

aifos

ASSOCIAZIONE ITALIANA
FORMATORI ED OPERATORI
DELLA SICUREZZA SUL LAVORO

Rischi fisici valutazione, prevenzione e protezione

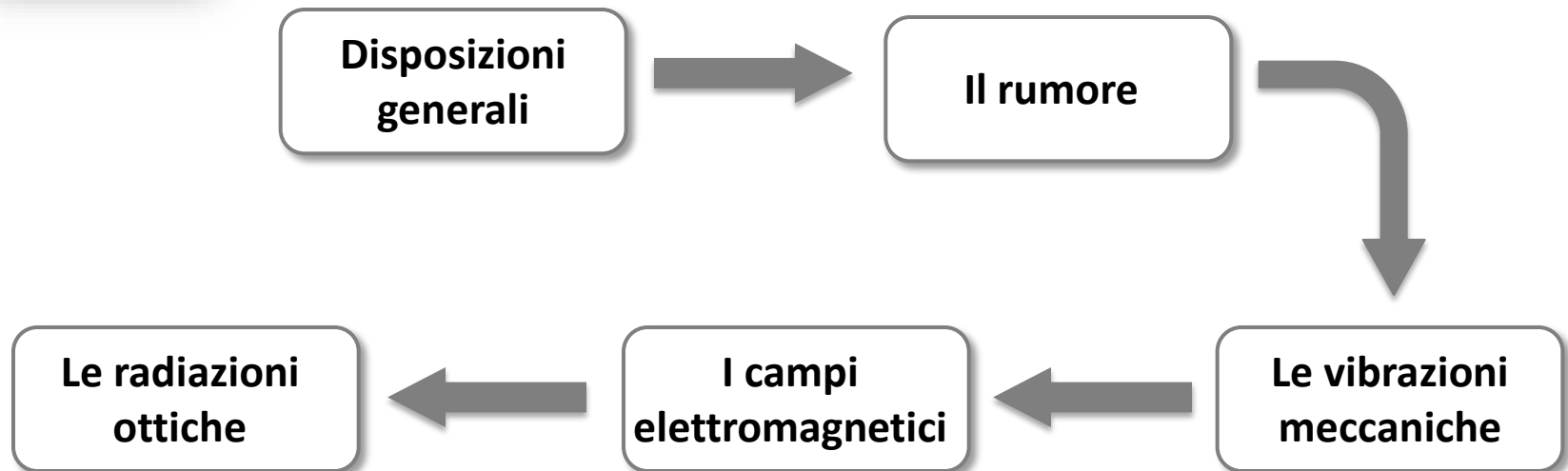
Artt. 32 e 37 D.Lgs 81/08 - Accordo Stato-Regioni 17/04/2025





Modulo unico

RISCHI FISICI valutazione, prevenzione e protezione



Test di ingresso



Agenti fisici: disposizioni generali

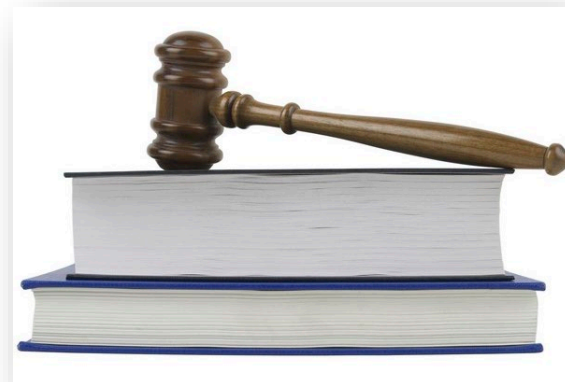


Il **Titolo VIII** del D. Lgs. n. 81/2008 è dedicato alle **disposizioni generali** sugli agenti fisici:

- **rumore** (capo II)
- **vibrazioni meccaniche** (capo III)
- **campi elettromagnetici** (capo IV)
- **radiazioni ottiche artificiali** (capo V)

Il **D. Lgs. n. 159/2016** ha modificato il D. Lgs. n. 81/2008 per quanto riguarda i:

- **campi elettromagnetici**



- La valutazione dei rischi da esposizione ad agenti fisici è:
 - ✓ effettuata con cadenza almeno **quadriennale**
 - ✓ aggiornata in caso di **mutamenti** che la rendano obsoleta
 - ✓ aggiornata a seguito dei risultati della **sorveglianza sanitaria**
- I dati sulla valutazione e misurazione dei livelli di esposizione fanno parte integrante del **documento di valutazione dei rischi**
- Nel documento di valutazione dei rischi, il **Datore di lavoro** precisa le misure di prevenzione e protezione adottate

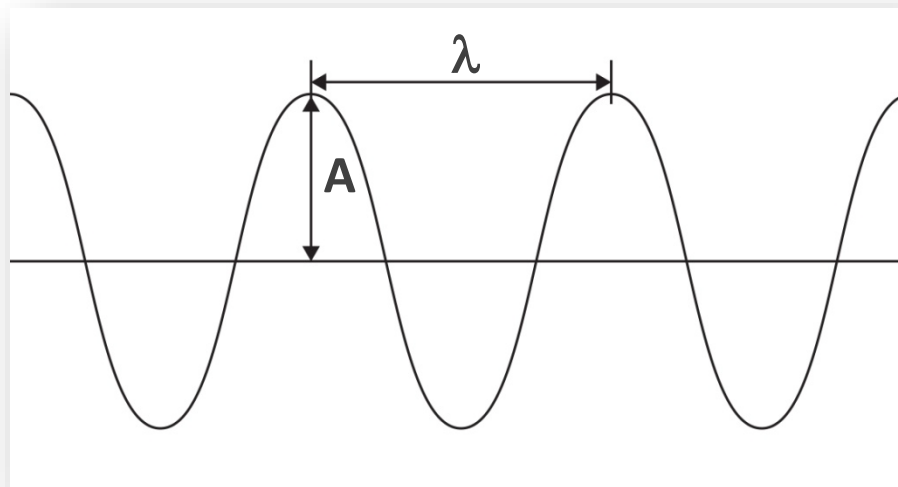
- Il **Datore di lavoro** provvede:
 - ✓ a **eliminare** alla fonte o a **ridurre** al minimo i rischi da agenti fisici
 - ✓ a **informare** e **formare** i lavoratori e i loro rappresentanti sui risultati della valutazione dei rischi derivanti da agenti fisici
 - ✓ a sottoporre i lavoratori esposti ad agenti fisici alla **sorveglianza sanitaria**

Il rumore



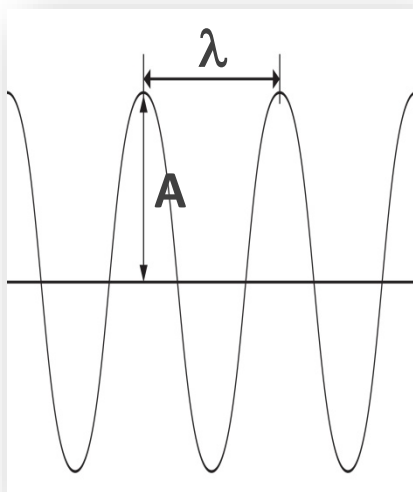
- Il suono è generato da un oggetto in **oscillazione** attorno a una posizione di riposo (una corda di violino, la membrana di un tamburo, le corde vocali, il rotolamento di un pneumatico, ecc.)
- Se l'oggetto è a contatto con un **mezzo elastico** (aria, acqua, un metallo, ecc.), l'oscillazione è trasmessa al mezzo
- Per questo motivo il suono **non** si trasmette nel vuoto, contrariamente alle onde elettromagnetiche!
- Il mezzo trasmette il suono fino all'**orecchio umano** che lo può percepire

- Graficamente il suono si può rappresentare con una **sinusoide**
- La sinusoide è caratterizzata da due parametri:
 - ✓ la **lunghezza d'onda λ** , cioè la distanza tra due “picchi” successivi
 - ✓ l'**ampiezza A** , cioè l'intensità del suono

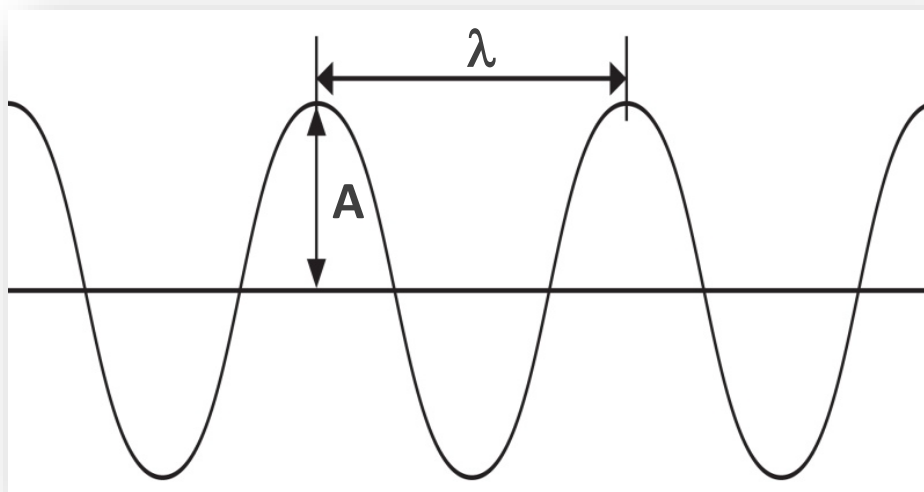




- In pratica, al posto della lunghezza d'onda, è più conveniente utilizzare la **frequenza**, cioè il numero di oscillazioni al secondo
- L'unità di misura della frequenza è l'**hertz** (simbolo **Hz**)



suono ad alta frequenza



suono a bassa frequenza

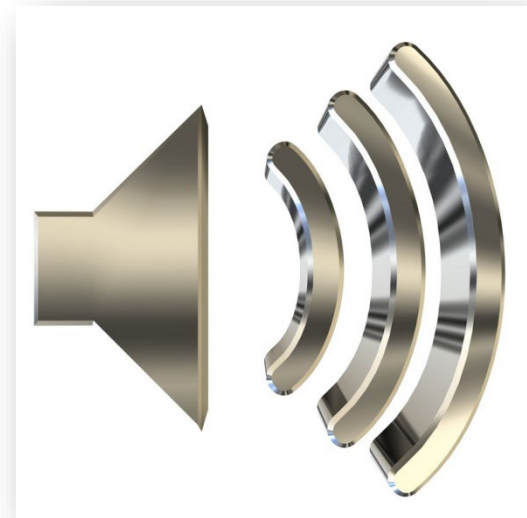


I suoni non sono tutti uguali!

aifos

- La frequenza di un suono può variare da valori **molto bassi** (0,02 Hz) fino a raggiungere valori **molto elevati** (200.000 Hz e oltre)
- L'orecchio umano **non** percepisce tutti i suoni, ma solo quelli compresi tra **20** e **20.000 Hz**
- I suoni con frequenza inferiore a 20 Hz sono detti **infrasuoni**, quelli con frequenza superiore a 20.000 Hz sono detti **ultrasuoni**
- L'orecchio umano distingue i suoni in funzione sia della **frequenza** (gravi o acuti) che dell'**intensità** (forte o piano)

- Dal punto di vista della fisica, per caratterizzare completamente un suono è sufficiente la conoscenza dei parametri **ampiezza** e **frequenza**
- Per caratterizzare i suoni percepiti dall'orecchio umano è necessario utilizzare una particolare unità di misura chiamata **decibel** (simbolo dB) che corrisponde ad un decimo di bel





- Il suono agisce sulla membrana timpanica dell'orecchio sotto forma di una **pressione**



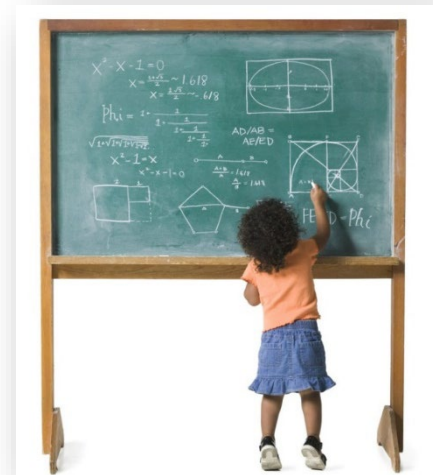
- L'orecchio percepisce le variazioni della **pressione sonora** che sono trasformate dal sistema nervoso centrale in percezione del suono
- La pressione sonora, come la pressione in generale, si misura in **pascal** (simbolo Pa)

- Il livello minimo di pressione sonora percepibile dall'orecchio umano p_0 è di circa 20×10^{-6} Pa (20 milionesimi di Pa!)
- Il livello massimo di pressione sonora p percepibile dall'orecchio umano (soglia del dolore) è di 200-300 Pa
- I valori di pressione **minimo** e **massimo** espressi in Pa sono molto lontani tra di loro!
- Per questo motivo si è convenuto di sostituire la pressione sonora espressa in Pa con il **decibel** che presenta valori compresi tra **0 e 140!**

Per trasformare la pressione sonora in **decibel** si utilizza la formula:

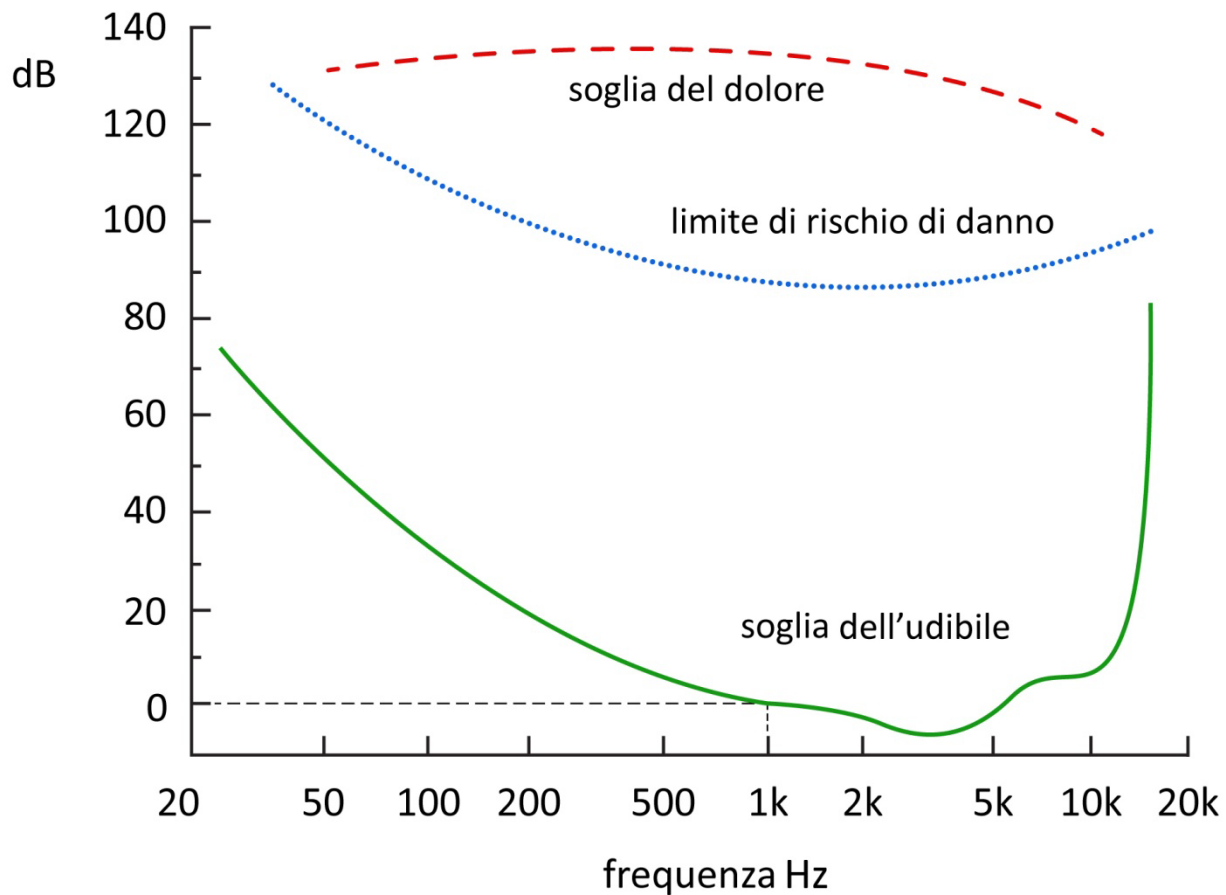
$$10 \times \log \frac{(\text{pressione sonora})^2}{(\text{pressione sonora minima percepibile})^2} = 10 \times \log \frac{p^2}{p_0^2}$$

Ad esempio, una pressione sonora di 100 Pa corrisponde a 186 dB!

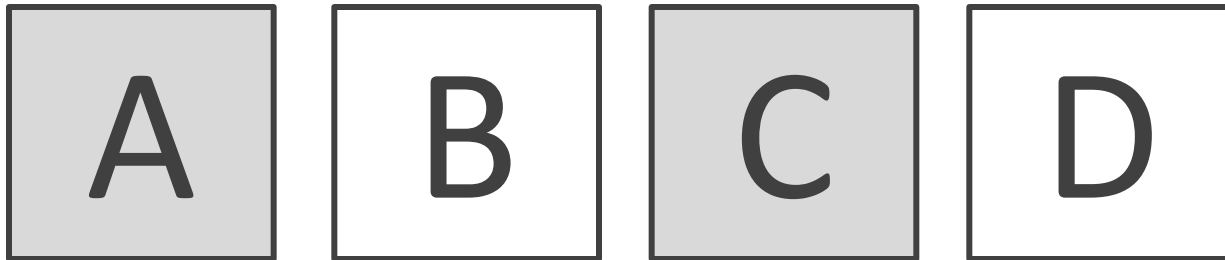


- Gli **strumenti** di misura del rumore presentano una **risposta lineare** rispetto alla frequenza e all'ampiezza del suono
- In pratica, i dB misurati aumentano linearmente all'aumentare della frequenza e, a parità di frequenza, all'aumentare dell'ampiezza
- Al contrario, l'orecchio umano ha una percezione del rumore **non lineare** rispetto alla frequenza!

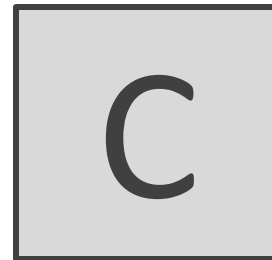




- Per rendere le misure in dB più “vicine” possibile al comportamento dell’orecchio umano, è necessario **correggere** il valore in dB mediante l’applicazione di “**filtri**”
- In acustica i filtri più utilizzati sono quattro: “A”, “B”, “C” e “D”
- In pratica, tuttavia, i filtri impiegati sono quelli **A** e **C** e la rispettiva misura diventa **dB(A)** e **dB(C)**



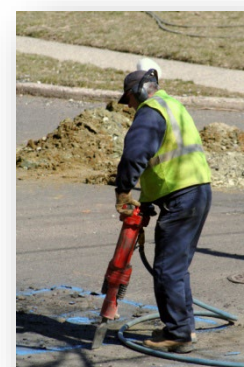
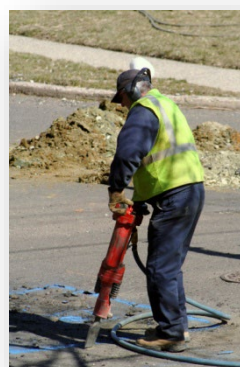
- Il **filtro C** **non** modifica significativamente il valore in dB
- Il **filtro C** è utilizzato per suoni molto “intensi”, da **100 a 140 dB**
- Al contrario il **filtro A** riduce il valore misurato, cioè il valore in dB(A) è inferiore a quello in dB
- Il **filtro A** è utilizzato per suoni “normali”, **inferiori a 100 dB**



- Per effetto della formula del calcolo dei dB a partire dalla pressione sonora e altri fattori, i valori in dB **non** si possono **sommare**!
- Ad esempio, due suoni uguali ciascuno di **100 dB** non producono un valore di 200 dB, ma solo di circa **103 dB**!



100 dB



100 dB + 100 dB = 103 dB!



- Il **suono** è caratterizzato da una specifica frequenza e ampiezza
- Al contrario, il **rumore** è la somma di suoni diversi per frequenza e ampiezza!
- Non solo, normalmente il **rumore non** è costante nel tempo e varia continuamente

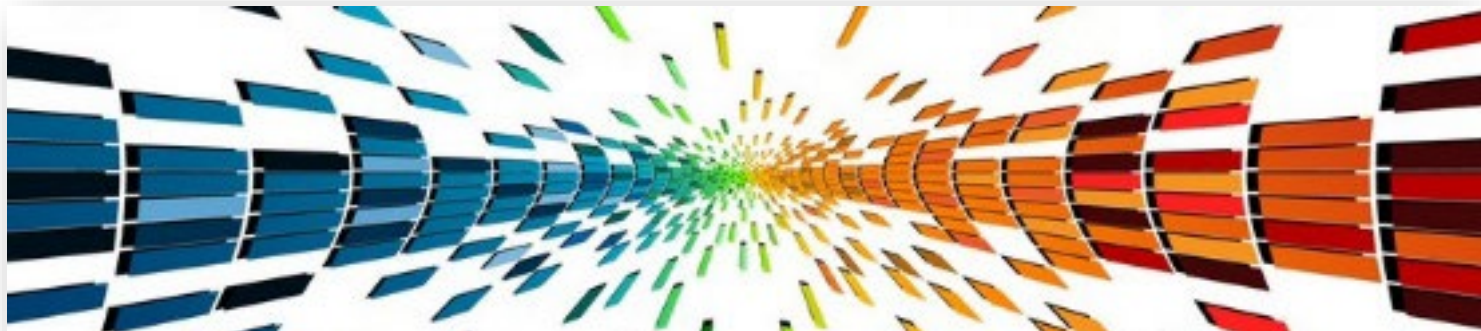
biblioteca, sala di lettura	30 dB
colloquio in tono sommesso	40 dB
musica soffusa	50 dB
conversazione normale	60 dB
a 50 metri da una strada con traffico normale	70 dB
a 50 metri da una strada con traffico intenso	80 dB
a 7 metri da un clacson di un autoveicolo	100 dB
discoteca, martello pneumatico	120 dB
a 30 metri da un aereo a reazione al decollo	140 dB

- La **misura istantanea** del livello di rumore **non** è conveniente
- Normalmente il livello di rumore viene misurato in un certo **periodo di tempo**
- Il risultato della misura è un **valore medio** detto **livello sonoro equivalente** (simbolo **L_{eq}**)
- Il livello sonoro equivalente è il livello di un **ipotetico rumore costante** che esercita sull'orecchio la **stessa quantità** di energia sonora del rumore reale

- **Pressione acustica di picco “ p_{peak} ”**: valore massimo del livello sonoro istantaneo espresso in dB(C)
- **Livello di esposizione giornaliera “ $L_{EX, 8h}$ ”**: valore medio dell’esposizione al rumore per una giornata lavorativa di **8 ore** espresso in dB(A)
- **Livello di esposizione settimanale “ $L_{EX, w}$ ”**: valore medio dell’esposizione al rumore per una settimana di **5 giornate** lavorative di **8 ore** espresso in dB(A)

Il D. Lgs. n. 81/2008 stabilisce:

- il **valore limite** di esposizione istantanea di **picco**, cioè il livello di rumore che **non** può essere superato, **ppeak** in dB(C)
- il **valore limite medio** di esposizione al rumore per una giornata lavorativa di **8 ore**, **L_{ex}, 8h** in dB(A)
- i **valori inferiori e superiori di azione** in dB(A)



I valori limite di esposizione e i valori di azione (2)

aifos

Limiti	LEX, 8h	ppeak
inferiori di azione	80 dB(A)	135 dB(C)
superiori di azione	85 dB(A)	137 dB(C)
di esposizione	87 dB(A)	140 dB(C)



Attività che possono superare gli 80 dB(A)

tessitura, produzione di bottoni, occhiali, penne, ecc.

esercizio macchine agricole

imbottigliamento in vetro

allevamento, macellazione

lavorazione marmo, taglio piastrelle di ceramica e vetro

falegnameria, segheria, abbattimento alberi, ecc.

carpenteria, edilizia, lavori stradali, marmisti, ecc.

discoteche, musicisti, orchestrali, ecc.



- Nel caso di esposizione a un **rumore costante** per l'intera giornata lavorativa di 8 ore, **LEX, 8h** coincide con il livello sonoro equivalente **Leq** (che in questo caso coincide con il valore di rumore istantaneo)
- Se i livelli di rumore cambiano sensibilmente durante la giornata lavorativa, il calcolo di **LEX, 8h** è piuttosto complesso!
- Infatti, **non** è possibile calcolare semplicemente il valore medio tra i vari rumori!

Ecco la formula da impiegare per calcolare **LEX, 8h**:

$$\text{LEX, 8h} = 10 \times \log \frac{T_1 \times 10^{(0,1 \times \text{Leq}_1)} + T_2 \times 10^{(0,1 \times \text{Leq}_2)} + \text{ecc.}}{8}$$

dove:

T_1 = tempo in **ore** con esposizione Leq_1

T_2 = tempo in **ore** con esposizione Leq_2

ecc.





*Se ci scambiamo una moneta
avremo entrambi una moneta
Se ci scambiamo un'idea
avremo entrambi due idee*



aifos

ASSOCIAZIONE ITALIANA
FORMATORI ED OPERATORI
DELLA SICUREZZA SUL LAVORO

Grafica:
Silvia Toselli e Giulia Vailati