

ISTITUTO ISTRUZIONE SUPERIORE “G. Vallauri” - Fossano

RISCHI DI ESPOSIZIONE AL RUMORE DURANTE IL LAVORO

informazioni per la tutela della
salute dei lavoratori

a norma dell'art. 195 del D.Lgs. 9.04.2008 n. 81



Aggiornamento 2010

ing. Ezio MEINERl – V.le Angeli n. 107 - CUNEO - tel. 0171-344.517 - cell. 347-25.21.393

Introduzione

Il rumore può essere considerato una delle maggiori cause di inquinamento ambientale che ha assunto oramai livelli preoccupanti per l'intera popolazione ed in particolare per quella lavorativa.

Numerose sono infatti le cause che lo generano e frequenti le situazioni in cui esso si manifesta con tutta la sua pericolosità.

Tra le principali cause di una elevata rumorosità in ambiente urbano ed extraurbano, possiamo ricordare il traffico stradale, le attività industriali e/o artigianali, nonché alcune attività di tipo commerciale o ricreativo.

Per ciò che concerne le attività lavorative, quelle industriali ed artigianali comportano certamente i rischi maggiori sia per gli operatori presenti all'interno degli ambienti in cui hanno luogo le lavorazioni, che per gli abitanti delle zone limitrofe i quali non sono esentati da rischi, soprattutto quando le suddette attività riguardano i cantieri edili.

La sordità da rumore compare anche in conseguenza di occasionali esposizioni a rumori intensi ma è soprattutto causata dall'esposizione per lunghi periodi di tempo a rumori di forte intensità quali quelli provocati dalle macchine industriali e da numerose attrezzature di lavoro.

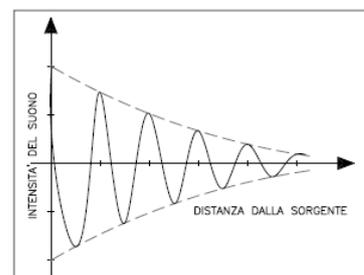
La prolungata esposizione a rumori elevati durante l'attività lavorativa, rappresenta, da solo, il 40% dei casi di malattie professionali (fonte INAIL).

CENNI DI ACUSTICA

I fenomeni acustici sono delle perturbazioni di carattere oscillatorio che si propagano (come onde progressive) con una data frequenza in un mezzo elastico (solido, liquido ed aeriforme).

Tali onde nascono per effetto delle rapide vibrazioni di un corpo (detto sorgente) immerso nell'aria. In assenza di "mezzi elastici" (ad es. nel vuoto) il suono non può propagarsi. Un'onda sonora, al pari delle onde marine, non trasporta materia, ma solo un segnale accompagnato da energia.

Un corpo vibrante trasmette alle particelle d'aria che lo circondano le sue vibrazioni; queste causano un piccolissimo spostamento delle molecole dell'aria; il risultato è che tali molecole cominciano anch'esse a vibrare attorno alla loro posizione di riposo; il fenomeno si propaga alle altre particelle d'aria adiacenti creando così un fenomeno oscillatorio simile a quello rappresentato in figura; da essa si può intuire che con l'aumentare della distanza dalla sorgente il fenomeno tende a smorzarsi a causa della resistenza passiva dell'aria.



Il modo più semplice di produrre un suono è quindi quello di porre in vibrazione un corpo quale, ad esempio, una corda di chitarra.

Definizioni

- **suono**: è una variazione di pressione nell'aria che determina un'onda acustica a carattere regolare e periodico in grado di provocare una sensazione uditiva.
- **rumore**: viene distinto dal suono perché generato da onde acustiche a carattere irregolare e non periodico percepite psicologicamente come sensazioni uditive sgradevoli e fastidiose. Da un punto di vista psicoacustico il rumore può essere definito come "un qualsiasi suono che risulti sgradevole all'orecchio e potenzialmente dannoso per esso". Tali sensazioni sono di tipo soggettivo.

Caratteristiche del suono

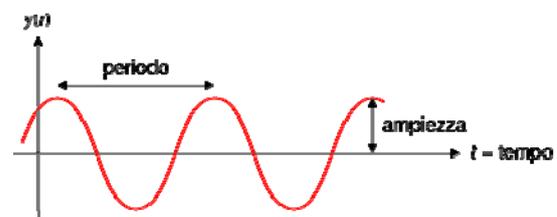
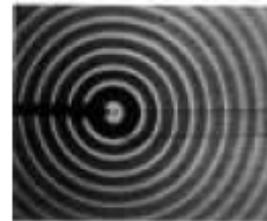
Il suono (e quindi anche il rumore) è caratterizzato dai seguenti parametri:

- la **frequenza**: rappresenta il n. di oscillazioni che avvengono in un certo periodo di tempo T ; in acustica il tempo è espresso in secondi e l'unità di misura è l'Hertz (Hz); dire quindi che un corpo vibra con una frequenza di 1000 Hz vuol dire che quel corpo in 1 secondo oscilla 1000 volte attorno alla sua posizione di riposo. L'orecchio umano percepisce frequenze comprese tra 20 Hz e 20.000 Hz; i suoni prodotti da corpi che vibrano con frequenze inferiori a 20Hz (infrasuoni) e quelli che vibrano con frequenze maggiori di 20.000 Hz (ultrasuoni) non sono quindi percepiti dall'orecchio umano. La frequenza del parlato è compresa o tra i 125 e 8.000 Hz
- la **lunghezza d'onda** è la distanza tra punti ripetitivi di una forma d'onda. Per esempio, la lunghezza d'onda delle onde marine è la distanza tra una cresta e la successiva, o tra un ventre e l'altro.

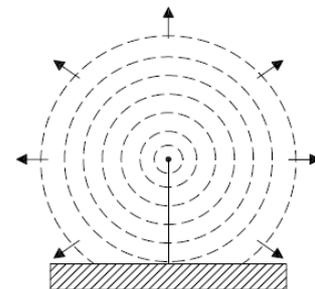
Un'onda può essere rappresentata utilizzando un grafico cartesiano, riportante in orizzontale il trascorre del tempo (t) e sull'asse verticale (y) gli spostamenti delle particelle.

Il tracciato esemplifica gli spostamenti delle particelle: all'inizio, la particella si sposta dal suo punto di riposo (asse y) fino al culmine del movimento oscillatorio, rappresentato dal punto più alto della parabola. Poi la particella inizia un nuovo spostamento in direzione opposta, passando per il punto di riposo (sull'asse t) e continuando per inerzia fino ad un nuovo culmine simmetrico al precedente, questo movimento è rappresentato dal p.to più basso della parabola. Infine, la particella ritorna indietro e ripete nuovamente la sequenza di spostamenti, così come fa il tracciato del grafico.

Fotografia di un'onda provocata da un sasso gettato in uno stagno

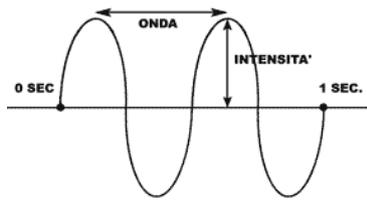


Le onde acustiche, a differenza di quelle marine, in assenza di ostacoli, si propagano nello spazio in tutte le direzioni con una forma sferica il cui centro è rappresentato dalla sorgente sonora. Il suono quindi si diffonde nell'aria sotto forma di onde di pressione concentriche. L'energia trasportata da ogni fronte d'onda non cambia, ma essendo il fronte sempre più grande, la sua intensità (per unità di superficie) diminuisce man mano che esso si allontana dalla sorgente.

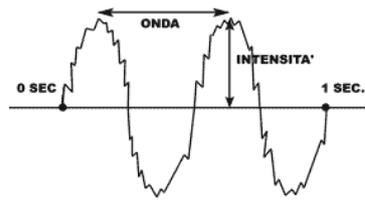


- **l'intensità o ampiezza**: è la quantità di energia trasportata dall'onda sonora per unità di superficie. Volgarmente, un suono intenso è detto un suono *forte*; un suono poco intenso è detto suono *debole*. I suoni **alti** o acuti, sono quelli la cui frequenza è prossima a 16.000 Hz, i suoni **bassi** sono quelli con frequenza più vicina ai 20 Hz. L'intensità del rumore dipende molto dalla percezione soggettiva di chi ascolta, percezione che a sua volta può variare da persona a persona e persino nello stesso individuo, a seconda dei momenti. L'intensità delle onde sonore è misurata in **decibel (dB)**; il decibel è un parametro che esprime il livello delle variazioni di pressione acustica relativamente alla capacità uditiva dell'orecchio umano (dB 0=livello minimo udibile a 1000 Hz; dB 135=soglia del dolore). In altre parole il decibel è la più piccola differenza di energia sonora che può essere percepita dall'orecchio umano. La scala in dB è di tipo logaritmico e il suo andamento non è pertanto lineare, per cui variazioni di +3 dB raddoppiano e di -3 dB dimezzano l'intensità sonora (in altre parole, ad ogni aumento di 3 dB corrisponde un raddoppio dell'intensità sonora).

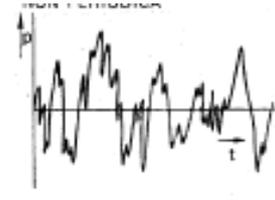
- il **timbro**: è la qualità del suono; due suoni aventi la stessa frequenza ed intensità possono infatti differire tra loro. Il timbro di un suono dipende dalla forma delle onde sonore.



suono puro (armonico) – onda periodica



suono di uguale frequenza e timbro diverso



Rumore – esempio di onda non periodica

Il timbro è quindi quel parametro che permette di discriminare i suoni prodotti da sorgenti diverse.

- la **potenza sonora**: rappresenta l'energia sonora prodotta da una sorgente nell'unità di tempo, si esprime in watt
- la **pressione sonora** indica la variazione di pressione atmosferica che si verifica quando un'onda acustica si propaga nello spazio; è il parametro utilizzato per le misure acustiche
- il **livello sonoro continuo equivalente** (Leq) è il livello, espresso in dB, di un ipotetico rumore costante che, se sostituito al rumore reale per lo stesso intervallo di tempo T, comporterebbe la stessa quantità totale di energia sonora. Siccome in ambiente lavorativo i rumori variano nel tempo, il livello sonoro equivalente è il parametro utilizzato per la valutazione del rischio rumore.
- **Udibilità di un suono**. L'orecchio umano comincia a percepire un suono quando esso comincia ad avere una intensità tale da raggiungere una soglia di udibilità (0 dB); tale soglia varia da un individuo all'altro; aumentando l'intensità di un suono, aumenta la sensazione sonora fino al p.to in cui diviene dolorosa ed insopportabile (circa 120÷140 dB). L'intervallo tra 0 e 120 dB è chiamato *campo uditivo*; in tale campo si svolgono tutti i processi di percezione uditiva il cui spettro di frequenza è compreso, come già detto, tra 20 e 20.000 Hz.
- **Curve di ponderazione**. La percezione uditiva dell'orecchio umano non è costante ma cambia in base alle diverse frequenze di un suono. Per questo motivo nella valutazione dell'esposizione al rumore sono comunemente utilizzate due curve (correttive) dette "di ponderazione" che, per mezzo di appositi filtri, operano un'opportuna correzione dei livelli sonori alle diverse frequenze. La curva A è utilizzata per valutare gli effetti del rumore sull'uomo poiché essa è quella che approssima la sensazione sonora percepita dall'orecchio umano. Il livello sonoro LAeq in dB(A), che si ottiene utilizzando questa curva di ponderazione A, è la grandezza psicoacustica di base, comunemente utilizzata per descrivere i fenomeni sonori in relazione alla loro capacità di produrre un danno uditivo. La ponderazione A, operata dagli strumenti di misura del rumore, approssima la risposta dell'orecchio e penalizza, attenuandole, le basse frequenze, mentre esalta, in misura molto lieve, le frequenze comprese tra 1000 e 5000 Hz. La curva di ponderazione C, invece, è invece utilizzata per descrivere il livello di picco (ppeak) prodotto dai macchinari e per i rumori impulsivi.
- la **velocità di propagazione** di un suono è lo spazio percorso da un fronte d'onda acustica nell'unità di tempo; essa dipende dal mezzo che circonda la sorgente sonora; in tabella che segue sono riportate, a titolo indicativo, le velocità di propagazione di un suono in alcuni mezzi elastici.

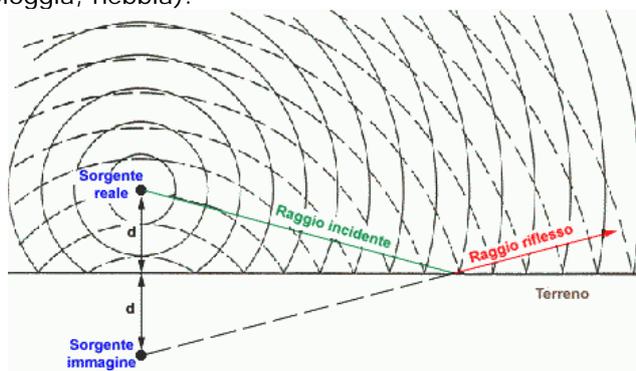
Mezzo elastico	Temperatura °C	Velocità (m/s)
aria secca	15	341
aria secca	30	350
acqua	15	1410
cemento armato	20	3700
vetro	20	4100
acciaio	20	5200
gomma elastica	20	40

Propagazione del suono all'aperto

L'intensità di suono prodotto da una sorgente posta all'aperto, in assenza di ostacoli, per effetto dell'aumento del "fronte d'onda", diminuisce in ragione di 6 dB per ogni raddoppio della distanza dalla sorgente. Ad esempio: se una sorgente acustica produce un suono di 130 dB in un osservatore posto ad un metro di distanza, tale intensità scende a 124 dB per un osservatore posto a 2 metri di distanza; è ridotto a 118 dB a 4 metri di distanza e così via. In pratica però oltre alla diminuzione di intensità dovuta al fatto che l'onda sonora, diffondendosi sfericamente, viene a diffondersi su di una superficie sempre più vasta, si deve tener conto che all'attenuazione contribuiscono le diverse condizioni dell'atmosfera attraversata (per esempio assenza o presenza di pioggia, nebbia).

Quando il suono si diffonde vicino al suolo vi è anche un assorbimento da parte della vegetazione che, su terreni con erba e cespugli si aggira attorno a 0,1 dB per metro.

La diffusione del suono è solo raramente corrispondente a quella teorica ipotizzata perché essa è influenzata dalle differenze di temperatura tra gli strati d'aria e il terreno, nonché dal vento.

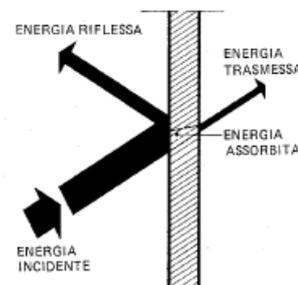


La velocità del suono varia per effetto della temperatura, a 20°C la velocità del suono è di 340 m/s, a 30°C essa è di 350 m/s (con un incremento del 2%). Per quanto concerne il vento, accade che la velocità di questo e quella del suono si sommano o si sottraggono; avviene così che i suoni che si propagano nella stessa direzione del vento hanno velocità maggiore, quelli controvento una velocità minore e, a parità di distanza, anche una intensità minore.

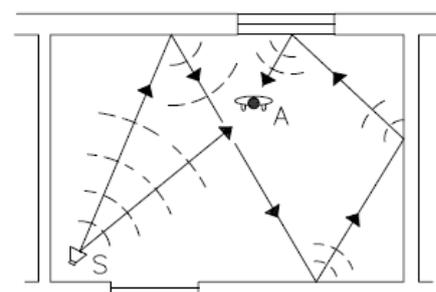
Il suono negli ambienti chiusi

Quando un'onda sonora propagandosi nello spazio incontra un ostacolo (ad esempio una parete) la sua energia viene in parte riflessa ed in parte assorbita (come energia meccanica) dall'ostacolo; quest'ultimo a sua volta può iniziare a vibrare diventando esso stesso una sorgente sonora; in tal modo il suono si diffonde (attenuato e distorto) al di là dell'ostacolo (detto fenomeno è detto *rifrazione*)

La proprietà di un materiale di assorbire la gran parte dell'energia sonora incidente è detta *assorbimento acustico*.



Quando una sorgente sonora (S) è posta all'interno di un ambiente chiuso l'onda sonora da esso generata urta contro le pareti; l'energia trasportata viene quindi in parte riflessa, in parte assorbita ed in parte trasmessa oltre le pareti del locale. Un osservatore (A) posto all'interno del locale potrà allora percepire i suoni con intensità maggiore o minore (interferenza) in funzione della sua posizione rispetto alla sorgente, alle dimensioni del locale ed alla natura dei materiali delle pareti che lo circondano.



S = sorgente
A = osservatore

La riflessione delle onde sonore produce il fenomeno dell'eco e del riverbero; si parla di eco quando il tempo che impiega l'onda riflessa a tornare all'orecchio dell'ascoltatore è maggiore di 1/10 di secondo, in tal caso l'ascoltatore può percepire distintamente le singole riflessioni; quando il tempo è inferiore ad 1/10 di secondo le onde riflesse non sono più percepite in modo distinto tra loro. Ovviamente, non tutti i materiali sono ugualmente riflettenti. Esistono infatti anche materiali che assorbono quasi tutte le onde sonore che intercettano e sono utilizzati per l'insonorizzazione ambientale.

Il rumore in ambiente di lavoro

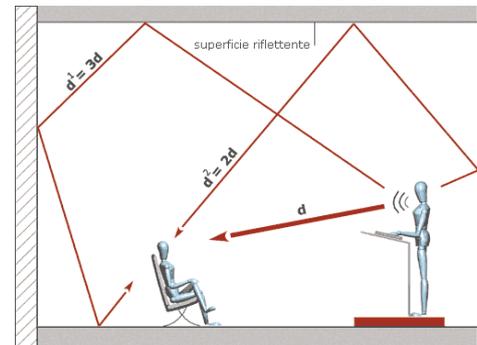
Il rumore in ambiente di lavoro è dovuto in linea generale all'impatto (che può essere di percussione, abrasione, taglio, asportazione, ecc.) degli organi lavoratori di macchine, utensili manuali o meccanizzati, sui materiali sottoposti a lavorazione, dall'impatto dei materiali tra di loro (es. caduta di pezzi lavorati in una cassa), e dalla rumorosità propria dei meccanismi costituenti la macchina o l'utensile (per rotazione, vibrazione, attrito, rumore aerodinamico, ecc.).

Possiamo quindi dire, semplificando, che il livello di tale rumorosità dipende dalla forza dell'azione (per quanto riguarda l'impatto sul materiale, l'emissione di aria, ecc.) o dalla velocità di azionamento dei meccanismi delle macchine.

In tutti i casi si genera un rumore diretto, cioè che investe il lavoratore prima di raggiungere pareti e altre strutture edilizie, e un rumore riverberato, cioè la componente di esso che ritorna al lavoratore dopo essere "rimbalzata" su tali strutture, e aver quindi subito un'attenuazione, o un rinforzo, a seconda del livello di fonoassorbimento di queste ultime.

Il rumore a cui è esposto il lavoratore è sempre una somma di componenti dirette e riverberate, che si combineranno in percentuali maggiori o minori a seconda della vicinanza alla

macchina o comunque alla fonte di rumore, e della vicinanza alle strutture edilizie o ad altre strutture più o meno riverberanti (macchine, impianti e attrezzature varie, materiali in deposito).



Per quanto riguarda le attrezzature di lavoro portatili l'esposizione al rumore è direttamente proporzionale al tempo di utilizzo ed all'intensità delle emissioni sonore emesse dall'attrezzatura ai vari regimi di potenza.

La scarsa manutenzione di una attrezzatura di lavoro, l'usura e/o l'attrito interno delle parti rotanti, un cattivo utilizzo della stessa contribuiscono ad incrementare in modo considerevole l'esposizione al rumore dell'operatore che le utilizza. Ad esempio una motosega dotata di una catena usurata richiederà più tempo e più potenza per tagliare lo stesso tronco d'albero; analogamente un decespugliatore a filo richiederà più tempo e più potenza per tagliare l'erba qualora la lunghezza del filo (avvolto sulla testina rotante) sia mantenuto troppo corto.

Classificazione del rumore

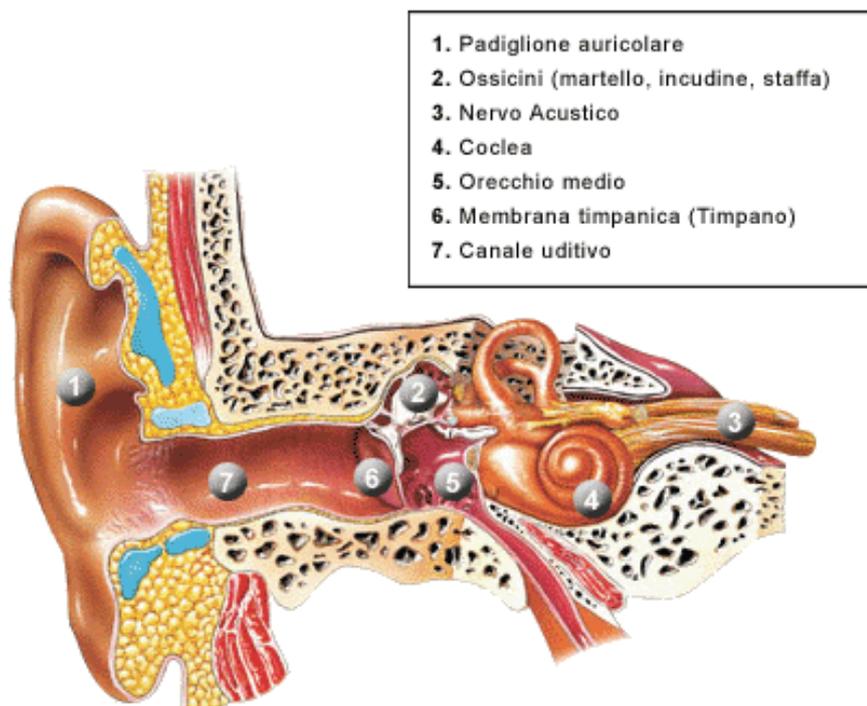
In base alla loro durata i rumori possono essere classificati come:

- stabili o stazionari quando le variazioni di intensità non superano i 3 dB
- fluttuanti quando le variazioni di intensità superano i 3 dB
- intermittenti quando un rumore di durata superiore a 1 secondo cade bruscamente in più riprese durante il periodo di osservazione
- impulsivi quando i rumori sono caratterizzati da forte intensità e durata inferiore ad 1 secondo. Il rumore impulsivo di breve durata è caratterizzato dal fatto di avere istantanee e brusche variazioni di livello sonoro.

ANATOMIA DELL'ORECCHIO

L'udito è un sistema estremamente complesso, il primo dei cinque sensi a svilupparsi nel feto e a permettere il contatto con il mondo.

L'elemento chiave di questo sistema è l'orecchio, che capta i suoni, li traduce in impulsi elettrici e li trasmette, per mezzo di fibre nervose, al cervello, dove vengono letti ed interpretati. Per capirne di più si può immaginare di entrare in questo organo e "visitare" le sue diverse parti.



Orecchio esterno

Comprende il padiglione auricolare (1), quello comunemente chiamato orecchio e che ci aiuta a stabilire da dove proviene un suono, quindi il canale uditivo (7) e infine la sottile membrana del timpano (6). Quando i suoni arrivano alla membrana, questa li traduce in vibrazioni che vengono trasmesse all'orecchio.

Orecchio medio

In appena un centimetro quadrato di spazio l'orecchio medio contiene i tre più piccoli ossicini (2) del corpo umano: martello, incudine e staffa. I loro movimenti, provocati dal timpano, sono amplificati venti volte e trasmettono così all'orecchio interno tutta la sofisticata ricchezza dei suoni, da quelli singoli a quelli di un'intera orchestra

Orecchio interno

In una piccola struttura detta coclea (4) o chiocciola hanno sede quarantamila cellule cigliate (ventimila per orecchio) capaci di dividersi i compiti: alcune lavorano con i suoni forti, altre con i deboli. Le cellule cigliate sono responsabili di una nuova traduzione dei suoni, da vibrazioni a impulsi elettrici; tramite il nervo acustico (3) i segnali arrivano al cervello, dove vengono elaborati determinando la sensazione uditiva.

Soglia di udibilità

Un orecchio normale riesce a percepire una vasta gamma di suoni quando questi hanno una frequenza compresa tra 20 e 20.000 Hz. e quando la loro intensità supera la soglia di udibilità.

In tabella viene riportata una scala di intensità di suoni di varia natura



L'udito può essere compromesso da una vasta serie di fattori:

- **Età.** Con l'età la perdita uditiva aumenta inevitabilmente. Secondo le statistiche in Italia più del 30% della popolazione oltre i 65 anni soffre di deficit uditivi più o meno gravi, conseguenti all'avanzare degli anni, e che risultano tra i più comuni disturbi della terza età. Fino a 25 anni la soglia di udibilità è prossima alla linea "zero" (0 dB); con l'invecchiamento tale soglia lentamente si innalza (soprattutto nei toni alti) e simultaneamente si ha un restringimento del campo uditivo (es. a 40 anni può esserci difficoltà a percepire i toni sopra i 13.000 Hz.)
- **Rumore.** Il rumore è la prima causa di invalidità professionale. L'assordante colonna sonora di ogni giorno non è solo fastidiosa: è dannosa. A farne le spese non è solo l'udito, ma tutto l'organismo con ripercussioni serie quali l'aumento della pressione, tachicardia, aritmia, bruciore di stomaco, tensione muscolare, disturbi intestinali e altri.
- **Ereditarietà.** Circa un terzo dei deficit uditivi presenti dalla nascita si deve a fattori ereditari. Imputato è un gene: la connexina 26. Se in famiglia ci sono casi di ipoacusia, esistono molte probabilità che questa si trasmetta ai figli.
- **Infezioni.** Diverse malattie da batteri e da virus (scarlattina, rosolia, meningite e altre) possono danneggiare l'orecchio e provocare perdite di udito più o meno gravi. Anche l'otite, malattia frequente soprattutto nell'infanzia, se trascurata può causare forme irreversibili di ipoacusia.
- **Otosclerosi.** Questo nome designa una malattia che compromette la mobilità degli ossicini dell'orecchio medio. Le vibrazioni trasmesse all'orecchio interno non hanno più la regolarità di un orecchio sano e quindi l'efficienza uditiva è ridotta.
- **Farmaci, alcool, fumo.** E' accertato che alcuni farmaci possono esercitare un'azione nociva sull'organo dell'udito, e sono quindi definiti ototossici, cioè tossici per l'udito.

EFFETTI NEGATIVI DEL RUMORE

Gli effetti che il rumore può provocare sulla salute umana sono distinti in:

1. effetti uditivi
2. effetti extrauditivi
3. effetti sull'attività lavorativa

EFFETTI UDITIVI

Il danno provocato a carico dell'apparato uditivo può essere di tipo **acuto** se si realizza in un tempo brevissimo, in seguito ad una stimolazione acustica particolarmente intensa, oppure di tipo **cronico** quando evolve lentamente a seguito dell'esposizione al rumore protratta nel tempo come accade, ad esempio, ad operai che lavorano per giorni con il martello pneumatico. La perdita uditiva è chiamata, in termini medici, **ipoacusia**. Gli effetti dannosi sull'apparato uditivo possono pertanto manifestarsi in due modi:

1) - Effetti uditivi temporanei: sono alterazioni temporanee reversibili da trauma acustico acuto. È chiamato **fatica uditiva** l'innalzamento temporaneo e reversibile della soglia di percezione che si verifica in soggetti normali dopo occasionale esposizione al rumore; tale fenomeno è anche indicato con la sigla STS (Spostamento Temporaneo di Soglia). Ognuno ha sperimentato il fatto che dopo un rumore molto forte il suo udito restava quasi annullato o comunque sensibilmente diminuito per un certo tempo (assomiglia alla diminuzione temporanea della vista dopo l'abbagliamento). Lo spostamento della soglia uditiva, è in pratica un deficit uditivo temporaneo e selettivo (perché di solito riguarda specialmente alcune frequenze e non altre). Tale fenomeno è verosimilmente legato ad esaurimento biochimico funzionale dei recettori specifici. Fenomeni di fatica uditiva prolungata comportano un rischio elevato di sordità professionale.

La durata dell'innalzamento della soglia uditiva è in relazione con:

- intensità e durata dello stimolo sonoro
- stato di salute dell'orecchio,
- durata e qualità del periodo di riposo uditivo (esposizione solo a rumori di bassa intensità).

Per gli shock più rilevanti servono circa 48 ore di vero riposo uditivo.

Ma l'esposizione al rumore non si esaurisce con la fine del turno di lavoro. Un lavoratore esposto a un rumore elevatissimo in ambiente di lavoro che a fine turno va in discoteca (100÷105 dB o più), non concede alcun riposo al proprio orecchio. Però un vero riposo acustico è comunque difficile poiché nell'attività extra lavorativa si è sempre esposti al rumore; ad esempio: uso della Vespa o del motorino (85÷90 dB) o dell'auto (65÷75 dB in relazione alla velocità) o in autobus o tram o treno (65÷80 dB), circolare in bici o a piedi in strade molto trafficate (75÷80 dB), la permanenza al bar o pizzeria (75 dB), andare al cinema (70 dB) guardare la TV a casa (65÷70 dB). Quasi sempre la casa è disturbata dal rumore del traffico e pur con le finestre chiuse si dorme a 45÷50 dB.

Lo STS (Spostamento Temporaneo di Soglia) predilige frequenze elevate (4000 Hz) e varia con l'intensità del rumore (è irrilevante a 30 dB, apprezzabile a 60 dB, è significativo e lento a recedere oltre i 90 dB). Esistono diverse classificazioni di fatica uditiva, ne riportiamo un esempio:

- STS di cortissima durata (meno di 1 sec)
- STS di breve durata (1/2 min)
- STS di lunga durata (fino a 16 h) detto fisiologico o ordinario
- STS di lunghissima durata (oltre 16 h) detto patologico

Rumori impulsivi

Particolarmente pericoloso è il rumore impulsivo di intensità elevata. Questo tipo di rumore, se molto intenso e frequente, può essere più pericoloso del rumore continuo di livello equivalente. Infatti, l'orecchio ha un sistema di autoprotezione dai rumori forti, che si chiama *riflesso stipendiale*, che ha un tempo di attivazione di circa 10 millisecondi, mentre il picco di salita del rumore impulsivo è più rapido. In pratica, il muscolo stipendiale si contrae per riflesso e così protegge l'orecchio interno dalle stimolazioni acustiche troppo intense, però, se non riesce ad agire in tempo utile, viene a mancare la protezione.

- 2) - Effetti uditivi cronici:** si riferiscono ad alterazioni patologiche croniche irreversibili (ipoacusia o sordità da rumore). Tali alterazioni sono dovute a esposizione prolungata nel tempo, per mesi o anni. Essi si manifestano come ipoacusia (riduzione dell'udito fino alla sordità) ed è la malattia professionale più diffusa. Di solito, si manifesta inizialmente con un calo uditivo bilaterale della capacità di percepire suoni della frequenza di 4.000 Hertz. Il peggioramento è progressivo e con riduzione uditiva anche di altre frequenze. Se l'esposizione cessa, non c'è recupero bensì stabilizzazione del livello raggiunto.

L'interno dell'orecchio umano contiene delle terminazioni nervose, dette cellule ciliate, che hanno il compito di trasformare l'energia meccanica di variazione di pressione in impulsi elettrici; tali impulsi, mediante il nervo acustico, vengono inviati al cervello. L'esposizione prolungata a rumori elevati determina invece il danneggiamento permanente delle cellule ciliate, che pertanto perdono irreversibilmente e permanentemente la loro funzionalità. Quindi l'innalzamento della soglia di udibilità diventa permanente (PTS, Permanent Threshold Shift).

Inizialmente si ha un deterioramento delle cellule che codificano le alte frequenze, prolungando l'esposizione vengono colpite quelle che rispondono alle basse frequenze manifestando così difficoltà nel percepire anche il linguaggio parlato.

Questo fenomeno può determinarsi anche in presenza di esposizioni temporanee alle quali non segua un adeguato periodo di riposo acustico. Questo punto deve far riflettere, in quanto, al di là dell'esposizione lavorativa, viviamo spesso per gran parte della giornata in ambienti estremamente rumorosi, per cui il riposo acustico tende ad essere cronicamente insufficiente.

Un danno alle cellule ciliate può anche avere cause estranee all'esposizione al rumore (ad es. certe malattie dell'orecchio, l'uso di farmaci ototossici, ecc.).

I sintomi dell'ipoacusia

Salvo casi rari, l'ipoacusia non è un processo improvviso, ma si instaura in maniera lenta e progressiva determinando una specie di assuefazione che ne impedisce il riconoscimento cosciente. Inizialmente non conduce alla scomparsa di tutti i suoni ma solo di alcuni.

La maggior parte dei problemi uditivi si verifica con tale gradualità che può passare anche molto tempo prima che una persona si accorga di non sentire più in modo corretto, tanto che nel frattempo l'ipoacusia è divenuta grave.

La tabella sotto riportata (ripresa dalle norme ISO R/1999 e UNI 9432) indica gli effetti da esposizioni a dosi crescenti di rumore riferiti a settimana-tipo di 40 ore lavorative:

livello di rumorosità	RISCHIO DI IPOACUSIA DOPO UNA ESPOSIZIONE DI:			
	5 anni	10 anni	20 anni	30 anni
80 dB(A)	0	0	0	0
85 dB(A)	1%	3%	6%	8%
90 dB(A)	4%	10%	16%	18%
95 dB(A)	7%	17%	28%	31%
100 dB(A)	12%	29%	42%	44%

I primi e più comuni sintomi di una perdita uditiva sono:

- Necessità di farsi ripetere le frasi: l'ipoacusico, cioè chi sente meno, perde parole e frasi poiché non le capisce o le confonde, ma anche perché avverte, nello stesso tempo, il potenziamento dei rumori nelle basse frequenze (elettrodomestici, traffico...), che diventano fastidiosi.
- Difficoltà nelle relazioni interpersonali: se più persone parlano insieme, se una conversazione avviene nel traffico, o in auto, capire diventa difficoltoso.
- Errori di comprensione nella conversazione: i primi a non essere sentiti sono i "toni alti". Le parole comprendono sia suoni gravi, come ad esempio le vocali AEIOU, sia frequenze alte, contenute soprattutto nelle consonanti, come CSFZ. Perciò se della parola SFORZO non si comprendono SFZ perché non vengono sentite (toni alti), si percepisce ORTO.
- Disagio e stress: la difficoltà a comprendere le parole durante le conversazioni rende faticoso partecipare alla vita sociale.
- Difficoltà a capire i bambini perché hanno la voce più squillante e quindi toni alti.
- Necessità di alzare il volume della televisione.

EFFETTI EXTRAUDITIVI (o di tipo non specifico)

Sono definiti extrauditivi gli effetti del rumore sugli organi ed apparati diversi dall'apparato uditivo, in particolare sugli organi e apparati controllati dal sistema nervoso autonomo. Comprendono disturbi funzionali od organici, che possono colpire:

- il sistema neuropsichico (quadri neuropsichici a sfondo ansioso con somatizzazioni, insonnia, stati di depressione, eccitazione, nevrosi, affaticamento, diminuzione della vigilanza e della risposta psicomotoria)
- il sistema cardiocircolatorio (ipertensione, ischemia miocardica),
- il sistema respiratorio,
- l'apparato intestinale (ulcere),
- l'apparato digerente (ipercloridria gastrica, azione spastica sulla muscolatura liscia)
- l'apparato endocrino (aumento del livello di ormoni di tipo corticosteroido)

La risposta è individuale

Molti studi hanno evidenziato che il rumore interagisce con il benessere sia fisico che mentale. Si ritiene che il rumore agisca come un generico **elemento di stress** e che come tale possa attivare diversi sistemi fisiologici, provocando modificazioni quali aumento della pressione sanguigna e del ritmo cardiaco e vasocostrizione. Qualora l'esposizione sia temporanea queste variazioni sono di breve durata e di piccola entità, senza effetti negativi rilevabili (Thompson, 1999).

L'entità e la durata di questi effetti sono inoltre determinate in parte dalla sensibilità individuale, dallo stile di vita e dalle condizioni ambientali. Le risposte individuali al rumore sono, infatti, estremamente variabili e pertanto un individuo, qualora sia sottoposto ad un certo stimolo, può manifestare una variazione della pressione sanguigna, mentre un altro può mostrare cambiamenti nei livelli di colesterolo. Il rumore è soltanto uno dei molti elementi di stress che possono stimolare le stesse risposte fisiologiche, ed inoltre la reazione del singolo individuo ad un elemento di stress può essere mediata e/o modificata in modo complesso da molti fattori (Lundberg, 1999). L'effetto di questi fattori dipende da come l'individuo "risponde" fisicamente al rumore stesso e da come lo controlla (percezione soggettiva), dall'atteggiamento generale nei confronti della sorgente e dalla prevedibilità e durata del rumore. Gli individui più vulnerabili, in seguito ad esposizioni prolungate ad elevati livelli di rumore possono sviluppare effetti permanenti quali ipertensione o cardiopatia ischemica (Thompson, 1999). Gli effetti più rilevanti sono quelli cardiovascolari (in particolare l'aumento della pressione sanguigna e la patologia cardiaca ischemica), gli effetti sulla salute mentale, in particolare la depressione, e gli esiti riproduttivi sfavorevoli (Thompson, 1999).

SOSTANZE OTOTOSSICHE:

Alcune sostanze pericolose sono ototossiche (termine che significa «tossiche per l'orecchio»). L'esposizione ad alcune di queste sostanze ed a rumori intensi sembra far aumentare il rischio di incorrere in lesioni a carico dell'apparato uditivo rispetto a chi è invece esposto al solo rumore o alle sole sostanze. Questo tipo di sinergia è stato riscontrato specificamente per la combinazione di rumore ed alcuni solventi organici, fra cui il toluene, lo stirene ed il disolfuro di carbonio. Queste sostanze sono utilizzate in ambienti rumorosi in settori quali quelli della produzione delle plastiche e della stampa, oltre che nella produzione di vernici e lacche.

Sostanze ototossiche industriali

Alcune sostanze segnalate come potenzialmente ototossiche sono le seguenti:

- Monossido di carbonio.
- Alcuni solventi aromatici (toluene, stirene, etilbenzene, xylene), il monossido di carbonio e l'acido cianidrico. Il toluene (utilizzato nella composizione di pitture, vernici, inchiostri, sgrassanti), lo stirene (resine), solventi di uso diffuso nell'industria, possono dar luogo ad ipoacusie difficilmente distinguibili dai tipici quadri di ipoacusia da rumore.
- Piombo, Manganese, Arsenico, Mercurio, Acido cianidrico, Oro
- Tabacco, Bevande alcoliche

Farmaci:

È noto che alcuni farmaci sono tossici per le strutture neurosensoriali deputate alla funzione uditiva e all'equilibrio (organo del Corti, labirinto posteriore o vestibolo e nervo acustico).

Hanno una ototossicità selettiva le seguenti tipologie di farmaci:

- Antibiotici (streptomina, neomicina, cefaloridina, gentamicina, viomicina, aminosidina),
- Diuretici (furosemide, ac. etacrinico),
- Salicilati (Aspirina),
- Antimalarici (Chinino),
- Idantonici
- FANS (ubuprofene, ketoprofene, diclofenac ecc.),
- Farmaci antitumorali (Cisplatino e carboplatino).

Si tratta di sostanze la cui assunzione pregressa è spesso dimenticata o ignorata dal paziente stesso, sovente non in grado di collaborare alla raccolta di una esauriente anamnesi audiologica.

Altri elementi che possono rendere il soggetto più sensibile al rumore

- vibrazioni meccaniche derivanti dall'uso di impianti e/o attrezzature di lavoro
- malattie pregresse: tifo, malaria, tbc, febbri elevate nella prima infanzia, meningiti.
- traumi cranici
- lesioni del sistema nervoso centrale.

RUMORE E GRAVIDANZA

Studi su donne esposte professionalmente al rumore (85 dB(A) per 8h al giorno) è stato riscontrato un aumento della percentuale di disturbi mestruali, una riduzione della fertilità, del peso fetale alla nascita e della durata media della gravidanza. Infine è stata segnalata una correlazione tra esposizione a rumore durante la gravidanza e riduzione della capacità uditiva dei neonati alle alte frequenze. I datori di lavoro sono tenuti a valutare natura, grado e durata dell'esposizione al rumore delle lavoratrici gestanti; qualora sussista un rischio per la sicurezza o per la salute della lavoratrice od un possibile effetto negativo sulla gravidanza, il datore di lavoro deve modificare le condizioni di lavoro della gestante per evitarne l'esposizione. Va inoltre tenuto conto che l'uso di dispositivi di protezione individuale da parte della madre non protegge il feto da pericoli di natura fisica.

EFFETTI SULLA ATTIVITÀ LAVORATIVA ED EXTRA-LAVORATIVA

Effetto meno specifico ma pur sempre grave dell'inquinamento acustico è il fatto che il rumore semplicemente disturba e infastidisce.

Disturbi della comunicazione

I livelli di rumore che spesso si raggiungono per strada, nei giardini, sui balconi, interferiscono con la comunicazione. All'interno degli edifici, ove il livello continuo di rumorosità esterna raggiunga 70 dB(A), il rumore è tale da obbligare gli occupanti a chiudere le finestre per potersi parlare. In linea di principio negli ambienti abitativi il rumore non dovrebbe eccedere 40÷45 dB(A), valore che è spesso superato a causa del rumore del traffico, anche a finestre chiuse.

Disturbi del sonno

I disturbi del sonno cominciano con livelli di rumore stazionario continuo pari a 30 dB(A). In situazioni particolari si osservano disturbi del sonno anche a livelli inferiori. Il parametro più importante di esposizione al rumore a tal fine è comunque rappresentato dal livello massimo di esposizione. Si dimostra altresì che in presenza di traffico pesante in ore notturne e ove non siano rispettati i valori raccomandati, si possono manifestare sintomi quali malumore, stanchezza, mal di testa e ansia.

Disturbi psichici

Il rumore può interferire con le attività mentali che richiedono molta attenzione, memoria ed abilità nell'affrontare problemi complessi. Le strategie di adattamento (come regolare o ignorare il rumore) e lo sforzo necessario per mantenere le prestazioni sono state associate ad aumento della pressione arteriosa e ad elevati degli ormoni legati allo stress.

Il rumore inoltre contribuisce, quando ritenuto soggettivamente molto fastidioso o ripetuto e troppo prolungato, ad aumentare comportamenti aggressivi in alcuni soggetti predisposti.

Incremento del rischio di infortuni

Il rumore può essere la causa di infortuni:

- in quanto rende meno udibili e comprensibili ai lavoratori le parole e i segnali acustici;
- in quanto può coprire il suono di pericoli in avvicinamento o di segnali di allarme (per esempio, le indicazioni di inversione di marcia dei veicoli);
- in quanto distrae i lavoratori, ad esempio i conducenti;
- in quanto contribuisce a innalzare lo stress sul lavoro. Quest'ultimo aumenta il carico cognitivo e, di conseguenza, la probabilità di errori.

Stress sul lavoro

Lo stress sul lavoro si verifica quando le esigenze dell'ambiente di lavoro superano la capacità del lavoratore di farvi fronte (o di controllarle). Lo stress sul lavoro è dovuto a numerose concause (fattori che causano stress) ed è raro che sia un singolo fattore a provocare l'insorgenza di stress di questo tipo. Il modo in cui il rumore influenza i livelli di stress percepiti dai lavoratori dipende da una serie di fattori che include:

- la natura del rumore, incluso il suo volume, tono e prevedibilità;
- la complessità dell'operazione eseguita dal lavoratore (per esempio, altre persone che parlano possono costituire un fattore di stress quando l'operazione in corso richiede estrema concentrazione);
- il tipo di occupazione del lavoratore;
- il lavoratore stesso (livelli di rumore che in alcune circostanze possono contribuire allo stress, specialmente quando la persona è stanca, in altri casi possono risultare innocui).

CENNI SULLA NORMATIVA VIGENTE

L'elevato grado di nocività del rumore impone la tutela della salute psicofisica dei lavoratori e di altri individui presenti in aree circostanti le sorgenti di rumore.

La normativa nazionale per la protezione dei lavoratori dal rischio rumore è attualmente rappresentata dal D.Lgs 626/94 così come modificato dal **D.Lgs. 10.04.2006 n. 195**; tale decreto impone a tutti i datori di lavoro di effettuare all'interno della propria azienda la valutazione del rischio rumore e, nel caso di superamento delle soglie stabilite, di adottare tutti i provvedimenti necessari per la riduzione del rischio alla fonte; nei casi in cui questo non sia possibile essi devono attuare la salvaguardia della salute dei lavoratori mediante misure di protezione individuale.

Le soglie del rumore fissate dalla legge si basano sulla definizione delle seguenti grandezze fisiche denominate:

- **Livello di esposizione giornaliera** di un lavoratore al rumore $L_{EX,8h}$; esso è definito come il valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione al rumore per una giornata lavorativa nominale di 8 ore; l'unità di misura è il dB(A) (decibel ponderato in frequenza "A")
- **Livello di esposizione settimanale** di un lavoratore al rumore $L_{EX,8h}$; esso è definito come il valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione giornaliera per una settimana nominale di 5 giornate lavorative di 8 ore; l'unità di misura è il dB(A)
- **Pressione acustica di picco (ppeak)**; è il valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata in frequenza "C"

Valori limite di esposizione e valori di azione

I valori limite di esposizione e i valori di azione, in relazione al livello di esposizione giornaliera al rumore ed alla pressione acustica di picco, sono fissati a:

	$L_{EX,8h}$	ppeak
a) valori limite di esposizione rispettivamente di	87 dB(A)	140 dB(C)
b) valori superiori di azione rispettivamente di	85 dB(A)	137 dB(C)
c) valori inferiori di esposizione rispettivamente di	80 dB(A)	135 dB(C)

La legge stabilisce inoltre che laddove a causa delle caratteristiche intrinseche dell'attività lavorativa l'esposizione giornaliera al rumore varia significativamente da una giornata di lavoro all'altra, è possibile sostituire, ai fine dell'applicazione dei valori limite di esposizione e dei valori di azione, il livello di esposizione giornaliera con quello settimanale.

La normativa vigente in materia di rischi derivanti dall'esposizione al rumore sui luoghi di lavoro impone a tutti i datori di lavoro di effettuare una valutazione del rischio rumore presso la propria azienda. Nei casi ove è prevedibile un probabile superamento dell'esposizione giornaliera o settimanale dei lavoratori al rumore, tale valutazione deve essere obbligatoriamente effettuata mediante misurazioni di tipo fonometrico con apposita strumentazione.

LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE

Tale valutazione, per essere adeguata, va eseguita sulla base del livello, del tipo e della durata dell'esposizione, dei valori limite previsti, degli effetti derivanti da interazioni fra rumore, sostanze ototossiche e vibrazioni, delle informazioni sanitarie e di quelle reperibili nella letteratura scientifica, nonché della disponibilità di dispositivi di protezione dell'udito (otoprotettori).

Nel D.Lgs. 195/2006 vengono fissati tre tipi di misurazioni del rumore (per misurarlo effettivamente o comunque farvi riferimento nella valutazione):

1. **esposizione giornaliera al rumore**, misurato nell'arco di un giornata lavorativa nominale di otto ore. Si riferisce a tutti i rumori sul lavoro, incluso il rumore di picco. Va scelta una giornata che rappresenti la situazione prevalente, se vi è diversità di livello nel tempo.
2. **esposizione settimanale al rumore**, misurato sui livelli di esposizione giornaliera al rumore per una settimana nominale di cinque giornate lavorative di otto ore. Tale parametro è utilizzato nel caso in cui il livello di esposizione è molto variabile da una giornata all'altra. Va scelta una settimana che rappresenti la situazione prevalente, se vi è diversità di livello nel tempo. La valutazione dell'esposizione settimanale al rumore è obbligatoria qualora il livello di rumore sia molto diverso da giorno a giorno, fermo restando che non possono comunque essere superati i valori limite giornalieri.
3. **pressione acustica di picco** (p_{peak}), cioè il valore massimo della pressione acustica istantanea (ad esempio: la partenza di un aereo, un colpo di una pressa potente, ecc)

In funzione dei sopraccitati valori di esposizione si adottano le seguenti misure in funzione dei seguenti 4 casi:

1° caso	$L_{EX,8h} < 80$ dB(A):	il decreto non prevede alcuna attività di prevenzione per i lavoratori
2° caso	$80 < L_{EX,8h} < 85$ dB(A) e $p_{peak} = 135$ dB(C)	I datori di lavoro hanno l'obbligo di: <ul style="list-style-type: none"> - procedere alla misurazione strumentale del rumore; - mettere a disposizione dei lavoratori otoprotettori adatti al tipo di attività svolta - sottoporre a controllo sanitario agli operatori che ne fanno richiesta o qualora il medico competente (M.C.) ne confermi l'opportunità; la sorveglianza sanitaria è comunque consigliata come visita preassuntiva generale attitudinale
3° caso	$85 < L_{EX,8h} < 87$ dB(A) e $p_{peak} = 137$ dB(C)	I datori di lavoro hanno l'obbligo di: <ul style="list-style-type: none"> - fa tutto il possibile per assicurare che vengano indossati, da parte dei lavoratori, i DPI; il loro uso è infatti obbligatorio - sottoporre i lavoratori a controllo sanitario; la periodicità delle visite è stabilita dal M.C. (in genere annuale)
4° caso	$L_{EX,8h} > 87$ dB(A) e $p_{peak} = 140$ dB(C)	Tali valori limite di esposizione non devono mai essere superati, tenuto conto dell'attenuazione dei DPI per l'udito. Se nonostante l'adozione delle misure di prevenzione e protezione, si individuano esposizioni superiori a detti valori, il datore di lavoro: <ul style="list-style-type: none"> - 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.

Unità di misura utilizzate

Si ricorda che come unità di misura vengono utilizzati i decibel ponderati in curva (A), che tengono conto solo delle frequenze effettivamente udibili dagli esseri umani; i valori rilevati sono quindi espressi in dB(A). Si fa riferimento al valore medio sulle 8 ore. Per le attività con orario diverso dalle 8 ore giornaliere, il valore va ponderato in funzione del tempo di 8 ore.

Strumenti per la misura del rumore

Il **fonometro** è lo strumento più semplice a disposizione per la misura del rumore. Il fonometro è composto essenzialmente da un microfono, un amplificatore elettronico del segnale ed uno strumento di registrazione. Per ottenere una misura che sia il più possibile simile alla sensibilità media dell'orecchio umano sono stati inseriti dei filtri di ponderazione, il più importante è il filtro A.

Il rumore presente negli ambienti di lavoro varia nel tempo, non sarebbe quindi corretto affermare che i lavoratori sono sempre esposti al valore massimo che si è presentato, né al valore minimo. Inoltre oltre al livello di pressione sonora e alla frequenza, i rumori che ci circondano sono caratterizzati anche dal lasso di tempo in cui essi si verificano.

Il parametro che si misura di solito con il fonometro è la pressione acustica espressa come il *Livello equivalente continuo* (Leq); se è ponderato in curva A esso è indicato con LAeq. L'LAeq rapportato al tempo di esposizione, misura il livello di esposizione giornaliero del lavoratore.

La misurazione fonometrica deve essere effettuata con cadenza almeno quadriennale, oppure ogni qualvolta vi è un mutamento nelle lavorazioni.

A titolo indicativo si riportano nella tabella che segue il valore medio della pressione sonora LAeq di alcune attrezzature di lavoro abitualmente utilizzate dai lavoratori della squadra tecnica-manutentiva.



EMISSIONE SONORA DI ALCUNE ATTREZZATURE E FASI DI LAVORO

(LAeq = livello di pressione sonora equivalente espresso in dB(A))

ATTREZZATURE DI LAVORO	Laeq dB(A)
decespugliatore a spalla	86,5
tagliasiepi Stihl	90,2
soffiatore a zaino ECHO	92,2
trattore agricolo CARRARO	81,4
smerigliatrice angolare	92,5
trapano / tassellatore	84,4
mola da banco	88,2
lavori manuali in interno	73,6
ambientale esterno	63,3
colloquio e riunione	67,5

A titolo indicativo si riportano nelle tabelle che seguono il valore di esposizione giornaliera calcolati sulla base dei livelli equivalenti di rumore presenti nelle varie fasi di lavoro sulla base dei tempi stimati di un di un manutentore di aree verdi.

MANSIONE: MANUTENTORE AREA VERDE

FASE N	FASI DI LAVORO	DURATA (minuti)	L _{aeq} dB(A)	ESPOSIZIONE PARZIALE	ESPOSIZIONE QUOTIDIANA dB(A)
14	ambientale esterno	60	73,6	64,6	
16	colloquio e riunione	55	67,5	58,1	
2	tagliasiepi Stihl	45	90,2	79,9	
3	motosega Sthil	15	95,8	80,8	
6	trattore agricolo CARRARO	60	81,4	72,4	
8	trapano / tassellatore	10	84,4	67,6	
9	mola da banco	5	88,2	68,4	
13	lavori manuali in campo	110	63,3	56,9	
TOTALE GIORNALIERO		360	6,0 (ore)		L _{EX,8h} = 84,0

Da quanto sopra si può vedere che quando un lavoratore è esposto a diversi livelli di rumore durante la giornata lavorativa di 6 ore, l'esposizione giornaliera non è data dalla media aritmetica che verrebbe spontanea effettuare ma da una media ponderata su scale logaritmiche. Ciò è chiarito dagli esempi riportati nelle seguenti tabelle:

Esempio 1

ZONA DI LAVORO: esterno		ORE DI PERMANENZA	L _{eq} (A)	ESPOSIZIONE PARZIALE	ESPOSIZIONE QUOTIDIANA
1	utilizzo di una mola da banco	30'	92,00	79,96	
2	permanenza in una strada poco trafficata	7h,30'	65,00	64,72	
TOTALE GIORNALIERO		8,00			80,09

Come si vede da questo esempio, un lavoratore che nell'arco delle 8 ore lavorative giornaliere sosti per 30 minuti nelle vicinanze di un escavatore con 92 dB(A) e poi resti per 7 ore e mezza su una strada poco trafficata (e quindi poco rumorosa) a 65 dB(A) ha una esposizione giornaliera di 80,09 dB(A).

Esempio 2

Se lo stesso lavoratore utilizzasse (senza l'uso di otoprotettori) un martello demolitore con una potenza sonora di 102 dB(A) per 30 minuti e per tutto il resto della sua giornata lavorativa di 8 ore fosse esposto un livello medio ponderato di soli 65 dB(A) la sua esposizione giornaliera sarebbe di ben 89,97 dB(A) valore questo superiore addirittura al livello massimo di azione previsto dalle norme!

ZONA DI LAVORO: esterno		ORE DI PERMANENZA	L _{eq} (A)	ESPOSIZIONE PARZIALE	ESPOSIZIONE QUOTIDIANA
1	demolitore pneumatico	30'	102,00	92,96	
2	permanenza in una strada poco trafficata	7h,30'	65,00	64,72	
TOTALE GIORNALIERO		8,00			89,97

LOTTA CONTRO IL RUMORE

Nei settori artigianali, produttivi e cantieristici si possono adottare alcune soluzioni ed accorgimenti per ridurre l'esposizione al rumore dei lavoratori. Tali contromisure si attuano mediante:

riduzione della formazione del rumore alla fonte:

- impiego di macchine silenziate (chi acquista macchine e apparecchi silenziosi non ha più bisogno di combattere il rumore)
- ricorso a processi lavorativi più silenziosi
- eliminazione delle esposizioni estreme (come quelle indotte per esempio da colpi eccessivi o impatti da grandi altezze)
- adozione di mezzi ben dimensionati e sistemi di lavorazione appropriati
- corretta manutenzione delle attrezzature di lavoro

misure di organizzazione ambientale:

- separazione (confinamento) delle sorgenti rumorose dalle altre lavorazioni
- aumento della distanza tra la sorgente rumorosa e i posti di lavoro
- insonorizzazione delle sorgenti di rumore

protezione personale dell'udito:

- informazione ai lavoratori
- segnalazione delle zone rumorose
- utilizzo dei dispositivi di protezione individuale contro il rumore
- attivazione della sorveglianza sanitaria

organizzazione del lavoro:

- riduzione della durata dei lavori rumorosi
- introduzione di turni di lavoro
- esecuzione dei lavori rumorosi fuori dalle ore fisse di lavoro

INFORMAZIONE E FORMAZIONE AI LAVORATORI

Nei casi in cui l'esposizione (giornaliera o settimanale) al rumore superi il valore di 80 dB(A), il datore di lavoro provvede affinché i lavoratori vengano informati e formati in relazione ai rischi provenienti dall'esposizione al rumore, con particolare riferimento:

- alla natura di detti rischi;
- alle misure adottate volte a eliminare o ridurre al minimo il rischio rumore;
- ai valori limite di esposizione e ai valori di azione sopra citati;
- ai risultati delle valutazioni e misurazioni del rumore effettuate insieme a una spiegazione del loro significato e dei rischi potenziali;
- all'uso corretto dei dispositivi di protezione individuale dell'udito;
- all'addestramento all'uso dei DPI per l'udito.
- all'utilità e ai mezzi impiegati per individuare e segnalare sintomi di danni all'udito;
- alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto ad una sorveglianza sanitaria e all'obiettivo della stessa;
- alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione al rumore.

I MEZZI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE DELL'UDITO

Nei casi in cui l'esposizione al rumore non può essere ridotta con provvedimenti tecnici od organizzativi sussiste l'obbligo per il datore di lavoro di fornire ai lavoratori dispositivi di protezione acustica individuale (DPI), noti come **otoprotettori**. Benché non sempre bene accetti, i protettori auricolari possono essere usati facilmente in qualsiasi posto e sono particolarmente efficaci.

Negli ambienti di lavoro con esposizione a rumori con valori di esposizione superiore a 85 dB(A), l'uso della protezione auricolare è obbligatorio.

Tali mezzi costituiscono una barriera meccanica che si interpone tra la sorgente e l'organo ricevente (orecchio), riducendo l'intensità della perturbazione sonora prima che essa venga recepita dall'individuo. Essi devono risultare poco ingombranti, pratici, non devono costituire ostacolo di sorta al normale espletamento delle mansioni lavorative e devono avere assorbimento selettivo (i migliori sono quelli che proteggono l'orecchio dalle alte frequenze, lasciando inalterate quelle del parlato).

La normativa consente ai Datori di Lavoro, ai fini di valutare il rispetto dei limiti di esposizione, di tener conto dell'attenuazione prodotta dai dispositivi di protezione individuale dell'udito indossati dai lavoratori.

Esistono in commercio un gran numero di protettori acustici (otoprotettori), raggruppabili in tre categorie:

- **Gli inserti:** sono protettori acustici che vengono introdotti nel meato acustico esterno, in modo da interrompere le onde sonore a livello della membrana timpanica. Possono essere costituiti di gomma, di lana di vetro, di cotone misto a cera. Sono in grado di ridurre il livello sonoro di 10 ÷ 35 dB(A). in commercio ne esistono di due tipi:
 - Riutilizzabili: devono essere lavati ogni volta che vengono usati, devono essere di varie misure per essere adattabili
 - Monouso: offrono maggiori garanzie di igiene e sono quindi da preferirsi



Esempio di Inserti Auricolari monouso

Sono realizzati in schiuma poliuretana morbida e ipoallergenica che offre la massima comodità all'utilizzatore. La superficie è liscia e repellente allo sporco; la forma conica permette di adattarli alla maggior parte dei condotti auricolari.

Attenuazione: 31 dB (SNR) Norma UNI-EN 352-2

- **Le cuffie:** sono costituite da due orecchianti rigidi di plastica che si adattano sui padiglioni auricolari, collegati da un archetto elastico e rivestiti di poliuretano espanso. Sono degli ottimi protettori acustici ed attenuano il rumore da 25 a 40 dB, per cui trovano impiego in tutti gli ambienti particolarmente rumorosi.



CUFFIE

Realizzate con conchiglie stampate a pezzo unico, archetto a fascia larga.

Attenuazione: 25÷27 dB (SNR) Norma UNI-EN 352-2

Peso: 218 g.



ARCHETTI

Realizzati con archetto flessibile e con tamponi in schiuma poliuretana ricambiabili; sono indicati per chi deve entrare / uscire frequentemente da ambienti rumorosi

Attenuazione: 26 dB (SNR) Norma UNI-EN 352-1

Peso: 13÷20 g.

I dati di attenuazione sonora degli otoprotettori dichiarati dai costruttori sono derivati da prove di laboratorio sulla soglia soggettiva di soggetti istruiti, che indossavano correttamente i protettori auricolari. Le prestazioni effettive sul campo possono essere sensibilmente minori a causa di un infossamento non corretto e della presenza di altri DPI.

Indipendentemente dal tipo di otoprotettore scelto, è necessario che il mezzo individuale di protezione sia utilizzato fin dal primo momento in cui si opera, senza aspettare di... sentire fischiare le orecchie o, peggio, di sentirle doloranti.

Scontata l'obiezione: gli otoprotettori danno fastidio, sono insopportabili, addirittura fanno male.

E' chiaro che il tampone è un corpo estraneo che si infila nell'orecchio e che la cuffia fa sudare; come sempre in questi casi si tratta mettere a confronto il disagio ed il fastidio con il vantaggio e non vi sono dubbi che il piatto penda verso quest'ultimo.

Scelta ed uso dell'otoprotettore

Per la selezione dell'otoprotettore, i principali fattori da considerare sono:

- marcatura di certificazione;
- attenuazione sonora;
- confortevolezza del portatore;
- ambiente di lavoro e attività lavorativa (alte temperature e umidità, polvere, segnali di avvertimento e trasmissione di messaggi verbali, ecc.);
- disturbi per la salute dell'utilizzatore;

Riguardo al corretto uso, innanzi tutto occorre verificare la compatibilità dell'otoprotettore con eventuali altri DPI della testa (elmetti, occhiali, ecc.), che potrebbero determinare una riduzione delle prestazioni dell'otoprotettore stesso.

Gli **inserti monouso** o gli archetti sono da preferire se:

- si lavora in un ambiente con alti valori di temperatura od umidità
- si suda molto
- si usano occhiali per la vista
- il lavoro comporta frequenti movimenti del capo
- occorre usare altri DPI per la protezione del capo (elmetti, occhiali)

Le **cuffie** sono da preferire se:

- vi è esposizione ripetuta a rumori di breve durata
- vi è necessità di toglierle spesso
- sono presenti processi di infiammazione delle orecchie

Perché è importante utilizzare gli otoprotettori

Utilizzare correttamente gli otoprotettori è molto importante per ridurre i danni da ipoacusia all'udito; gli otoprotettori devono essere indossati per tutto il periodo dell'esposizione; se gli otoprotettori vengono tolti dall'utilizzatore anche per un breve periodo, la protezione effettiva si può ridurre sensibilmente.

Ad esempio, nel caso di una esposizione a un rumore con LAeq,8h pari a 105 dB(A), indossando un protettore auricolare con una attenuazione di 30 dB il livello di esposizione è di 75 dB(A), se il protettore non è utilizzato per soli 30 minuti il livello effettivo LAeq,8h diventa 93 dB(A).

Qualunque DPI uditivo, se indossato solo per metà tempo della giornata lavorativa (ipotizzata a rumore costante), fornisce una protezione effettiva che non supera i 3 dB.

Si tenga inoltre presente che per avere un livello di esposizione giornaliero maggiore di 80 dB(A)

bastano:

	Livello di rumore tipico di:
30 minuti a 92 dB(A)	saldatori, uso di mazze con scalpelli per lavori edili, trattori non cabinati
15 minuti a 95 dB(A)	avvitadadi, smerigliatrici di testa, seghe circolari per taglio alluminio...
8 minuti a 98 dB(A)	smerigliatrici angolari a disco, martelli demolitori, taglio jolly ceramici...

Corretta manutenzione degli otoprotettori

La norma EN 458 fornisce le indicazioni per una corretta cura e manutenzione degli otoprotettori:

- i DPI devono essere maneggiati sempre con le mani pulite, evitando contaminazioni con liquidi o polveri, spesso causa di irritazioni cutanee;
- per i DPI riutilizzabili è importante una regolare manutenzione e pulizia;
- gli inserti monouso non vanno riutilizzati, mentre gli altri tipi di inserto vanno lavati con cura prima di indossarli;
- il DPI riutilizzabile deve essere indossato sempre dalla medesima persona; è però possibile far utilizzare cuffie da più lavoratori ricorrendo a coperture monouso per i cuscinetti;
- i DPI vanno conservati secondo le istruzioni fornite dal fabbricante, vanno ispezionati frequentemente per identificare difetti e danneggiamenti;
- i cuscinetti delle cuffie vanno sostituiti quando consumati, così come gli archetti deformati.

OBBLIGHI DEI LAVORATORI

Per completezza e giusta informazione, si riassumono gli obblighi dei lavoratori, previsti dal D.Lgs. 81/08. *Ciascun lavoratore deve prendersi cura della propria sicurezza e della propria salute e di quella delle altre persone presenti sul luogo di lavoro, su cui possono ricadere gli effetti delle sue azioni o omissioni, conformemente alla sua formazione ed alle istruzioni e ai mezzi forniti dal datore di lavoro.*

In particolare i lavoratori:

- *osservano le disposizioni e le istruzioni impartite dal datore di lavoro, dai dirigenti e dai preposti, ai fini della protezione collettiva ed individuale;*
- *utilizzano correttamente i macchinari, le apparecchiature, gli utensili, le sostanze e i preparati pericolosi, i mezzi di trasporto e le altre attrezzature di lavoro, nonché i dispositivi di sicurezza;*
- *utilizzano i DPI messi a loro disposizione conformemente all'informazione e alla formazione ricevute e all'addestramento eventualmente organizzato*
- *hanno cura dei DPI messi a loro disposizione e non vi apportano modifiche di propria iniziativa.*
- *segnalano immediatamente al datore di lavoro o al dirigente o al preposto qualsiasi difetto o inconveniente da essi rilevato nei DPI messi a loro disposizione.*
- *non rimuovono o modificano senza autorizzazione i dispositivi di sicurezza o di segnalazione o di controllo;*
- *non compiono di propria iniziativa operazioni o manovre che non sono di loro competenza ovvero che possono compromettere la sicurezza propria o di altri lavoratori;*
- *si sottopongono ai controlli sanitari previsti nei loro confronti;*
- *contribuiscono, insieme al datore di lavoro, ai dirigenti e ai preposti, all'adempimento di tutti gli obblighi imposti dall'autorità competente o comunque necessari per tutelare la sicurezza e la salute dei lavoratori durante il lavoro.*

LA SORVEGLIANZA SANITARIA

L'attivazione della Sorveglianza Sanitaria rappresenta un prezioso passaggio attraverso il quale si può apprezzare tempestivamente l'eventuale instaurarsi di un danno uditivo.

Qualora l'esposizione personale giornaliera al rumore superi gli 85 dBA, come già evidenziato in precedenza, le visite divengono obbligatorie; oltre gli 80 dBA le visite avvengono su richiesta del lavoratore, previo parere del medico competente.

Per individuare gli effetti negativi del rumore è necessario valutare in una persona qual è il suo effettivo **campo uditivo**. Il campo uditivo è delimitato:

- 1) da una **soglia uditiva minima**; rappresenta il volume minimo, espresso in decibel (dB), a cui una persona può udire il suono di una certa frequenza. È variabile a seconda della frequenza del suono. Studi compiuti su un campione della popolazione hanno permesso di stabilire che la più piccola intensità sonora percepibile dall'orecchio umano (avente una frequenza di 1000 Hz) corrisponde a 10 Watt/m ed è stata presa come livello di riferimento zero della misurazione in decibel. Pertanto 0 (zero) dB identifica la soglia uditiva minima in un paziente sano-normale.
- 2) da una **soglia uditiva massima**; rappresenta l'intensità di un suono di determinata frequenza oltre la quale viene percepito dal soggetto come sensazione dolorosa. Anch'essa varia a seconda della frequenza del suono.

L'eventuale deficit dell'udito di una certa persona si misura per ciascun orecchio separatamente, individuando la soglia uditiva minima per ciascuna frequenza dei suoni. Infatti possono registrarsi deficit uditivi (vale a dire l'innalzamento patologico della soglia uditiva minima) diversi a seconda delle frequenze dei suoni; le orecchie possono essere interessate in modo uguale (ipoacusia simmetrica) o diseguale (asimmetrica).

L'AUDIOMETRIA

L'**audiometria** è l'esame medico volto a valutare eventuali deficit dell'udito.

L'**audiometro** è lo strumento standardizzato per registrare la soglia uditiva a frequenze differenti. Il principio è di generare dei suoni campione di cui è nota la frequenza e l'intensità e verificare mediante successive prove quali vengono percepiti dal paziente. L'audiometro portatile, per esempio, è dotato di cuffie e ha la capacità di generare un determinato suono solo nell'auricolare destro o sinistro della cuffia, in modo da testare separatamente le due orecchie. Serve a realizzare un primo screening sostanziale che individui la presenza di anomalie significative, eventualmente da monitorare nel tempo o da approfondire. L'audiometro dispone, di un selettore di frequenza, per generare campioni di suono alle frequenze più significative (ad esempio: 1.000 Hertz, 2.000 Hz, 3.000 Hz, 4.000 Hz, 6.000 Hz, 8.000 Hz). C'è anche un selettore di potenza che consente di assegnare al campione di suono un determinato volume. (scegliendolo all'interno di una scala che, di cinque in cinque, va da zero dB a 100 dB o più.).

Per ciascun orecchio e per ciascuna frequenza, mediante successive prove, l'operatore individua qual è la soglia minima di udibilità (= il livello minimo di volume a cui il paziente inizia a sentire il suono generato in una certa frequenza campione). Poi registra il risultato in un apposito grafico nella posizione determinata dagli assi cartesiani. Passa quindi alla successiva frequenza. Al termine, per ciascun orecchio, unendo i punti segnati nel grafico, si ottiene una curva rappresentativa della risposta alle varie frequenze/campione. Starà poi al medico:

- valutare i risultati, secondo determinati metodi di analisi della risposta alle varie frequenze
- individuare l'eventuale presenza di ipoacusie gravi,
- valutare se la causa è professionale,
- se sono necessari approfondimenti specialistici.

I deficit uditivi vengono classificati in base a diversi criteri. Se si considerano solo i livelli quantitativi, emerge questo quadro, che però rappresenta solo una prima approssimazione, perché si deve tener conto

della risposta alle principali frequenze-campione, rappresentative dell'intera scala tonale, e di altri fattori che non è questa la sede per illustrare.

Pertanto, detto in modo estremamente grossolano, abbiamo questa classificazione semplificata a valore puramente indicativo:

- Udito normale (eventuale innalzamento della soglia uditiva inferiore a 20 dB)
- Ipoacusia lieve (innalzamento della soglia uditiva compresa tra 20 e 40 dB)
- Ipoacusia media (innalzamento della soglia compresa tra 40 e 70 dB)
- Ipoacusia grave (innalzamento della soglia uditiva compresa tra 70 e 90 dB)
- Ipoacusia profonda (innalzamento della soglia uditiva compresa tra 90 e 120 dB)
- Acusia - Perdita uditiva totale (innalzamento della soglia uditiva compresa oltre 120 dB)

Va ricordato che l'esposizione a rumore produce un innalzamento temporaneo della soglia uditiva (ovvero un deficit temporaneo dell'udito), che rientra compiutamente dopo 24 o 48 ore di riposo (dipende dall'intensità, dalla durata e da caratteristiche personali, nonché dalla qualità del periodo di riposo, cioè il tempo durante il quale l'orecchio non è mai sottoposto a intensità elevate). Pertanto, per avere affidabili risultati di un esame audiometrico, è necessario tener conto di ciò.

EVOLUZIONE DELL'OTOPATIA DA RUMORE

L'otopatia da rumore è caratterizzata da una ben precisa sequenza temporale di eventi patologici, che si articola in quattro principali fasi, distinte dal punto di vista sintomatologico ed audiologico:

I^A Fase o periodo di reversibilità

- INIZIO: due settimane dopo l'inizio dell'esposizione
- SINTOMATOLOGIA: ronzio auricolare, cefalea, astenia fisica e mentale
- AUDIOMETRIA: diminuzione della sensibilità uditiva alla frequenza di 4000 Hz

II^A Fase o periodo di latenza totale

- INIZIO: 3° ÷ 4° mese di esposizione
- SINTOMATOLOGIA: difficoltà di comprensione della voce sussurrata a 6÷8 m. e acufeni (non sempre presenti); [acufene = sensazione di fischio o rumore nell'orecchio o nella testa]
- AUDIOMETRIA: minus di 20÷30 dB a 4000 Hz

III^A Fase o periodo di latenza sub-totale

- INIZIO: 2° ÷ 3° anno di esposizione
- SINTOMATOLOGIA: difficoltà di comprensione della voce sussurrata e delle conversazioni, soprattutto se l'ambiente è un po' rumoroso (effetto cocktail)
- AUDIOMETRIA: minus di 45÷60 dB a 4000 Hz, con estensione del minus a 1000÷1500 Hz.

IV^A Fase o periodo della sordità manifesta o confermata

- INIZIO: 5° ÷ 6° anno di esposizione (a volte dopo 10÷15 anni)
- SINTOMATOLOGIA: difficoltà manifesta di comprensione della voce di conversazione e impossibilità di percezione della voce sussurrata
- AUDIOMETRIA: curva audiometrica tipica della ipoacusia da rumore.

Riconoscimento della malattia professionale

In presenza di un danno all'udito del lavoratore, il nesso di causa fra esposizione nell'ambiente di lavoro e danno subito deve essere dimostrato dal medico legale attraverso la documentazione presentata, i dati anamnestici e clinici del singolo paziente. Tuttavia, per le lavorazioni descritte in una speciale tabella (D.P.R. 482 del 1975), a lesione conclamata, esiste la **legittima presunzione** del nesso eziologico diretto fra attività lavorativa e malattia verificatasi, ovvero c'è inversione dell'onere della prova: sarà il datore di lavoro a dover dimostrare che il danno è stato subito dal lavoratore a causa di fattori non dipendenti dall'ambiente di lavoro.

OBBLIGO DI INFORMAZIONE

OBBLIGHI PER IL DATORE DI LAVORO

Articoli 18, 36, 184 e 195 del D.Lgs. 81/2008

RICEVUTA DI CONSEGNA DI MATERIALE INFORMATIVO

Il/La sottoscritto/a:

Dipendente dell' **I.I.S. "G.Vallauri" di Fossano**

nella sua mansione di:

dichiara di aver ricevuto dal datore di lavoro copia dell'opuscolo "**Rischi di esposizione al rumore durante il lavoro**" e si impegna ad attuare e ad attenersi a quanto in esso indicato nello svolgimento del proprio lavoro.

Tale documentazione è stata fornita per ottemperare agli obblighi di informazione di cui agli artt. 36, 37, 184 e 195 del D.Lgs. 81/2008

Per ricevuta (firma):

Data/...../.....

N.B. il presente documento (in copia od in originale) sarà conservato insieme alla documentazione relativa agli adempimenti formali di cui al D.Lgs. 81/2008.

In ottemperanza all'art. 37, comma 14 del D.Lgs. 81/2008 l'avvenuta formazione dovrà essere annotata sul "*Libretto formativo del cittadino*" di cui all'articolo 2, comma 1, lettera i), del D.Lgs n. 276/2003