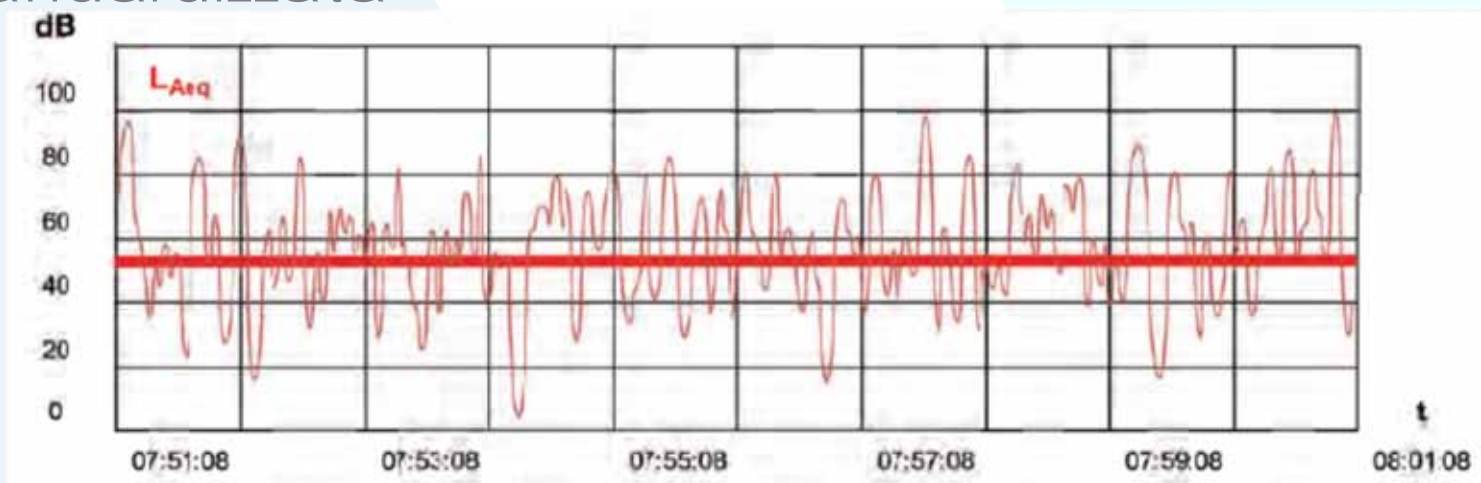
Livello sonoro continuo equivalente, $L_{Aeq,T}$

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} [1/T \int_{t_1}^{t_2} [p_{effC}(t)/p_o]^2 dt] \quad [dB(A)]$$

Dove:

$T = t_2 - t_1$ è il tempo di misura

A è la curva di ponderazione in frequenza che “simula” l’orecchio umano a 100 phon; rappresenta la curva lineare standardizzata



Il livello di esposizione sonora $L_{EX,8h}$

Ai fini della determinazione dell'esposizione personale l'articolo 188 definisce il Livello di esposizione personale giornaliera al rumore $L_{EX,8h}$:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,Te} + 10 \log \left(\frac{T_e}{T_0} \right) = 10 \log \left(\frac{\sum_{i=1}^M 10^{0,1L_{Aeq,Ti}} T_i}{T_0} \right)$$

Come integrazione delle esposizioni ai livelli $L_{Aeq,Ti}$ nelle postazioni i nei periodi T_i

Il livello di esposizione sonora $L_{EX,w}$

Ai fini della determinazione dell'esposizione personale l'articolo 188 definisce anche il Livello di esposizione personale settimanale al rumore $L_{EX,w}$:

$$L_{EX,w} = 10 \log \left(\frac{\sum_{k=1}^m 10^{0,1 (L_{EX,8h})_k}}{5} \right)$$

Come integrazione delle esposizioni dei $L_{EX,8h,i}$ nelle giornate lavorative della settimana.

Se è variabile si usa il massimo ricorrente

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Valutazione del rischio

1. Nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'art. 190, il datore di lavoro valuta il rumore durante il lavoro, considerando:

- a) livello, tipo e durata dell'esposizione, ivi incluso il rumore impulsivo;*
- b) I valori limite di esposizione e i valori di azione*
- c) tutti gli effetti sulla salute e sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore;*
- d) tutti gli effetti sulla salute e sicurezza derivanti da interazione fra rumore e sostanze ototossiche e vibrazioni;*
- e) tutti gli effetti sulla salute e sicurezza risultanti da interazione fra rumore e segnali di avvertimento;*
- f) Le informazioni sull'emissione di rumore fornite dai costruttori delle attrezzature di lavoro;*
- g) Esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre l'emissione di rumore;*
- i) Le informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria e quelle reperibili in letteratura*
- l) La disponibilità di DPI dell'udito con adeguate caratteristiche di attenuazione*

NORMATIVA TECNICA

- UNI EN ISO 9612/2011 «Determinazione dell'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro - Metodo tecnico progettuale»
- UNI 9432/2011 (sostituisce la UNI 9432/2008, abrogata perché in contrasto con la ISO 9612) «Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell ambiente di lavoro»
- UNI TR 11347/2010 (Programma Aziendale Riduzione Esposizione)

La UNI EN ISO 9612:2011 introduce dei consistenti cambiamenti in particolare riguardo a:

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

NORMATIVA TECNICA

9612+9432:2011 vs 9432:2008

principali cambiamenti e non

- raccomandati i fonometri di classe 1
- durata misure > 1' per rumori costanti/ciclici e 5' per fluttuanti
- obbligo a sottodividere il periodo se $\Delta\text{dB} > 3$ (e non 5)
- minimo 3 misure da ripetere se $\Delta\text{dB} > 3$
- i T_e vanno ottenuti dal “valutatore” con metodi soggettivi o oggettivi
- va calcolata l'incertezza sui T_e
- presenza di un criterio di verifica dei GAO (incertezza di camp. < 3,5 dB)
- ripristinata la possibilità di utilizzare il LEX “peggiore” della settimana e il concetto di settimana ricorrente a max rischio
- il LEX dei GAO è il valor medio energetico e non quello al 95%, ma ripristinata la possibilità di utilizzare il LEX “peggiore” del GAO
- rivoluzionato il calcolo dell'incertezza (ma incertezza = 0 se ...)
- ripristinata la valutazione dei DPI-uditivi

NORMATIVA TECNICA

Rispetto alla norma UNI 9432, infatti, la UNI EN ISO 9612 presenta alcune problematiche:

- richiede un impiego superiore di tempo per le misurazioni di calcolo del livello di esposizione personale al rumore del lavoratore;
- le procedure per il calcolo dell'incertezza differiscono, richiedendo l'inserimento di un maggior numero di misurazioni e di parametri a parità di condizioni;
- la trattazione dell'esposizione dei gruppi omogenei di lavoratori non tiene conto del carattere individuale dell'esposizione.

L'edizione 2011 della UNI 9432 mantiene le puntualizzazioni in merito a particolari problemi, come alcuni metodi semplificati per la valutazione dei livelli sonori di esposizione, i criteri di valutazione di aspetti non descritti nella UNI EN ISO 9612, oltre a:

- dei metodi di calcolo della protezione offerta dai DPI uditivi ed alla loro efficacia nelle situazioni reali di utilizzo;
- un metodo per valutare il superamento o meno delle soglie previste dalla legislazione vigente.
- La nuova UNI 9432 rimanda alla UNI EN ISO 9612 per gli argomenti comuni.

Uni En Iso 9612-Strategie di misura

La scelta di un'adeguata strategia di misura è influenzata da fattori quali la motivazione per le misure, la complessità della situazione lavorativa, il n° di lavoratori coinvolti, l'effettiva durata della giornata lavorativa, il tempo a disposizione per le misure e l'analisi, la quantità di dati richiesti.

La norma indica 3 strategie:

a) **misure basate sulle attività**: il lavoro svolto durante la giornata viene analizzata e divisa in un numero di attività rappresentative; per ogni determinata attività si eseguono separatamente le misure acustiche;

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**: la pressione sonora viene misurata continuamente sull'arco completo di diverse giornate.

Vedi Appendice B della norma

Uni En Iso 9612-Strategie di misura

Tipologia o modalità di lavoro	Strategia di misurazione		
	Strategia 1 misurazioni basate sui compiti	Strategia 2 misurazioni basate sulle mansioni	Strategia 3 misurazioni a giornata intera
Postazione di lavoro fissa - Compito unico o semplice	(*) (**)	--	—
Postazione di lavoro fissa - Compiti complessi	(*) (**)	(*)	(*)
Lavoratore in movimento - Modalità prevedibile - Ridotto numero di compiti	(*) (**)	(*)	(*)
Lavoratore in movimento - Modalità prevedibile - Elevato numero di compiti o modalità di lavoro complessa	(*)	(*)	(*) (**)
Lavoratore in movimento - Modalità imprevedibile	--	(*)	(*) (**)
Lavoratore stazionario o in movimento - Compiti multipli con durate dei compiti non specificate	--	(*) (**)	(*)
Lavoratore stazionario o in movimento - Nessun compito assegnato	--	(*) (**)	(*)
(*) La strategia può essere utilizzata (**) Strategia consigliata			

STRATEGIE DI MISURAZIONE DEL RUMORE (PROSPETTO B. 1 DELLA NORMA UNI 9612:2011)

Uni En Iso 9612-Strategie di misura

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

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

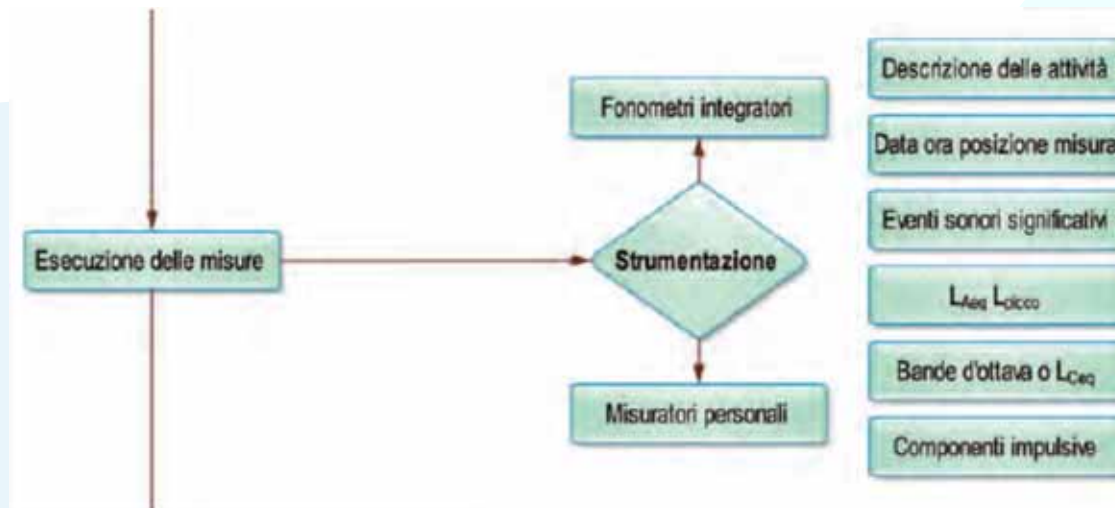
1. analisi del lavoro
2. selezione di una strategia di misurazione
3. pianificazione ed effettuazione delle misurazioni
4. gestione degli errori e delle incertezze
5. calcolo e presentazione dei risultati e delle incertezze

DIAGRAMMA DEL PROCESSO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE



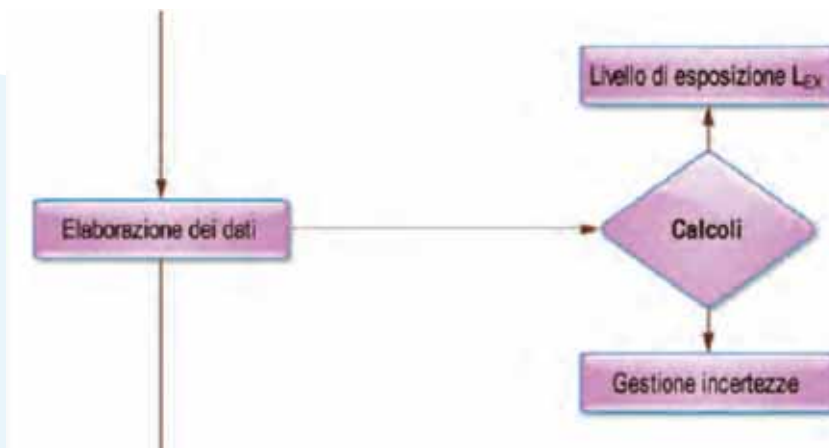
Fonte Inail «La valutazione del rischio rumore»

DIAGRAMMA DEL PROCESSO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE



Fonte Inail «La valutazione del rischio rumore»

DIAGRAMMA DEL PROCESSO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE



Fonte Inail «La valutazione del rischio rumore»



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITA'

MASTERS UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO
TRIESTE - ANNO ACCADEMICO 2014/2015

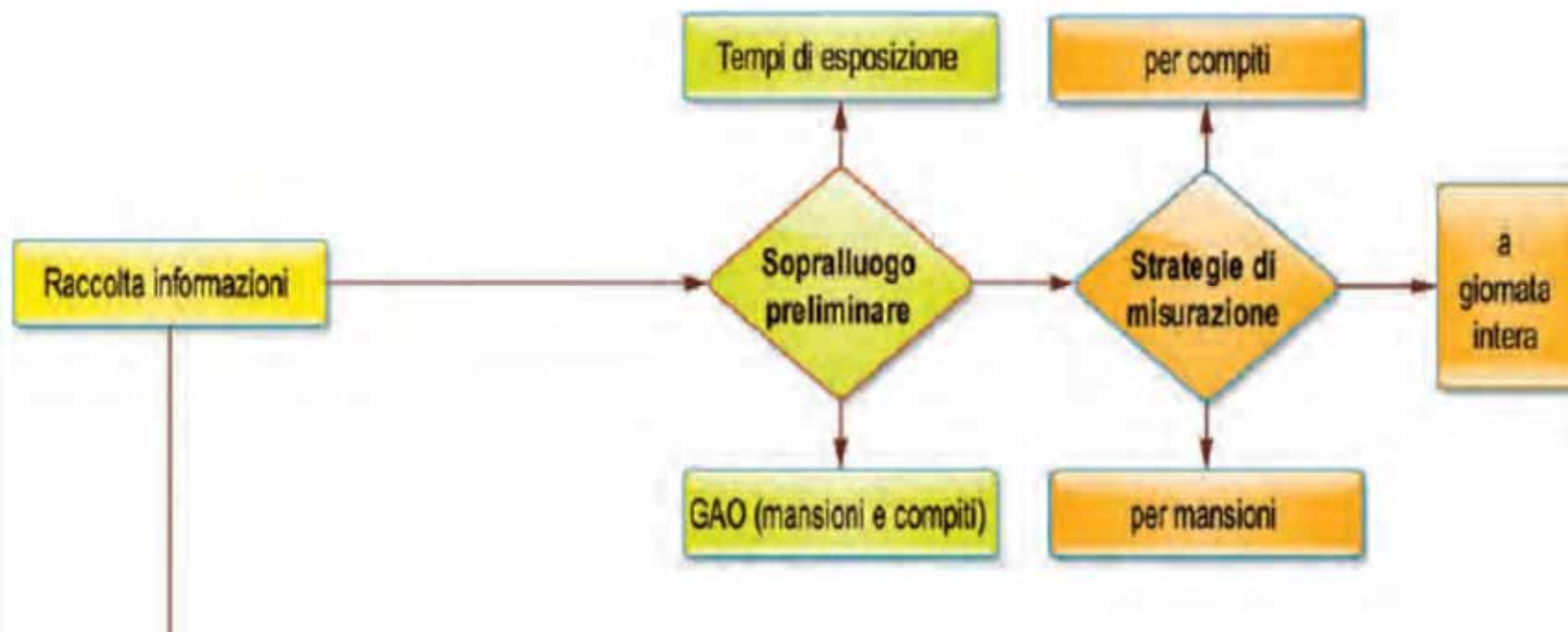
La valutazione del Rumore ed i suoi aspetti applicativi
Ing. Luigi Carlo Chiarenza
09/06/2016 - Modulo A 2- 4.3.

DIAGRAMMA DEL PROCESSO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE



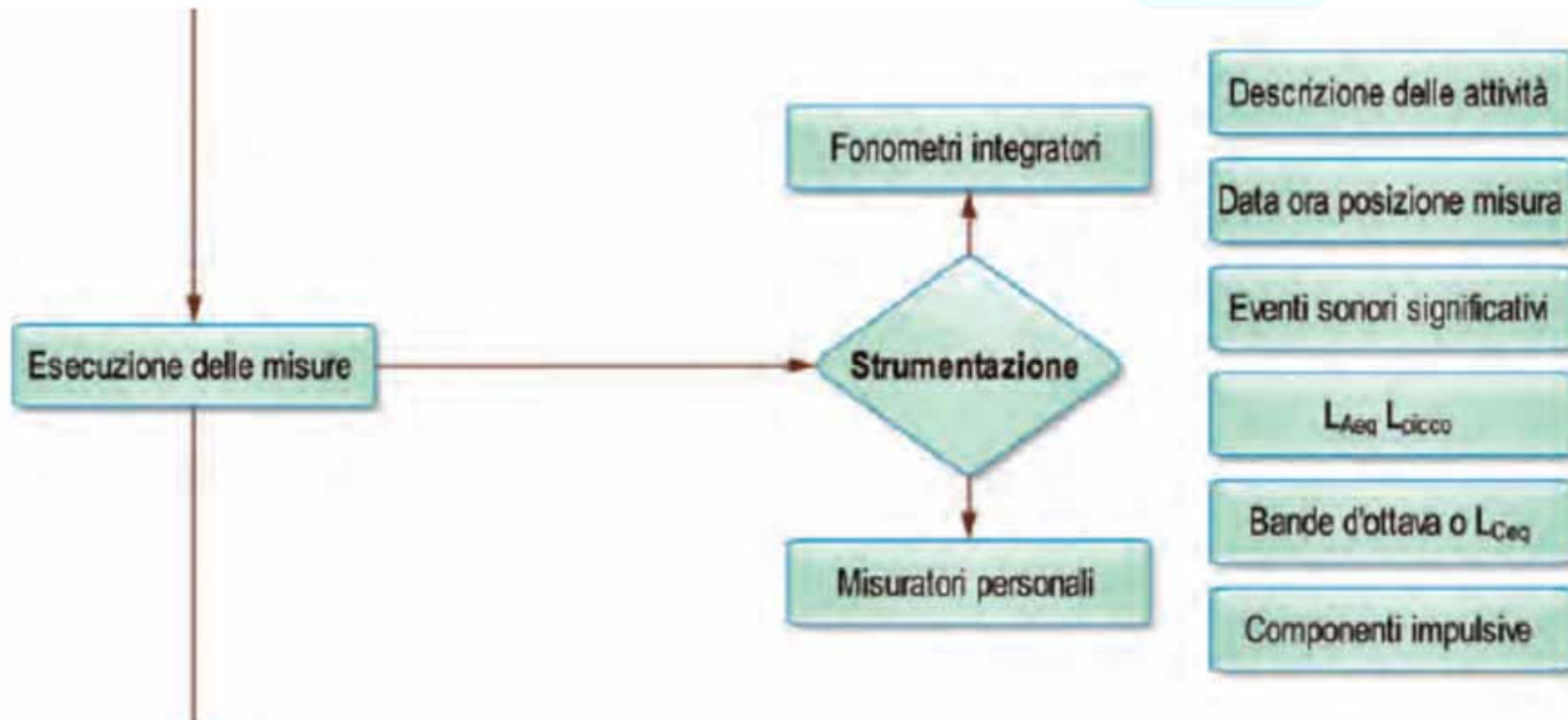
Fonte Inail «La valutazione del rischio rumore»

DIAGRAMMA DEL PROCESSO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE



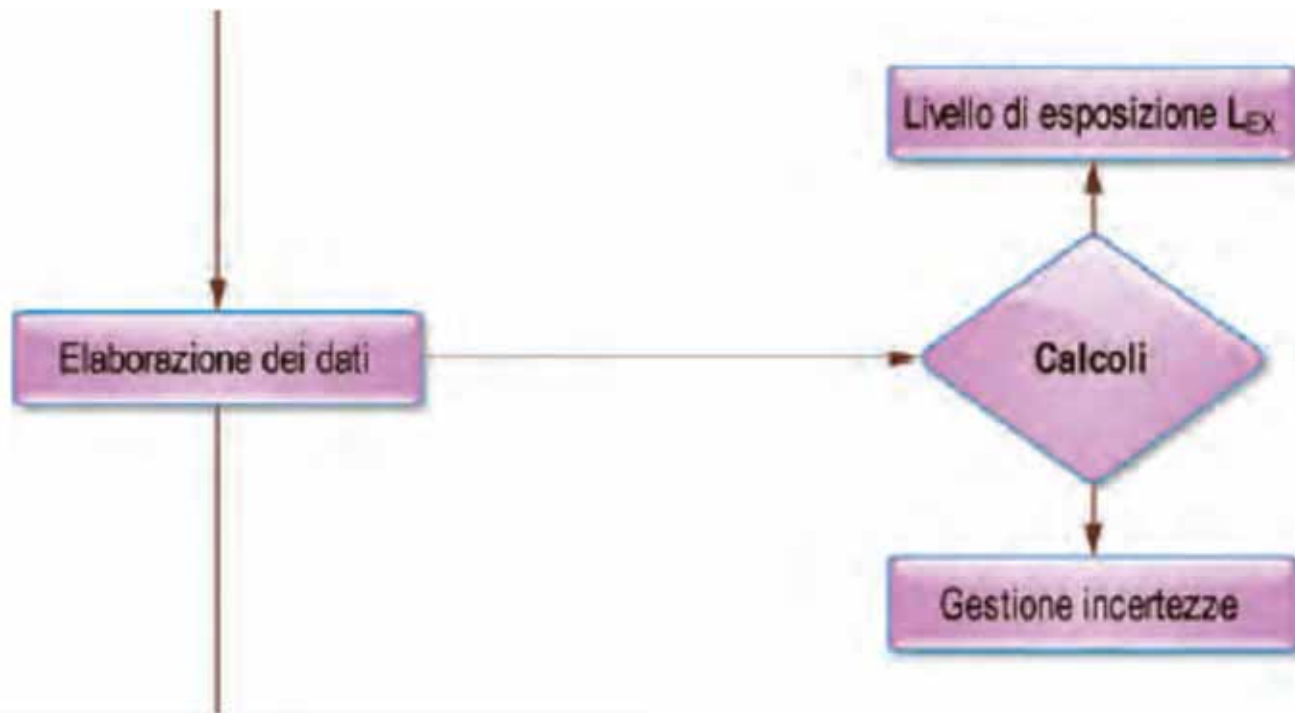
Fonte Inail «La valutazione del rischio rumore»

DIAGRAMMA DEL PROCESSO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE



Fonte Inail «La valutazione del rischio rumore»

DIAGRAMMA DEL PROCESSO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE



Fonte Inail «La valutazione del rischio rumore»

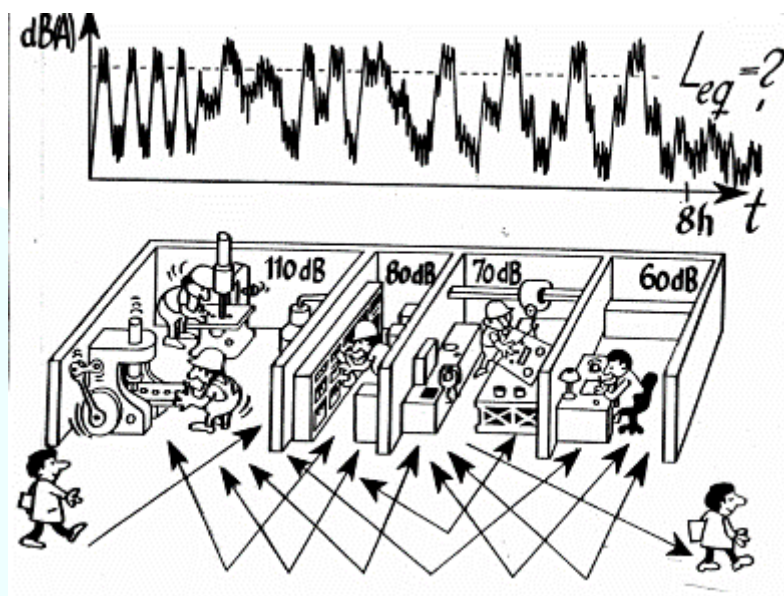
DIAGRAMMA DEL PROCESSO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE



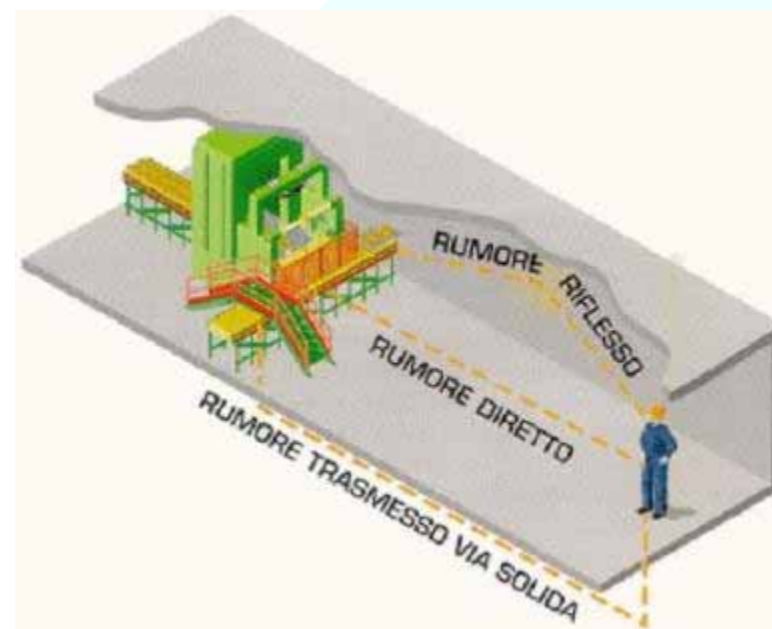
Fonte Inail «La valutazione del rischio rumore»

Individuazione di tutte le postazioni di lavoro

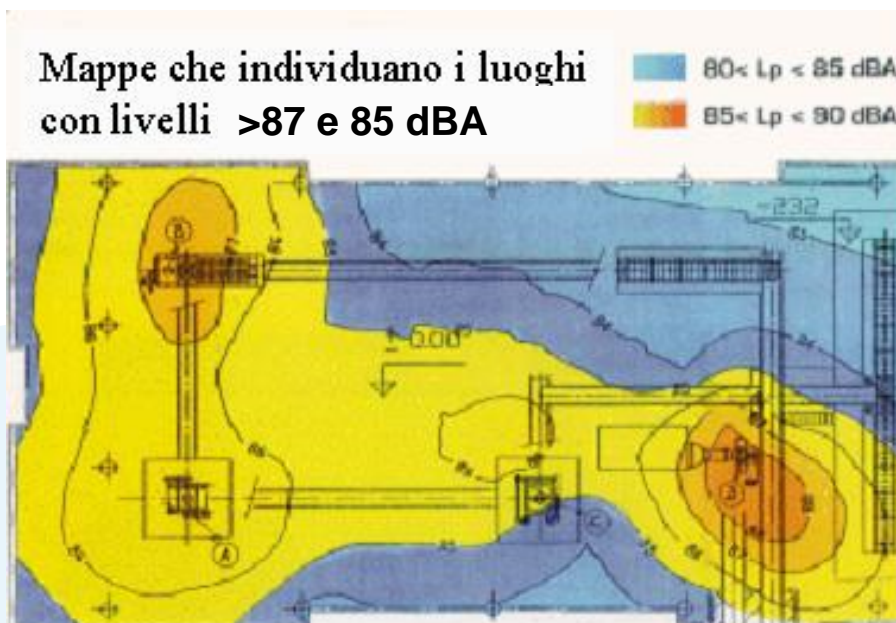
Postazioni



Rumore



Valutazione del rumore in tutte le postazioni di lavoro



- ▶ Valutazione Preventiva
- ▶ Individuazione dei Punti di Prelievo
- ▶ Rilievi Strumentali
- ▶ Calcolo dell'Esposizione

Misurazioni

Valutazione Preventiva

Livello Sonoro
Sicuramente $< 80 \text{ dB(A)}$



**Indicare i Criteri adottati per
la Valutazione nel Rapporto
di Valutazione**

Livello Sonoro $> 80 \text{ dB(A)}$



Misurazione Strumentale



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ
MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO
TRIESTE - ANNO ACCADEMICO 2014/2015

La valutazione del Rumore ed i suoi aspetti applicativi
Ing. Luigi Carlo Chiarenza
09/06/2016 - Modulo A 2- 4.3.

Valutazione preventiva senza misurazione

Criteri comunemente raccomandati sono:

- i risultati di misurazioni, anche estemporanee
- i risultati di precedenti misurazioni
- la disponibilità di specifiche acustiche dei macchinari in uso
- i confronti con situazioni analoghe
- i dati di letteratura
- la manifesta assenza di fonti di rumorosità significative

Tali criteri andranno riportati all'interno del Rapporto di Valutazione previsto dalla normativa vigente (Legge D.Lgs. 81/08) e comunque tale modalità di Valutazione andrà effettuata e riprogrammata con "... cadenza almeno quadriennale ..." e in ogni caso aggiornata "... in occasione di notevoli mutamenti che potrebbero averla resa superata o quando i risultati della sorveglianza sanitaria ne mostrino la necessità".

Misurazione strumentale

L'obbligo della Misurazione sussiste solo nel caso in cui siano superati i Livelli Inferiori di Azione fissati ad 80 dB(A) e a 112 Pa = 135 dB(C) di Pressione di Picco. Essa deve necessariamente tener conto dell'Analisi del lavoro Svolto e quindi della identificazione dei Punti di Rilievo Fonometrico. In concreto le tipologie più frequenti sono 4:

Misurazione strumentale

Tipo di Lavoro	Rilievo
Posizione di Lavoro Fissa	Posizione di Lavoro
Posizioni di Lavoro Molteplici Livelli di Rumore Analoghi Tempo di Permanenza nelle singole posizioni Determinabile	Numero statisticamente significativo oppure In Ciascuna Posizione di Lavoro
Posizioni di Lavoro Molteplici Livelli di Rumore Differenti Tempo di Permanenza nelle singole posizioni Determinabile	In Ciascuna Posizione di Lavoro
Posizioni di Lavoro Molteplici Livelli di Rumore Analoghi a Gruppi Tempo di Permanenza nelle singole posizioni non Determinabile Tempo di Permanenza Determinabile per Gruppi	Numero statisticamente significativo oppure In Ciascuna Posizione di Lavoro

Rilievo fonometrico

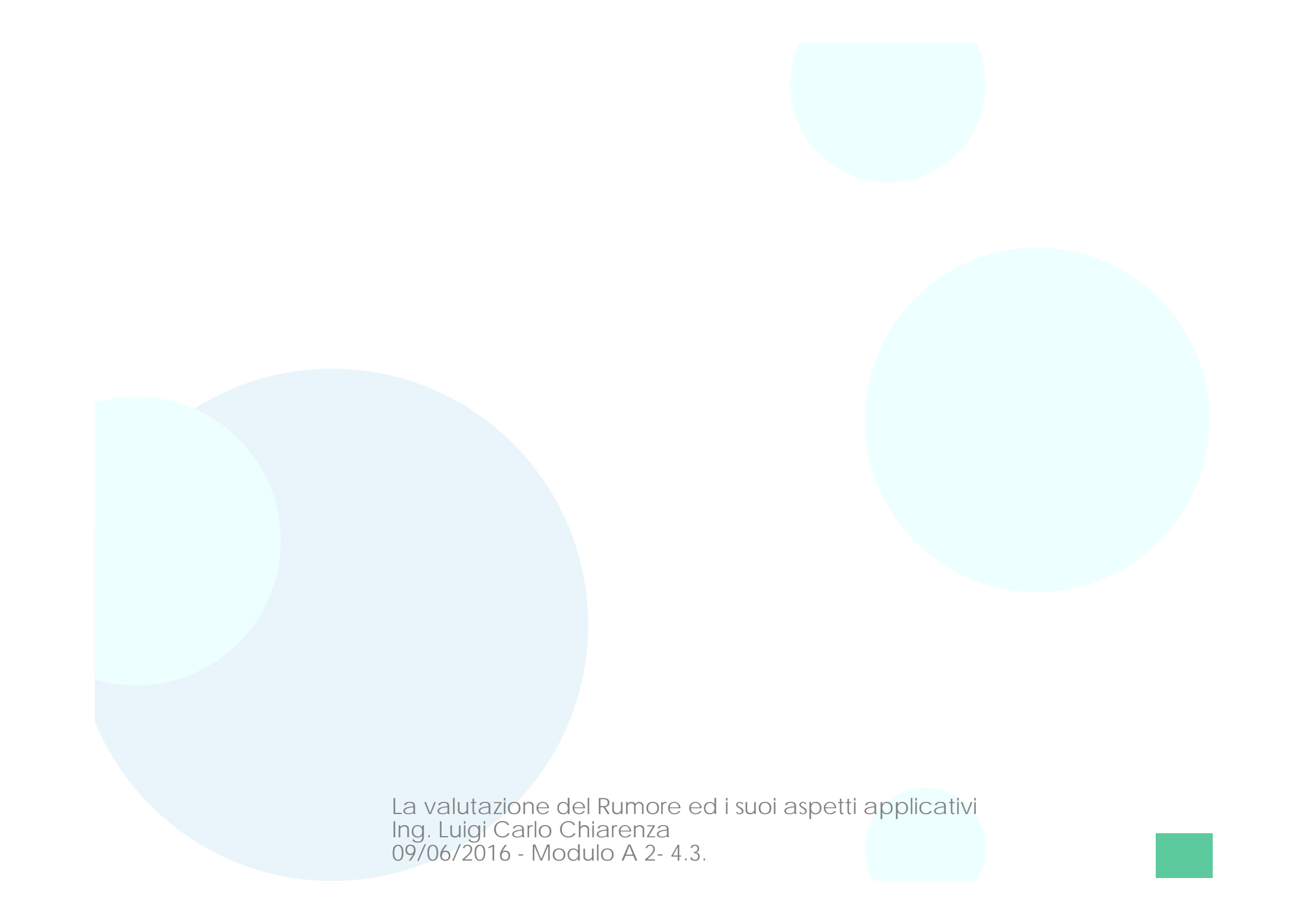
Il Rilievo Fonometrico è invece strettamente correlato all'Analisi delle Sorgenti di Rumore, che condiziona due aspetti fondamentali per la misurazione:

Analisi della Modalità di Misura	Rilievo in Assenza dell'addetto Microfono sul posto di lavoro 1,60 ÷ 1,70 metri dal suolo	Per il Rilievo dei LEX,8h il Fonometro è preferibile essere di Classe 1 e conforme alle varie normative specifiche (IEC 651/79, IEC 804/85, IEC 1260/95 e IEC 1252/93), la Durata del rilievo deve essere Rappresentativa rispetto al Segnale Indagato e comunque durare fino a rilevare un Segnale Stabile con variazioni non superiori a $\pm 0,3$ dB.
	Rilievo in Presenza dell'Addetto Microfono a 10 cm dall'orecchio	
Scelta della Costante di Tempo	Assenza di Rumori di Brevissima Durata: SLOW(lenta)	
	Presenza di Rumori di Brevissima Durata: FAST(veloce)	

Rilievo fonometrico

DURATA	Rumore Costante e ripetibile	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	Tre misurazioni per compito in tempi diversi o su diversi lavoratori	Accettabili con differenze < 3 dB
STRUMENTAZIONE	Fonometro Integratore	Per compiti singoli o multipli in postazioni di lavoro fisse	
	Dosimetro	Per misure di lungo periodo	

La nuova normativa impone in ogni caso la misurazione dei Valori della Pressione Acustica di Picco (P_{peak}) con Fonometri conformi alle normative IEC 651/79 e con modalità analoghe a quelle per la Misurazione dei L_{EQ} . A prescindere da una misura in singola o in ciascuna posizione di lavoro si deve comunque verificare la possibile esistenza di Gruppi di Lavoro con Livelli di Picco Analoghi.



La valutazione del Rumore ed i suoi aspetti applicativi
Ing. Luigi Carlo Chiarenza
09/06/2016 - Modulo A 2- 4.3.