

RUMORE

PRINCIPALI RIF.TI LEGISLATIVI

| | |
|--------------|---|
| DPR 303/56 | Norme generali per l'igiene del lavoro |
| D.Lgs 277/91 | Attuazione delle direttive 82/605/CEE, 83/477/CEE, 86/188/CEE, 88/642/CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della Legge 30/07/1990 n° 212 |
| | |
| | |

Il rischio derivante dall'esposizione a sorgenti di rumore elevate non va trascurato, soprattutto perché gli effetti dannosi non sono acuti ma cumulativi, mentre la naturale assuefazione alla fonte di rumore inizialmente giudicata fastidiosa porta ad accantonare il problema.

Generalmente le attività di ricerca in fisica non comportano l'uso di strumentazione eccessivamente rumorosa, tuttavia per poter verificare in maniera qualitativa ("a orecchio" !) e quantitativa l'effettiva assenza di pericolo, è opportuno richiamare qui alcune informazioni generali sui fenomeni acustici, informazioni che consentiranno di interpretare la normativa vigente e i limiti in essa indicati.

CENNI GENERALI SUI FENOMENI ACUSTICI

Il suono consiste in onde longitudinali associate a compressioni e decompressioni successive in un fluido, che sono percepibili dal sistema uditivo umano. I fenomeni acustici sono dunque matematicamente descrivibili in termini di onde di pressione.

Relazioni fra pressione, intensità e potenza

La **potenza** (W) di una sorgente sonora è l'energia (acustica) emessa nell'unità di tempo; nel Sistema Internazionale è misurata in Watt.

L'**intensità** (I) è definita come l'energia (sonora) incidente su una superficie S perpendicolare alla direzione di propagazione per unità di tempo; nel Sistema Internazionale si misura in W/m^2 .

Ai fini degli studi sul rumore, è più utile considerare non la pressione istantanea, bensì la radice quadrata della pressione quadratica media, quantità indipendente dal tempo e collegabile all'intensità ed alla potenza dell'onda acustica.

Infatti per onde piane si ha:

$$I = \frac{p^2}{\rho v}$$

p è la pressione, ρ è la densità del mezzo (kg/m^3) e v è la velocità del suono nel mezzo¹ (m/s).

Mezzo omogeneo ed isotropo

Secondo la legge di Fechner-Weber, la sensazione sonora non cresce come l'intensità bensì come il logaritmo dell'intensità. Questo significa che, se il valore della pressione sonora raddoppia o triplica, l'orecchio percepisce il suono più forte del doppio o del triplo.

¹ La velocità del suono nell'aria vale circa 343 m/s

Quindi, due sorgenti sonore di potenza W_1 e W_2 vanno confrontate attraverso il logaritmo del rapporto, a cui si dà il nome di **numero di bel**:

$$\text{Log}_{10} W_1/W_2$$

In pratica, questa unità è troppo piccola per cui si utilizza correntemente il suo multiplo **numero di Decibel** definito come

$$10 \text{ Log}_{10} W_1/W_2$$

Nel caso di sorgente di intensità I , il livello di intensità misurato in Decibel si ottiene rapportando l'intensità della sorgente che si misura con l'intensità di riferimento I_0 :

$$10 \text{ Log}_{10} I/I_0$$

Fissato il livello di riferimento dell'intensità acustica $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, si definiscono i livelli di potenza acustica L_w ed il livello di intensità acustica L_I :

$$L_w = 10 \text{ Log} \frac{W}{W_0}$$

$$L_I = 10 \text{ Log} \frac{I}{I_0}$$

Sfruttando inoltre le relazioni fra pressione, intensità e potenza, si definisce il livello di pressione sonora (SPL, *Sound Pressure Level*) come:

$$L_p = 20 \text{ Log} \frac{P}{p_0}$$

con $p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$.

A titolo di esempio, in *Tabella 4* sono riportati i valori in dB dei tipi di rumore più comuni.

Tabella 4

| FENOMENO | dB |
|-----------------------|---------|
| soglia di udibilità | 0 |
| conversazione normale | 30-40 |
| macchina da scrivere | 50-70 |
| automobile | 80-90 |
| gru | 100-110 |
| aereo a reazione | 120-130 |
| soglia del dolore | 140 |

Si noti per inciso che la scala in dB copre due ordini di grandezza, mentre l'intervallo di pressione corrispondente va da 10^2 a 10^8 ovvero 6 ordini di grandezza.

L'orecchio umano, oltre ad essere sensibile in maniera non lineare alle variazioni di pressione, è altresì sensibile in modo diverso alle diverse frequenze: è più sensibile alle frequenze tra 2000 e 5000 Hz, mentre lo è molto meno alle frequenze dell'intervallo esterno; in pratica, un suono di 20 dB a 100 Hz verrà percepito come un suono di 0 dB a 1000 Hz (soglia di udibilità).

Di questo fatto occorre naturalmente tenere conto nell'effettuare le rilevazioni; all'interno degli strumenti di misura è stata quindi introdotta una correzione, detta "curva di ponderazione A", e i rilievi effettuati vengono allora indicati col simbolo dB(A).

Il livello di pressione sonora "ponderato" è definito come:

$$L_{eqA} = 10 \text{Log} \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_o^2} dt$$

dove $p(t)$ è il livello istantaneo di pressione e T è l'intervallo di tempo considerato. La correzione si applica alla pressione.

NORMATIVA SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO

In materia di inquinamento acustico si fa riferimento al Decreto Legislativo n° 277/91.

Il parametro acustico fondamentale è l'esposizione al rumore del lavoratore, che si distingue in quotidiana ($L_{EP,d}$) e settimanale ($L_{EP,w}$), definite come segue:

$$L_{EP,d} = L_{eqA,Te} + 10 \text{Log} \frac{T_e}{T_o}$$
$$L_{EP,w} = 10 \text{Log} \left[\frac{1}{5} \sum_{k=1}^m 10^{0.1(L_{ep,d})_k} \right]$$

T_e durata quotidiana dell'esposizione personale di un lavoratore al rumore (compresa la quota giornaliera di lavoro straordinario)

T_o a 8 ore (28800 secondi)

$L_{eqA,Te}$ livello equivalente continuo ponderato A sul tempo T_e

m numero di giorni di lavoro della settimana considerata.

L'uso dei mezzi di protezione dell'udito è **strettamente necessario** nel caso di esposizione quotidiana superiore ad **85 dB(A)**, e **obbligatorio** nel caso di esposizione superiore a **90 dB(A)**.

Art. 41 D.Lgs. 277/91

Nei luoghi di lavoro che possono comportare, per l'intera giornata lavorativa, un'esposizione quotidiana personale **superiore a 90 dB(A)** oppure un valore della pressione acustica istantanea non ponderata superiore a 140 dB (200 Pa), deve essere esposta **segnaletica appropriata**.

Art. 42 D.Lgs. 277/91:

se l'esposizione quotidiana personale può superare **85 dB(A)**, il datore di lavoro fornisce a tutti i lavoratori coinvolti i mezzi individuali di protezione dell'udito.

In questo caso, il datore di lavoro deve altresì fornire **a tutti i lavoratori esposti** adeguata formazione su:

- i rischi derivanti all'udito dall'esposizione al rumore:
- l'uso corretto dei mezzi individuali di protezione dell'udito.

Art. 44 D.Lgs. 277/91

la **sorveglianza sanitaria** è obbligatoria per i lavoratori sottoposti ad esposizione quotidiana personale superiore a **85 dBA** (frequenza non inferiore a due anni, e almeno annuale nel caso di livello superiore a 90 dBA); nel caso in cui il livello sia compreso fra 80 e 85 dB(A) il controllo sanitario è facoltativo (sentito il parere del medico competente).

PERICOLI CONNESSI ALL'ESPOSIZIONE AL RUMORE

L'esposizione continuata a rumori oltre una certa intensità provoca nell'organismo umano danni sia fisici, sia psichici. Questi danni possono essere:

- ✓ temporanei, ossia di durata limitata nel tempo;
- ✓ irreversibili, ossia che non spariscono più, rimarranno per la durata della vita.

È noto che l'esposizione ad un rumore intenso, al limite della sopportazione, anche per un breve periodo di tempo, può provocare una perdita di udito irreversibile, ma è ormai cognizione diffusa che lo stesso tipo di danno può essere causato dall'esposizione molto prolungata in ambienti considerati moderatamente rumorosi.

Gli effetti nocivi del rumore sull'uomo si dividono in uditivi (specifici) diretti sull'organo dell'udito, extra uditivi (non specifici) che possono interessare vari organi ed apparati psico-sociali.

Gli effetti uditivi possono sintetizzarsi in modificazioni irreversibili per esposizione protratta al rumore (sordità da rumore) e in modificazioni reversibili o irreversibili per trauma acustico acuto.

Un'esposizione ad un rumore estremamente intenso può anche lacerare il timpano producendo una perdita uditiva molto accentuata; un rumore meno elevato, ma pur sempre intenso, determinerà una lesione alle strutture dell'orecchio interno che non riusciranno più a trasmettere in modo completo gli impulsi al cervello.

Parimenti un'esposizione cronica a rumori elevati provocherà una sordità professionale.

CARATTERISTICHE DELL'IPACUSIA DA RUMORE

Il rischio è legato a tre parametri:

1. intensità del rumore: maggiore è l'intensità maggiore è il pericolo di un danno,
2. frequenza del rumore: le frequenze medio alte sono le più pericolose,
3. durata dell'esposizione: il danno è proporzionale al tempo di esposizione.

Il danno che si può produrre per esposizione continuata a livelli elevati di rumore è l'ipoacusia da rumore che presenta le seguenti caratteristiche:

- ✓ la sordità è di tipo percettivo interessa, cioè le terminazioni nervose e non le vie di trasmissione meccanica del suono,
- ✓ la perdita dell'udito inizia in modo caratteristico alla frequenza di 4000 Hz.

La caratteristica di irreversibilità della sordità da rumore deve stimolare nel lavoratore una particolare attenzione per la propria salute, soprattutto evitando esposizioni indebite ed utilizzando in modo corretto gli otoprotettori che, quando necessario, gli sono stati forniti dal datore di lavoro.

Tra gli effetti extra uditivi (no specifici) avremo:

Malattie psicologiche

Reazioni psicologiche o comportamentali di vario grado che vanno dalla noia, al fastidio, all'irritazione dipendono dal tipo di rumore e dalle caratteristiche psicofisiche dell'individuo. Le turbative del sonno possono a lungo andare determinare disturbi psicofisici.

Interferenza nella conversazione

Il livello sonoro ambientale può essere tale da disturbare una normale conversazione; in tal caso chi parla tende spontaneamente ad alzare il tono di voce compiendo così uno sforzo fisico proporzionato all'entità del rumore del disturbo da vincere.

CRITERI DI DIMINUZIONE DEI RISCHI

| Punto di azione | Azione richiesta | Modalità di azione |
|------------------|---|---|
| Fonti di rumore | Riduzione della formazione del rumore | <ul style="list-style-type: none"> - impiegando macchine silenziose - ricorrendo a procedimenti silenziosi - migliorando la parte tecnica, per es. i cuscinetti, gli ingranaggi, i telai, gli utensili - evitando esposizioni estreme, come quelle indotte da colpi eccessivi e da impatti da grandi altezze o causate da ostacoli nel flusso di fluidi - adottando mezzi ben dimensionati e sistemi di lavorazione appropriati, scegliendo il materiale da lavorare adatto - provvedendo a manutenzione regolare |
| | Riduzione della trasmissione del suono mediante | <ul style="list-style-type: none"> - smorzamento del suono strutturale, per es. con irrigidimenti, con lamiere sandwich - disaccoppiamento degli elementi riflettenti il suono dai generatori acustici, per es. ricorrendo a giunti elastici per tubi o superfici d'impatto silenziose - insolazioni antivibranti - silenziatori per scarichi di aria compressa e dei gas di scappamento |
| | Riduzione delle riflessioni sonore | <ul style="list-style-type: none"> - diminuendo il grado di riflessione, per es. con irrigidimenti o rivestimento fono-assorbenti - incapsulando le macchine |
| Locali di lavoro | Separazione dei locali | <ul style="list-style-type: none"> - limitando la propagazione del suono, per es. con la creazione di locali separati, la posa di pareti divisorie o cabine - centralizzando le sorgenti rumorose |
| | Misure di acustica ambientale e architettonica | <ul style="list-style-type: none"> - aumentando la distanza fra la sorgente rumorosa e il posto di lavoro - posando soffitti, pareti, porte, finestre o pavimenti smorzanti il suono o fono-isolanti - posando elementi fono-assorbenti - migliorando la diffusione acustica ambientale (aumentare la distanza tra le superfici riflettenti e il posto di lavoro) |
| Uomo | Protezione personale dell'udito | <ul style="list-style-type: none"> - informando il personale - segnalando le zone rumorose - usando cuffie antirumore, tappi, ec. - Introducendo la sorveglianza sanitaria |
| | Formazione uso corretto dei dispositivi di protezione individuale ed uso corretto | <ul style="list-style-type: none"> - informazione sui rischi provocati all'udito dall'esposizione al rumore - misure ed interventi adottati |

| | |
|---|--|
| delle macchine, utensili e attrezzature | <ul style="list-style-type: none"> - funzioni dei DPI - significato e ruolo del controllo sanitario - risultati della valutazione dei rischi |
| Organizzazione del lavoro | <ul style="list-style-type: none"> - riducendo la durata dei lavori rumorosi - introducendo il lavoro a turni - eseguendo lavori rumorosi fuori delle ore fisse di lavoro |

Ove non sia possibile intervenire come indicato, se la situazione di disagio persiste è opportuno dotare comunque gli operatori di DPI (tappi auricolari , cuffie e caschi)².

QUESTIONARIO

| | | |
|--|-----------|----------|
| Quale frequenza deve possedere un suono per essere percepito dall'orecchio umano? A. Tra i 20e i 16000 Hertz B. Meno di 20 Hertz C. Più di 16000 Hertz | A - B - C | A |
| L'intensità del suono si misura in: A. Hertz B. Decibel C. mmHg | A - B - C | B |
| L'esposizione continua a forte rumore è causa di: A. caduta di capelli di colore scuro B. riduzione dell'udito C. perdita della sensibilità tattile in individui di altezza inferiore a m 1,50 | A - B - C | B |
| Le norme dirette alla prevenzione dei rischi per l'udito e alla protezione dei lavoratori esposti a rumore durante il lavoro sono contenute nel: A. D.L.gs 626/94 B. D.L.gs 277/91 C. Codice Rocco | A - B - C | B |
| Qual è il valore di esposizione quotidiana personale al rumore di un lavoratore per il quale è d'obbligo l'uso dei dispositivi di protezione individuale? A. Più di 90 dBA B. Più di 40 dBA C. Più di 75 dBA | A - B - C | A |
| Il medico competente è obbligato ad effettuare i controlli sanitari sul personale esposto al rumore? A. Sì, sempre B. No, mai C. Solo se l'esposizione quotidiana personale al rumore supera gli 85 dBA | A - B - C | C |
| Quando il datore di lavoro ha l'obbligo di mettere a disposizione dei lavoratori i mezzi individuali di protezione dell'udito? A. Se l'esposizione quotidiana personale al rumore supera gli 85 dBA B. Se l'esposizione quotidiana personale al rumore supera i 120 dBA C. mai | A - B - C | A |

² sempre che ciò non sia già obbligatorio per legge !

| | | |
|--|------------------|-----------------|
| <p>Gli ambienti di lavoro nei quali l'esposizione quotidiana personale risulta superiore a 90 dBA richiedono l'utilizzo obbligatorio di una segnaletica appropriata?</p> <p>A. Si B. Si, ma solo se sono presenti lavoratori sordo muti C. no</p> | <p>A - B - C</p> | <p>A</p> |
| <p>Che cosa si intende per fono-isolamento?</p> <p>A. Installazione di idonee apparecchiature di trasmissione della voce B. Isolamento della sorgente di rumore in un ambiente completamente chiuso e rivestito con opportuni materiali fono-isolanti C. Installazione di pannelli per il mantenimento di una temperatura non inferiore ai 20°C</p> | <p>A - B - C</p> | <p>B</p> |