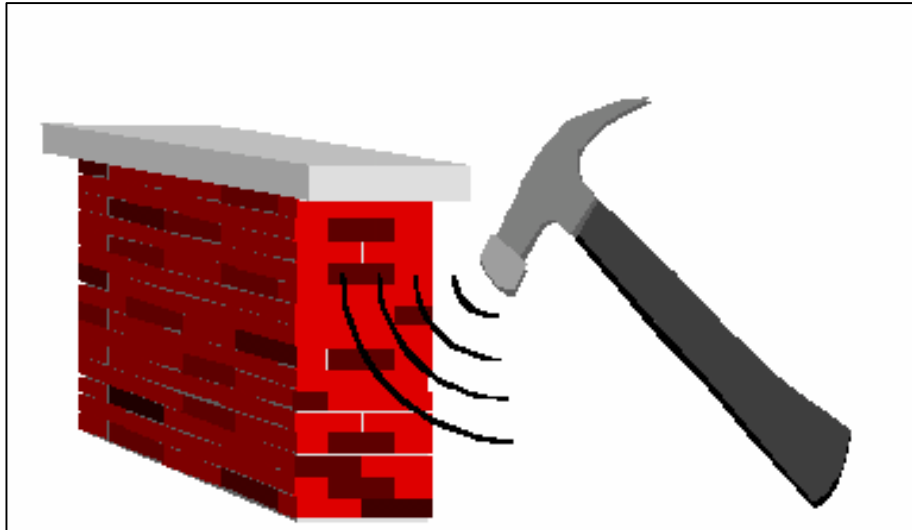


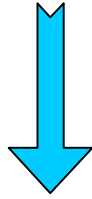
---

# RUMORE



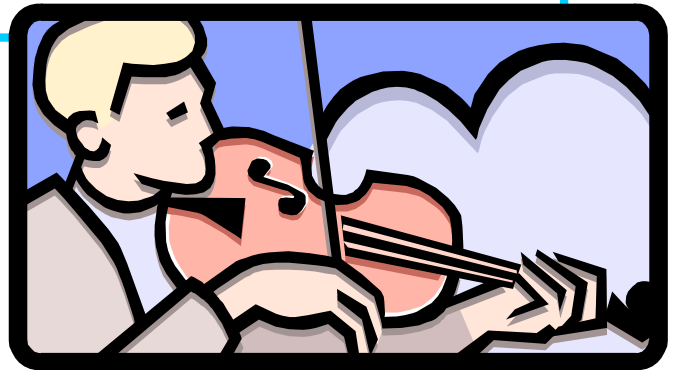
- ✓ **Suono non desiderato e disturbante**
- ✓ **Somma di oscillazioni irregolari, intermittenti o statisticamente casuali**
- ✓ **Segnale semanticamente indifferenziato e non utile a trasmettere informazioni accettabili**

# SUONO



⇒ È originato da un corpo solido, liquido o gassoso che vibra (**SORGENTE SONORA**)

⇒ Le vibrazioni si trasmettono al mezzo circostante (mezzi elastici = aria o acqua) sotto forma di piccole **VARIZIONI** di **PRESSIONE** statica intorno alla condizione di equilibrio (**ONDE SONORE**)

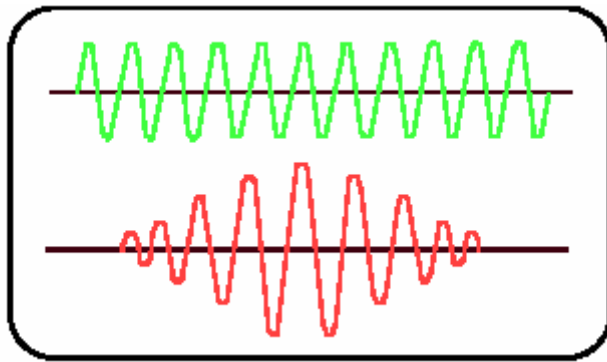


Quando l'onda passa, tramite le vibrazioni, l'**ENERGIA** del corpo vibrante viene trasmessa alle particelle dell'aria che si trovano a contatto con il corpo; l'energia passa poi da particelle a particelle nell'aria fino ad arrivare all'orecchio umano (**VARIZIONE DI PRESSIONE**)

## Propagazione dell'onda sonora

---

L'alternanza regolare di una serie di compressioni e rarefazioni delle particelle del mezzo elastico generano un'**ONDA SONORA SINUSOIDALE**.



**RUMORE**



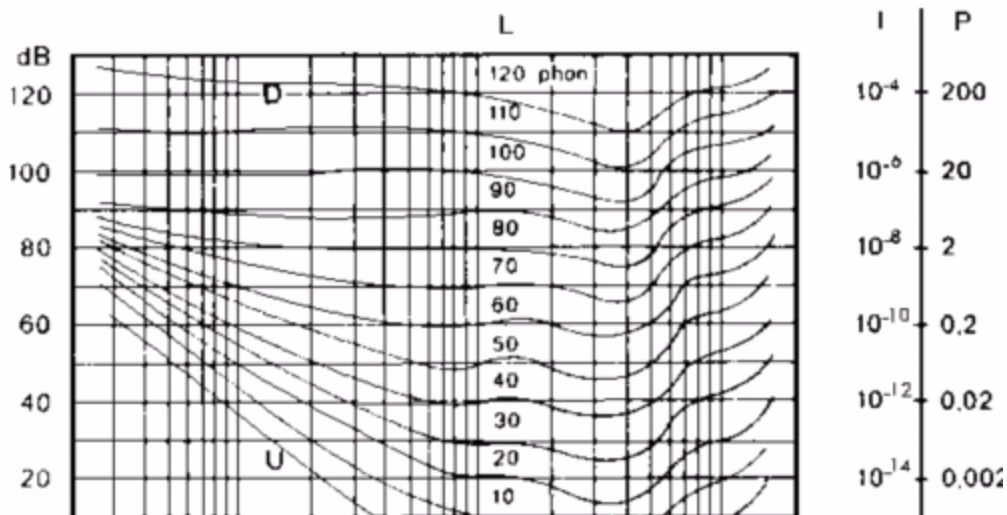
Quando il fenomeno oscillatorio ha carattere non periodico e le oscillazioni si producono in forma irregolare per l'effetto della combinazione di un grande numero di componenti non correlati armonicamente tra loro

*N.B. Nel vuoto un'onda sonora non si propaga*

# PROPRIETA' FISICHE DELL'ONDA

1. **FREQUENZA D'ONDA** = è il numero di cicli che si verificano nell'unità di tempo (secondo). Si misura in Hertz ed è correlata con la QUALITA' del suono percepito (acuto o grave)

*Frequenze udibili dall'uomo: 20 Hz-20 kHz  
L'orecchio è particolarmente sensibile alle frequenze 2 kHz-5 kHz*

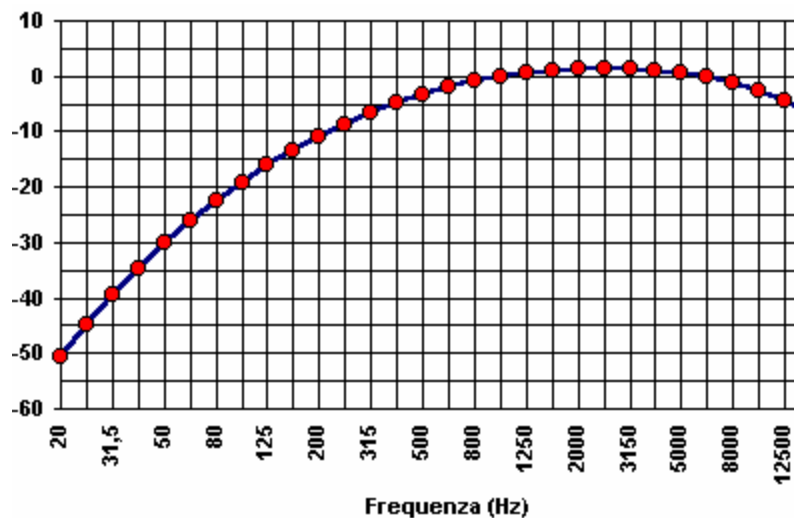


***ISOFONICHE = CURVE DI UGUALE  
SENSAZIONE SONORA***

---

## ***CURVA DI PONDERAZIONE A***

**Filtro** che corregge i livelli sonori alle diverse frequenze **per descrivere** meglio **la percezione** sonora **dell'orecchio umano**



2. **AMPIEZZA**= è il valore massimo dell'oscillazione di pressione sonora ed è legata all'**INTENSITA'** dell'onda sonora (lieve o forte)

*Si dice che un suono è*



come una foglia



come un aereo



La misura dell'**intensità** di un'onda sonora è correlata direttamente con la pressione meccanica esercitata dalle particelle vibranti su una superficie e si misura in **DECIBEL**

Il *decibel* NON ha un significato fisico ma è un rapporto di pressioni sonore

È una scala LOGARITMICA (più corrispondente alle percezioni dell'orecchio umano)

$$80 \text{ dB} + 80 \text{ dB} = 83 \text{ dB}$$

---

## **TIPOLOGIA DEL RUMORE:**

- ⇒ **IMPULSIVO (uno sparo)**
- ⇒ **CONTINUO (un ventilatore)**
- ⇒ **VARIABILE**

Per descrivere un rumore variabile in un certo intervallo di tempo T si introduce il

### **LIVELLO SONORO EQUIVALENTE (Leq)**

che è un ipotetico rumore costante che, per lo stesso intervallo di tempo T, ha la stessa energia sonora del rumore variabile reale.

A PARITÀ DI ENERGIA SONORA, LA LESIVITÀ DEL RUMORE AUMENTA CON L'AUMENTARE DEL TEMPO DI ESPOSIZIONE.

Quindi un altro fattore importante è:

**IL TEMPO DI ESPOSIZIONE  
AD UNA SORGENTE SONORA**

# MISURE di RUMORE

Per misurare il **LIVELLO SONORO EQUIVALENTE (Leq)**

si utilizza il **FONOMETRO:**

- ◆ misura la pressione sonora e fornisce la risposta in dB
- ◆ dotato di un filtro di ponderazione che permette di correggere la risposta lineare dello strumento tenendo conto delle curve di ponderazione che approssimano il comportamento dell'orecchio umano
- ◆ tiene conto delle diverse tipologie di rumore e della scomposizione in frequenze



Fonometro  
integratore



fa una media integrata  
nel tempo dell'energia  
sonora



---

# Legislazione: D.Lgs. 81/2008

## Titolo VIII, Capo II

È stato emanato il D.Lgs 10 aprile 2006, n. 195 come attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore). Tale decreto abroga il precedente D.Lgs. 277/91 ed integra il D.Lgs. 626/94 all'art. 49.

Il D.Lgs. 195/06 determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione al rumore durante il lavoro e in particolare per l'udito.

Tale decreto è poi stato abrogato di recente dal D.Lgs. 81/08, il quale riprende la problematica, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale il 30/04/2008 e pertanto in vigore dal 15/05/2008.

Ai fini del decreto si definiscono le seguenti grandezze:

a) **pressione acustica di picco (p<sub>peak</sub>)**: valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata in frequenza «C»;

b) **livello di esposizione giornaliera al rumore (LEX,8h)**: [dB(A) riferito a 20 µPa]: 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.

Se a causa delle caratteristiche intrinseche della attività lavorativa, l'esposizione giornaliera al rumore varia significativamente, da una giornata di lavoro all'altra, è possibile considerare nella valutazione il livello di esposizione settimanale a condizione che:

- 1) tale livello, come dimostrato da un controllo idoneo, non ecceda il valore limite di esposizione di 87 dB(A);
- 2) siano adottate le adeguate misure per ridurre al minimo i rischi associati a tali attività.

Nel decreto vengono poi fissate delle classi di pericolo per l'esposizione giornaliera dei lavoratori:

a) **valori limite di esposizione** = LEX,8h= 87 dB(A) e p<sub>peak</sub>= 200 Pa (140 dB(C));

b) **valori superiori di azione** = LEX,8h= 85 dB(A) e p<sub>peak</sub>= 140 Pa (137 dB(C))

c) **valori inferiori di azione** = LEX,8h= 80 dB(A) e p<sub>peak</sub>= 112 Pa (135 dB(C)).

## Cosa deve fare il Datore di lavoro per il D.Lgs. 195/06?

In generale, al Datore di lavoro spetta la **tutela della salute del lavoratore**, che avviene in 3 fasi successive:

1. **valutazione del rischio** rumore per la salute e la sicurezza: in questa fase devono essere quantificate le grandezze sopraindicate.
2. controllo dell'esposizione mediante **misurazione dell'agente**.
3. tecniche di **prevenzione** e **protezione** dei lavoratori dall'agente fisico.



## VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE

Nella prima fase devono essere considerati:

- a) il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a rumore impulsivo;
- b) i valori limite di esposizione e i valori di azione;
- c) tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore;
- d) per quanto possibile a livello tecnico, tutti gli effetti sulla salute e sicurezza dei lavoratori derivanti da interazioni fra rumore e sostanze ototossiche connesse con l'attività svolta e fra rumore e vibrazioni;
- e) tutti gli effetti indiretti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni fra rumore e segnali di avvertimento o altri suoni che vanno osservati al fine di ridurre il rischio di infortuni;
- f) le informazioni sull'emissione di rumore fornite dai costruttori dell'attrezzatura di lavoro in conformità alle vigenti disposizioni in materia;
- g) l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre l'emissione di rumore;
- h) il prolungamento del periodo di esposizione al rumore oltre l'orario di lavoro normale;
- i) le informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese, per quanto possibile, quelle reperibili nella letteratura scientifica;
- j) la disponibilità di dispositivi di protezione dell'udito con adeguate caratteristiche di attenuazione;
- k) l'attenuazione prodotta dai dispositivi di protezione individuale dell'udito indossati dal lavoratore **solo ai fini di valutare il rispetto dei valori limite di esposizione**.

Se, a seguito della valutazione, può fondatamente ritenersi che i **valori inferiori di azione** non vengano superati, il datore di lavoro può effettuare una **valutazione qualitativa** i cui risultati sono riportati nel documento di valutazione. In caso contrario deve prevedere la misura del rumore.

La valutazione e la misurazione sono programmate ed effettuate con cadenza almeno **quadriennale**, da personale adeguatamente qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione. In ogni caso il datore di lavoro deve aggiornare la valutazione dei rischi in occasione di notevoli

---

mutamenti che potrebbero averla resa superata o quando i risultati della sorveglianza sanitaria ne mostrino la necessità.

È obbligo del datore di lavoro eliminare i rischi alla fonte o ridurli al minimo e, in ogni caso, a livelli non superiori ai **valori limite di esposizione**, 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,
- 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;
- 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.
- h) qualora i rischi derivanti dal rumore non possono essere evitati con le misure di prevenzione e protezione di cui all'articolo 49-sexies, fornisce i **dispositivi di protezione individuali** (tappi, cuffie, ecc).

## **TECNICHE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE DEI LAVORATORI**

A seconda del livello sonoro Lex,8h calcolato, derivato dalle misurazioni, si definisce la classe di rischio alla quale appartengono i singoli lavoratori. A seguito di ciò, il Datore di lavoro deve intraprendere interventi differenti.

- 1) fermo restando l'obbligo del non superamento dei **valori limite di esposizione**, se, nonostante l'adozione delle misure prese, si individuano esposizioni superiori a detti valori:
  - ✓ **adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione;**
  - ✓ individua le cause dell'esposizione eccessiva;
  - ✓ modifica le misure di protezione e di prevenzione per evitare che la situazione si ripeta.
  
- 2) se a seguito della valutazione dei rischi, risulta che i **valori superiori di azione** sono oltrepassati, il datore di lavoro
  - ✓ elabora ed applica un **programma di misure tecniche e organizzative** volte a ridurre l'esposizione al rumore.

## MISURE TECNICHE

- Migliorare le tecniche di lavorazione (taglio ossiacetilenico → taglio laser)
- Ridurre le emissioni sonore alla sorgente (uso silenziatori)
- Ridurre la propagazione del rumore nell'ambiente (cabine, schermi)

## MISURE ORGANIZZATIVE e PROCEDURALI

- Aumento della distanza tra le macchine
  - Creazione di locali isolati
  - Turnazione del personale
- ✓ i luoghi di lavoro 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.
- ✓ **fa tutto il possibile per assicurare che vengano indossati gli adeguati dispositivi di protezione individuale** dell'udito che consentono di eliminare il rischio per l'udito o di ridurlo al minimo, scegliendoli in concerto con i lavoratori od i loro rappresentanti.
- ✓ garantisce che i lavoratori esposti vengano **informati** e **formati** in relazione ai rischi provenienti dall'esposizione al rumore.
- ✓ sottopone alla **sorveglianza sanitaria** i lavoratori.

3) nel caso invece 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. I lavoratori non sono però obbligati a portarli.
- ✓ garantisce che i lavoratori esposti vengano **informati** e **formati** in relazione ai rischi provenienti dall'esposizione al rumore.
- ✓ estende la **sorveglianza sanitaria** a tali lavoratori **su loro richiesta** o qualora il medico competente ne conferma l'opportunità.

Tabella riassuntiva

Rumore	Formazione ed informazione	D.P.I.	Sorveglianza sanitaria
Leq < 80 ppeak < 135	NO	NO	NO
80 ≤ Leq ≤ 85 ppeak < 137	SI	A disposizione	NO
Leq > 85 ppeak < 140	SI	SI	SI

Nel caso in cui la sorveglianza sanitaria riveli, in un lavoratore, l'esistenza di anomalie imputabili ad esposizione a rumore, il medico competente ne informa il datore di lavoro ed il lavoratore. In tal caso deve essere riesaminata la valutazione e le misure volte a eliminare o ridurre i rischi, considerando il parere del medico competente.

Il Datore di lavoro adotta inoltre le misure necessarie affinché sia riesaminato lo stato di salute di tutti gli altri lavoratori che hanno subito un'esposizione analoga.

---

# DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

## *PRINCIPALI FATTORI DA CONSIDERARE:*

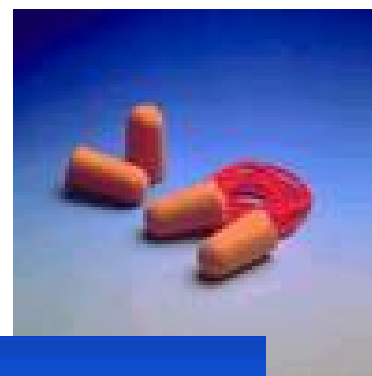
- MARCATURA DI CERTIFICAZIONE CE
- ATTENUAZIONE SONORA
- CONFORTevolezza DEL PORTATORE

**Per essere efficaci DEVONO essere indossati per TUTTO il periodo dell'esposizione**

## *TIPOLOGIE:*

### INSERTI

PRO
Inseriti nel padiglione auricolare tramite avvitanamento, sono molto ergonomici
CONTRO
Devono essere maneggiati con mani pulite (per evitare irritazioni o infezioni) Quelli riutilizzati devono esser lavati prima dell'uso con acqua e sapone.



## CUFFIE

- ◆ Far aderire bene i cuscinetti alle orecchie spostando eventuali ostacoli (capelli)
- ◆ L'archetto di sostegno deve stare sopra la testa
- ◆ Le coppe auricolari devono essere posizionate al fondo dell'archetto
- ◆ Sostituire periodicamente i cuscinetti auricolari sporchi o usurati



## CASCHI

PRO	CONTRO
Rendono compatibile l'utilizzo di DPI diversi in contemporanea	Risultano ingombranti e poco agevoli nell'utilizzo
	Impediscono l'ascolto della voce di conversazione

---

# EFFETTI DEL RUMORE

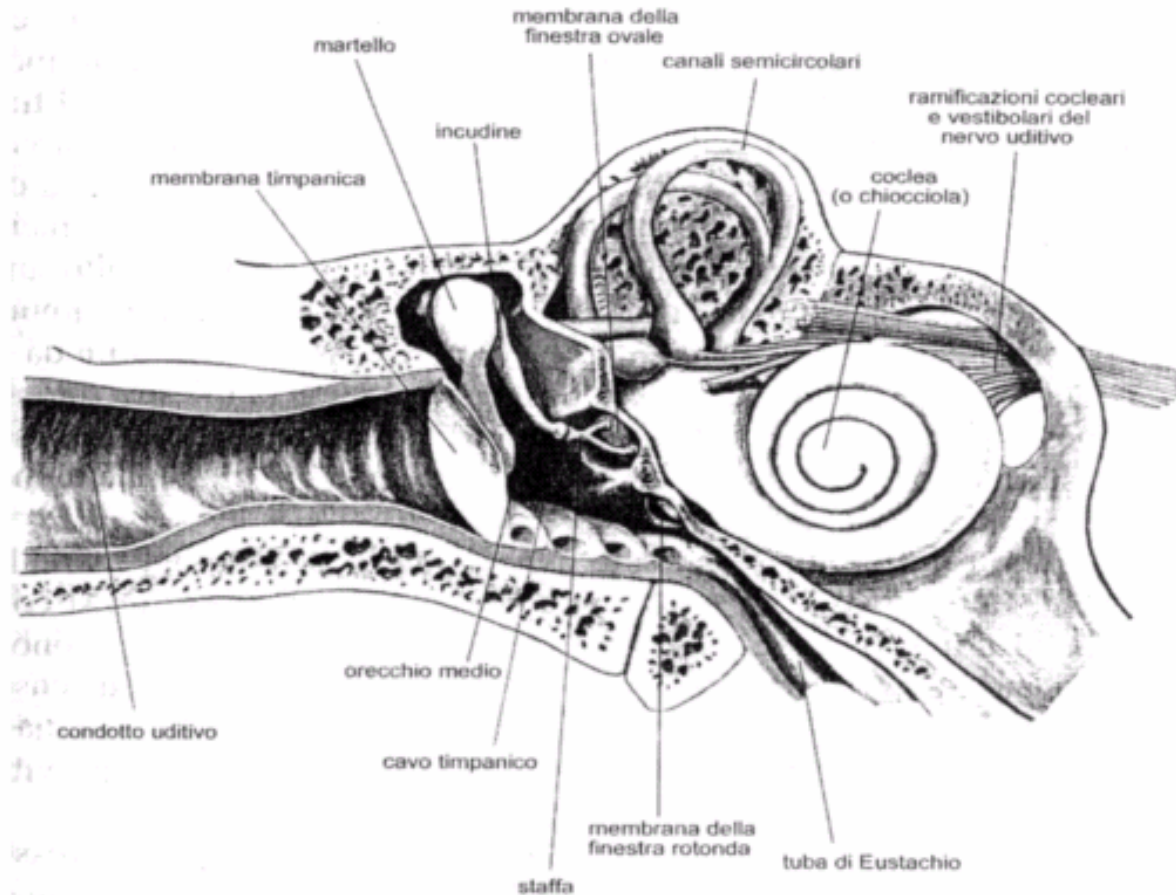
## DANNI UDITIVI

1. **IPOACUSIA**: DIMINUZIONE, FINO ALLA PERDITA, DELLA CAPACITÀ UDITIVA  
50% delle malattie professionali indennizzate dall'INAIL
2. DISTURBO DELLE COMUNICAZIONI VERBALI E LA PERCEZIONE DEI SEGNALI DI ALLARME

## DANNI EXTRAUDITIVI

1. EFFETTI CARDIOVASCOLARI: rumore > 85 dB(A) aumenta la frequenza cardiaca, la pressione arteriosa, la concentrazione ematica e di urina
2. EFFETTI PSICHICI: aggressività, depressione, sindromi conflittuali, riduzione del rendimento
3. EFFETTI PSICOSOMATICI: insonnia, difficoltà digestiva, gastriti od ulcere, alterazioni tiroidee

# L'udito



L'orecchio è diviso in 3 parti :

- esterno
- medio
- interno

ORECCHIO ESTERNO E ORECCHIO MEDIO SVOLGONO UNA FUNZIONE PURAMENTE MECCANICA DI CAPTARE E CONDURRE IL SUONO ALL'ORECCHIO INTERNO

ORECCHIO INTERNO TRASFORMA LE VARIAZIONI DI PRESSIONE SONORA IN IMPULSI NERVOSI



---

# DANNI DA RUMORE

## 1. INNALZAMENTO DELLE SOGLIE Uditiva e IPOACUSIA

- all'inizio *fischi e ronzii* alle orecchie con uno stato di sordità temporanea con recupero della sensibilità dopo riposo notturno in ambiente silenzioso
- uno stato di fatica con *persistenza della riduzione della sensibilità* e disturbi nell'udibilità della voce di conversazione per circa 10 giorni;
- uno stato di *sordità da trauma acustico cronico* con riduzione dell'intelligibilità del 50%, bilaterale e simmetrica

La lesione caratteristica ⇒ *perdita uditiva sulla frequenza 4000 Hz*, e progressivamente alle frequenze vicine. (NON sentiamo telefono, campanello della porta persona che parla in una stanza vicina, ticchettio dell'orologio)

Il danno da rumore è determinato dalla incapacità di rigenerazione delle cellule nervose

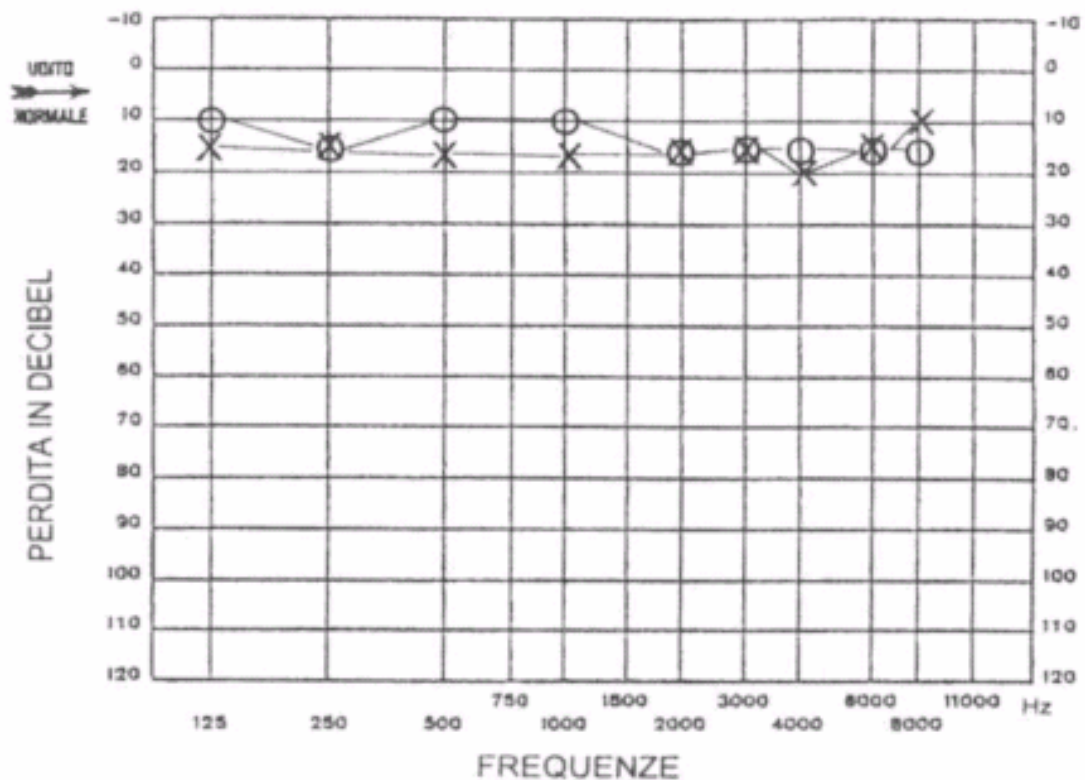
## 2. TRAUMA ACUSTICO

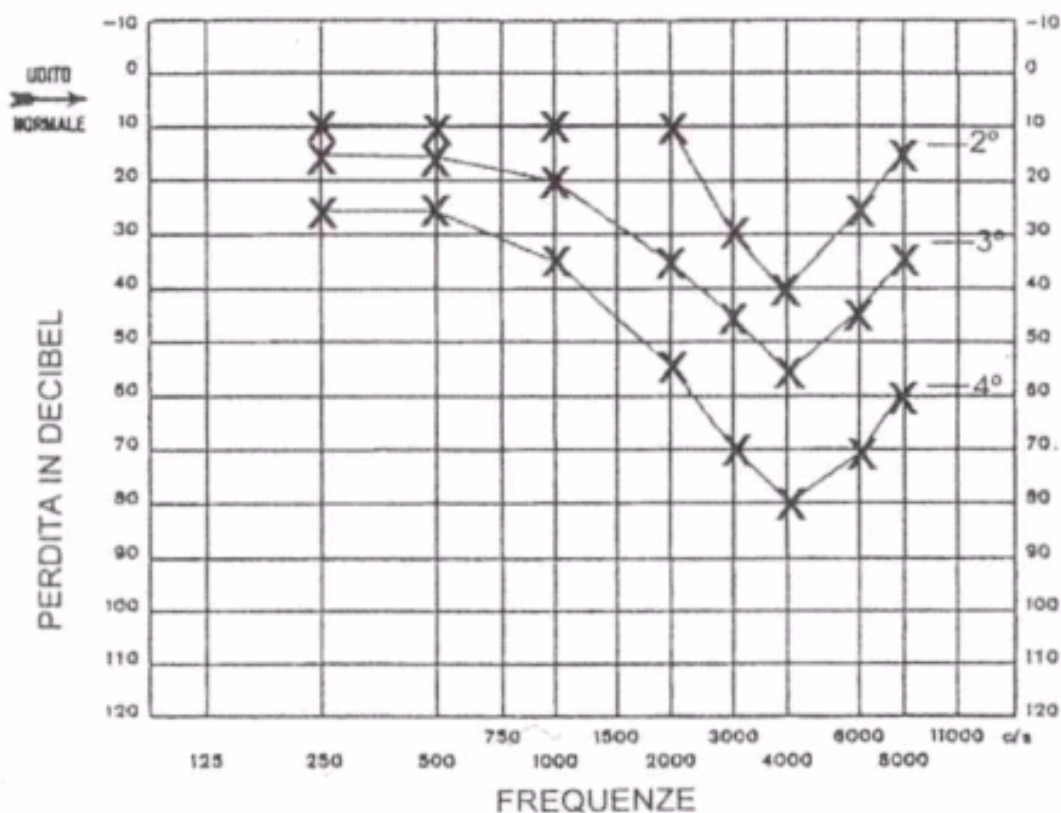
Rottura del timpano ⇒ causata da suoni di altissima intensità (>120-130 dB)

# Il danno da rumore dipende da:

1. tipologia del rumore (impulsivo, costante, variabile ...) ed intensità
2. tempo di esposizione
3. durata e numero dei riposi di recupero

LA CAPACITA' UDITIVA DI UN SOGGETTO SI VALUTA MEDIANTE AUDIOMETRIA TONALE (*tecnica che permette di misurare in dB la perdita dell'udito*)





TRACCIATI AUDIOMETRICI CARATTERISTICI DI TRE STADI EVOLUTIVI DEL DANNO Uditivo DA RUMORE

**LA SENSIBILITÀ AL RUMORE HA UNA SPICCATA VARIABILITÀ INDIVIDUALE**

**NON ESISTE UNA CURA PER L'IPOACUSIA DA RUMORE: L'UNICO RIMEDIO È LA PREVENZIONE**