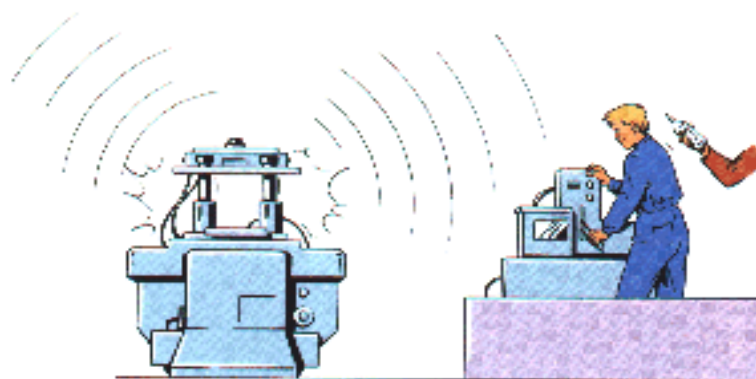


IL RUMORE

**IL RUMORE PUO' ESSERE
QUALCOSA DI GRADEVOLE...**

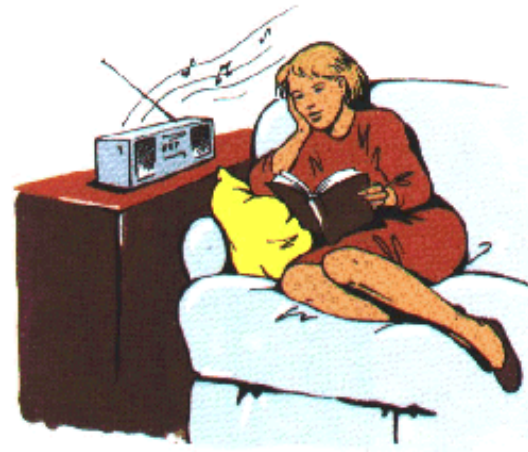


**... O QUALCOSA DI
FASTIDIOSO**

- Sentire bene è importante, perché è soprattutto con l'udito che restiamo in contatto con il mondo che ci circonda:

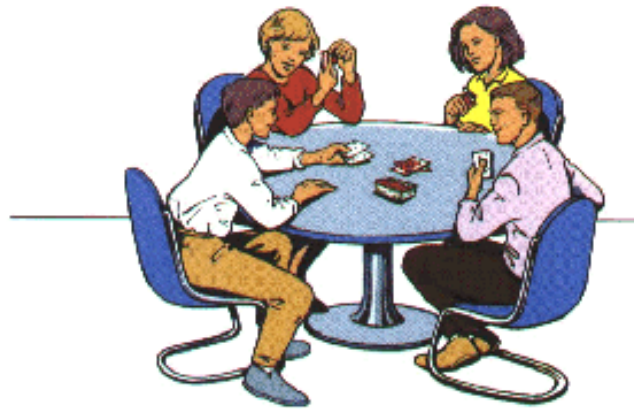


telefonare...

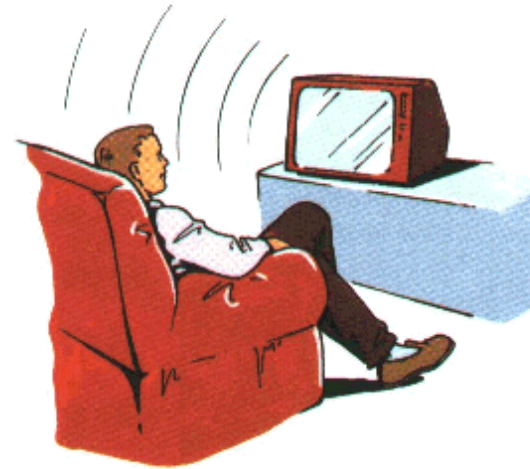


...ascoltare la radio...

Le cose che facciamo abitualmente, con un udito compromesso, non potremmo farle.



...conversare con gli altri...



...e la televisione...

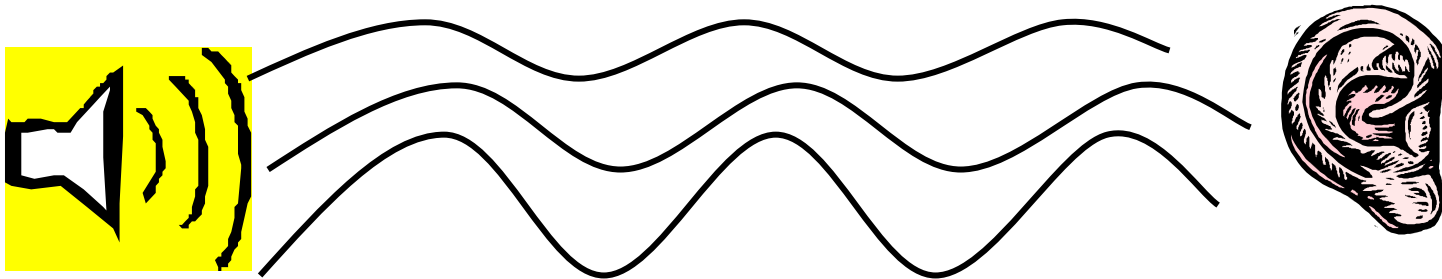
Per questo dobbiamo:
conoscere il rumore;
conoscere gli effetti del rumore sull'organismo;
adottare le necessarie misure di prevenzione e
protezione.

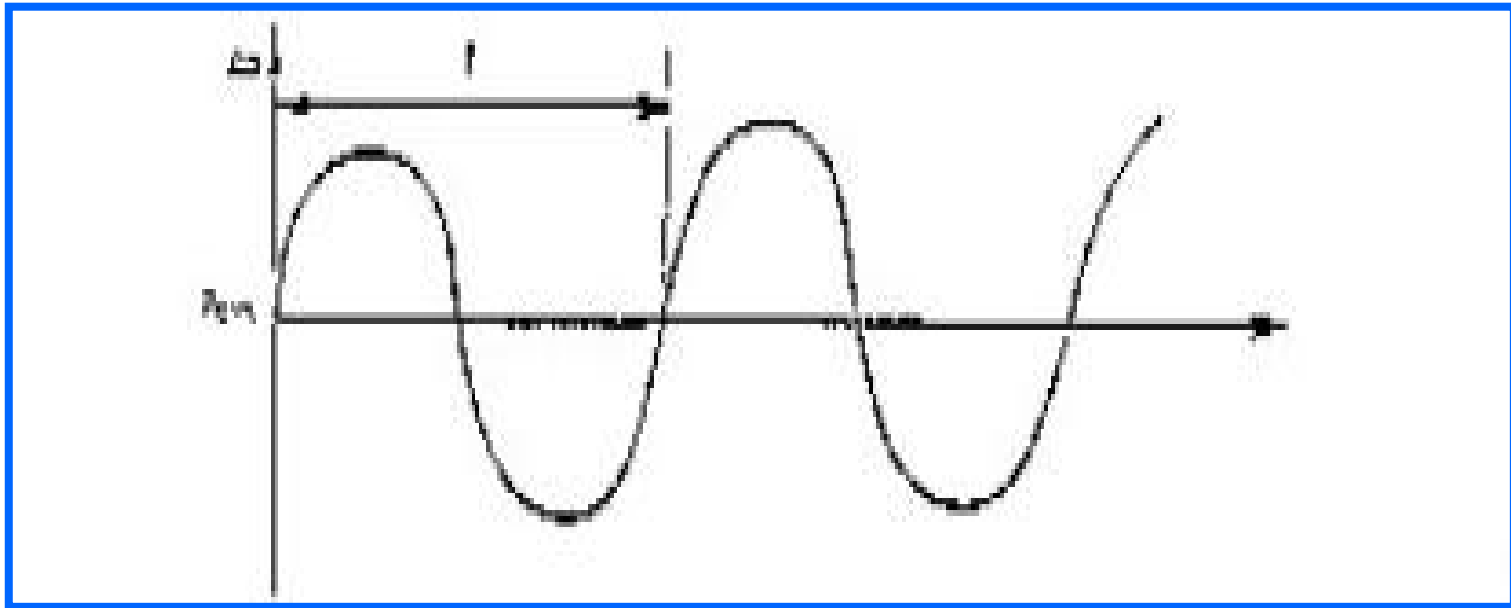
Cos'è il rumore

Un corpo elastico, stimolato meccanicamente, vibra

La vibrazione si trasmette, sotto forma di energia meccanica, attraverso mezzi elastici circostanti (solidi, liquidi, gassosi)

Con il suono si ha una variazione della pressione dell'aria che il nostro orecchio riesce a percepire. Infatti il suono è una energia che nasce da una sorgente che poi si propaga in un mezzo, sia esso solido, liquido o gassoso





queste *VIBRAZIONI* producono delle

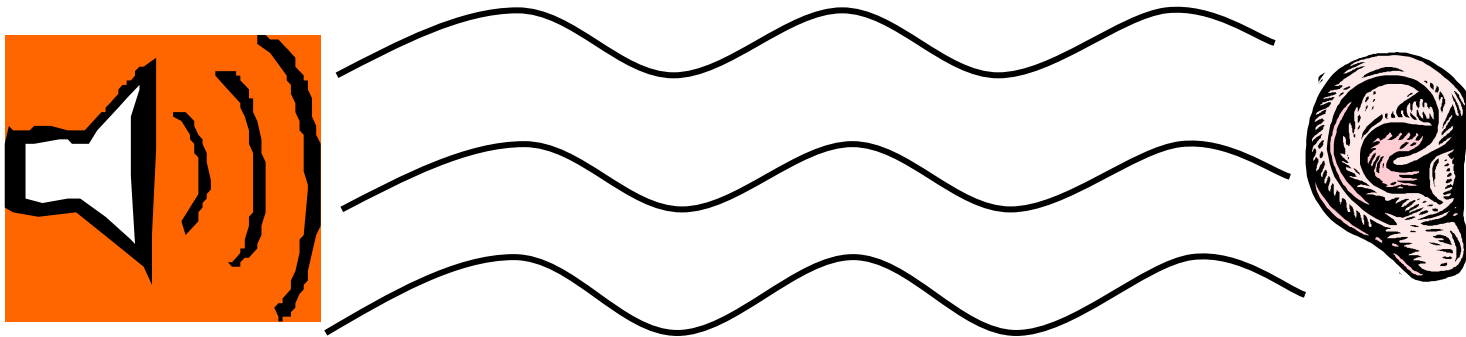
onde

che si propagano in tutte le direzioni e vengono percepite dalla membrana del timpano che si trova nel nostro orecchio



l'intensità

è la **PRESSIONE sonora provocata
dall'onda sonora sulla membrana del
nostro orecchio**



Come si misura il rumore

- Trattandosi di variazioni di pressione, l'unità di misura più adatta sarebbe il Pascal (Pa).
- L'uso di questa unità risulta poco agevole, in quanto la gamma di pressioni percepibile dall'orecchio umano si estende da pochi milionesimi di Pascal (microPascal- μPa) a diverse centinaia di Pascal. Per tale motivo è stata introdotta una scala logaritmica.
- Il decibel viene quindi definito come il logaritmo del rapporto fra la pressione sonora in esame (p) ed una pressione sonora di riferimento che corrisponde al livello di rumore minimo udibile:

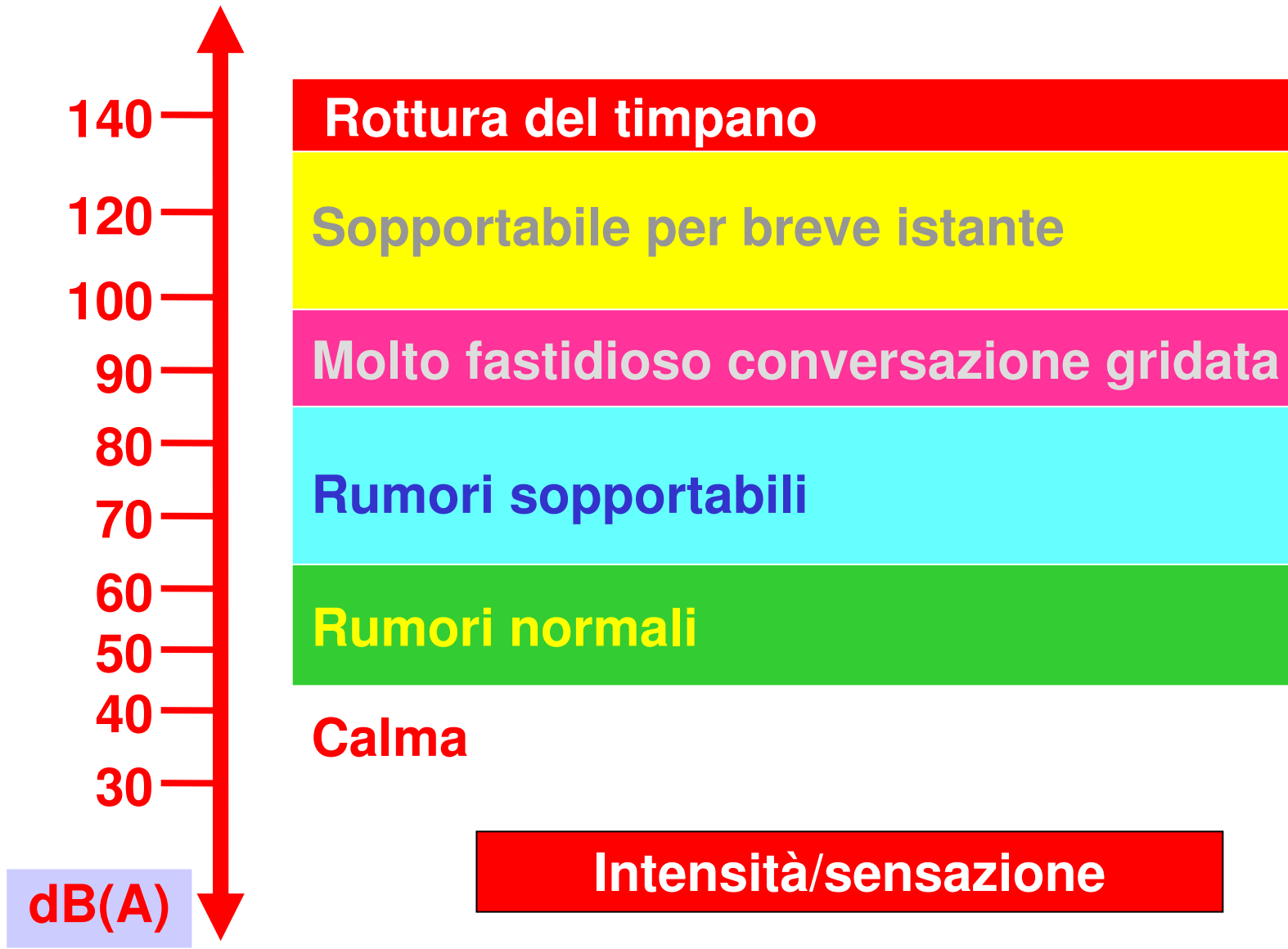
$$(p_0 = 20 \mu\text{Pa}).$$

$$dB = 20 \times \log_{10} \frac{p}{p_0}$$

L'unità di misura del rumore è il decibel (dB): rapporto tra il rumore in esame e il minimo rumore che l'orecchio umano percepisce.

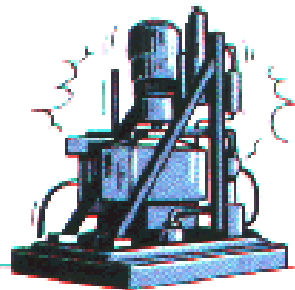


n° di calabroni	pressione in micro Pascal	dB
1	20	0
10	200	20
100	2.000	40
1.000	20.000	60
10.000	200.000	80
100.000	2.000.000	100
1.000.000	20.000.000	120
10.000.000	200.000.000	140

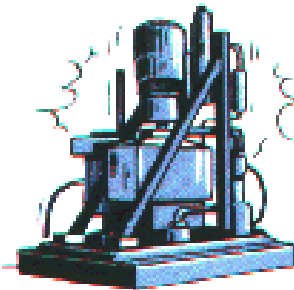


		FONTI DI RUMORE	EFFETTI
170 dB		Lancio di un missile	Gravi danni all'udito
160 dB		Mitragliatrice (valore di picco)	
150 dB 140 dB		Decollo di aereo a reazione	
130 dB		Soglia del dolore	Esposizioni acute: ipoacusia temporanea, capogiri, emicrania, nausea Esposizioni croniche: ipoacusia irreversibile
120 dB		Decollo di aeroplano ad elica Sirene	
110 dB		Scavatrice pneumatica	
100 dB		Motori pesanti Cantieri edili	
90 dB		Discoteca	Sensazione di fastidio
80 dB		Sveglia	
70 dB		Telefono	
60 dB		Conversazione (toni elevati)	
50 dB			
40 dB		Conversazione (toni moderati)	Quiete
30 dB		Sala di lettura	
20 dB		Fruscio di foglie	
10 dB		Soglia di udibilità	
0 dB			

- Il decibel è un'unità di misura apparentemente strana.
- Ad un raddoppio del numero delle sorgenti di rumore di pari intensità...



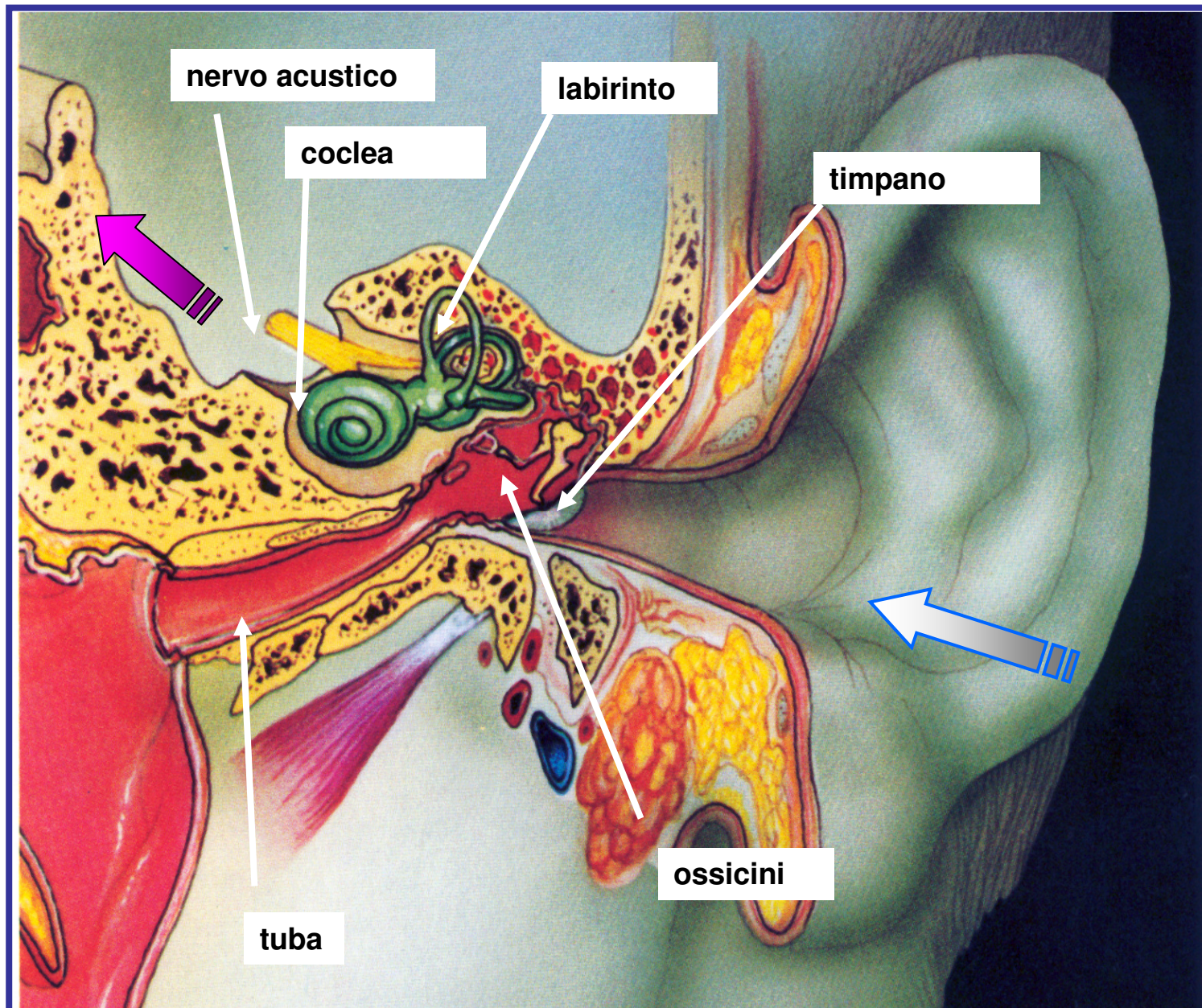
80 dB

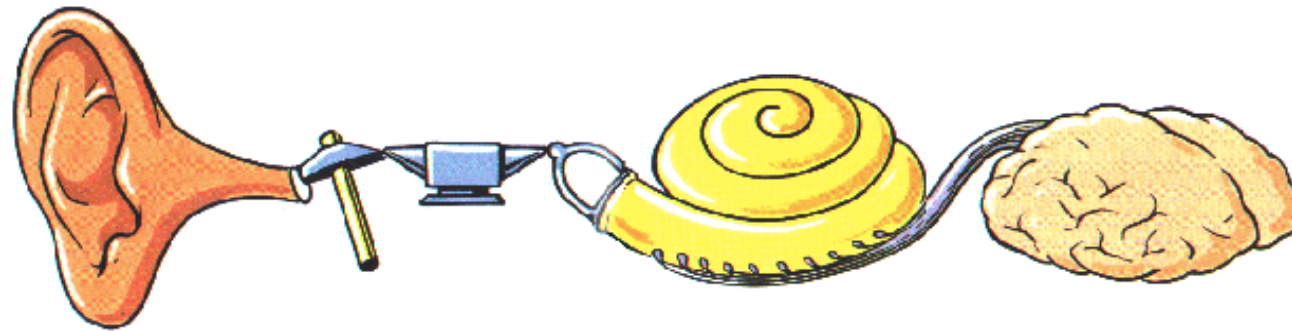


83 dB

...corrisponde un aumento di 3 dB del livello di rumore.

Come il nostro orecchio sente il rumore





ORECCHIO ESTERNO

ORECCHIO MEDIO

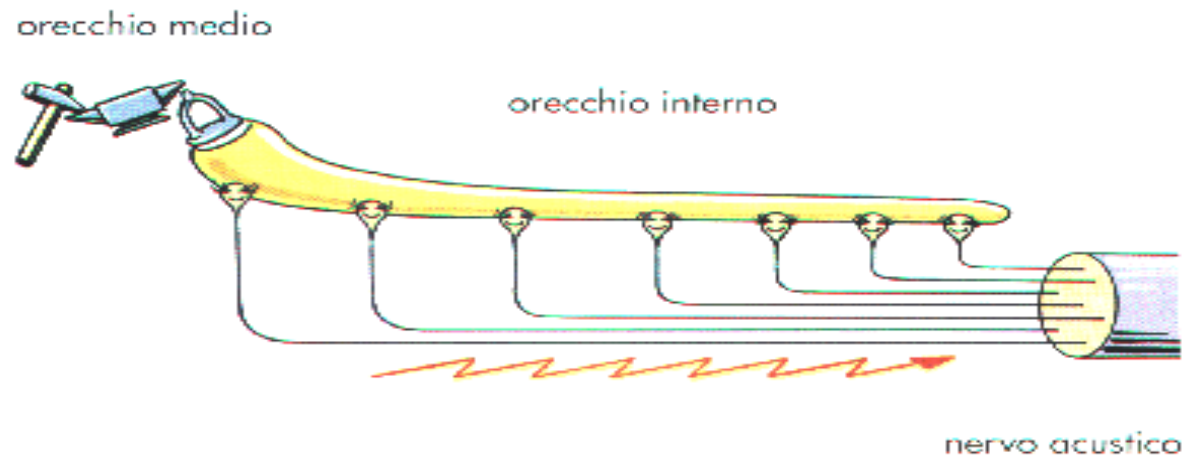
ORECCHIO INTERNO

CERVELLO

come funziona

<p>Le variazioni di pressione, vengono convogliate dal padiglione auricolare e dal condotto uditivo sulla membrana del timpano</p>	<p>Le vibrazioni meccaniche della membrana del timpano vengono trasmesse e amplificate dalla catena di ossicini (martello, incudine e staffa) al liquido contenuto nella coclea</p>	<p>Le vibrazioni del liquido contenuto nella coclea muovono le cellule ciliate che trasformano le vibrazioni in impulsi nervosi</p>	<p>Il cervello riceve gli impulsi nervosi dal nervo acustico trasformandoli in informazioni comprensibili</p>
---	--	--	---

- Il danno uditivo prodotto da un'esposizione prolungata nel tempo a rumori elevati è una riduzione di efficienza della funzione svolta dall'*orecchio interno*, ossia dalla coclea (o chiocciola).
 - Se pensiamo di srotolare la coclea, la stessa può essere così schematicamente raffigurata:



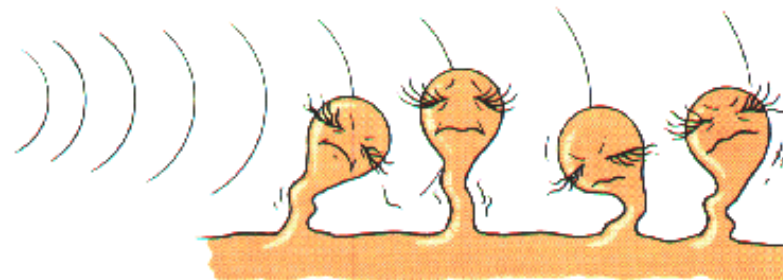
ove la posizione delle cellule ciliate stimulate dipende dalla frequenza del suono percepito.

Le cellule ciliate sono danneggiate dall'esposizione al rumore eccessivo.

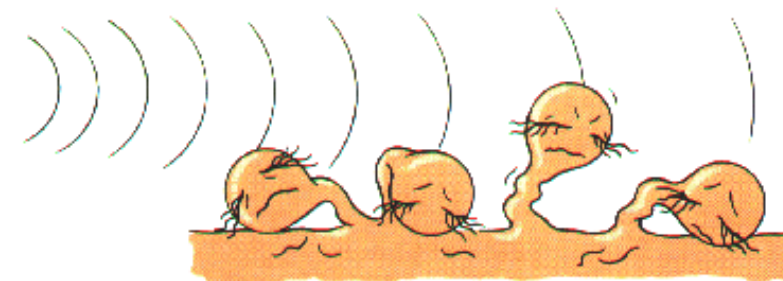
In un orecchio sono...



...ci sono circa 20.000 cellule ciliate...



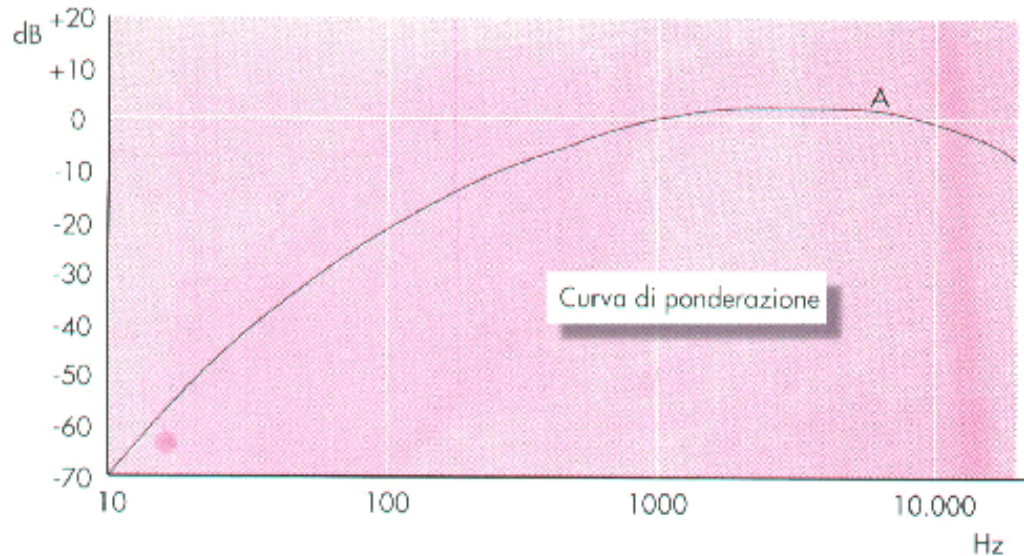
...dopo alcuni anni di esposizione a forti rumori...



...dopo molti anni di esposizione a forti rumori.

I decibel A

Nel misurare e quantificare il rumore bisogna però tenere conto anche della effettiva sensibilità dell'orecchio umano. Il nostro orecchio non percepisce tutte le frequenze allo stesso modo: la sensibilità è minore verso le basse frequenze (inferiori a 1000 Hz) e maggiore verso le frequenze più alte, con un massimo di sensibilità intorno ai 4000 Hz.



Per tenere conto della diversa sensibilità del nostro udito, è stato introdotto il decibel A-dB(A), unità di misura del rumore ponderato, cioè simulando il comportamento dell'orecchio umano. Il decibel A è l'unità di misura del rumore più usata quando si debbano considerare gli effetti del rumore sull'udito.

Come si misura il rumore

La misura dei suoni viene abitualmente eseguita attraverso fonometri

Nelle misure acustiche il segnale viene filtrato in modo da simulare la sensibilità dell'orecchio che è diversa per le diverse frequenze (sottostima le basse frequenze e sovrastima le alte)

Il filtro utilizzato in ambiente di lavoro è denominato A

Le misure così effettuate sono espresse in dB(A)



I danni da rumore

EFFETTI SULL'UDITO

EFFETTI EXTRAUDITIVI

DANNO

```
graph TD; DANNO[DANNO] --> ACUTO[EFFETTI DI TIPO ACUTO  
ROTTURA DEL TIMPANO]; DANNO --> CRONICO[EFFETTI DI TIPO CRONICO  
IPOACUSIA]; ACUTO --> ACUTO_DESC[Si verificano quando il suono è caratterizzato da un evento impulsivo - impattivo almeno un incremento di 40 dB(A) in un tempo <5 s per componenti in frequenza >800 Hz.]; CRONICO --> CRONICO_DESC[Si concretizzano quando si instaura un processo di distruzione graduale delle cellule nervose dell'organo del corti];
```

EFFETTI DI TIPO ACUTO ROTTURA DEL TIMPANO

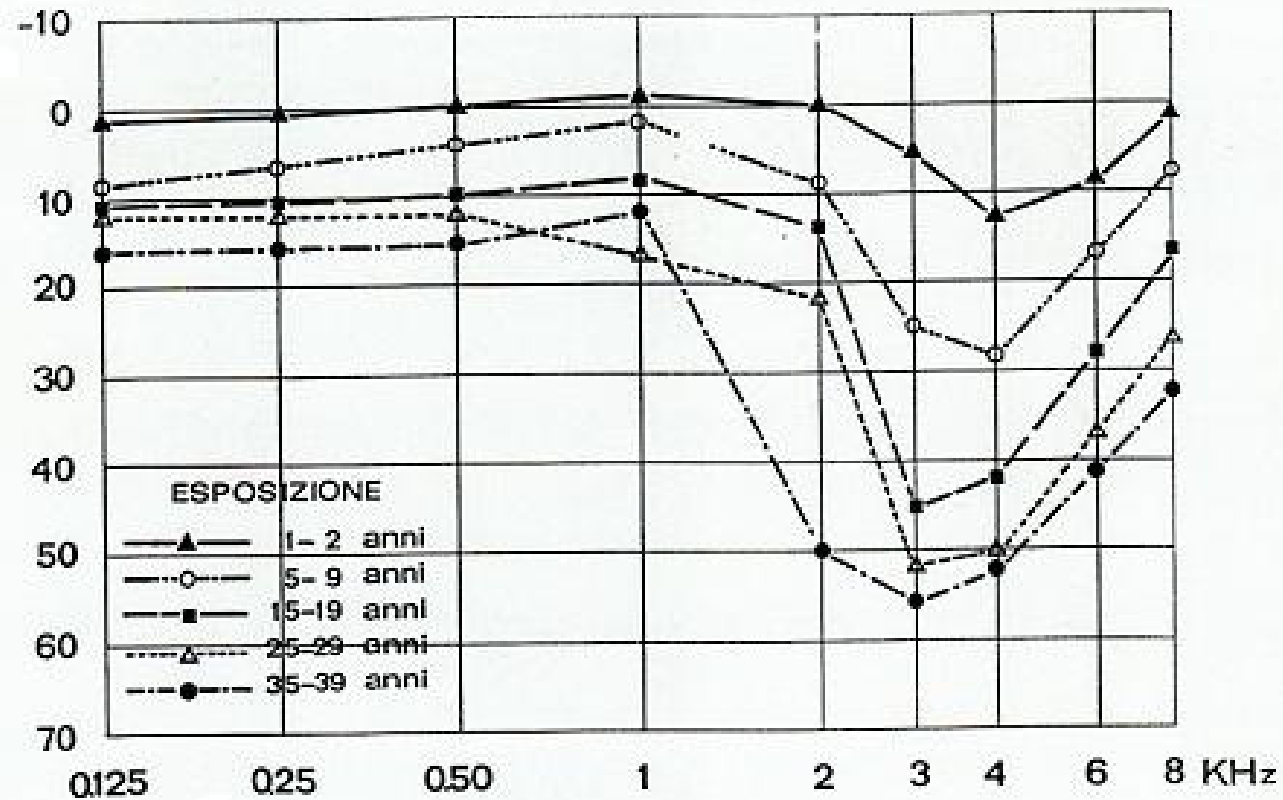
Si verificano quando il suono è caratterizzato da un evento impulsivo - impattivo almeno un incremento di 40 dB(A) in un tempo <5 s per componenti in frequenza >800 Hz.

EFFETTI DI TIPO CRONICO IPOACUSIA

Si concretizzano quando si instaura un processo di distruzione graduale delle cellule nervose dell'organo del corti

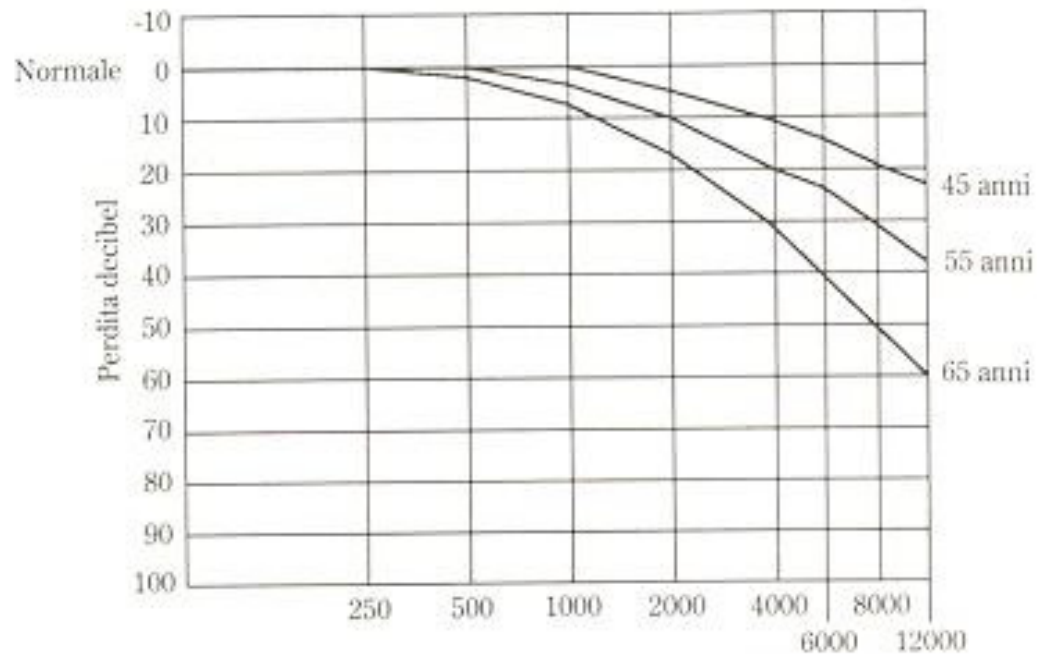
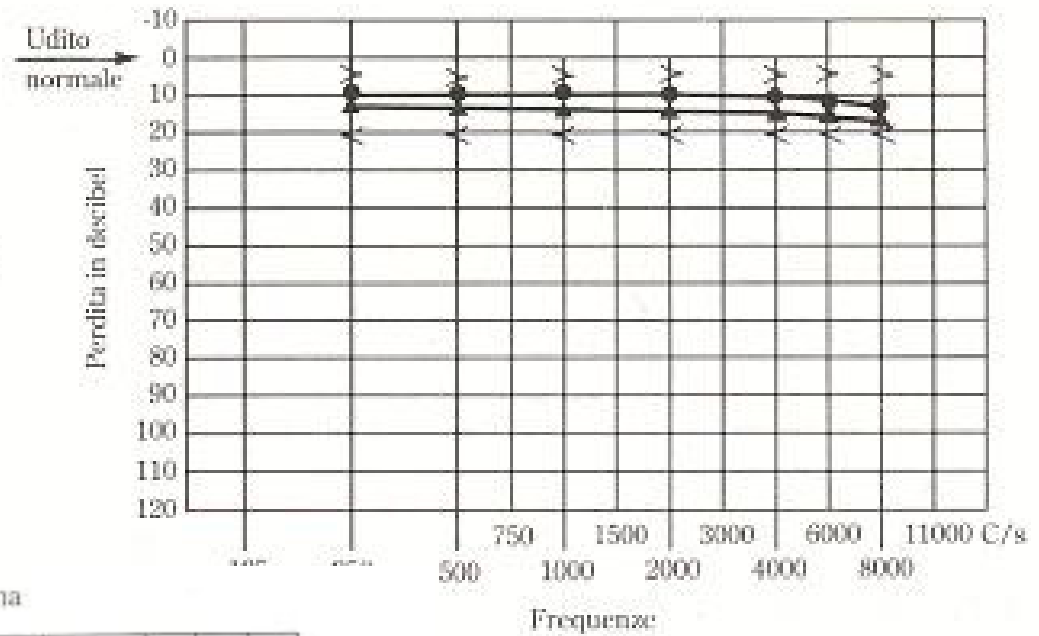
Ipoacusia da rumore

Tracciato audiometrico



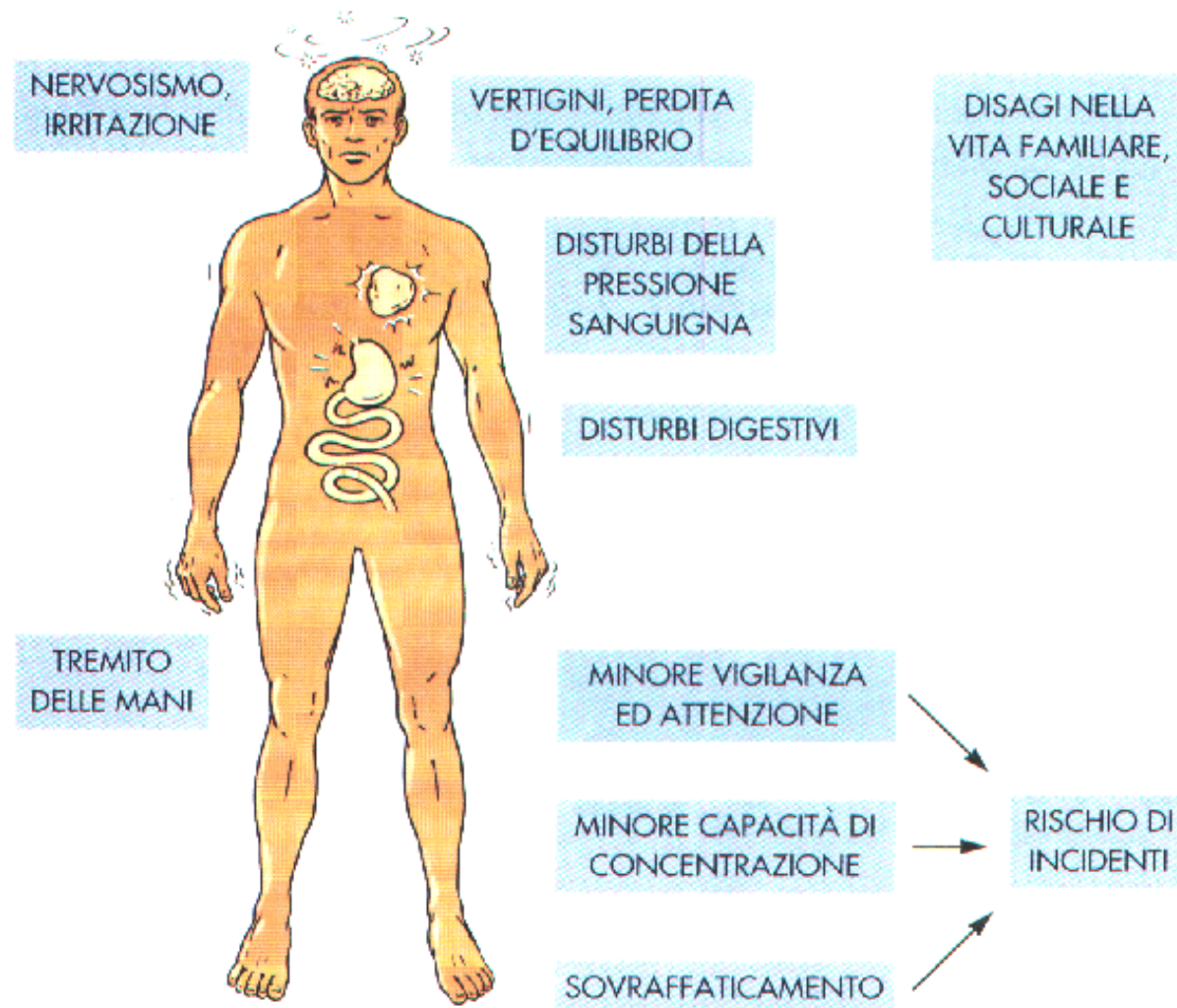
Normoacusia

A



Presbiacusia

Effetti extrauditivi



Effetti extrauditivi

Apparato cardiovascolare

Vasocostrizione periferica: aumento PA e diminuzione gittata cardiaca

Apparato respiratorio

Aumento della frequenza respiratoria

Apparato digerente

Aumento della motilità e secrezione gastrica

Effetti sul sistema endocrino

Reazioni di stress (catecolamine)

Altri

Aumento tono muscolare

Turbe vestibolari

Modificazioni della funzione visiva
(acuità, visione colori)

Effetti neuropsichici

Alterazioni EEG (crisi epilettiche nei topi)

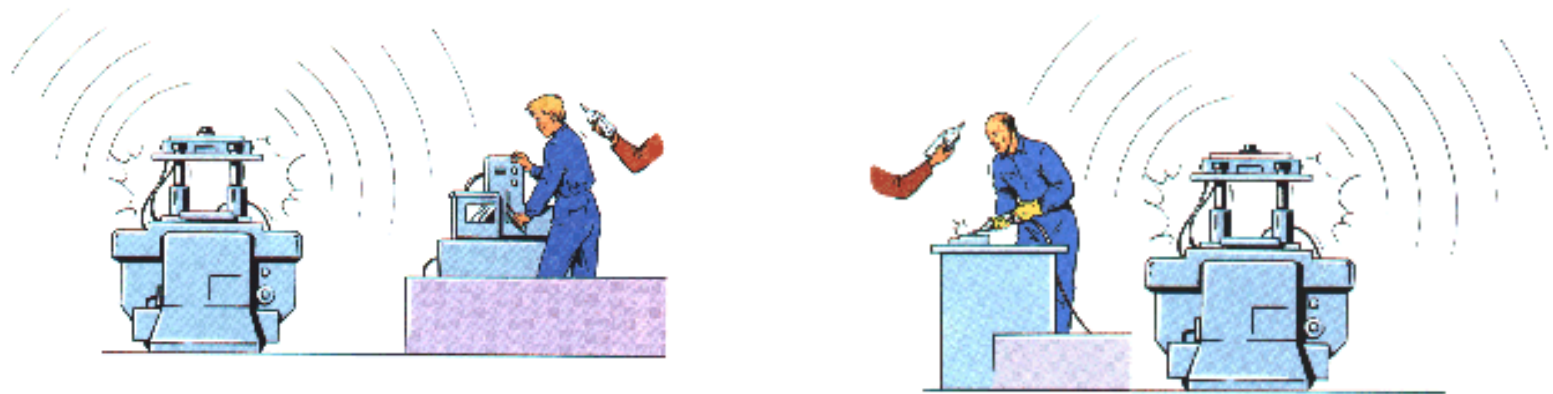
Irritazione, ansia, modificazioni dell'umore

Diminuzione dell'attenzione

Affaticamento mentale

Come si misura l'esposizione al rumore

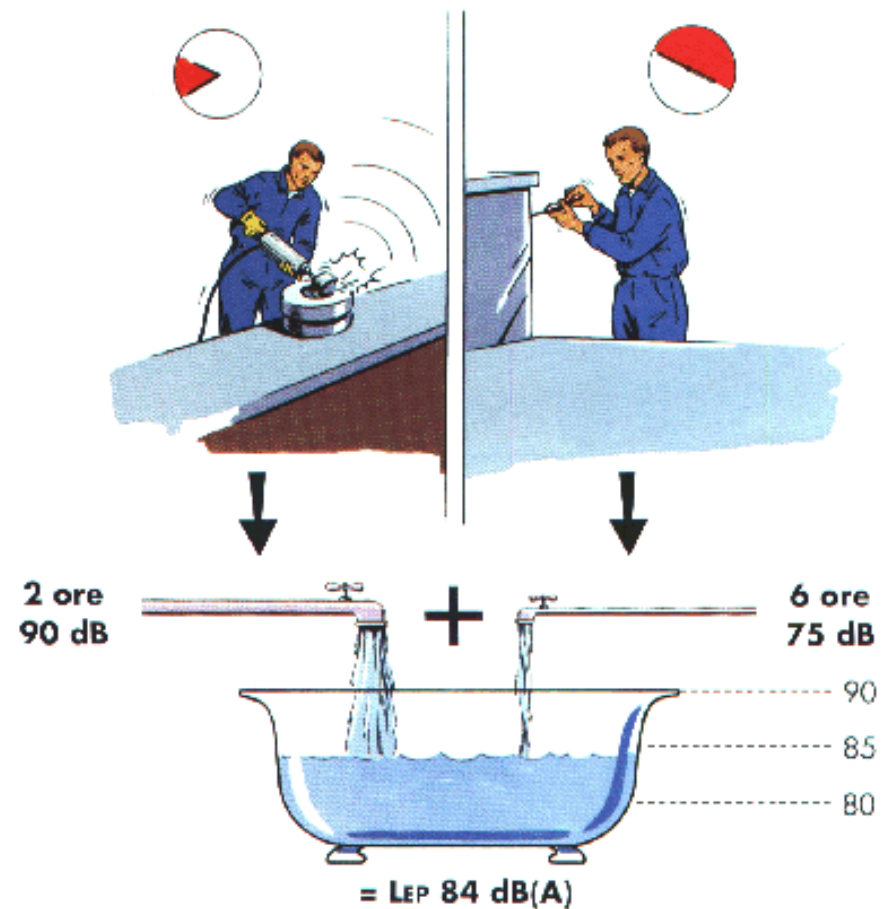
- Per valutare l'esposizione al rumore a cui è soggetto il lavoratore, si devono, in primo luogo, misurare i livelli sonori presenti nell'ambiente...



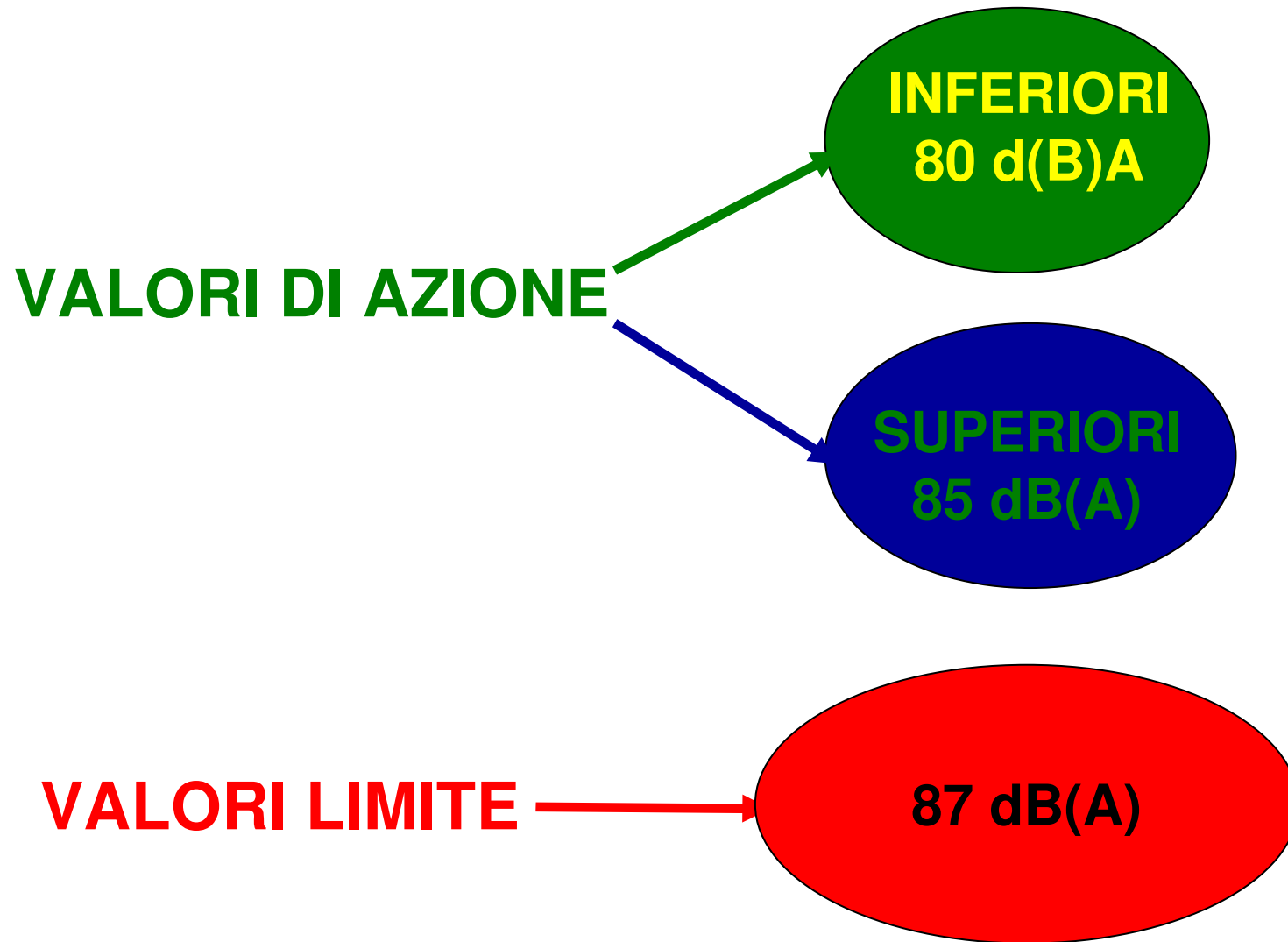
...in corrispondenza delle varie posizioni di lavoro.

Correlandolo con i tempi a cui il lavoratore è esposto ai singoli livelli

Per andare a calcolare
il valore medio
ponderato nel tempo
dell'esposizione del
lavoratore riferita a 8
ore/die o 40
ore/settimanali



Le fasce di esposizione al rumore



Classe di Rischio	LEX,8h
Rischio Assente	< 80 dB(A)
Rischio Lieve	tra 80 e 85 dB(A)
Rischio Consistente	85 e 87 dB(A)
Rischio Grave	> 87 dB(A)

se i Valori sono compresi tra 80 e 85 dB(A) il Datore di Lavoro:

- **misura i livelli di esposizione dei lavoratori esposti e riporta i risultati nel documento di valutazione**
- **Mette a disposizione i DPI per l'udito**
- **i lavoratori possono richiedere di essere sottoposti a sorveglianza sanitaria o qualora il medico competente ne confermi l'opportunità**

se i Valori sono compresi tra 85 e 87 dB(A) il

Datore di Lavoro:

- **elabora e applica un programma di misure tecniche ed organizzative per la riduzione del rumore**
- **indica con cartelli i luoghi in cui i lavoratori possono essere esposti a valori superiori di azione**
- **delimita dette aree e limita l'accesso alle stesse**
- **sottopone a sorveglianza sanitaria i lavoratori**
- **Fornisce e obbliga all'utilizzo dei DPI**
- **Sottopone i lavoratori a sorveglianza sanitaria**

se il Valore limite di 87dB(A) è superato il Datore di Lavoro:

- **adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite**
- **individua le cause dell'esposizione eccessiva**
- **modifica le misure di protezione e prevenzione per evitare che la situazione si ripeta**

Informazione e Formazione

i lavoratori esposti a valori uguali o superiori ai valori inferiori di azione cioè 80 dB(A) devono essere informati e formati con particolare riferimento a :

- alla natura di detti rischi
- ai valori limite di esposizione e ai valori di azione
- ai risultati delle valutazioni e misurazioni del rumore effettuate
- alle misure adottate in applicazione del presente titolo volte a eliminare o ridurre al minimo il rischio derivante dal rumore, incluse le circostanze in cui si applicano dette misure
- all'uso corretto dei dispositivi di protezione individuale dell'udito
- all'utilità e ai mezzi impiegati per individuare e segnalare sintomi di danni all'udito
- alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e all'obiettivo della stessa
- alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione al rumore

I DPI



f (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
APV _f (dB)	7,0	11,4	15,7	19,4	24,4	32,6	29,7

H (dB)	25
M (dB)	19
L (dB)	13

SNR (dB)	21
----------	----



Bilsom Viking V3	SNR=30		H=34			M=28		L=20
Frequenza in HZ:	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Attenuazione media dB:	16.9	16.8	20.8	30.4	36.8	36.7	41.4	37.8
Deviazione standard dB:	3.0	3.6	3.1	3.1	3.3	4.6	3.5	4.9
Protezione presunta dB:	13.9	13.2	17.7	27.3	33.5	32.1	37.9	32.9