IMPRESA SICURA

il rischio rumore

Guida pratica all'applicazione del D.Lgs. 277/91 e L. 447/95

E.B.E.R.
ENTE BILATERALE EMILIA ROMAGNA

R

il rischio rumore

Guida pratica
all'applicazione
del D.Lgs. 277/91
e L. 447/95

E.B.E.R.
ENTE BILATERALE EMILIA ROMAGNA

Supplemento al n. 1/99 del periodico dell'EBER
Ente Bilaterale Emilia Romagna
Viale Silvani 6, 40122 Bologna
Direttore responsabile Agostino Benassi
Autorizzazione del Tribunale di Bologna n. 6273 del 02.04.94

Testi a cura di:
Carmen Giacomini, Stefano Mattioli, Bruno Marchesini, Gianluca Ansaloni
del Dipartimento di Prevenzione Azienda USL città di Bologna e
Maria Adelaide Corvaglia, Maurizio Gherardi, Claudio Lanzoni, Tiziano Turrini
dell'ARPA (Agenzia Regionale Prevenzione Ambiente) Sezione Provinciale
di Bologna.

Impaginazione Aslay, Rastignano (Bo)

Disegni tecnici D.E.Ca System, Lugo (Ra)

Stampa, Litosei, Rastignano (Bo)

Finito di stampare nel mese di novembre 1999

© 1999 Ente Bilaterale Emilia Romagna, viale Silvani 6, Bologna

INDICE

PRESENTAZIONE 6

SUONO E RUMORE 8

Le principali caratteristiche del rumore 9

Pressione sonora 9

Frequenza 13

Alcuni tipi di rumore particolare 15

Quali danni provoca il rumore 18

I danni uditivi 18

Gli effetti del rumore su altri organi e apparati 21

Disturbo da rumore 26

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO 31

Come si valuta l'esposizione al rumore 31

Come si misura il rumore 31

Le fasce di attenzione 38

Attuazione di interventi atti a ridurre l'esposizione 39

La valutazione del rumore 39

Sequenza degli interventi preventivi 40

Informazione e formazione 49

I mezzi di protezione personale 52

Gli accertamenti sanitari preventivi e periodici 60

Quando eseguire il controllo sanitario 62

Il medico competente ed i suoi obblighi 64

Il registro degli esposti a rumore 70

Informazioni da fornire all'organo di vigilanza 71

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI VITA E NELL'AMBIENTE ESTERNO 72

Premessa 72

Riferimenti normativi 74

I limiti di emissione / immissione 75

La classificazione acustica del territorio 76

La valutazione previsionale d'impatto acustico 77

Come si misura il rumore 80

Le sanzioni 85

Alcuni casi particolari 86

Prevenzione e bonifica 91

Controllo del rumore sulla sorgente 92

Controllo del rumore sulla trasmissione 96

Esempi di bonifica acustica su due tipi di lavorazione 106

Il Servizio sanitario regionale, fin dalla sua istituzione, è impegnato ad organizzare, promuovere, favorire iniziative e progetti per il diffondersi di una consapevole cultura della prevenzione e della tutela della salute negli ambienti di lavoro e di vita.

Questo impegno si affianca a quello che la Regione mette in campo per favorire lo sviluppo economico del territorio, e quindi anche dell'imprenditorialità artigiana, componente fondamentale del tessuto economico regionale, sia per il numero di aziende produttive presenti che per il numero di occupati che garantisce.

Sviluppo economico, crescita dell'imprenditorialità, tutela della salute sono dunque parte integrante della stessa programmazione strategica per l'ovvia integrazione che deve esistere tra programmazione sanitaria e programmazione economico-sociale in funzione di una buona qualità della vita della persone che vivono e lavorano nella nostra regione, nonché della competitività delle imprese. Anche il nuovo piano sanitario regionale con la proposta dei "piani per la salute" da realizzare a livello locale, richiama con forza l'esigenza di questa integrazione.

A questo riguardo, è particolarmente importante il ruolo che oggi viene svolto da E.B.E.R.-Ente Bilaterale Emilia-Romagna per facilitare la comprensione e l'applicazione, per il settore artigianale, del decreto legislativo 626/94.

Tra le iniziative di E.B.E.R., in particolare, i manuali di questa collana "Impresa sicura" rappresentano uno specifico e significativo punto di riferimento per le attività di informazione e formazione necessarie per l'applicazione del 626, e per favorire l'adozione di metodologie di valutazione e gestione dei rischi per la salute e la sicurezza nei diversi comparti produttivi, con utili e ben comprensibili linee guida.

Le collaborazioni tecniche ed operative di operatori appartenenti a strutture ed istituzioni diverse nella elaborazione di questi manuali e nella loro illustrazione nei luoghi di lavoro sono un concreto esempio di come si può operare per rendere effettiva la conoscenza e l'applicazione dei principi innovativi del 626.

In sostanza, anche questi manuali potranno contribuire a diffondere quella cultura della prevenzione che potrà permettere una effettiva riduzione dell'elevato numero di infortuni e malattie professionali che, purtroppo, ancora oggi affliggono la nostra realtà regionale.

La diffusione della collana "Impresa sicura" agli imprenditori e ai lavoratori rappresenta dunque una ulteriore e specifica occasione per richiamare direttamente l'attenzione sul grave problema degli infortuni sul lavoro e dalle malattie professionali e sul dovere che ciascuno di noi ha di operare per eliminare quanto più possibile i rischi e rendere sicuri e salubri i luoghi di lavoro.

Giovanni Bissoni
Assessore alla sanità della Regione Emilia-Romagna

PRESENTAZIONE

L'inquinamento acustico negli ultimi anni ha interessato un numero crescente di popolazione, diventando un fattore discriminante e descrittore di qualità della vita. In ragione di ciò si è registrato un aumento della percezione del problema rumore, soprattutto da parte dei cittadini residenti in centri fortemente urbanizzati. La necessità di rispondere in modo adeguato ad una situazione sempre più critica ha sollecitato il Legislatore ad adeguare la normativa e conseguentemente le tecniche di valutazione nonché le procedure di controllo relative all'inquinamento da rumore.
L'esigenza di arginare gli inquinamenti ambientali a salvaguardia del sistema ambiente, ha trovato sfogo anche in una proposta referendaria, promossa nel 1993 a larga maggioranza dagli italiani e finalizzata a scorporare le competenze in campo ambientale dal Servizio Sanitario Nazionale affidando la tutela degli ecosistemi a degli enti creati all'uopo: le Agenzie Regionali per la Prevenzione e Protezione dell'Ambiente. L'Arpa dell'Emilia Romagna è stata istituita nel 1995 con la Legge Regionale n. 44, ed è organizzata in un sistema a "rete" composto dalla Direzione Generale, da nove Sezioni Provinciali e da strutture tematiche. L'Arpa annovera tra le proprie competenze l'espressione di pareri, la vigilanza ed il controllo delle norme in campo ambientale, il rilevamento dei fattori fisici, geologici, chimici, di inquinamento acustico, dell'aria, delle acque e del suolo; il supporto tecnico per la pianificazione ambientale; il supporto tecnico-operativo al servizio sanitario per le attività di prevenzione e controllo sulla tutela della salute; le analisi di laboratorio di rilievo sanitario ed ambientale. Relativamente all'inquinamento acustico si consideri che la sempre maggiore sensibilità della popolazione urbana, ha prodotto nella sola città di Bologna, dal 1996 ad oggi, più di 800 esposti causati da eccessiva rumorosità di sorgenti sonore fisse. Questo dimostra la rilevanza del problema e la necessità per l'Agenzia di dedicare particolare attenzione al tema della prevenzione, promuovendo anche iniziative di formazione e informazione. Si coglie quindi volentieri l'occasione fornitaci da E.B.E.R. per informare le imprese, sugli adempimenti e sui controlli ai quali sono assoggettate, sperando che diventi uno strumento utile alle stesse, in particolare a quelle che operano all'interno di un tessuto urbano e che proprio per ciò incorrono più spesso in problemi con il vicinato.

Ing. Marco Morselli
Direttore della sezione provinciale di Bologna

PRESENTAZIONE

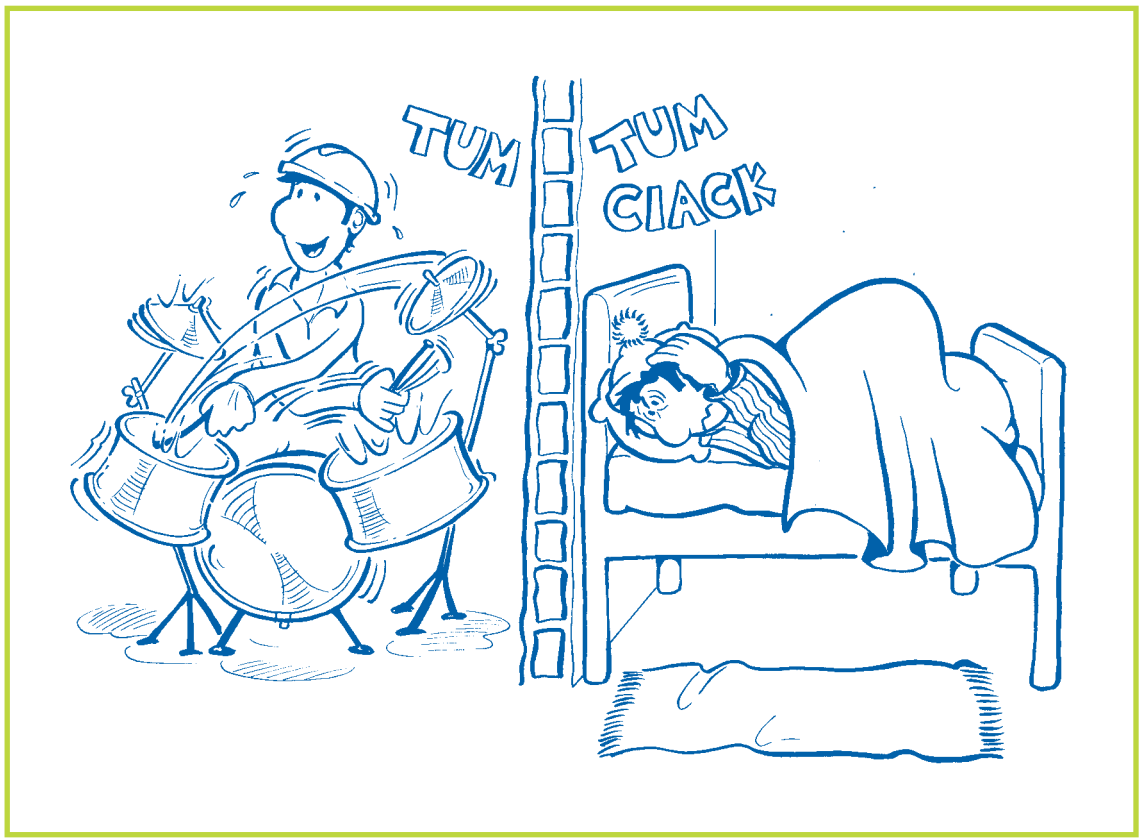
Per chi come noi si occupa di prevenzione dei rischi negli ambienti di lavoro, è fuori discussione che l'informazione e formazione dei soggetti interessati siano strumenti fondamentali e per tale ragione la produzione di materiali documentario per queste finalità ha sempre contraddistinto il nostro lavoro. In occasione di questa ristampa dell'opuscolo: abbiamo anche apprezzato l'intento espressoci dall'E.B.E.R. di estendere la trattazione dell'argomento alle problematiche presenti negli ambienti di vita coinvolgendo l'ARPA. Il rumore continua ad essere – anzi è sempre di più – un fattore di rischio ubiquitario e l'intreccio tra le fonti si complica di giorno in giorno. È una situazione che a volte ci fa temere per l'efficacia della nostra azione, perché è indubbio che alcuni modelli di sviluppo e certi stili di vita nel mondo del lavoro e nella società siano quantomeno contraddittori con gli obbiettivi che ci diamo.
Ma questa considerazione vuole solo evidenziare che nell'azione preventiva i risultati non sono mai immediati, anzi normalmente la strada è lunga e complessa. Anche per questo abbiamo accettato volentieri la proposta dell'E.B.E.R. di questa ristampa aggiornata, che sicuramente contribuirà a diffondere ulteriormente la conoscenza e la consapevolezza della rilevanza di questo fattore di rischio. Non possiamo nascondere, concludendo, che questa proposta di ristampa per noi è stato motivo di soddisfazione, in quanto l'abbiamo avvertita come un riconoscimento del risultato del nostro lavoro.

V. Alberghini
Il Responsabile del SPSAL del Dipartimento di Prevenzione

SUONO E RUMORE

Il suono è una successione di variazioni di pressione (vibrazioni) in un mezzo, come l'aria, che possono essere percepite dall'orecchio umano.

Il rumore, pur non essendo diverso dal punto di vista fisico, viene percepito come un suono non desiderato o comunque fastidioso; ad esempio, una musica proveniente dall'appartamento del vicino di casa può essere un suono gradevole per lo stesso vicino ma rappresentare un rumore per chi è costretto a subire la stessa musica.



LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL RUMORE

PRESSIONE SONORA

L'energia emessa da una sorgente sonora si propaga nell'aria determinando nel tempo variazioni di pressione in ogni punto dello spazio; in sostanza le modificazioni della pressione che noi avvertiamo, e che possiamo anche misurare, sono l'effetto dell'energia che si viene a determinare nel punto in cui viene posizionato il nostro orecchio. La pressione sonora è quindi una perturbazione subita dalla pressione atmosferica in stato di quiete quando è investita da un sistema di onde sonore.

Inoltre, tanto più grande sarà l'energia emessa dalla sorgente, tanto maggiore sarà la variazione della pressione atmosferica che si determina nello spazio.

Per esprimere la pressione sonora si ricorre al suo livello, che attraverso un operazione logaritmica permette di ricondurre tale parametro a dei numeri più semplici ed immediati. Per fare ciò viene utilizzato il decibel (dB) che rappresenta l'unità di riferimento del livello di pressione sonora e quindi descrive l'entità del rumore. La scala dei decibel, in acustica, si estende da un limite inferiore di 0 dB, che rappresenta la soglia dell'udito, ad un valore di 140 dB che rappresenta la soglia del dolore.

È bene precisare che nell'acustica ambientale, a differenza dell'acustica negli ambienti di lavoro, si riscontrano solitamente dei livelli di rumore minori, che vanno da 20 a 100 dB. Occorre però citare sin d'ora che nella normativa illustrata più avanti non viene usato il decibel, bensì il "decibel A" (dB(A)).

Il decibel dà una misura oggettiva dell'energia associata al fenomeno rumore, ma l'orecchio umano ha una sensibilità diversa alle diverse frequenze (la sensibilità è in effetti maggiore per le frequenze comprese fra 1000 e 5000 Hz ed in generale più bassa per le frequenze basse) e così due suoni aventi la stessa energia ma frequenza differente determinano sensazioni differenti all'orecchio umano. Per tale ragione ci si riferisce abitualmente a misure ottenute in dB(A). Quella "A" tra parentesi sta ad indicare che la pressione sonora misurata, applicando allo strumento di misura (fonometro) un cosiddetto "filtro di ponderazione A", è simile alla sensazione percepita dall'uomo.

SUONO E RUMORE

A titolo di esempio, nella seguente tabella sono riportati i livelli di pressione sonora prodotti da alcune sorgenti o presenti in certe situazioni:

LIVELLO DI PRESSIONE SONORA	SORGENTE / AMBIENTE
140 dB	Soglia del dolore – Esplosioni di ordigni – Jet in volo
130 dB	pressa idraulica di grande potenza
120 dB	Reattori di aereo in decollo – Partenza G.P. F.1 – Sirene
110 dB	Macchine F1 – Sirene d'ambulanza – martello pneumatico – Alcune macchine per legno e marmo
100 dB	Musica da discoteca a centro pista – Smeriglio – Sparo
90 dB	Metropolitana – Camion in accelerazione – Treno in transito – Macchine utensili per legno e metallo
80 dB	Traffico intenso e veloce a bordo strada – Alcuni ciclomotori
70 dB	Esterno di abitazioni vicine a strade importanti – Interno di uffici rumorosi
60 dB	Conversazione normale fra due persone
50 dB	Stanza da soggiorno tranquilla
40 dB	Colloquio sommesso
30 dB	Stanza da letto silenziosa – Sala di lettura
20 dB	Interno di studio di registrazione – Bisbiglio
10 dB	Deserto

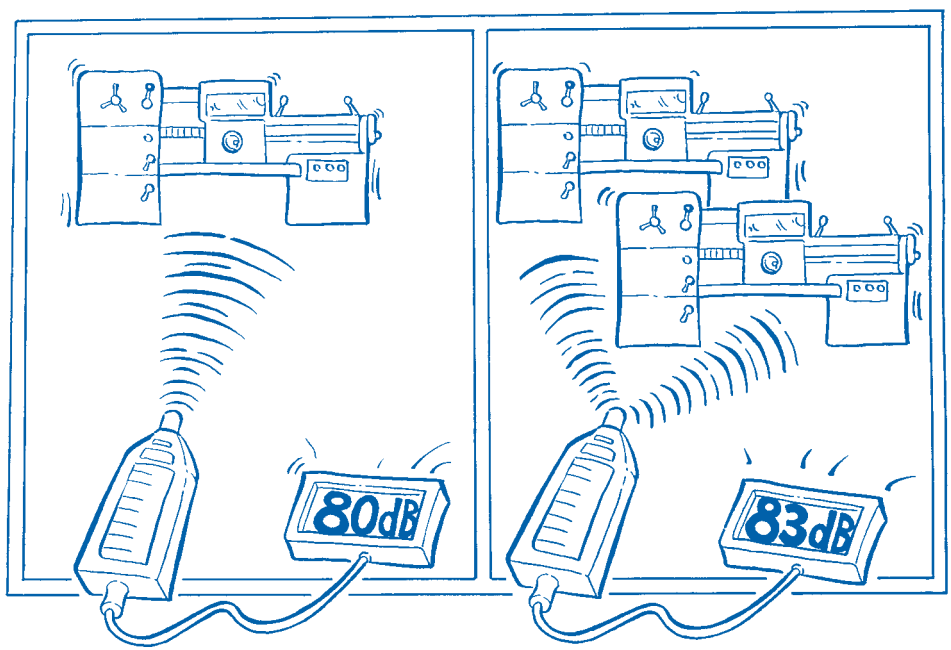
SUONO E RUMORE

Livelli sonori riscontrati nelle mansioni a maggior rischio in alcuni settori industriali

SETTORI INDUSTRIALI	MANSIONI	DB (A)
Metalmeccanico	carpenteria pesante	100 - 110
	carpenteria leggera	96 - 105
Legno	segheria	96 - 101
	squadratura	95 - 105
	levigatura	100 - 101
	pantografo	97 - 105
Tessile	tessitura	97 - 99
	lisciatrice	97 - 100
Ceramica	macinazione-impasto	96 - 102
Fonderia	formatura	96 - 107
	distaffaggio	98 - 108
	sbavatura	95 - 112
Cementifici	frantumazione	95 - 115
	macinazione crudo	96 - 108
	macinazione cotto	100 - 110
Vetro	stampaggio	96 - 107
Calzaturiero	ribattitrici	90 - 100
Materie plastiche	stampaggio	102
Anodi	macinazione	96 - 102
Fertilizzanti	essiccatoi	100 - 108
Farmaceutico	mulino ghiaccio	96 - 102
Laterizi	taglio piastrelle	96
	produzione betonelle	113
Mangimifici	macinazione	96 - 107
Cartiere	raffinazione	98 - 102
Grafica	roto offsett	96 - 100
Estrattivo	perforazione	106 - 110
Alimentare	lavaggio	102
	imbottigliamento	94
Tabacchificio	confezionatura sigarette	88 - 93

(Ist. Med. Lavoro Università di Padova. Dati rilevati in 15 aa in 142 aziende di 19 settori)

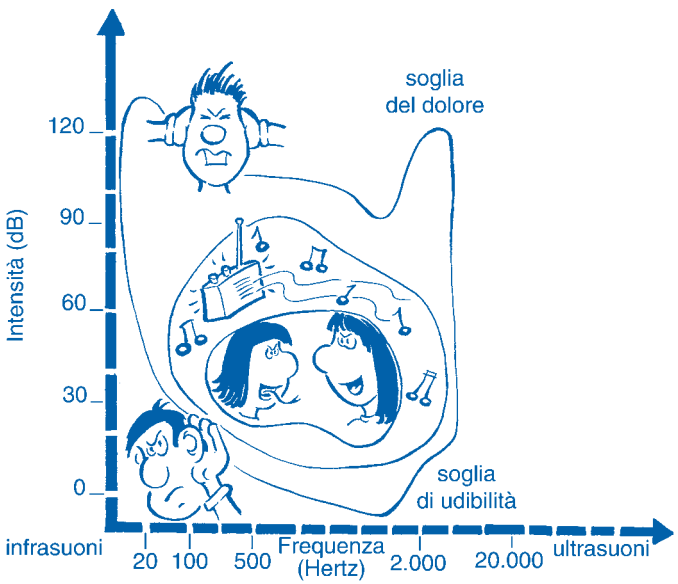
Il decibel inoltre, essendo una scala ottenuta da calcoli logaritmici, si comporta in modo particolare: è molto conosciuta la regola dei “3 dB”, cioè ad ogni raddoppio dell’energia sonora emessa dalla sorgente si ha un aumento di 3 decibel. Per esempio, se il funzionamento di una macchina utensile origina un rumore di 80 dB, il funzionamento contemporaneo di due macchine analoghe produrrà un rumore complessivo pari a 83 dB (e non 160 dB).



Proprio in funzione di queste caratteristiche, pochi decibel di differenza rappresentano in realtà un deciso aumento dell'energia dovuta al sistema di onde sonore presente.

FREQUENZA

È il numero di oscillazioni che si registrano in un secondo e si misura in Hertz. La frequenza è molto importante perché caratterizza ulteriormente un tipo di rumore. L'orecchio umano è in grado di percepire suoni caratterizzati da un intervallo di frequenze comprese tra 20 e 20000 Hertz. Questo intervallo varia da persona a persona e si riduce con l'avanzamento dell'età.



SUONO E RUMORE

Quotidianamente l'uomo è abituato a distinguere i suoni ***gravi*** caratterizzati appunto da frequenze dominanti basse e suoni ***acuti*** caratterizzati da frequenze dominanti alte:

Le **BASSE** frequenze sono quelle fino a 500 Hz
Le **MEDIE** frequenze vanno da 500 a 2000 Hz
Le **ALTE** frequenze sono quelle superiori a 2000 Hz

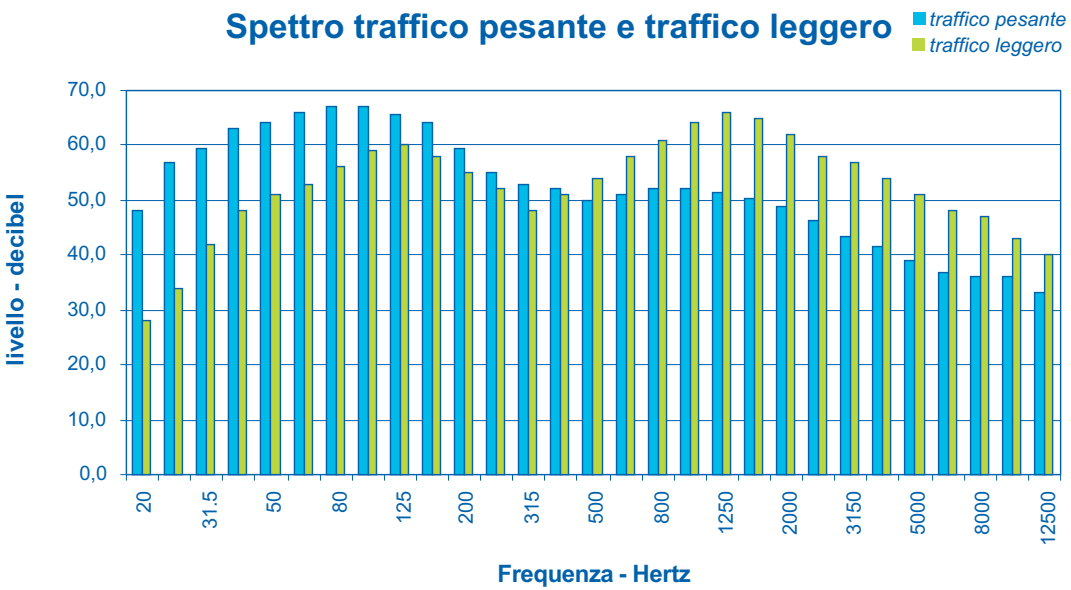
SORGENTI A BASSA FREQUENZA

Condizionatori, compressori, bruciatori, impianti frigoriferi, motori elettrici in genere.

SORGENTI AD ALTA FREQUENZA

Sirene, seghe a nastro e circolari, carpenteria metallica, valvole di scarico, aria compressa.

In realtà la maggior parte dei rumori è composta da frequenze che si estendono per tutto l'intervallo dello spettro udibile; questo accade perché la sorgente che genera il rumore non vibra in modo isolato ma è solitamente accoppiata ad altri organi meccanici. Per esempio, il rumore di una ventola, che sarebbe caratterizzato da una frequenza dipendente dal numero di giri al minuto e dal numero di pale della stessa, in realtà non può funzionare senza un motore caratterizzato anch'esso da altre frequenze, che, inoltre, può mettere in vibrazione l'eventuale struttura che lo racchiude o la sostiene. Analogamente le frequenze proprie di un autovettura saranno determinate non solo dal motore, ma anche da tutte le parti metalliche e non della carrozzeria sollecitate dal motore stesso, così come dal rumore aerodinamico dell'espulsione dei gas di scarico e ancora, se l'autovettura è in transito, si evidenzieranno le frequenze del rumore prodotto dal rollio dei pneumatici sull'asfalto.



Le frequenze dei suoni che compongono il rumore, possono, mediante appositi strumenti, essere individuate, in modo da ottenere il cosiddetto "***Spettro del rumore***". Esso ci dice, scomponendo in pratica i rumori che lo compongono, quali sono le frequenze e le intensità di queste: ciò permette una più precisa valutazione del rischio, quindi la prevenzione dei possibili danni, ma soprattutto l'individuazione mirata di appositi interventi di bonifica.
Alcuni tipi di fonometri permettono di effettuare anche le analisi in frequenza.

ALCUNI TIPI DI RUMORE PARTICOLARI

RUMORE COSTANTE

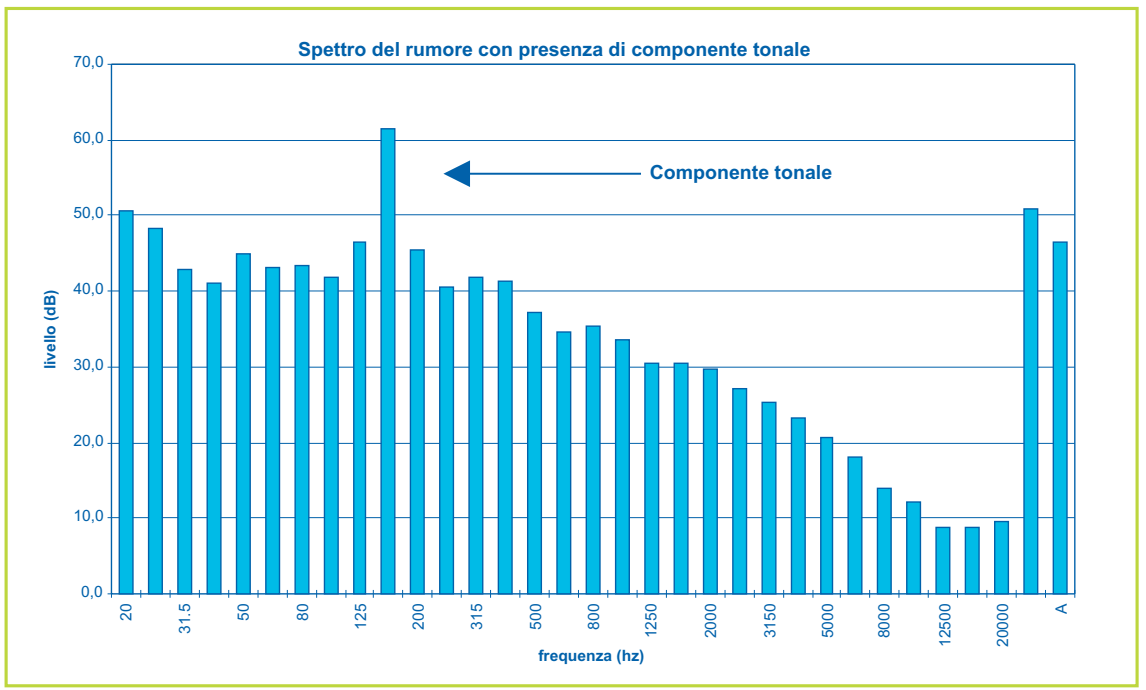
Il rumore si definisce costante quando la sua intensità è praticamente la stessa per tutto il tempo di funzionamento della sorgente sonora ovvero quando lo scostamento non è maggiore di 3 dB dal valore medio.

FLUTTUANTE

Il rumore si definisce fluttuante, se la sua intensità varia in modo evidente, o per il modo proprio di funzionamento della sorgente sonora o in relazione a diverse fasi del ciclo lavorativo.

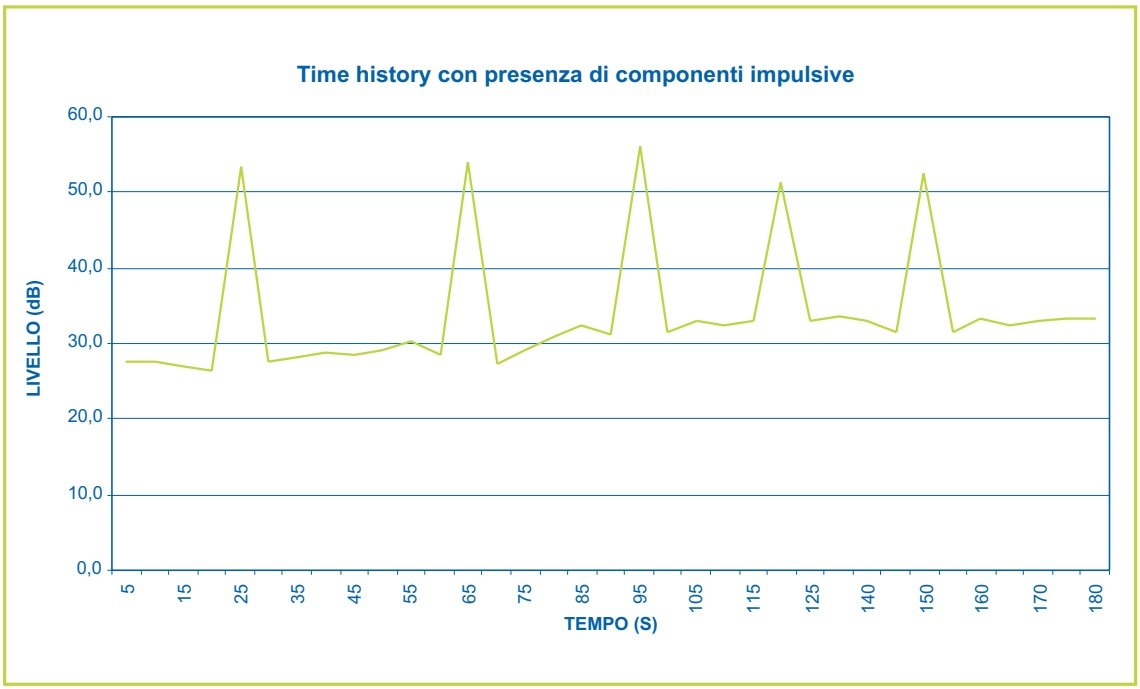
RUMORE CON COMPONENTI TONALI

È un tipo di rumore contraddistinto da una frequenza specifica con livello di pressione sonora particolarmente superiore a tutte le altre perché riferibile specificamente ad alcune caratteristiche della sorgente stessa. Solitamente nell'acustica ambientale le componenti tonali si riscontrano nelle basse frequenze, in funzione per esempio alla frequenza corrispondente al numero dei giri di un motore di un aspiratore od alla frequenza di risonanza di un condotto di espulsione.



RUMORE IMPULSIVO

È un tipo di rumore caratterizzato da impulsi isolati di energia molto maggiore del rumore che è presente tra gli stessi impulsi (es. il martellare di un carrozzaio ovvero il funzionamento di un maglio).

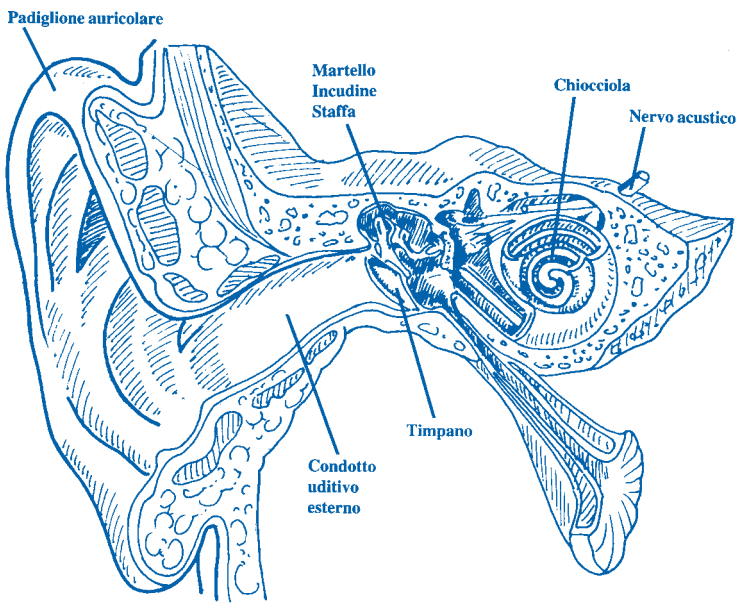


QUALI DANNI PROVOCA IL RUMORE

Come abbiamo già detto nel capitolo 1, l'esposizione a rumore, a seconda dell'energia in gioco e della durata, può provocare **fastidi**, **disturbi** o veri e propri **danni** alla salute.
Questi ultimi vengono distinti in:
- **danni uditivi**: sull'organo dell'udito
- **danni extrauditivi**: su altri organi

I DANNI UDITIVI

La via che segue il suono per essere da noi percepito è la seguente:



La via che segue il suono

SUONO E RUMORE

Il suono, raccolto dal padiglione auricolare, attraversa il **condotto uditivo esterno** e giunge al timpano.
Dietro il timpano si trovano 3 ossicini concatenati fra loro (martello, incudine e staffa), che trasmettono ad un'altra membrana interna, simile al **timpano**, le variazioni di pressione (=vibrazioni) raccolte dal timpano stesso. Dietro questa seconda membrana si trova la "**chiocciola**", cioè una struttura ossea cava, fatta proprio come una chiocciola, che contiene al suo interno un liquido detto "**endolinfa**". Attraverso questo liquido vengono trasmesse le variazioni di pressione giunte alla seconda membrana.
Tali variazioni di pressione, come onde del mare, vanno a sollecitare delle particolari cellule che si trovano all'interno della chiocciola: **le cellule acustiche**.

Ogni cellula acustica è capace di trasformare le sollecitazioni dovute al movimento dell'endolinfa in un **segnale**, che viene **trasmesso al cervello** attraverso il nervo acustico, dandoci la possibilità di percepire e riconoscere i suoni.
Queste cellule sono collocate (nel numero di 20.000 circa per ogni orecchio), su una specie di piattaforma, tesa all'interno del canale della chiocciola, in tutti i giri della stessa. Sulla piattaforma le cellule acustiche sono disposte **come i tasti di un pianoforte, ciascuno sensibile a una particolare frequenza sonora**. È come se nel nostro orecchio possedessimo un pianoforte con 20.000 corde, ciascuna delle quali pronta a vibrare ad una data frequenza.
Le cellule situate nella parte più alta della coclea rispondono alle 16 vibrazioni al secondo, quelle situate nella parte più bassa della coclea alle 20.000 vibrazioni al secondo, le altre alle frequenze intermedie.

COME AVVIENE IL DANNO

In un modello immaginario, il meccanismo di danno potrebbe essere il seguente: se attraverso l'orecchio giungono rumori elevati e per tempi lunghi, si formano nell'endolinfa onde più violente che, simili alle onde del mare in tempesta, invece che lambire le cellule acustiche, le traumatizzano e, infine, le erodono e le distruggono.
Per prime vengono colpite le cellule deputate a recepire le alte frequenza e poi via via le altre.
Una volta che le cellule sono andate perdute, **non possono più essere rigenerate** (al contrario di quanto succede, ad esempio, per le cellule della cute,

delle mucose, ecc.), così **ad ogni cellula acustica che muore, muore una parte della nostra sensibilità uditiva**.
Al posto delle cellule sensitive andate perdute, si formano cicatrici, che possono essere causa del fastidioso ronzio di fondo che colpisce chi perde l'udito a causa del rumore.
Si instaura così la cosiddetta "**ipoacusia da rumore**".*
Ipoacusia significa "**minore sensibilità uditiva**", ed essa va via via aggravandosi di mano in mano che vengono distrutte le cellule acustiche.
La persona esposta al rumore per le prime volte accusa, alla fine del turno di lavoro o anche dopo una serata in discoteca, alcuni disturbi: lieve mal di tesa, senso di orecchio chiuso, senso di fatica e intontimento, udito "ovattato".
Questi disturbi tuttavia, in questa **prima fase**, anche se permane l'esposizione, tendono in breve tempo a scomparire, perché interviene un fenomeno di adattamento.
Successivamente, col proseguire dell'esposizione al rumore, si instaura una diminuzione temporanea della sensibilità uditiva, che di norma il lavoratore non avverte, poiché riguarda i suoni più acuti, fuori dal campo del linguaggio (vedi figura a pag. 13).

In questa fase, quindi, le cellule acustiche sono "**tramortite**" dal rumore, ma non uccise, e possono quindi riprendersi se cessa l'esposizione. Per riprendersi completamente le cellule impiegano circa **15-16 ore**.
Se l'esposizione persiste, dopo un periodo di tempo che varia a seconda dell'intensità del rumore, le cellule vengono invece definitivamente uccise, a cominciare da quelle addette a percepire i suoni acuti (frequenze di 4000-6000 Hertz).
Durante questo periodo il lavoratore inizia ad accorgersi di non sentire più bene alcuni particolari suoni (il tic-tac dell'orologio, il trillo del campanello, il suono del telefono) e di non percepire alcune note musicali.

---

* Per dare un'idea dell'importanza del problema, basta ricordare che in Italia si verificano ogni anno circa 30.000 casi di ipoacusia da rumore; del resto, la cosa non è strana, se si pensa che un lavoratore esposto a 85dB(A) ha un rischio del 13% di contrarre una ipoacusia da rumore dopo 20 anni e del 30% dopo 35 anni; a 90 dB(A), il rischio è rispettivamente del 23% e del 41%; a 95 dB(A) addirittura del 35% (dopo 20 anni) e del 53% (dopo 35 anni).
Dopo 10 anni, il rischio è del 6% per chi è esposto a 85 dB(A), del 13% per chi è esposto a 90, addirittura del 20% per chi è esposto a 95 dB(A).

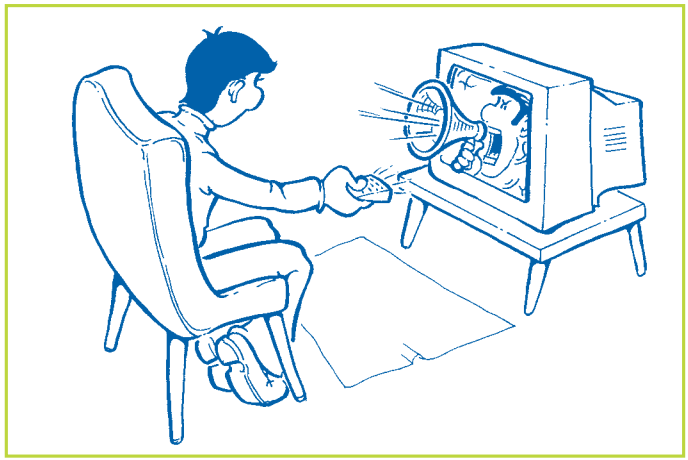
Quando si è giunti a questa fase, cioè alla morte delle cellule, il calo della sensibilità uditiva è **irreversibile**.

Persistendo ancora l'esposizione al rumore, la perdita di sensibilità uditiva si aggrava e si estende ai suoni di frequenza più bassa.

Ciò è dovuto al fatto che viene ucciso un numero via via maggiore di cellule acustiche.

In questa fase, il lavoratore si accorge di dover alzare il volume della radio e della TV, di perdere brani di conversazioni, di dover chiedere agli altri di ripetere le parole, di sentire male la musica, di udire fastidiosi fischi e ronzii nelle orecchie e di avere, in sintesi, sempre più compromessa la vita sociale e di relazione.

Si arriva, di fatto, ad una **sordità** più o meno grave.



GLI EFFETTI DEL RUMORE SU ALTRI ORGANI E APPARATI (effetti extrauditivi)

Il rumore può essere considerato come un "fattore di usura", che incide complessivamente sull'organismo umano, determinandone un lento e progressivo logoramento.

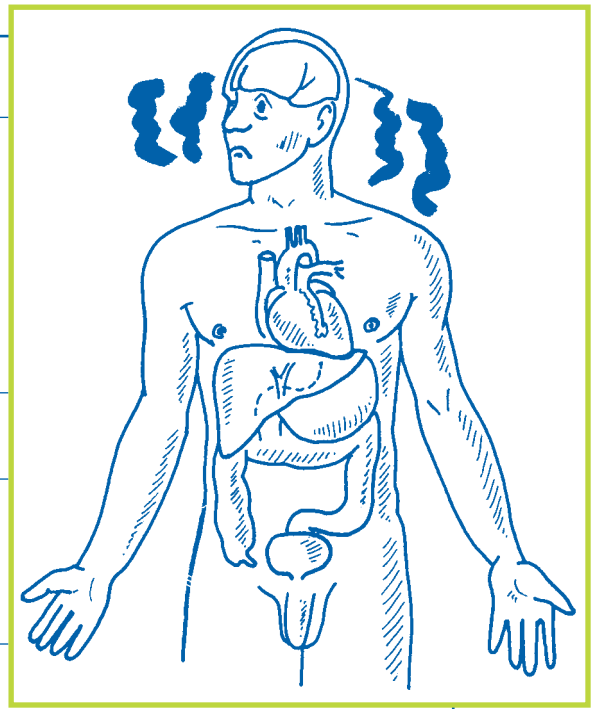
I sintomi, assai vari, possono essere raggruppati nella "**sindrome generale da rumore**" e consistono in: stanchezza continua, inappetenza, digestioni laboriose, svogliatezza, diminuzione del rendimento, mal di testa, irritabilità, disturbi del sonno, ipertensione arteriosa, gastrite, colite, aumento del tasso di colesterolo nel sangue, tremori, vertigini, stato ansioso.

Questi sintomi, che coincidono con quelli da stress, si avvertono per livelli di rumore anche non molto elevati (70dB) ma che vengono avvertiti come fastidiosi, soprattutto in relazione al compito che si sta svolgendo.

SUONO E RUMORE

Se l'esposizione a rumore è particolarmente intensa e prolungata, possono subentrare disturbi a carico di vari organi e apparati (v. tabella).

SISTEMI INTERESSATI	CONSEGUENZE
Cardiovascolare	Aumento della frequenza cardiaca Aumento della pressione arteriosa Aumento dei segni di danno all'E.C.G. nei cardiopatici
Respiratorio	Aumento della frequenza del respiro
Digerente	Aumento della secrezione gastrica Aumento della motilità gastrointestinale
Endocrino	Variazioni nella funzionalità di ipofisi, tiroide e surreni
Visivo	Variazione della capacità visiva e della percezione dei colori
Neuro-psichico	Disturbi del sonno Ridotta capacità di attenzione e concentrazione Ansia, stato di irritazione Affaticamento Riduzione del rendimento lavorativo



SUONO E RUMORE

Per quanto attiene l'effetto sull'attività lavorativa, anche l'esposizione a bassi livelli di rumore può provocare disturbi dell'attenzione e della concentrazione; specialmente qualora si svolgano attività di concetto, questo tipo di esposizione può determinare errori di esecuzione, particolarmente pericolosi nei compiti di grande responsabilità, e quindi un aumento del numero degli **infortuni sul lavoro**.
Questi ultimi sono anche favoriti dal fatto che il rumore ha alcuni **effetti negativi sulla funzione visiva**: a cominciare da 75 dB si può avere una dilatazione della pupilla, con conseguente disturbo della percezione in rilievo; a rumori di 110-120 dB si è invece osservato, in alcune ricerche, un restringimento del campo visivo.
Una rumorosità elevata impedisce inoltre, in ambiente di lavoro, di riconoscere alcuni suoni "avvisatori" propri di ciascuna macchina, di distinguere i rumori anomali dovuti al cattivo funzionamento di una macchina o di un impianto, di udire eventuali avvisi di pericolo.

In sintesi, i rischi da rumore possono essere così schematizzati:

LIVELLO	EFFETTO
0-35dB	Nessuno
35-55dB	Fastidio nel sonno
55-70dB	Conversazione difficoltosa, difficile percezione delle comunicazioni telefoniche, difficoltà nell'esecuzione di lavori di precisione, disturbi della concetrazione nelle mansioni intellettuali, iniziali disturbi neurovegetativi ("sindrome generale da rumore")
70-85dB	Fastidio, irritabilità, cefalea, facile affaticamento, calo della concentrazione e disturbi neurovegetativi
85*-120dB	Aggravamento dei disturbi precedenti e danni uditivi cronici
120-130dB	Superamento della soglia del dolore. Trauma acustico acuto (rottura del timpano)

(*) per quel che riguarda gli effetti uditivi, ci si riferisce ad una esposizione di 8 ore lavorative, per 5 giorni alla settimana. Per una piccola percentuale di soggetti più sensibili, l'effetto nocivo sull'apparato uditivo inizia a 80dB.

L'**energia associata rumore**, anche se è il più importante, è però solo uno dei parametri che concorrono alla determinazione dei disturbi e danni da rumore: vi sono **parametri legati alle caratteristiche dell'esposizione** a rumore, alle **caratteristiche della persona**, all'**interferenza di altri fattori di rischio**.

PARAMETRI CHE INFLUENZANO L'INSTAURARSI DEL DANNO DA RUMORE

LEGATI ALL'ESPOSIZIONE

• il **livello** di pressione acustica

• **spettro di frequenza** del rumore (v. cap. 1): sono più nocivi i rumori più acuti

• **continuità** del rumore: sono più nocivi i rumori continui rispetto a quelli intermittenti (sempreché l'intervallo non sia brevissimo); i rumori imprevedibili (poiché colgono l'organismo impreparato a riceverli); i rumori ritmici di forte intensità.

• **durata dell'esposizione**: rumori di una determinata intensità e frequenza divengono nocivi quando la durata dell'esposizione oltrepassa un certo numero di ore per giornata lavorativa.

• **durata dei periodi di riposo**: dopo l'esposizione a rumore, un periodo di riposo acustico adeguato può permettere la reversibilità dell'effetto dannoso subito; questo tende a divenire permanente qualora l'organismo venga nuovamente esposto a rumore prima di aver potuto riparare gli effetti di una precedente esposizione.

LEGATI ALLE CARATTERISTICHE DELLA PERSONA

• **sensibilità individuale**: a prescindere da ogni altro fattore, come nel caso di qualsiasi malattia, vi sono persone costituzionalmente più "resistenti" al rumore e persone più "predisposte" a subirne i danni.

• **sesso**: pare che le donne siano più resistenti all'azione nociva del rumore sull'udito.

• **abitudini voluttuarie**: fumo ed alcool sono tossici per le cellule acustiche e quindi possono concorrere all'instaurarsi del danno.

• **condizioni psicologiche del soggetto**: questo vale soprattutto per i danni extrauditivi, e in particolare per quelli simili alla sintomatologia da stress (v. pag. 21). Per gli effetti sull'apparato cardio-circolatorio sono più a rischio i soggetti che hanno disturbi alle coronarie o alle piccole arterie degli arti, in quanto pare che il rumore causi un "restringimento" delle arterie.

LEGATI ALL'INTERFERENZA DI ALTRI FATTORI DI RISCHIO

• **esposizione contemporanea a vibrazioni meccaniche e/o ad ultrasuoni**: gli effetti nocivi del rumore sono potenziati dagli effetti dovuti a tali rischi.

• **esposizione a sostanze chimiche** tossiche per le cellule acustiche: concorre all'instaurarsi o all'aggravarsi del danno uditivo da rumore la contemporanea esposizione a sostanze quali:

– piombo, mercurio organico, arsenico
– monossido di carbonio, esteri fosforici
– cianuri
– solfuro di carbonio
– benzene
– tricloroetilene
– bromuro di metile
– tetracloruro di carbonio.

• Assunzione di **medicinali**: concorre all'instaurarsi o all'aggravarsi del danno uditivo da rumore anche l'assunzione, per un certo periodo di tempo, di farmaci che possono talvolta determinare, quale effetto collaterale, tossicità per le cellule acustiche. Tra questi farmaci, possono essere ricordati:

– alcuni antibiotici (streptomicina, kanamicina, neomicina, cefaloridina, gentamicina)
– antimalarici (chinico, clorochina)
– salicilati (ac. acetilsalicilico)
– diuretici (furosemide, ac. etacrinico)
– altri (ac. paramminosalicilico, difenilidantoina).

DISTURBO DA RUMORE

In realtà nell'ambito del rumore ambientale più che di "sindrome" si tende a parlare di "disturbo" o "fastidio", che in psicoacustica si definisce con il termine di **ANNOYANCE**.
La risposta individuale, in termini di reazione, all'esposizione al rumore può manifestarsi in parte con variazioni comportamentali del soggetto, in parte con indicazioni soggettive sulla modifica del proprio stato di benessere ed in parte sulla base di studi statistici sul danno da rumore.

L'annoyance deriva dalla relazione fra diverse variabili:
– variabili fisiche (caratteristiche del tipo di rumore e del tipo di esposizione)
– variabili indipendenti (legati alla persona che riceve - ricettore)
– interferenza di altri fattori di rischio.

Ovviamente il contributo delle variabili soggettive, legate alle condizioni individuali e di contorno del ricettore, è più influente nella fascia di livelli di pressione sonora più bassa (inferiore ai 50 dB(A)), mentre si riduce sensibilmente con l'aumentare dei livelli fino ad annullarsi a livelli superiori ai 90 dB(A) (entrando in una condizione di possibile correlazione causa-effetto fra le caratteristiche fisiche del rumore e le conseguenze organiche dell'individuo esposto).

Fra le **VARIABILI FISICHE** che possono incidere sul fastidio da rumore si configurano:
– il livello di pressione acustica (vedi tabella sul rapporto livelli-effetto per i rischi da rumore)
– la durata nel tempo (minuti, ore, giorni, ecc.)
– il periodo di riferimento (diurno o notturno)
– la differenza (in dB(A)) fra il rumore ambientale e il rumore di fondo dell'area considerata. Un incremento di decibel, da parte di una sorgente che si inserisce in clima acustico silenzioso, a parità di livello, è molto più disturbante rispetto allo stesso rumore già presente come rumore di fondo (es. rumore di fondo 30 dB(A) + rumore sorgente = 35 dB(A), il risultato di 35 dB(A) è molto più percepito e disturbante rispetto agli stessi 35 decibel derivanti dalla rumo-

rosità di fondo di quella particolare zona abitativa, come in vicinanza di strade a maggiore traffico). Questo si giustifica con l'individuazione da parte del soggetto disturbato dell'elemento di perturbazione prodotto dalla specifica sorgente. La valutazione del disturbo da rumore, prevista dalla normativa, comprende infatti la misura del "differenziale" con il quale si definisce proprio la differenza fra il livello di rumore ambientale e il livello del rumore di fondo, ponendo al centro dell'attenzione l'incremento del livello di fondo piuttosto che il valore assoluto.

– Le caratteristiche del rumore
  a) ***intervallo di frequenze prevalenti*** (rumore a bassa frequenza o ad alta frequenza);
  b) ***presenza di un tono puro*** – è stato verificato che il tono puro (da assimilare ad esempio ad un'unica nota del pentagramma) è meno tollerabile rispetto a un rumore a largo spettro. La normativa infatti prevede una penalizzazione di 3 decibel nella misura del disturbo, nel caso che si riscontri la presenza di una "componente tonale".
  Esempio: presso un'abitazione, in periodo diurno, si effettuano delle misure fonometriche per rilevare il livello di pressione sonora derivante da una certa sorgente disturbante (es. falegnameria). Si misura il livello equivalente ambientale (con l'attività in funzione) che risulta di 36 dB(A). Il livello equivalente di fondo (senza il contributo dell'attività disturbante) nella stessa abitazione, risulta essere di 33 dB(A). La differenza fra i due livelli è minore di 5 dB(A) quindi secondo la normativa vigente non scatterebbe alcuna richiesta di provvedimento. Se dall'analisi in frequenza si riscontra la presenza di una componente tonale, peraltro spesso presenti nelle macchine utilizzate nel campo dell'industria, si deve applicare al livello equivalente ambientale una penalizzazione (36 + 3) =39 dB(A) portando a un superamento del differenziale (39 – 33 = 6) e all'avvio delle procedure di richiesta di intervento e di provvedimento amministrativo.
  c) ***rumore impulsivo*** (come già definito precedentemente). Si è riscontrato che un rumore con caratteristiche impulsive determina un maggiore disturbo rispetto al rumore costante, pertanto anche su questo aspetto la normativa vigente ha previsto una penalizzazione, di 3 decibel.

Per **VARIABILI INDIPENDENTI** si intendono i fattori personali che portano a una maggiore o minore tolleranza al disturbo da rumore con conseguente modifica anche degli effetti di annoyance sulla propria sfera psicofisica.

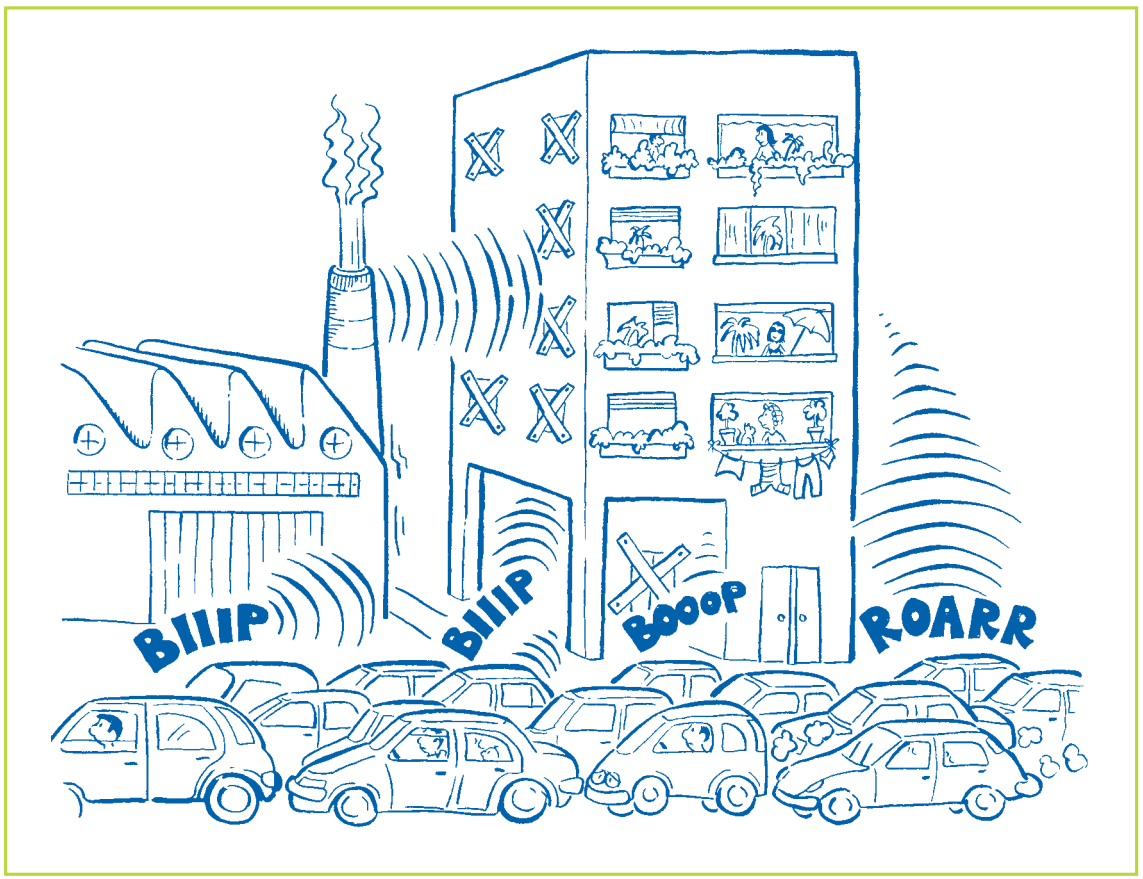
Alcuni esempi di variabili indipendenti possono essere:
– ritmi lavorativi (es. orari di lavoro)
– stato emotivo e/o coinvolgimento rispetto all'origine del rumore (rapporto fra il ricettore e ciò o chi produce il rumore disturbante, condivisione delle motivazioni)
– particolari condizioni di salute fisica o psichica del ricettore
– abitudini comportamentali
– livello culturale (consapevolezza che il problema risponde a delle normative e può essere attenuato/risolto)
– variabili attitudinali (familiarità con la sorgente di rumore, sensazione di utilità; es. il rumore del treno è più tollerato rispetto al rumore di un aereo, in quanto quest'ultimo è considerato più pericoloso).

INTERFERENZA DI ALTRI FATTORI DI RISCHIO

Se il rumore di una sorgente è associato ad altre componenti di rischio, pericolose per la salute o percepite come tali, porta ad un aumento del grado di sensibilità dell'individuo e quindi a una minore tolleranza verso di esso, che si tramuta in una effettiva incidenza maggiore anche sulla salute (fisica e/o psichica) del ricettore singolo o dell'insieme di ricettori che si trovano nell'area esposta.

Esempi tipici di questo effetto sinergico sono:
– rumore proveniente da attività ritenute inquinanti (soprattutto quando comportano anche emissioni odorose di sostanze chimiche);
– rumore derivante da macchine pericolose (es. quelle legate al taglio, a martelli, ecc.);
– automezzi percepiti come più rischiosi rispetto all'autoveicolo comune (mezzi pesanti, motociclette, aerei, ecc.);
– suoni correlati a condizione di allarme (es. sirena di ambulanza, allarme delle automobili, suoni anomali provenienti da attività produttive, voci rissose, ecc.).

SUONO E RUMORE



Considerato il notevole numero di variabili che incidono sulla risposta personale al disturbo da rumore, non è facile stabilire una relazione lineare fra i livelli sonori, misurati con il fonometro, e la variazione della risposta individuale, pertanto si stanno effettuando studi a livello internazionale in questo senso, utilizzando la risposta di un elevato numero di persone, con caratteristiche individuali diverse, in maniera da arrivare a una standardizzazione della scala di correlazione rumore-annoyance.

DISTURBO DEL SONNO

A parità di livello di pressione sonora, il rumore notturno appare notevolmente più dannoso di quello presente durante il giorno in quanto i soggetti esposti si trovano in una condizione di reattività psichica molto più elevata dovuta a uno stato di maggiore affaticamento e di accumulo di stress.

Il rumore notturno disturba e/o impedisce il sonno riducendo la capacità di ripresa dell'organismo, portando quindi al deterioramento della condizione di riposo e alla forte compromissione della capacità di recupero fisiologica di ogni individuo.

Il rumore può interferire nella fase di addormentamento (fenomeno che può riguardare anche livelli di rumore apparentemente molto bassi) e/o nel ciclo del sonno, alterandone quantitativamente e qualitativamente le fasi.

Nel soggetto normale durante una notte di sonno si susseguono dai 4 ai 6 cicli e ognuno di questi è distinto in cinque stadi, di cui i primi quattro costituiscono il sonno NREM ed il quinto il sonno REM o fase del sogno.

Il rumore notturno, soprattutto se elevato, agisce sulle fasi III, IV e sulla fase REM accorciandone la durata.

La fase REM è notevolmente importante per l'ottimale ripristino delle condizioni di funzionalità del sistema nervoso centrale, per cui la prolungata riduzione di questa fase può provocare disturbi di tipo psichico anche molto gravi.

L'interferenza del rumore sul sonno è stata dimostrata sulla base di indagini epidemiologiche e di studi sperimentali che utilizzano tecniche oggettive quali i tracciati elettroencefalografici. Anche da questi studi si rileva che il disturbo del sonno comincia a manifestarsi quando il livello di rumore ambientale (espresso in livello equivalente pesato secondo la curva di ponderazione A) supera i 35 dB(A). In realtà l'influenza di fattori soggettivi e le particolari caratteristiche del rumore (ad es. rumore molto basso associato a lievi vibrazioni, presenza di picchi) possono creare disturbo del sonno anche a livelli sensibilmente più bassi.

COME SI VALUTA L'ESPOSIZIONE AL RUMORE

Art. 40 D.Lgs. 277/91

L'art. 40 del D.Lgs. 277/91 pone a carico del **datore di lavoro** la "**VALUTAZIONE**" della rumorosità presente in azienda.

Tale valutazione consta di 2 momenti:

Circ. Assess. Sanità R.E.R. n. 23/93

- la **prima fase** è, per così dire, empirica: il datore di lavoro, in base a:
  – i risultati di misurazioni estemporanee;
  – la disponibilità di specifiche acustiche dei macchinari in uso;
  – i risultati di precedenti misurazioni;
  – la manifesta assenza di fonti di rumorosità significative;
  – i confronti con situazioni analoghe;
  – i dati di letteratura.
  dovrà valutare se possa "**fondatamente ritenersi**" che l'esposizione dei lavoratori superi o meno gli 80 dB(A) (in Lep,d).

- la **seconda fase** subentra nel caso il datore di lavoro ritenga che l'esposizione sia appunto **superiore agli 80 dB(A)**.

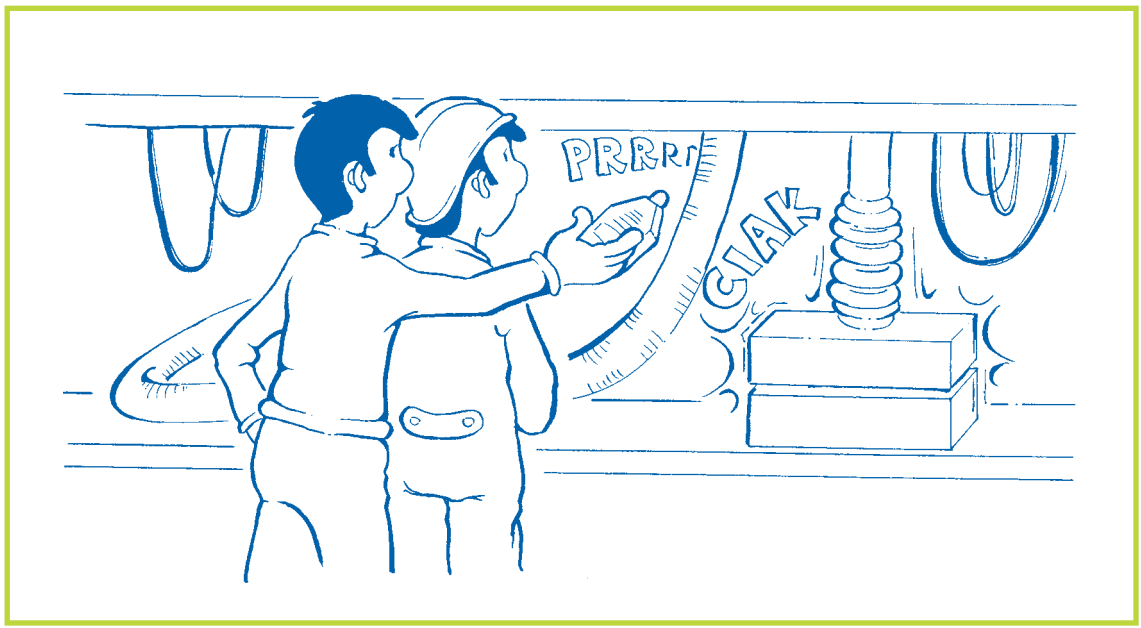
COME SI MISURA IL RUMORE

Al fine di valutare correttamente il rischio di danno attribuibile al rumore, occorre conoscere, oltre al **livello di intensità del rumore**, anche la **durata dell'esposizione**.
Siccome, tranne in rari casi, il rumore non mantiene identica intensità nel tempo, si ricorre a una misura "media" dell'intensità: **il livello equivalente (Leq)**, espresso in dB(A).
Tale misura, riferita all'esposizione personale quotidiana di un lavoratore, si chiama **Lep,d** (d=day=giorno) mentre, quando si calcola l'esposizione personale settimanale, si parla di **Lep,w** (w=week=settimana).
La misura dell'esposizione personale non deve tener conto degli effetti dei mezzi di protezione personale.

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

D.Lgs. 277/91 All. VI

Il D.Lgs. 277/91 prevede che le misurazioni del Lep vengano eseguite tramite un **fonometro di classe I**, nei posti di lavoro occupati dai lavoratori.



Perché la misura sia più precisa, la stessa va effettuata sul posto occupato normalmente dalla persona, all'altezza dell'orecchio, a 10 cm e più di distanza dalla testa dell'interessato (se la misura dovesse essere eseguita a distanza più ravvicinata, occorre tenerne conto, nella valutazione dei risultati, poiché il corpo del lavoratore può schermare o assorbire il rumore o comunque interferire sulla correttezza della valutazione).

La rilevazione del rumore va effettuata, **per un periodo di tempo rappresentativo** dell'esposizione reale del lavoratore nel corso delle 8 ore giornaliere, durante il normale svolgimento dell'attività lavorativa (ad esempio debbono essere in funzione le macchine che normalmente operano).

Circ. Assess. Sanità R.E.R. n. 23/93

Se invece le condizioni lavorative espongono a livelli notevolmente variabili e fluttuanti tra una giornata e l'altra si deve prendere come riferimento il LEP, w.

In tal caso egli dovrà provvedere a far eseguire da personale "competente[1]" una vera e propria misurazione strumentale[2].

La **misura del rumore** deve avere **2 obiettivi**:
- descrivere in modo preciso il fenomeno, al fine di valutare l'esposizione dei lavoratori.
- permettere di ridurre al minimo il rischio rumore, intervenendo sulle sue cause.

È opportuno tenere presente quanto sopra nell'affidarsi a un tecnico competente, in quanto non è sufficiente fare una "diagnosi", ma è necessario impostare anche una "terapia": il datore di lavoro infatti dovrà ridurre al minimo, "**con tutte le misure concretamente attuabili**" il rischio per i lavoratori.

Art. 41 D.Lgs. 277/91

Dalle misurazioni effettuate nel corso della valutazione strumentale, si rileverà il livello di rumorosità, che andrà a collocarsi in una delle **fasce definite dalla legge** stessa (vedi pag. 39); è ovvio che, in attesa dell'esecuzione delle bonifiche ambientali, il datore di lavoro dovrà adottare tutti i provvedimenti relativi alle singole fasce.

Qualora poi la rumorosità superi i **90 dB(A)** o il livello di picco (nel caso di rumore impulsivo) superi i **140 dB**, l'Azienda dovrà **comunicarlo entro 30 giorni all'organo di vigilanza** dell'USL territorialmente competente, indicando le misure tecniche e organizzative già assunte e quelle che intende assumere al fine di ridurre il rischio.

Art. 45 D.Lgs. 277/91

Circ. Assess. Sanità R.E.R. n. 23/93 e 3/95

La valutazione del rumore va effettuata ad "**opportuni**" **intervalli**.
Fermo restando l'obbligo per il datore di lavoro di ripetere la valutazione del rumore ogniqualvolta sia introdotto un mutamento nelle lavorazioni, che influi-

Art. 40, punto 3 D.Lgs. 277/91

---

[1] Mentre per medico competente il D.Lgs. 277/91 fornisce una definizione, non così per il tecnico competente. Si potrà tuttavia intendere per "competente" un tecnico in grado di misurare correttamente il rumore e indicare misure efficaci per ridurlo.

[2] Le misurazioni per la valutazione dell'esposizione a rumore devono essere effettuate con strumenti di gruppo 1: IEC e/o IEC 804. Gli strumenti di misura e di calibrazione devono essere tarati annualmente presso uno dei centri accreditati al SNT (Sistema Nazionale di Taratura).

Circ. Assess. Sanità R.E.R. n. 23/93

sca in modo sostanziale sul rumore prodotto, oppure quando l'organo di vigilanza lo richieda con provvedimento motivato, per "opportuni intervalli" si può intendere quanto segue:

Circ. Assess. Sanità R.E.R. n. 23/93

- LEP < 80 dB(A): ogni 5 anni;
- LEP > 80 dB(A): ogni 3 anni;
- LEP > 90 dB(A) o a 140 dB di picco: ogni 2 anni.

Circ. Assess. Sanità R.E.R. n. 3/95

La ripetizione della valutazione dovrà avere una periodicità doppia rispetto a quella sopra riportata (5 anni > 2 anni e 1/2; 3 anni > 1 anno e 1/2; 2 anni > 1 anno) per tutte le attività caratterizzate da livelli di rumore molto variabili (es. attività edili, agricole, ecc.).

Tali indicazioni possono trovare opportuno adattamento a seconda delle particolari situazioni aziendali, **previo giudizio del medico competente incaricato del controllo sanitario e sentiti i lavoratori**.

UNA SITUAZIONE PARTICOLARE: I CANTIERI EDILI

La valutazione del rumore può risultare difficile da effettuare all'interno di un cantiere edile. Infatti questo è caratterizzato da una estrema variabilità di operazioni e di strumentazione utilizzata.

Un metodo di applicazione del D.Lgs. 277/91 potrebbe prevedere le seguenti fasi:

- **Caratterizzazione dell'impresa**, mediante dati ricavabili dalle tipologie di lavori eseguiti nell'anno precedente (o comunque in un periodo significativo), nei tipi seguenti:
  - impresa specializzata in particolari lavori (mansioni simili per tutti i lavoratori)
  - impresa in cui le mansioni sono diverse ma ben individuabili
  - impresa senza particolari specializzazioni e con mansioni non facilmente individuabili

- **Individuazione degli addetti alle varie mansioni**.

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

- **Individuazione delle mansioni rumorose** in base a:
  - attrezzi o macchine rumorose utilizzati direttamente
  - possibile contiguità con altre lavorazioni rumorose

- **Misurazione della rumorosità prodotta dalle singole macchine e attrezzature** nelle tipiche condizioni di utilizzo.

- **Quantificazione del tempo di utilizzo mensile** (settimanale/giornaliero) delle singole macchine o attrezzature rumorose nelle varie mansioni (in base a dati quantificabili, es. giornate di cantiere ed ore lavorate).

- **Quantificazione della massima esposizione del singolo lavoratore**.

Seguendo tale procedura è possibile caratterizzare l'impresa (non il cantiere) secondo quanto previsto dal D.Lgs. 277/91.
È ovvio che tale caratterizzazione non è più significativa in caso di particolari lavori in cui l'impresa potrà essere impegnata e la cui caratteristica prevalente può essere l'esposizione a rumore (in tal caso sarà necessario rivedere l'elaborazione precedente in quella specifica situazione).
La relazione, le procedure ed i rilievi eseguiti per caratterizzare l'impresa possono essere il documento attestante l'adempimento al D.Lgs. 277/91 (eventualmente integrato per specifiche ed emergenti situazioni).
Con l'entrata in vigore del D.Lgs. 494/96, si attua un autentico passaggio preventivo finalizzato alla riduzione del rischio rumore in edilizia.
Vengono infatti introdotte nuove figure professionali (coordinatore per la progettazione e per l'esecuzione dei lavori) che sono direttamente impegnate nella riduzione preventiva dei rischi e quindi anche di quello di cui qui trattiamo, il rischio rumore.
L'esposizione personale dei lavoratori può essere infatti stimata prima dell'esecuzione dei lavori con il procedimento di calcolo che utilizza i tempi di esposizione previsti ed i livelli di rumore standard individuati da studi e misurazioni la cui validità è riconosciuta dalla Commissione Prevenzione Infortuni.
Ai sensi dell'art. 3 del D.Lgs. 494/96, il Coordinatore per la progettazione già a livello di calcolo ed utilizzando situazioni acustiche standard, dovrà quindi conseguire l'obiettivo della riduzione dell'esposizione al rumore nei cantieri che richiedono la realizzazione del piano di sicurezza, mediante interventi specifici

di prevenzione. Dal canto suo l'Azienda esecutrice potrà proporre, sulla base delle proprie specifiche esperienze, al Coordinatore per la sicurezza modifiche finalizzate alla riduzione del rumore (ad esempio per fasi lavorative ad elevata rumorosità contestualmente presenti).

art. 16 D.Lgs. 494/96

L'Azienda esecutrice ha tuttavia l'obbligo di confrontare i livelli sonori già misurati con quelli utilizzati dal Coordinatore per la progettazione in fase di calcolo, e di aggiornare i valori "reali" sulla base delle misurazioni periodiche previste all'art. 40 del D.Lgs. 277/91, inerenti la emissione sonora delle macchine e/o attrezzature.

Resta inteso che modifiche radicali del tipo di attività dovranno prevedere la valutazione dell'esposizione a rumore mediante l'esecuzione di misure strumentali.

Tutto ciò permetterà all'Azienda esecutrice di conseguire più agevolmente l'obiettivo di una maggiore confidenza nell'associare i singoli lavoratori alle diverse fasce di rischio, avendo a disposizione un ulteriore sistema di controllo della valutazione dell'esposizione a rumore (resta comunque valido il riferimento alla settimana più ricorrente a massimo rischio).

Circ. Assess. Sanità R.E.R. n. 23/93

UN'ALTRA SITUAZIONE PARTICOLARE: I LAVORATORI STAGIONALI

I lavoratori stagionali hanno i medesimi diritti dei lavoratori occupati a tempo indeterminato di essere tutelati contro i rischi professionali.

Circ. Assess. Sanità R.E.R. n. 23/93

Pertanto il datore di lavoro ha l'obbligo di effettuare anche nei loro confronti la valutazione dell'esposizione a rumore.

Il LEP (quotidiano o settimanale) andrà determinato all'interno del solo periodo di effettiva occupazione del lavoratore e la valutazione deve essere effettuata con i medesimi criteri previsti per i lavoratori stabilmente occupati.

LA CONSULTAZIONE DEI LAVORATORI

L'art. 40 comma 7 del D.Lgs. 277/91 prevede che i lavoratori ovvero i loro rappresentanti siano consultati in merito alla valutazione strumentale.

Art. 40 comma 7 D.Lgs. 277/91

Tale consultazione deve riguardare in particolare:

Circ. Assess. Sanità R.E.R. n. 23/93

– l'analisi delle lavorazioni;
– i compiti e le mansioni;
– i tempi di esposizione;
– la periodicità con cui effettuare la valutazione.

Il fatto che la consultazione sia avvenuta va ovviamente **documentato**, ad es. con l'apposizione delle firme dei lavoratori sulla relazione redatta dai tecnici competenti, o con altre modalità concordate tra azienda e lavoratori, che siano comunque **verificabili** e **dimostrabili oggettivamente**.

IL RAPPORTO DI VALUTAZIONE

A conclusione della valutazione dell'esposizione a rumore, il datore di lavoro deve redigere un apposito "**Rapporto**" nel quale devono essere indicati criteri, modalità e procedure, nonché ovviamente i risultati della valutazione e la data.

Circ. Assess. Sanità R.E.R. n. 23/93

L'essenza del Rapporto di valutazione è la **Relazione tecnica** prodotta dal personale competente, la quale, oltre alla data e ai nominativi del personale competente che l'ha eseguita, dovrà contenere i seguenti elementi:

– l'indicazione della strumentazione utilizzata;
– i metodi di misura;
– le strategie di campionamento in relazione alla tipologia del rumore da misurare;
– i tempi di esposizione;
– la chiara indicazione dei punti di misura (su pianta quotata con "lay-out"), le condizioni di campionamento e dei relativi livelli misurati;
– il LEP (nominativo) dei singoli lavoratori con LEP > 80 dB(A) o Lpicco > 140 dB; (questi risultati possono essere presentati anche tramite raggruppamenti o per tipologia di mansione o per LEP di esposizione, purché sia in ogni caso evidenziato il nominativo dei lavoratori che ne fanno parte ed i loro LEP);
– i luoghi di lavoro con leq > 90 dB(A), nonché utensili, macchine, apparecchiature con Leq maggiore od uguale a 85 dB(A) (normalmente da identificare su piantina con lay-out).

Tale relazione va integrata con l'indicazione della periodicità prevista per la ripetizione della valutazione.

È poi consigliabile che il Rapporto di valutazione rechi l'indicazione delle **modalità di consultazione dei lavoratori** e della **partecipazione del medico competente** (ad es.: sia sottoscritto per "presa visione" dai lavoratori consultati o dai loro rappresentanti e dal medico competente incaricato dell'esecuzione del controllo sanitario).

LE FASCE DI ATTENZIONE

Assumendo come parametro di riferimento il Lep, d, il D.Lgs. 277/91, prevede le seguenti **fasce di attenzione** ed i relativi provvedimenti:

FASCE DI ATTENZIONE	PROVVEDIMENTI PREVISTI
Lep,d minore di 80 dB(A)	Il D.Lgs. 277/91 non riconosce esposizioni a rischio, occupandosi dichiaratamente solo dei danni all'udito e non di quelli extrauditivi. Non prevede quindi in questa fascia alcuna attività prevenzionale, se non quelle di ordine generale di cui all'art. 41 (ridurre il rumore con le misure concretamente attuabili).
Lep,d fra 80 e 85 dB(A)	- attuazione di interventi atti a ridurre l'esposizione - informazione ai lavoratori - controllo sanitario se richiesto dal lavoratore - tenuta della cartella sanitaria e di rischio per i lavoratori sottoposti a controllo sanitario
Lep,d fra 85 e 90 dB(A)	- attuazione di interventi per ridurre l'esposizione - informazione e formazione dei lavoratori - distribuzione dei mezzi di protezione individuale - controllo sanitario (almeno annuale) - tenuta della cartella sanitaria e di rischio
Lep,d maggiore di 90 dB(A) oppure, nel caso di rumore impulsivo, picchi maggiori di 140 dB	- attuazione di interventi per ridurre l'esposizione - informazione e formazione dei lavoratori - distribuzione dei mezzi di protezione individuale - uso obbligatorio degli stessi - controllo sanitario (almeno annuale) - autosegnalazione della ditta all'organo di vigilanza territorialmente competente (con comunicazione delle misure tecniche adottate) ed informazione ai lavoratori - tenuta della cartella sanitaria e di rischio - apposizione di una segnaletica appropriata e perimetrazione e limitazione di accesso alla zona a rischio (se il rischio lo giustifica e se è possibile)

Come si vede, il sistema di prevenzione del D.Lgs. 277/91 si basa, schematicamente, sui seguenti punti.

1 - attuazione di interventi (tecnici, organizzativi, procedurali) che permettano di ridurre l'esposizione
2 - informazione (e formazione) ai lavoratori
3 - mezzi di protezione personale
4 - controllo sanitario
5 - tenuta del registro degli esposti
6 - informazioni da fornire all'organo di vigilanza

ATTUAZIONE DI INTERVENTI ATTI A RIDURRE L'ESPOSIZIONE

La legge prevede, in tutti i casi in cui vi sia esposizione a rumore, indipendentemente dall'entità di questo, che il datore di lavoro adotti tutti i provvedimenti "concretamente attuabili" atti a ridurne il livello.

Art. 41 D.Lgs. 277/91

Questo è in accordo con quanto previsto dall'art. 2087 del Codice Civile ed è il primo problema che la direzione aziendale si deve porre.

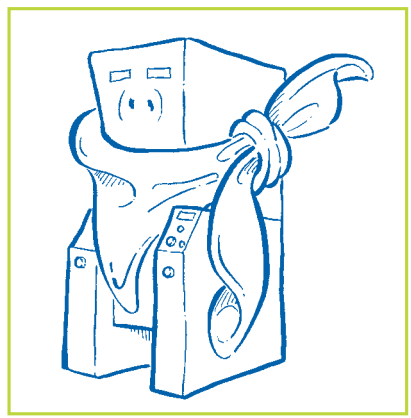
Art. 2087 Codice Civile

LA VALUTAZIONE DEL RUMORE

Per poter programmare gli interventi di bonifica da attuare, occorre preventivamente eseguire un'indagine fonometrica nell'ambiente di lavoro (vedi pag. 31).

A seconda dell'ambiente di lavoro, del tipo di lavorazioni eseguite, della localizzazione o della diffusione delle fonti di rumore e della variabilità dello stesso, potrà essere opportuno rilevare, oltre al rumore complessivamente presente nell'ambiente e nei vari posti di lavoro in condizioni operative standard, anche alcuni altri specifici elementi, come:

- **Rumore di fondo**: misurato in assenza di fonti di rumore specifiche (ad esempio spegnendo le macchine).
- **Contributo d'ogni singola fonte di rumore**: si effettua misurando solo il rumore di quella macchina o di quella lavorazione, con tutte le altre spente oppure spegnendo quella macchina e lasciando tutte le altre accese.
- **Tempo di riverbero**: serve per valutare quanto le strutture dell'ambiente riflettano il rumore (e quindi contribuiscano a un aumento dello stesso).
- **Spettro di frequenza del rumore**: va valutato al fine di poter scegliere opportunamente il materiale insonorizzante.



L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

A volte potrebbe essere necessario stendere la "**mappa di rumorosità**" di un reparto, al fine ad es. di stabilire (specie in cicli complessi) la miglior posizione in cui collocare i lavoratori.

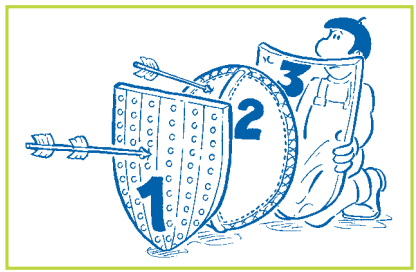
SEQUENZA DEGLI INTERVENTI PREVENTIVI

Gli **interventi preventivi** che debbono essere eseguiti per ridurre la rumorosità possiedono una sequenza logica:

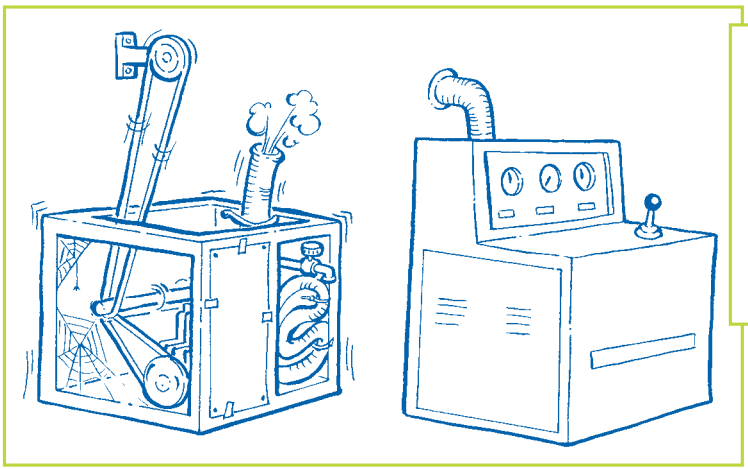
I **Interventi sulla sorgente del rumore**

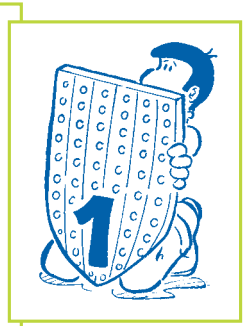
II **Interventi sulla via di trasmissione del rumore**

III **Interventi sul lavoratore**



A) INTERVENTI SULLA SORGENTE





SOSTITUZIONE DELLE MACCHINE RUMOROSE CON ALTRE PIÙ SILENZIOSE

A volte sono le stesse condizioni di vetustà della macchina a causare il rumore: in questo caso potrebbe essere conveniente sostituire la macchina, piuttosto che intervenire con schermi o altro.

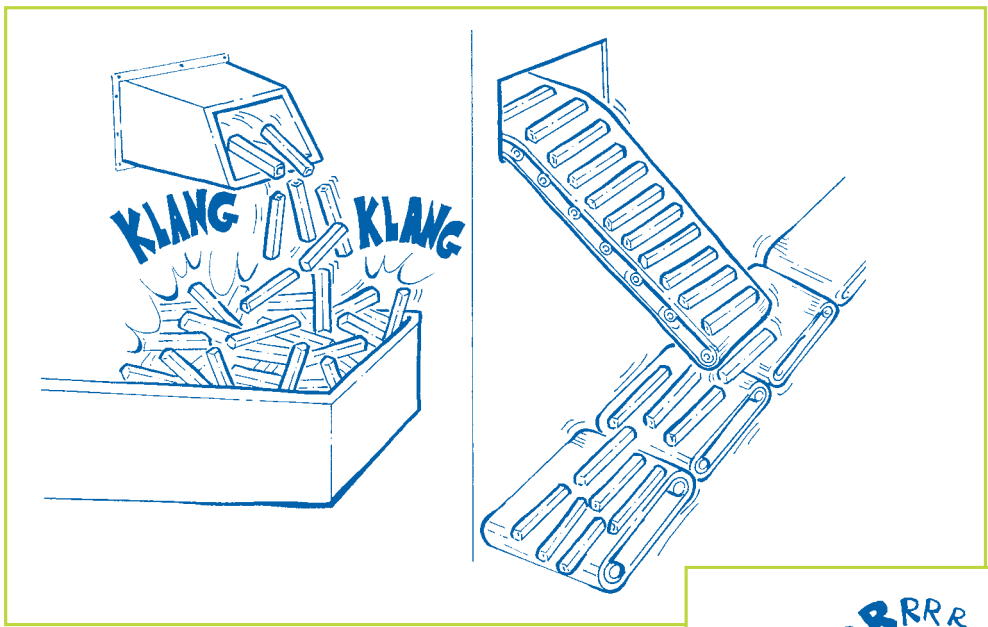
Art. 46 comma 3 D.Lgs. 277/91

In ogni caso, all'atto dell'acquisto di nuovi utensili, macchine, apparecchiature, il datore di lavoro è tenuto a privilegiare quelli che producono, nelle normali condizioni di funzionamento, il più basso livello di rumore.

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

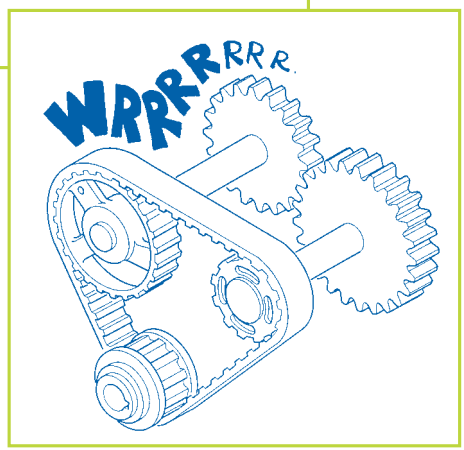
MODIFICA DEL CICLO PRODUTTIVO

A volte è possibile ridurre il rumore di una certa operazione modificando il processo o sostituendolo con uno equivalente più silenzioso (es. nastri trasportatori invece che caduta di pezzi, martinetti invece che mazze, ecc.).



INTERVENTI SULLA MACCHINA

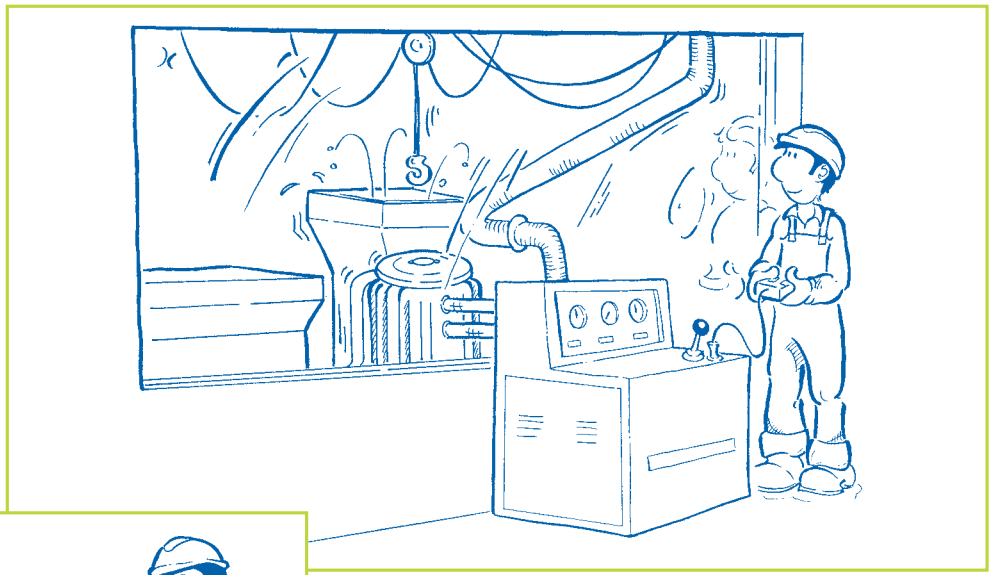
Oltre ad una corretta manutenzione ordinaria e straordinaria, dovrebbero essere valutati quegli accorgimenti tecnici che possono permettere una riduzione del rumore prodotto dalla macchina (es. silenziatori, interventi su contatti metallo-metallo, affilatura utensili, smorzamento vibrazioni, miglior lubrificazione, ecc.).

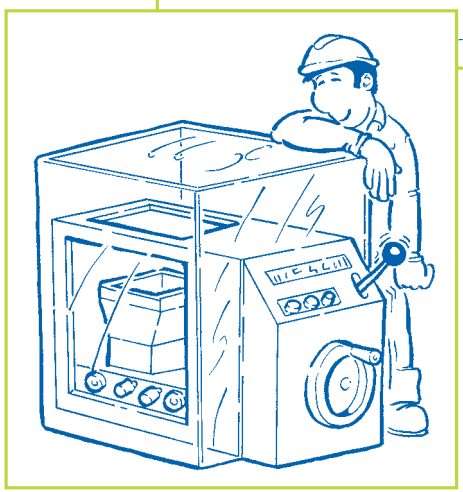


L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

ALLONTANAMENTO DELLA FONTE DI RUMORE

A volte, ove le condizioni lo permettano, potrebbe essere opportuno portare le macchine (o il motore delle stesse) o l'impianto rumoroso all'esterno dell'ambiente di lavoro.





ISOLAMENTO DELLA MACCHINA MEDIANTE INCAPSULAMENTO CON MATERIALE FONOASSORBENTE O FONOISOLANTE (SCHERMI ACUSTICI)

Tale isolamento può essere anche locale, in corrispondenza delle aperture della macchina, quando il rumore non venga trasmesso attraverso le vibrazioni della struttura.

L'incapsulamento completo della macchina può permettere l'abbattimento della rumorosità da 30-40 sino a 60 dB.

Tale soluzione è però possibile solo nei casi in cui non sia indispensabile la continua sorveglianza visiva dell'operatore.
È inoltre da tener presente che la cabina, se ben costruita, è una struttura complessa, che dovrà soddisfare non solo esigenze di igiene industriale, ma anche esigenze legate al ciclo produttivo.
Ad es. la cabina potrà possedere un impianto di ventilazione, apposite aperture per l'ingresso e l'uscita del materiale, comandi esterni, facile accesso alle parti della macchina che abbisognano di manutenzione.

L'entrata in vigore della "direttiva macchine" (D.P.R. n. 459 del 24/07/1996) apre nuovi orizzonti anche nella prevenzione dei rischi associati all'esposizione a rumore. In particolare è ora più semplice dare attuazione all'art. 46 del D.Lgs. 277/91 per ciò che riguarda l'obbligo per il datore di lavoro di privilegiare nell'acquisto di nuovi macchinari quelli meno rumorosi. È infatti fatto obbligo al costruttore delle macchine di indicare nelle istruzioni per l'uso una serie di valori relativi al rumore aereo prodotto dalla macchina:
– se il Leq è < 70 dB(A), deve essere dichiarato;
– se il Leq è superiore a 70 ma inferiore a 85 dB(A) deve essere indicato il valore numerico del Leq;
– se il Leq è > 85 dB(A), deve indicato, oltre al valore di Leq anche quello della potenza sonora ponderata A.

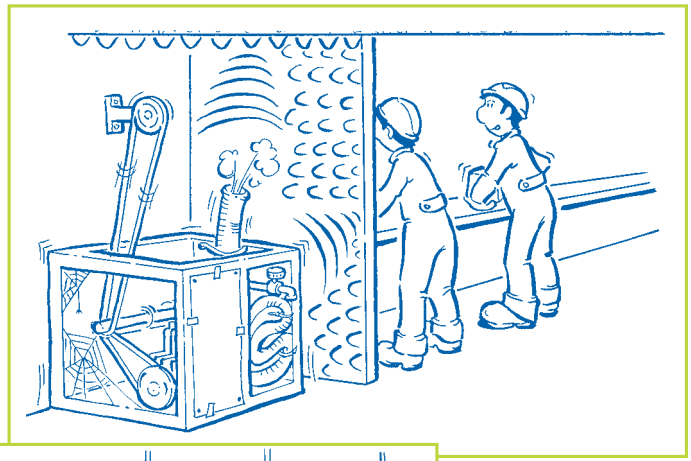
Al fine di ridurre il rumore e le vibrazioni prodotte in seguito all'installazione delle macchine è inoltre previsto che siano indicate nel libretto delle istruzioni per l'uso le prescrizioni relative al montaggio del macchinario.
Rimangono pertanto a carico del datore di lavoro gli interventi relativi alla propagazione del rumore che si rendessero necessari, e quelli relativi al lay-out che si vorrà previlegiare.

B) INTERVENTI SULLA PROPAGAZIONE

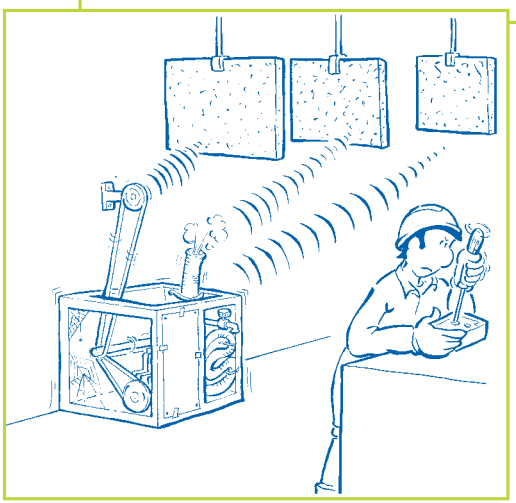
La propagazione del rumore può avvenire:
– **per via aerea**, direttamente dalla sorgente o, per riflessione, dalle superfici presenti nell'ambiente di lavoro.
– **per via solida**, tramite le vibrazioni del pavimento o di strutture di macchine e di impianti.

Gli interventi sulla propagazione dovranno riguardare **entrambe** queste vie.

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO



– Per quanto riguarda la propagazione per **via aerea diretta**, si potranno utilizzare **schermi o barriere acustiche** (composte cioè sia di materiale fonoisolante che di materiale fonoassorbente) idoneamente disposti fra macchine rumorose e postazioni di lavoro.
Tali barriere, se idoneamente disposte, possono determinare un'attenuazione dell'intensità del rumore di 10-15 dB, nel cosidetto "cono d'ombra".



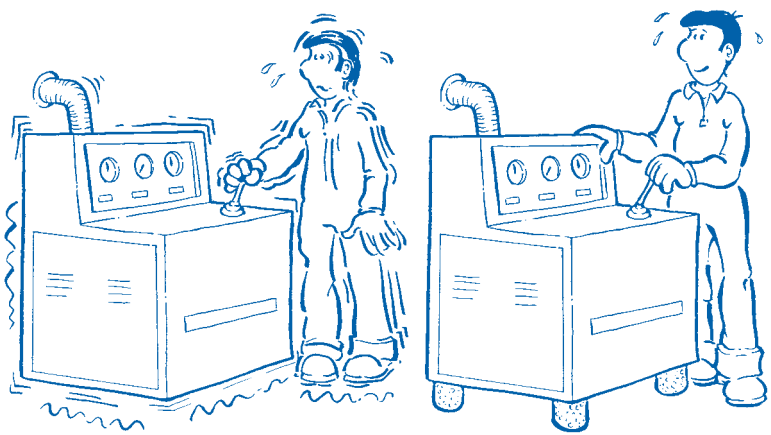
– Per quanto riguarda la propagazione per **via aerea indiretta**, si potrà utilizzare il trattamento dell'ambiente di lavoro con **materiali fonoassorbenti applicati alle pareti e al soffitto (pannelli orizzontali o verticali)**.

Questo trattamento, influenzando la diffusione "riflessa" del rumore, determinerà però i risultati migliori (attenuazione di 2-4 dB) lontano dalle fonti di rumore, mentre non apporterà che scarsi vantaggi all'operatore che si trovi nei pressi di una macchina rumorosa, in quanto questi continuerà a essere investito direttamente dal rumore.
Nel caso invece in cui si siano utilizzate barriere acustiche, l'aggiunta del trattamento fonoassorbente al coperto e alle pareti ne migliorerà l'efficienza.

La composizione dei pannelli usati per il rivestimento delle superfici riflettenti o come pannelli appesi perpendicolarmente al soffitto ("buffles") può essere la più varia (es. polistirolo espanso, argilla espansa, ecc...).

Le caratteristiche del materiale fonoassorbente sono rappresentate soprattutto da porosità, elasticità e rugosità.

La lana di vetro, grazie alla sua fibrosità, è un buon fonoassorbente, ma se ne sconsiglia l'uso qualora non sia contenuta all'interno di involucri sigillati, in quanto, col tempo, le fibre, deteriorandosi in microfibrille, possono disperdersi nell'ambiente ed essere inalate dagli operatori.
I materiali fonoassorbenti da utilizzare debbono essere scelti anche sulla base dello spettro di frequenze del rumore, poiché ogni materiale è in grado di assorbire meglio determinate frequenze.
I materiali fonoisolanti (es. mattoni, cemento, piombo, marmo) sono generalmente caratterizzati da:
– durezza
– pesantezza
– rigidezza
e dal fatto di essere lisci e non porosi.
Per quanto riguarda la propagazione del rumore per **via solida**, è possibile intervenire attraverso l'utilizzo di supporti antivibranti (in gomma, ecc.) da collocare sotto le macchine o le parti vibranti delle stesse, oppure sotto la postazione di lavoro (es. pedane in legno o gomma).



C) INTERVENTI SULLA PERSONA

Nelle situazioni in cui gli interventi fin qui descritti si siano rivelati impraticabili o non siano stati sufficienti ad abbattere efficacemente il rumore, (ad es. nel caso in cui le macchine o gli impianti siano molto grandi e prevedano l'intervento dell'operatore) è necessario agire direttamente sulla persona.
Le azioni da intraprendere possono essere riconducibili a 3 tipologie:

isolare
allontanare
"eliminare"
} l'operatore

ISOLAMENTO DELL'OPERATORE

Può avvenire in 2 modi:

- **tramite cabine silenti**
- **tramite mezzi personali di protezione**

Cabine silenti

Sono cabine costruite in materiale isolante, situate all'interno dell'ambiente di lavoro, nelle quali il dipendente può stazionare senza esporsi al rischio rumore, in quanto esse possono determinare un abbassamento della rumorosità che può andare da 30-40 dB sino anche a 60 dB.

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Nelle cabine possono essere presenti i comandi della macchina o comunque vetrate che permettono di sorvegliare il ciclo produttivo.
Queste cabine, in quanto "locale di lavoro" dovranno possedere adeguata illuminazione ed aerazione.

Mezzi personali di protezione

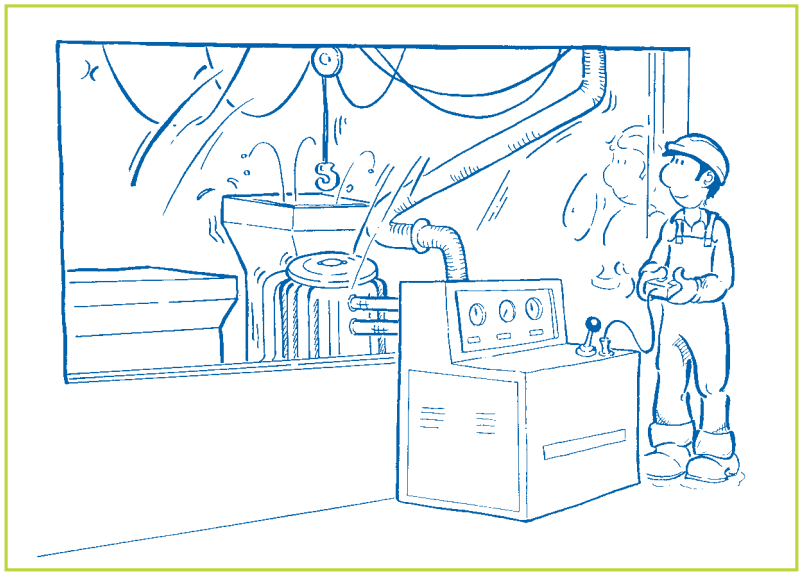
Si tratta di tappi, cuffie e caschi, che possono ridurre la rumorosità dai 10-25 dB dei tappi ai 35-40 delle cuffie e dei caschi.
Questo argomento verrà trattato in un capitolo a se stante (vedi pag. 52).

Allontanamento dell'operatore

A volte è necessario intervenire sull'organizzazione del lavoro in modo tale da **ridurre i tempi di esposizione** e quindi la dose di rumore assorbita.
Poiché abbiamo detto nel cap. 1 che ogni 3 dB raddoppia l'intensità del rumore, ad ogni aumento di 3 dB dovrà essere dimezzato il tempo di esposizione.
Se un'esposizione di 85 dB per 8 ore lavorative garantisce il 90% delle persone contro il rischio di un danno uditivo da rumore, la medesima garanzia potrà essere data rispettando la seguente tabella:

LIVELLO DI RUMORE IN DB	ORE DI ESPOSIZIONE GIORNALIERE
85	8
88	4
91	2
94	1
97	1/2

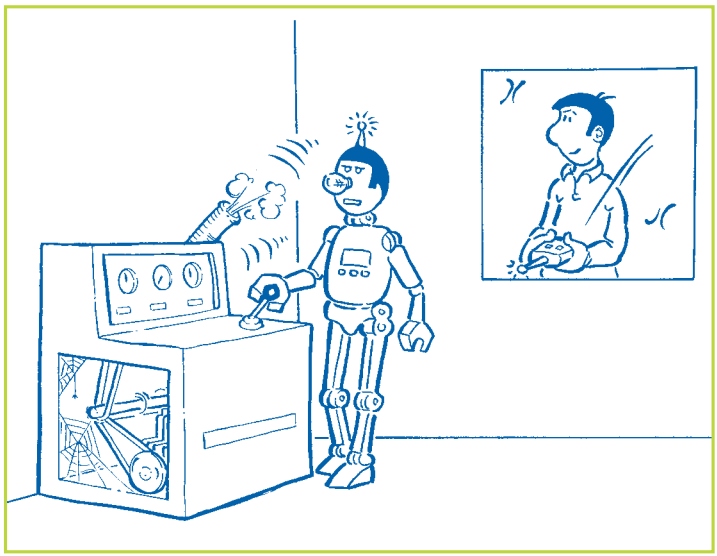
L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO



Una misura ancor più radicale potrebbe essere **l'allontanamento permanente** dell'operatore dall'ambiente rumoroso, grazie ad esempio all'uso di telecomandi.

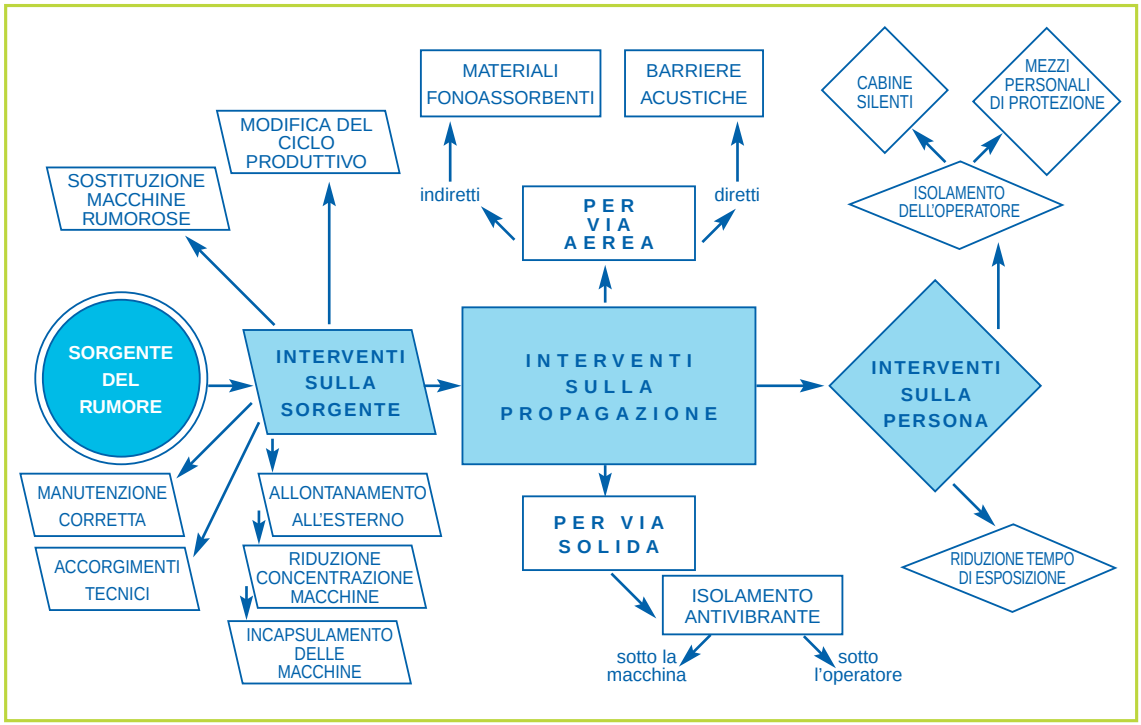
"ELIMINAZIONE" DELL'OPERATORE

Ciò può verificarsi solamente nel caso in cui il ciclo produttivo venga completamente **automatizzato** o **robotizzato**.



L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

SCHEMA RIASSUNTIVO DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRE PER RIDURRE L'ESPOSIZIONE A RUMORE



INFORMAZIONE E FORMAZIONE

Anche se in specifico è l'art. 42 a descrivere gli obblighi del datore di lavoro per quanto riguarda l'informazione ai dipendenti esposti a rumore, in realtà tutto il D.Lgs. 277/91 è pervaso dall'intendimento del legislatore di favorire la partecipazione attiva dei lavoratori alla conoscenza dei rischi cui sono esposti, in modo da indurre autonomi comportamenti di autotutela.

Art. 42 D.Lgs. 277/91

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Ai sensi dell'art. 42 del D.Lgs. 277/91, nelle attività che comportano un'esposizione quotidiana personale a un livello di rumore **superiore a 80 dB(A)**, il datore di lavoro deve fare si che i lavoratori, ovvero i loro rappresentanti, vengano informati su:

- **i rischi derivanti all'udito dall'esposizione al rumore;**
- **le misure adottate in applicazione delle norme di cui al D.Lgs. 277/91;**
- **le misure di protezione cui i lavoratori debbono conformarsi;**
- **la funzione dei mezzi individuali di protezione, le circostanze in cui ne è previsto l'uso e le modalità di uso;**
- **il significato ed il ruolo del controllo sanitario periodico (per mezzo del medico competente);**
- **i risultati ed il significato della valutazione della rumorosità ambientale**.

Se poi le suddette attività comportano un valore dell'esposizione quotidiana personale al rumore **superiore a 85 dB(A)**, il datore di lavoro deve provvedere a che i lavoratori non vengano solo "informati", bensì "**formati**" (e quindi "**intimamente convinti**", "**motivati**") all'adozione dei seguenti comportamenti:

- **uso corretto dei mezzi individuali di protezione dell'udito;**
- **uso corretto**, ai fini della riduzione al minimo dei rischi per l'udito, di utensili, macchine, apparecchiature che, utilizzati in modo continuativo, producano un'esposizione quotidiana personale al rumore pari o superiore a 85 dB(A).

Art. 41 comma 2-3 D.Lgs. 277/91

Se infine, in alcune zone dell'azienda si ha un superamento dei 90 dB(A), Leq, oltre all'obbligo di informazione è previsto l'obbligo di **segnalazione, perimetrazione e limitazione d'accesso**.

Si possono verificare le seguenti situazioni-tipo:

Circ. Assess. Sanità R.E.R. n. 23/93

a) il superamento dei 90 dB(A) di Leq si verifica solo in prossimità di macchine, non interessando altre postazioni di lavoro;
b) il superamento dei 90 dB(A) di Leq si verifica su aree estese, interessando altre postazioni di lavoro.

Nel caso a) si può provvedere a segnalare, mediante l'uso della apposita cartellonistica le sole macchine, indicando anche l'obbligo d'indossare i mezzi di protezione personale.

Nel caso b) occorre segnalare l'ingresso dell'area, contestualmente perimetrando (ad es.: mediante il ricorso a segnaletica orizzontale, non confondibile con altra) e limitando l'accesso al solo personale strettamente necessario a scopi produttivi.
L'impossibilità di procedere alla perimetrazione ed alla limitazione d'accesso deve essere motivata.

* * * * *

Inoltre l'art. 40 del D.Lgs. 277/91 prevede che i lavoratori **siano consultati** in merito alla valutazione del rischio e l'art. 43 che siano consultati per la scelta dei modelli dei mezzi di protezione dell'udito: tali consultazioni non debbono essere meramente formali, ma debbono divenire una ulteriore sostanziale occasione di formazione-informazione.

Art. 40 D.Lgs. 277/91

Questi momenti partecipativi, però, per essere tali, presuppongono che al lavoratore siano state fornite in precedenza esaurienti informazioni sul rischio rumore.

Art. 43 D.Lgs. 277/91

L'art. 45 prevede anche che, nel caso vengano superati i 90 dB(A), il datore di lavoro informi i lavoratori sia del superamento che delle misure tecniche e organizzative che sono già state o che saranno adottate.

Art. 45 D.Lgs. 277/91

Anche in questo caso è ovvio che al lavoratore debba essere stata fornita una precedente informazione, che lo metta in grado di comprendere e valutare nel merito i provvedimenti adottati.
Le informazioni di cui sopra sono tutte informazioni per così dire "**collettive**", rivolte a tutti i lavoratori o direttamente o tramite i loro rappresentanti, e rientrano nella previsione dell'art. 9 dello Statuto dei Diritti dei Lavoratori.

Esistono poi alcune **Informazioni** "**individuali**", riguardanti il singolo interessato e che, in quanto tali, debbono essere fornite dal **medico competente**; si tratta di informazioni relative:

- ai risultati dei controlli sanitari cui il lavoratore è stato sottoposto

Art. 49 D.Lgs. 277/91

- all'eventuale inserimento del nominativo del lavoratore nel registro degli esposti a rischio.

Art. 7 comma 3 D.Lgs. 277/91

I MEZZI DI PROTEZIONE PERSONALE

Sebbene i mezzi personali di protezione vengano spesso utilizzati come unico mezzo per difendersi dal rumore, in realtà essi dovrebbero essere adoperati solo nelle seguenti circostanze:

- in attesa di attuare interventi di insonorizzazione sulle macchine o sull'ambiente di lavoro;
- in situazioni di elevata rumorosità e limitato periodo di esposizione del lavoratore (es. sala prove motori);
- ad integrazione delle bonifiche ambientali, qualora queste, nonostante tutto, non siano riuscite a portare la rumorosità ambientale al di sotto degli 85 dB(A) (in Leq).

Art. 41 D.Lgs. 277/91

Il datore di lavoro è quindi tenuto, come detto nell'art. 41 del D.Lgs. 277/91, ad adottare tutti i provvedimenti concretamente attuabili al fine di ridurre il rumore ai livelli più bassi possibile. **Solo dopo aver fatto questo**, qualora l'esposizione permanga al di sopra degli 85 dB(A) in Leq., si potrà ricorrere all'ausilio dei mezzi di protezione personale.

Art. 41 D.Lgs. 626/94

* * * * *

Art. 43 comma 2 D.Lgs. 277/91

I mezzi individuali, proprio perché "individuali", debbono essere confacenti sia alle specifiche condizioni di lavoro, sia alla soggettività del singolo lavoratore.
Non è detto quindi che un certo particolare mezzo di protezione, che va bene per alcuni, sia bene accetto a tutti.

Art. 43 comma 6 D.Lgs. 277/91

Per tale ragione il datore di lavoro dovrà sempre **consultare i lavoratori** od i loro rappresentanti per quanto riguarda la scelta dei modelli dei mezzi di protezione personale; anzi, al fine di favorire al massimo l'uso di tali mezzi, è opportuno che lo stesso ne metta a disposizione **più tipi**, in modo da offrire ai dipendenti la possibilità di scegliere secondo la propria soggettività.

Art. 42 D.Lgs. 626/94

* * * * *

In commercio esistono diversi tipi di protettori acustici:

- **inserti auricolari**
- **cuffie**
- **caschi**

Dei mezzi di protezione personale occorre considerare tre aspetti:
- **efficienza / efficacia**
- **comfort**
- **igienicità**

EFFICIENZA/EFFICACIA

INSERTI AURICOLARI

Per quanto riguarda questo tipo di protettori acustici, è possibile trovare sul mercato:

Lanapiuma protettiva

La lanapiuma protettiva, che si può acquistare in strisce o cornetti preformati, oltre ad avere un'efficacia inferiore rispetto agli altri inserti, può essere anche irritante per il condotto uditivo, se non protetta da involucro di polietilene.
Tale lanapiuma, insieme ad altri materiali, viene anche utilizzata per la confezione di alcuni "filtri auricolari" (vedi dopo) aventi un'efficienza maggiore.
Chi ritenesse di proteggere il proprio udito utilizzando batuffoli della comune ovatta di cotone, sbaglierebbe, in quanto la stessa offre un'attenuazione del rumore ancora più scarsa della lanapiuma.

Tappi auricolari

Per tappi auricolari si intendono quegli inserti che determinano un'attenuazione del rumore anche elevata, ma pressoché uguale su tutte le frequenze.
Ciò fa sì che il rischio rumore diminuisca ma, nello stesso tempo, crea una condizione di isolamento dell'operatore, che avrà difficoltà a comprendere le parole di chi gli sta accanto e a percepire eventuali segnali di pericolo.

Filtri auricolari

A differenza dei tappi, i filtri permettono una attenuazione del rumore differenziata alle varie frequenze.
Come abbiamo detto nei precedenti capitoli, il suono della voce umana ricade nel campo di frequenze comprese fra i 300 e i 3000 Hertz, mentre la possibilità di danno da rumore è maggiore per le frequenze di 4000 e 6000 Hz.

La possibilità di selezionare le frequenze da abbattere in modo più o meno marcato, fa sì che si possa mantenere integra la capacità di percepire il suono della voce umana, attenuando nel contempo le frequenze più nocive.

CUFFIE

Le cuffie antirumore sono considerate i mezzi più efficienti per la protezione dell'udito. Esse infatti danno luogo ad una elevata e selettiva attenuazione del rumore. A seconda del tipo di cuffia e delle frequenze, si ha una attenuazione del rumore che va da 15 a 35 dB, ma che può raggiungere i 40 dB.

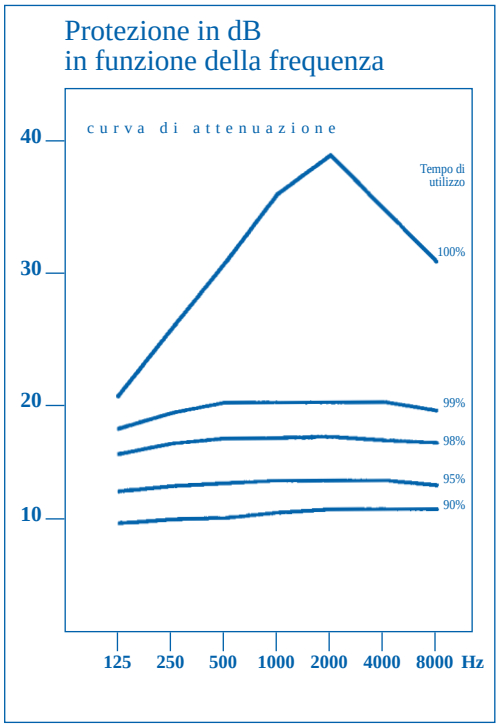
CASCHI

Sono mezzi che determinano protezione non solo nei confronti del rumore trasmesso per via aerea, attraverso il condotto uditivo, ma anche da quello trasmesso tramite le ossa del cranio.
Possono essere utilizzati nelle situazioni in cui vi sia rumorosità assai elevata, ma che richiedono una presenza molto saltuaria dell'operatore.

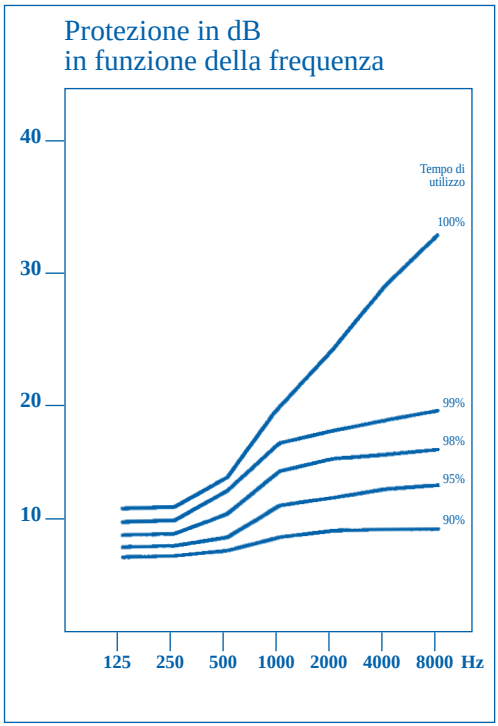
Fino ad ora abbiamo parlato dell'"efficienza" dei vari mezzi di protezione nei confronti del rumore, cioè delle loro capacità, intrinseca e teorica, di abbattere in misura più o meno consistente le diverse frequenze.
L'**efficacia** rappresenta invece la pratica realizzazione di ciò ed è pertanto legata alla possibilità di utilizzare detti mezzi per idonei periodi di tempo.

Facciamo un esempio:
una cuffia molto efficiente, portata per l'80% del tempo di esposizione a rumore, è sicuramente meno efficace di un paio di inserti auricolari, meno efficienti, ma portati per il 100% del tempo di esposizione (v. figura).

CUFFIE



INSERTI DI LANAPIUMA



L'efficacia è quindi strettamente legata al "comfort", poiché, quanto più un mezzo è confortevole, tanto più a lungo potrà essere indossato.

COMFORT

Parliamo dei due mezzi di protezione più usati, gli inserti auricolari e le cuffie.

INSERTI AURICOLARI

Al fine di essere confortevole, l'inserto auricolare deve possedere alcune **caratteristiche**, quali:

– non esercitare pressioni sul condotto uditivo esterno e sulla membrana timpanica;

– adeguarsi perfettamente al condotto uditivo;

– non essere irritante;

– permettere di udire la conversazione e gli eventuali allarmi.

Art. 5 lettera e D.Lgs. 277/91

Ovviamente l'inserto, essendo un corpo estraneo, determina la necessità, come nel caso dell'uso di lenti a contatto, di un opportuno **periodo di adattamento**.

È BENE SEGUIRE QUESTO SCHEMA:	
1° giorno ---	1/2 ora di utilizzo degli inserti
2° giorno ---	1 ora - 1 ora di pausa - 1 ora
3° giorno ---	2 ore consecutive
4° giorno ---	sino a 4 ore consecutive
5° giorno ---	almeno 4 ore consecutive

La settimana successiva si può aumentare gradatamente fino a raggiungere, ove occorra, le 8 ore.
Ciò ovviamente solo nel caso estremo in cui la rumorosità, nonostante tutte le bonifiche attuate, permanga elevata.

CUFFIE

Affinché una cuffia possa essere considerata confortevole, deve possedere le seguenti **caratteristiche**:

– peso non superiore a 300 gr.
– non esercitare una forte pressione sulle orecchie
– conchiglie collegate all'archetto in modo regolabile
– archetto con foggia tale da scaricare sulla volta cranica il peso dell'intera cuffia
– conchiglie e archetto sufficientemente imbottiti
– conchiglie senza asperità o orlature che possano provocare fastidio ai padiglioni auricolari
– consentire di udire la conversazione ed eventuali allarmi.

Per quanto riguarda quest'ultima caratteristica, si ricorda che vi sono in commercio anche cuffie dotate di un dispositivo che permette di amplificare i segnali delle frequenze del parlato proteggendo tuttavia l'udito.
In commercio vi sono anche cuffie che permettono un collegamento radiofonico tra gli operatori.
Tuttavia, benché dotate di tutte le caratteristiche di cui sopra, anche le cuffie, nei primi giorni di loro utilizzo, possono risultare fastidiose: occorre pertanto adottare la stessa **procedura di adattamento** consigliata per gli inserti.
Oltre al "comfort" legato alla sensazione fisica, esiste altresì un "comfort" cosiddetto "**psicologico**" legato all'accettazione che il lavoratore ha del mezzo di protezione.
Ovviamente tale accettazione è notevolmente influenzata dalle caratteristiche estetiche del mezzo stesso, nonché, naturalmente, dal fatto che il lavoratore, con opportuni momenti di formazione ed informazione, sia stato adeguatamente motivato all'uso del mezzo di protezione, e lo consideri come un importante strumento per tutelare la sua salute.

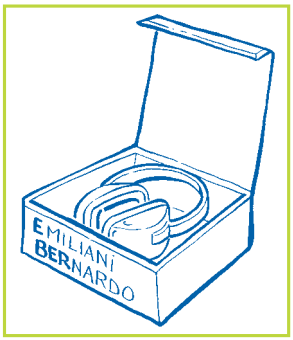
IGIENICITÀ

L'igienicità è legata sia a caratteristiche proprie del mezzo di protezione (superfici lavabili, ecc.) ma soprattutto alle modalità del suo utilizzo.
A parte gli **inserti monouso**, che vanno usati solo una volta e poi gettati, gli altri inserti (che debbono essere rigorosamente personali) dopo l'uso vanno puliti con acqua e sapone o con una sostanza disinfettante raccomandata dalla casa produttrice e riposti nel loro contenitore.

Art. 43 comma 4 D.Lgs. 626/94

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Vanno inoltre sostituiti ogni qualvolta non si riescano più a pulire bene o siano induriti.
Similmente le cuffie (anch'esse rigorosamente personali) vanno frequentemente pulite con acqua e sapone e con una sostanza disinfettante.
Esse inoltre possono essere dotate di guarnizioni di carta o stoffa da applicare sui cuscinetti, cosa che permette l'assorbimento del sudore.



I cuscinetti inoltre, debbono essere sostituiti non appena si siano usurati od induriti.
Dopo l'uso, le cuffie vanno riposte in un **apposito contenitore** e in nessun caso vanno lasciate esposte all'azione di polveri o di altri inquinanti ambientali.
È bene inoltre che i mezzi di protezione, specialmente gli inserti, vengano toccati solo con **mani pulite**.

Art. 6 comma 4 D.Lgs. 277/91
Art. 43 comma 4 D.Lgs. 277/91
Art. 41 comma 1 D.Lgs. 277/91
Art. 44 D.Lgs. 626/94

OBBLIGHI DEI LAVORATORI

L'art. 6 del D.Lgs. 277/91 prevede (lettere b e d) per i lavoratori l'obbligo di utilizzare (con cura ed in modo appropriato) i mezzi di protezione personale e di non toglierseli senza autorizzazione del datore di lavoro.
Ciò vale ovviamente nel caso in cui la rumorosità ambientale superi i 90 dB(A) e si sia concordato che non esistono possibilità tecniche, organizzative e gestionali per ridurre diversamente la rumorosità stessa.

Art. 42 D.Lgs. 626/94

Con l'entrata in vigore del D.Lgs. 475/92 sono state stabilite le condizioni che regolano l'immissione sul mercato europeo dei DPI.
La norma affida al produttore dei DPI la responsabilità di dichiarare che i suoi prodotti possiedono i requisiti essenziali di sicurezza e di salute di cui all'Allegato II del decreto stesso.
Inoltre ogni produttore deve fornire:
– dichiarazione di conformità CE
– marcatura CE sul DPI e sull'imballaggio
– nota informativa contenente le informazioni sulle caratteristiche prestazionali e sul corretto utilizzo del DPI.

DEROGHE ALL'USO DEI MEZZI DI PROTEZIONE PERSONALE		
SITUAZIONE	**A CHI E COME FARE LA RICHIESTA DI DEROGA**	
① – variazione notevole dell'esposizione quotidiana da una giornata lavorativa all'altra – svolgimento di compiti particolari da parte dei lavoratori – media settimanale dei valori quotidiani inferiore a 90 dB(A)	Richiesta all'organo di vigilanza dell'USL territorialmente competente corredata da: • descrizione della mansione svolta • indicazione dei valori dell'esposizione personale quotidiana che tale mansione comporta • relazione del medico competente, che comprenda una valutazione delle audiometrie eseguite ai lavoratori che svolgono la mansione per cui si chiede la deroga. Entro 30 giorni l'organo di vigilanza deve rispondere; se non risponde, si intende che l'autorizzazione è accordata. Il datore di lavoro resta tuttavia responsabile dell'osservanza di tutte le disposizioni prescritte dal D.Lgs. 277/91.	*Art. 47 D.Lgs. 277/91*
② – situazione eccezionale – impossibilità di ridurre con qualsiasi mezzo (compresi quelli di protezione personale) l'esposizione quotidiana personale al di sotto dei 90 dB(A)	Richiesta al Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale o, per quanto riguarda le attività estrattive, al Ministero del Commercio, dell'Industria e dell'Artigianato corredate da: • la descrizione dell'attività; • le misure preventive e protettive previste; • i mezzi individuali di protezione dell'udito da utilizzare; • l'esposizione quotidiana personale dei lavoratori interessati; • la certificazione del medico competente, contenente anche una valutazione degli esami della funzione uditiva dei lavoratori interessati. La concessione della deroga è condizionata dall'intensificazione del controllo sanitario da parte del medico competente.	*Art. 48 D.Lgs. 277/91*
③ – mansioni particolari (con Lep,d superiore a 90 dB(A)) – aggravamento del rischio per la salute e la sicurezza determinato dall'uso dei mezzi personali di protezione – impossibilità ad evitare tale aggravamento del rischio mediante altri mezzi	Richiesta al Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale o, per quanto riguarda le attività estrattive, al Ministero del Commercio, dell'Industria e dell'Artigianato corredate da: • la descrizione delle mansioni che comportano la esposizione anomala, con la specificazione delle cause che determinerebbero un aggravamento del rischio complessivo in caso di utilizzazione dei mezzi personali di protezione; • le misure previste per ridurre, per quanto possibile, il rischio complessivo; • l'esposizione quotidiana personale dei lavoratori interessati; • la certificazione del medico competente, contenente anche una valutazione degli esami della funzione uditiva dei lavoratori interessati. La concessione della deroga è condizionata dall'intensificazione del controllo sanitario da parte del medico competente.	*Art. 48 D.Lgs. 277/91*

GLI ACCERTAMENTI SANITARI PREVENTIVI E PERIODICI

Art. 44 D.Lgs. 277/91

Art. 7 comma 1 D.Lgs. 277/91

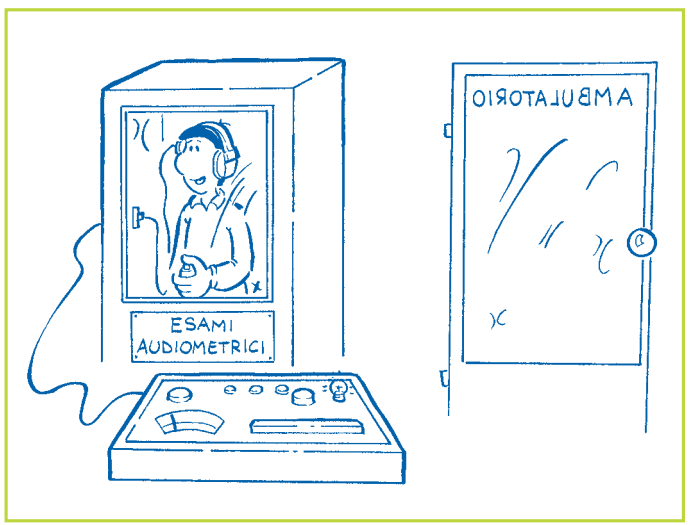
L'art. 44 del D.Lgs. 277/91 afferma che i lavoratori esposti a rischio rumore devono essere sottoposti a controllo sanitario preventivo e periodico, a cura e spese del datore di lavoro.
È obbligo dei lavoratori sottoporsi a tale controllo, che deve comprendere:

Art. 6 lettera f D.Lgs. 277/91

- **Una visita medica generale**, che permetta di valutare gli eventuali disturbi e danni extrauditivi accusati dal lavoratore.

Allegato VII D.Lgs. 277/91

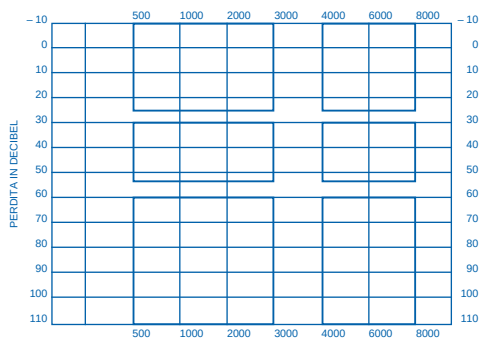
- **Un'otoscopia** (cioè l'osservazione del condotto uditivo esterno e della faccia esterna della membrana timpanica), che viene eseguita al fine:
  - di verificare se nel condotto uditivo siano presenti eventuali tappi di cerume, che, se non rimossi, potrebbero alterare i risultati dell'audiometria;
  - di valutare le condizioni della membrana timpanica per sapere se sono presenti eventuali lesioni o cicatrici al fine di interpretare correttamente l'esame audiometrico;



- **Un esame audiometrico**, che si esegue, mediante un apparecchio detto "**audiometro**", inviando tramite una cuffia, prima a un orecchio e poi all'altro, dei suoni di frequenza diversa (da 500 fino a 8000 Hz) e di intensità via via crescente, in modo da verificare la sensibilità uditiva alle varie frequenze, individuando per ognuna di esse la soglia minima di udibilità.
  Tale esame va effettuato in un ambiente molto silenzioso oppure all'interno di una cabina silente.

Il medico dovrà inoltre utilizzare un audiometro la cui taratura corrisponda a quella indicata dalla normativa ISO 389/79.
A tal fine egli (od il suo audiometrista) dovrà eseguire controlli periodici dell'apparecchio.
L'esame dovrà essere eseguito in un ambiente in cui il rumore sia di circa 18 dB (e comunque inferiore a 26 dB), per la frequenza di 500 Hz.
Ciò significa che l'ambiente dovrà essere veramente molto silenzioso e che altrimenti si dovrà utilizzare una apposita cabina silente.

I risultati dell'esame audiometrico si riportano su uno schema simile al sottostante:

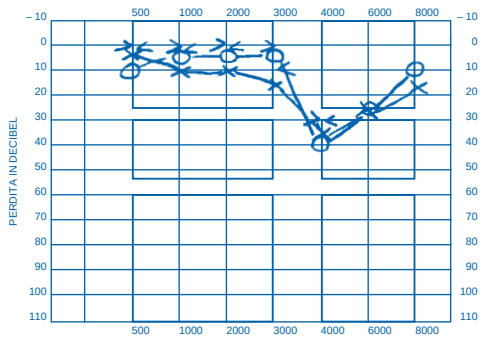


Simboli usati	Via aerea	Via ossea	Via aerea	Via ossea
	Non mascherato		mascherato	
Au Dx (rosso)	○	▷	△	▷
Au Sin (bleu)	×	<	□	◁

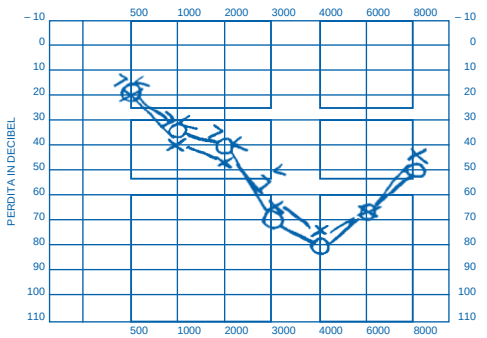
in modo da ottenere le cosiddette "curve audiometriche".

Nel caso di diminuzione dell'udito (=ipoacusia) dovuto a rumore, le curve che risulteranno saranno diverse a seconda della gravità del danno, benché tutte abbiano le caratteristiche dell'abbassamento alle frequenze di 4000-6000 Hz (cosiddetta "curva a becco di cucchiaio").

ESEMPI



CURVA AUDIOMETRICA SUGGESTIVA
DI IPOACUSIA DA RUMORE DI 1° GRADO
(CLASSIFICAZIONE MERLUZZI E COLL.)



CURVA AUDIOMETRICA SUGGESTIVA
DI IPOACUSIA DA RUMORE DI 4° GRADO
(CLASSIFICAZIONE MERLUZZI E COLL.)

Il medico competente dovrà essere in grado di valutare se il danno uditivo è dovuto a rumore oppure ad altra causa ovvero ad entrambi.

QUANDO ESEGUIRE IL CONTROLLO SANITARIO

Art. 44 comma 1-4 D.Lgs. 277/91

L'art. 44 comma 1 del D.Lgs. 277/91 prevede che vengano sottoposti a controllo sanitario i lavoratori la cui esposizione quotidiana personale al rumore superi gli 85 dB(A), indipendentemente dall'uso di mezzi personali di protezione.
Il comma 4 dell'art. citato prevede tuttavia che questo controllo possa essere esteso anche "ai lavoratori la cui esposizione quotidiana sia compresa tra gli 80 dB(A) e gli 85 dB(A), qualora i lavoratori interessati ne facciano richiesta e il medico competente ne confermi l'opportunità".
Ciò al fine non solo di valutare i danni all'udito che, con questa intensità di rumore, possono presentarsi nelle persone più "sensibili", ma anche per individuare gli eventuali disturbi e danni extrauditivi.

Il controllo sanitario dovrà essere eseguito:

• **preventivamente**
"per accertare l'assenza di controindicazioni al lavoro specifico", e per valutare quindi l'idoneità del lavoratore alla mansione che gli viene assegnata;

Art. 44 comma 2 punto a) D.Lgs. 277/91

• **periodicamente**
al fine di controllare lo stato di salute dei lavoratori ed esprimere un giudizio sul permanere o meno dell'idoneità alla mansione.
Il primo di tali periodici accertamenti va eseguito non oltre un anno dopo la visita preventiva; gli accertamenti successivi dovranno possedere una periodicità stabilita di caso in caso dal medico competente, ma che comunque deve essere almeno biennale per gli esposti a un Lep,d compreso fra 85 e 90 dB(A) ed almeno annuale nel caso che l'esposizione superi i 90 dB(A) Lep,d.

Art. 44 comma 2 punto b) D.Lgs. 277/91

Il protocollo di sorveglianza sanitaria per gli esposti a rumore, di cui finora si è parlato, va ovviamente **integrato** (da parte del medico competente), qualora coesistano esposizioni ad altri rischi per la salute, con gli accertamenti preventivi e periodici previsti da altre norme vigenti (in particolare dal D.P.R. 303/56 e dallo stesso D.Lgs. 277/91 per gli esposti a piombo e ad amianto).

IL SIGNIFICATO DEL CONTROLLO SANITARIO

Occorre tener presente che **il significato del controllo sanitario** non è quello di proteggere il lavoratore dal rischio legato al rumore, né quello di prevenire eventuali danni, bensì quello di evidenziare in fase precoce un danno che però si è già instaurato. Ciò al fine di evitare che un tale danno minimale, proseguendo l'esposizione, possa aggravarsi.
Quanto detto al comma 5 dell'art. 44 del D.Lgs. 277/91, circa un ipotetico "recupero audiologico", non è assolutamente da intendersi come possibilità di reintegro di una funzione che è andata definitivamente perduta, in quanto le cellule acustiche, una volta morte, non possono rigenerarsi. Tuttavia, nel capitolo 2, abbiamo visto che le cellule acustiche non vengono uccise subito ma, in un primo momento, solamente tramortite, per cui, dopo un idoneo periodo di riposo, possono riprendere le proprie funzioni.

Art. 44 comma 5 D.Lgs. 277/91

Se questo periodo di riposo non viene concesso, l'impossibilità di recupero accelererà la loro distruzione.
Il datore di lavoro perciò, dovrà adottare misure idonee a favorire un "**recupero audiologico**" che è relativo solo a quella parte di sensibilità uditiva **momentaneamente perduta** per "affaticamento" delle cellule acustiche, proprio per evitare che si giunga ad un danno definitivo, irrecuperabile.

Tra le **misure** che il datore di lavoro dovrà a tal fine adottare, possono essere comprese anche modifiche dell'organizzazione del lavoro tese a diminuire il tempo di esposizione del singolo lavoratore.

LA POSSIBILITÀ DI RICORSO

Art. 44 comma 6 D.Lgs. 277/91
Art. 8 comma 1 D.Lgs. 277/91
Art. 5 D.Lgs. 626/94

Qualora le misure adottate dal datore di lavoro non fossero condivise dal dipendente, questi potrà inoltrare **ricorso** al Responsabile dell'organo di vigilanza dell'USL territorialmente competente, entro 30 giorni, informandone per iscritto il datore di lavoro. L'organo di vigilanza, dopo aver esaminato la situazione, disporrà la conferma, la modifica o la revoca delle misure adottate dal datore di lavoro.

IL MEDICO COMPETENTE ED I SUOI OBBLIGHI

Art. 7 D.Lgs. 277/91
Art. 16 D.Lgs. 626/94
Art. 3 D.Lgs. 277/91
Art. 2 lettera d D.Lgs. 626/94
Art. 55 D.Lgs. 277/91

L'art. 7 del D.Lgs. 277/91 afferma che gli accertamenti sanitari appena descritti debbono essere effettuati, a cura e spesa del datore di lavoro, da un medico "**competente**".
Per "competente" si intende, secondo il D.Lgs. medesimo, un medico **specialista** in medicina del lavoro (o tossicologia industriale, ecc.) ovvero un medico "esperto" in questo campo, per aver svolto per almeno quattro anni la professione di medico di azienda, e riconosciuto come tale dall'Assessorato Regionale alla Sanità.
Il D.Lgs. 277/91 prevede per il medico competente vari obblighi, poi meglio definiti dal successivo D.Lgs. 626/94 (vedi tabella).

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

IL MEDICO COMPETENTE:

- collabora con il Datore di Lavoro e con il Servizio di Prevenzione e Protezione Aziendale alla predisposizione dell'attuazione delle misure per la tutela della salute e dell'integrità psico-fisica dei lavoratori;
- esegue gli accertamenti sanitari preventivi e periodici;
- esprime i giudizi di idoneità dei lavoratori alla mansione specifica;
- istituisce e aggiorna, per ogni lavoratore, una cartella sanitaria e di rischio;
- fornisce ai lavoratori informazioni sul significato degli accertamenti sanitari cui sono sottoposti, e, nel caso di esposizione ad agenti con effetto a lungo termine, sulla necessità di sottoporsi ad accertamenti anche dopo la cessazione dell'attività;
- informa i lavoratori interessati dei risultati degli accertamenti sanitari;
- partecipa alla riunione annuale, indetta dal Datore di Lavoro e, in quell'occasione, comunica, ai Rappresentanti per la Sicurezza, i risultati anonimi collettivi degli accertamenti sanitari effettuati ed il loro significato;
- **visita periodicamente gli ambienti di lavoro** insieme al Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione Aziendale e partecipa alla programmazione del controllo dell'esposizione dei lavoratori, i cui risultati gli sono forniti immediatamente ai fini delle valutazioni e dei pareri di competenza;
- effettua le visite mediche eventualmente richieste dai singoli lavoratori, qualora tale richiesta sia correlata ai rischi lavorativi;
- collabora con il Datore di Lavoro alla predisposizione del Servizio di Pronto Soccorso;
- collabora alle attività di formazione e informazione dei lavoratori messe in atto dal Datore di Lavoro.

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

L'OBBLIGO DI ACCERTARE LO STATO DI SALUTE DEL LAVORATORE E DI ESPRIMERE IL GIUDIZIO DI IDONEITÀ

Art. 7 comma 1-2 D.Lgs. 277/91

Il medico competente deve effettuare gli accertamenti sanitari previsti dalla legge e quelli che ritiene opportuni al fine di meglio valutare lo stato di salute del lavoratore in relazione alla mansione da svolgere.

Art. 17 D.Lgs. 626/94

Il giudizio scritto di idoneità specifica deve essere consegnato al datore di lavoro (N.B.: tale giudizio non deve contenere informazioni soggette all'obbligo di segreto professionale).

L'OBBLIGO DI EFFETTUARE SOPRALLUOGHI NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Art. 7 comma 6 D.Lgs. 277/91

Il comma 6 dell'art. 7 del D.Lgs. 277/91 recita:
"Il medico competente **visita** gli ambienti di lavoro almeno 2 volte l'anno e **partecipa alla programmazione del controllo dell'esposizione** dei lavoratori."

Art. 17 D.Lgs. 626/94

È opportuno che il medico competente effettui il sopralluogo negli ambienti di lavoro:

1 • al momento della presa in carico di una nuova azienda, prima di iniziare gli accertamenti sanitari, per poter costruire un "protocollo" di accertamenti corretto e mirato ai rischi effettivamente presenti nel luogo di lavoro;

2 • ogni volta che si verifichino cambiamenti dell'organizzazione del lavoro o del ciclo produttivo (es. introduzione di nuove macchine o di nuove sostanze, variazioni del "lay-out", ecc.) che modifichino, del tutto o in parte, le condizioni ed i rischi lavorativi;

3 • ogni volta che il medico senta l'esigenza di verificare l'esistenza di un rapporto di causalità fra patologie emerse dagli accertamenti sanitari ed eventuali rischi lavorativi o per meglio stabilire un'idoneità a una determinata mansione, ecc..

Art. 7 comma 6 D.Lgs. 277/91

Art. 17 (lettera h) D.Lgs. 626/94

Tale sopralluogo va effettuato insieme al Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione Aziendale.

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Norme successive (D.M. 16/01/1997 *"Definizione dei casi di riduzione della frequenza della visita degli ambienti di lavoro da parte del medico competente"* e D.Lgs. 494/96 *"Direttiva cantieri"*) hanno modificato la periodicità prevista per il sopralluogo, che ora è la seguente:

NORMA	PERIODICITÀ SOPRALLUOGO	TIPO DI AZIENDA
D.Lgs. 626/94 - articolo 17	- **almeno due volte l'anno**	1. Aziende di ogni tipo con più di 200 addetti 2. Aziende "a grande rischio"* 3. Strutture di ricovero e cura sia pubbliche che private
D.M. 16/01/1997 - articolo 1	- **una sola volta l'anno** (e, inoltre, ogni volta che si modifichino le condizioni lavorative)	1. Aziende artigiane e industriali fino a 30 addetti *(escluse quelle a "grande rischio"*)* 2. Aziende agricole e zootecniche fino a 10 addetti *(assunti a tempo indeterminato)* 3. Aziende della pesca fino a 20 addetti 4. Altre aziende fino a 200 addetti *(escluse strutture di ricovero e cura)*
D.M. 16/01/97 - articolo 2	- **una sola volta l'anno** se vi è una *valutazione congiunta* e una *dichiarazione scritta* del datore di lavoro, del responsabile del servizio di prevenzione e protezione, del medico competente e del rappresentante dei lavoratori dei lavoratori per la sicurezza	1. Aziende artigiane e industriali fino a 200 addetti *(escluse quelle a "grande rischio"*)* 2. Aziende agricole e zootecniche fino a 200 addetti *(assunti a tempo indeterminato)* 3. Aziende della pesca fino a 200 addetti 4. Altre aziende fino a 200 addetti *(escluse strutture di ricovero e cura)*
D.Lgs. 494/96 - articolo 17	- **nessuna** il sopralluogo può essere sostituito con l'esame dei piani di sicurezza	Cantieri con durata presunta inferiore a sei mesi e con caratteristiche analoghe ad altri *già visitati*, gestiti dalle stesse imprese

** Nota: Per "aziende a grande rischio" si intendono le attività industriali di cui all'art. 1 del D.P.R. 17/05/1988 n. 175 e successive modifiche, soggette all'obbligo di dichiarazione o notifica ai sensi degli artt. 4 e 6 del Decreto stesso, le centrali termoelettriche, gli impianti e i laboratori nucleari, le aziende estrattive e altre attività minerarie, le aziende per la fabbricazione ed il deposito separato di esplosivi, polveri e munizioni.*

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

L'OBBLIGO DI INFORMARE

Art. 42 comma 1 lett. e) D.Lgs. 277/91

Abbiamo già visto nel capitolo 2 come il D.Lgs. 277/91 preveda che ai lavoratori vengano date una serie di **informazioni**.
Di esse, alcune sono di esclusiva pertinenza del medico:

Art. 5 e 7 D.Lgs. 277/91

- il significato degli accertamenti sanitari periodici
- l'esito degli accertamenti sanitari (tale informazione va data a livello individuale nello specifico e a livello collettivo in termini epidemiologici)

Art. 3 lettera f) e Art. 49 D.Lgs. 277/91

- l'eventuale inserimento di un lavoratore nel registro degli esposti (Informazione individuale)

Art. 21 D.Lgs. 626/94

Altre informazioni debbono invece essere date dal datore di lavoro, il quale potrà tuttavia **delegarle**, data la loro connotazione di "educazione alla salute", al medico competente:

Art. 42 D.Lgs. 277/91

- la natura dei rischi per la salute presenti in azienda e le modalità per difendersi dagli stessi
- la funzione dei mezzi personali di protezione e il loro corretto uso.

L'OBBLIGO DI TENERE UNA CARTELLA SANITARIA E DI RISCHIO

Un ulteriore obbligo del medico competente è quello di tenere, per ogni lavoratore, una "**cartella sanitaria e di rischio**", che va custodita, nel rigoroso **rispetto del segreto professionale, presso il datore di lavoro**. Il modello definitivo di tale cartella dovrà essere determinato da un prossimo Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri; nel frattempo il medico competente potrà utilizzare una cartella sanitaria di sua scelta, purché contenga le seguenti informazioni:

Art. 4 lettera q) D.Lgs. 277/91

- ✓ Ragione sociale dell'azienda, indirizzo, tipo di attività svolta, comparto produttivo;
- ✓ dati anagrafici del lavoratore, indirizzo, data di nascita, data di assunzione in azienda;
- ✓ storia lavorativa: data di inizio dell'attività lavorativa; mansioni svolte precedentemente in aziende diverse dalla attuale, data di inizio/termine delle mansioni descritte, motivo del cambio mansione (se dovuto a cause collegate a patologie professionali), fattori di rischio che il lavoratore riferisce presenti nelle varie mansioni; stesse informazioni per quanto riguarda l'azienda attuale; descrizione particolareggiata della mansione attuale;
- ✓ protocollo previsto rispetto ai rischi presenti nella mansione attuale: visite mirate e periodicità, esami strumentali e di laboratorio e periodicità degli stessi;
- ✓ storia personale del lavoratore: anamnesi fisiologica; invalidità riconosciute; vaccinazioni effettuate; per le donne: dati sulle gravidanze e sui nati;
- ✓ anamnesi patologica recente e pregressa;
- ✓ eventuali malattie professionali e infortuni sul lavoro occorsi al lavoratore;
- ✓ dati sulle visite mediche (relativi alla prima visita ed a quelle successive);
- ✓ dati degli accertamenti specialistici e degli esami di laboratorio e strumentali;
- ✓ giudizio di idoneità alla mansione.

Il lavoratore **può richiedere copia della sua cartella sanitaria, e dei referti degli esami specialistici** in essa contenuti, anche al fine di tenere informato il medico curante dei risultati degli accertamenti svolti relativamente ai rischi lavorativi.
L'organo di vigilanza può, ogniqualvolta lo ritenga necessario ed opportuno, chiedere al medico competente di esibire le cartelle sanitarie e di rischio dei lavoratori.

IL REGISTRO DEGLI ESPOSTI A RUMORE

L'art. 49 del D.Lgs. 277 impone al datore di lavoro di tenere ed aggiornare un registro dei lavoratori esposti a un livello di rumorosità **superiore ai 90 dB(A)**, oppure a un rumore impulsivo che superi valori istantanei di 140 db. Il datore di lavoro comunicherà, tramite il medico competente, al lavoratore che dovesse essere iscritto nel registro degli esposti, le annotazioni individuali che lo riguardano.

Art. 49 D.Lgs. 277/91

In attesa dell'emanazione di un apposito D.P.C.M., che indichi i modelli e le modalità di tenuta dei registri, i datori di lavoro potranno usare un modello simile al seguente:

REGISTRO DEGLI ESPOSTI A RUMORE (artt. 4 e 49 D.Lgs. 277/91)

Ragione Sociale.....

Sede Legale: Via ..... n. .....

Comune ..... Prov. ..... Telefono .....

Sede stabilimento .....

Titolare o Legale Rappresentante.....

Dirigente e/o preposto.....

Medico competente.....

Indirizzo .....

Data Compilazione.....

Data successiva valutazione .....

Pag. 1

			Livello di esposizione						
Nome e cognome	Reparto	Mansione	Esposizione					Data	
Luogo e data nascita Cod. fiscale			Inizio	fine	Data misurazione	>90 dB (A)	>140 dB	Assunz.	Cessaz. rapporto lavoro

Pag. 2

Una copia di questo registro dovrà essere consegnata **all'I.S.P.E.S.L. ed all'U.S.L.** territorialmente competente, cui il datore di lavoro dovrà comunicare **ogni tre anni**, le **variazioni** riguardanti i dati presenti nel registro, così come comunicherà la **cessazione** del rapporto di lavoro o dell'attività dell'impresa.
Il datore di lavoro chiederà all'I.S.P.E.S.L. ed all'U.S.L. territorialmente competente copia delle annotazioni individuali allorché si trovi ad assumere lavoratori che siano stati precedentemente addetti a mansioni comportanti un'esposizione ad un livello di rumore superiore a 90 dB(A) Lep,d (e che quindi siano già stati segnalati, su di un registro degli esposti, a I.S.P.E.S.L. ed U.S.L.).

INFORMAZIONI DA FORNIRE ALL'ORGANO DI VIGILANZA

In diverse situazioni **l'azienda**, nella quale vi è rischio di esposizione a rumore, deve fornire alcune notizie all'organo di vigilanza territorialmente competente.
Queste informazioni possono così essere schematizzate:

– **rapporto relativo alla valutazione dell'esposizione a rumore** (da fornire dietro richiesta dell'organo di vigilanza) (vedi pag. 37)

Art. 40 comma 6 D.Lgs. 277/91

– **superamento dei valori limite e misure adottate** e/o da adottare conseguentemente (vedi pag. 34)

Art. 45 D.Lgs. 277/91

– **richiesta di deroga all'uso dei mezzi di protezione personale** (vedi pag. 59).

Art. 47 comma 2 D.Lgs. 277/91

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI VITA E NELL'AMBIENTE ESTERNO

PREMESSA

Il rumore, inteso come fenomeno fisico, fonte di disturbo per la quiete e la salute, non è certo da considerarsi un problema recente.
Diverse testimonianze sugli effetti indesiderati causati da un esposizione a rumori molesti possono infatti essere riscontrati in opere di autori di epoche davvero lontane a cominciare dagli autori latini della Roma imperiale.
A tutt'oggi possiamo ritenere il disturbo da rumore una conseguenza stessa dell'organizzazione sociale dell'uomo, della sua necessità di aggregazione (vedi le città) nonché dello sviluppo di attività artigianali e commerciali. Ma è soltanto in epoca recente (post rivoluzione industriale), che il problema dell'inquinamento acustico, a causa del rapido progresso della tecnologia, e il moltiplicarsi di fonti sonore, fisse e mobili, ha assunto una rilevanza non più trascurabile.
L'ulteriore accelerazione del progresso tecnologico, lo sviluppo dei sistemi di trasporto, sempre più veloci e rumorosi, l'urbanizzazione crescente e spesso disordinata dei centri abitati, la modifica dello stile di vita delle persone caratterizzato da ritmi sempre più frenetici, fanno si che il rumore sia considerato una delle principali fonti di malessere collettivo della società. Studi di settore hanno evidenziato che oggi circa il 20% della popolazione ritiene il rumore una emergenza ambientale nazionale.
Per quanto riguarda l'ambiente di vita, le fonti sonore maggiormente disturbanti sono certamente costituite dalle infrastrutture di trasporto, con particolare riferimento al traffico veicolare nelle città, al traffico aeroportuale in prossimità di tali aree ed al traffico ferroviario. Fonti non secondarie di disturbo per i rumori prodotti sono costituite da quelle attività commerciali o di servizio che, per la loro stessa natura convivono nel tessuto urbano, in zone residenziali o miste (lavanderie, panifici, autolavaggi, supermercati, ecc.) con l'aggravante per alcune, di svolgersi in periodo notturno.
Attività artigianali e produttive sono in molti casi oggetto di lamentele per la loro eccessiva rumorosità, ciò in considerazione del fatto che spesso sono ubicate in prossimità di civili abitazioni, anche a causa di una non corretta gestione del territorio da parte delle amministrazioni locali; si pensi al caso dell'insediamento produttivo realizzato in area isolata e che nel tempo ha visto crescere nelle immediate vicinanze, edifici destinati a residenze.

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI VITA E NELL'AMBIENTE ESTERNO

Una rilevante fonte di disturbo, in crescita esponenziale negli ultimi anni, è certamente costituita dai locali pubblici che diffondono musica in orario notturno, discoteche, pub, circoli privati, spesso realizzati in ambienti acusticamente inidonei, confinati con civili abitazioni.
L'aggravarsi del problema e la crescente sensibilità della popolazione viene confermata dall'impulso registrato nel corso degli ultimi anni dalla normativa in materia di inquinamento acustico negli ambienti di vita, fino a poco tempo fa del tutto evanescente. A tal proposito basti pensare che, mentre per altre matrici ambientali (aria, acqua, rifiuti) già negli anni 70-80 sono state emanate normative di riferimento, per quanto concerne il rumore, solamente nel marzo 1991 è stato pubblicato un primo decreto e si è dovuto attendere il 1995 per vedere emanata dal parlamento la Legge quadro, per altro ancora oggi non pienamente attuabile non essendo stati ancora pubblicati tutti i decreti attuativi previsti.
In conclusione di questa premessa, appare opportuno sottolineare come la riduzione del rumore negli ambienti di vita non possa che realizzarsi con la concertazione tra più soggetti (organi di controllo, amministratori, imprenditori), attraverso idonei interventi di mitigazione e controllo sulle sorgenti sonore già realizzate. Nel contempo, occorre attivare azioni preventive consistenti in un attenta progettazione acustica dell'opera da realizzare e nella scelta di idonei materiali e di macchinari poco rumorosi con una particolare attenzione alla loro ubicazione.

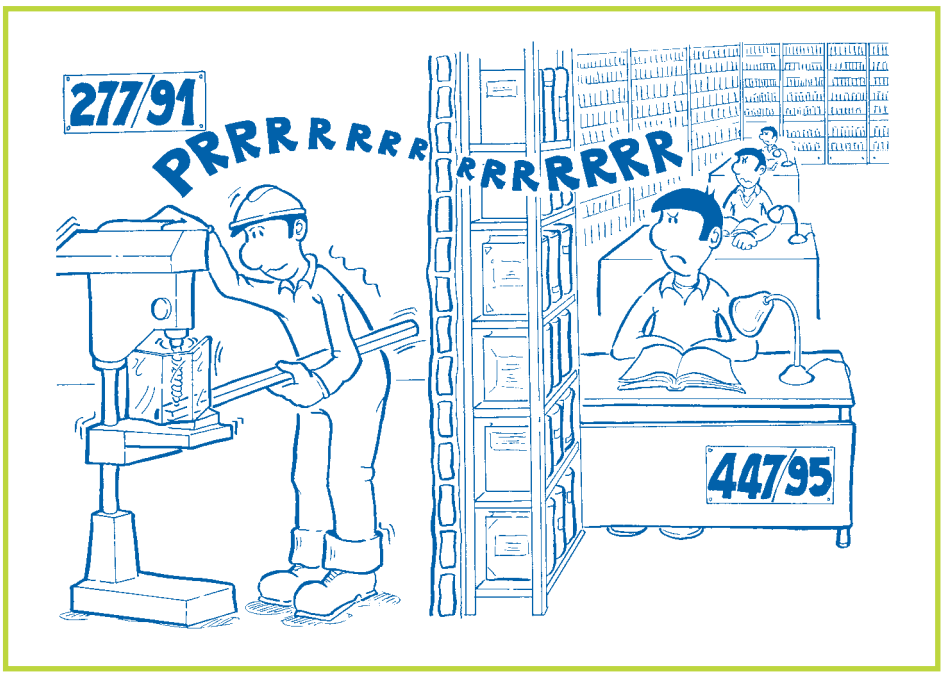
L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI VITA E NELL'AMBIENTE ESTERNO

RIFERIMENTI NORMATIVI

Legge 447/95

Per "***inquinamento acustico***" si intende l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento dell'ecosistema, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno. o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi.

Per "***ambiente abitativo***" si deve intendere ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane.



Anche un ambiente destinato ad attività produttiva può, in casi specifici, essere considerato ambiente abitativo relativamente alla normativa in materia di inquinamento acustico.
Se un lavoratore, infatti, è disturbato da rumore prodotto all'interno del proprio ambiente di lavoro per la valutazione del disturbo si applica quanto previsto dal D.Lgs. 277/91, mentre si applica quanto previsto dalla Legge 447/95 se un lavoratore della ditta A è disturbato dal rumore prodotto dall'attività o impianto della ditta B.

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI VITA E NELL'AMBIENTE ESTERNO

1) I LIMITI DI EMISSIONE/IMMISSIONE

Il titolare di una sorgente sonora, in grado di determinare immissione di rumore nell'ambiente esterno o nell'ambiente abitativo, deve garantire che il funzionamento della stessa rispetti contemporaneamente i seguenti limiti:

- Limite di emissione
- Limite assoluto di immissione
- Limite differenziale di immissione

TABELLA 1

LIMITE	COSA È	DOVE SI MISURA
Limite di emissione	valore massimo di rumore che può essere emesso da una singola sorgente sonora. È un indicatore delle caratteristiche acustiche della sorgente in esame.	in ambiente esterno, con la sola sorgente sonora in funzione, in prossimità della stessa, in corrispondenza di spazi utilizzati da persone e comunità
Limite assoluto di immissione	valore massimo di rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti sonore presenti in una data area	in ambiente esterno, in prossimità dei ricettori (persone potenzialmente disturbate)
Limite differenziale di immissione	differenza tra rumore ambientale (sorgente sonora in funzione) e rumore residuo (sorgente sonora spenta)	all'interno degli ambienti abitativi

Il parametro descrittore dell'inquinamento acustico nell'ambiente esterno e nell'ambiente di vita è il **Livello equivalente A** (Leq.A), livello energetico medio secondo il "filtro di ponderazione A" (filtro che simula la sensibilità all'energia sonora percepita dall'orecchio umano).

Tutti i limiti riportati nella Tabella 1 sono pertanto Livelli equivalenti espressi in dB(A); la lettera tra parentesi indica appunto che il valore misurato è già stato corretto dal filtro di ponderazione A.

2) LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO

Per una corretta valutazione di una sorgente sonora occorre considerare l'ubicazione della stessa, non tutto il territorio è infatti assoggettato agli stessi limiti di rumore.

Art. 6 Legge 447/95

Compito dei comuni è provvedere alla classificazione acustica del proprio territorio in sei diverse classi di destinazione d'uso, alle quali sono assegnati diversi limiti di emissione ed immissione assoluti.

Valori limite di emissione – Leq in dB(A) *(rif. Tabella B allegata al D.P.C.M. 14.11.97)*

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	TEMPI DI RIFERIMENTO	
	DIURNO (6.00 – 22.00)	NOTTURNO (22.00 – 06.00)
I Aree particolarmente protette	45	35
II Aree prevalentemente residenziali	50	40
III Aree di tipo misto	55	45
IV Aree di intensa attività umana	60	50
V Aree prevalentemente industriali	65	55
VI Aree esclusivamente industriali	65	65

Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A) *(rif. Tabella C allegata al D.P.C.M. 14.11.97*)

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	TEMPI DI RIFERIMENTO	
	DIURNO (6.00 – 22.00)	NOTTURNO (22.00 – 06.00)
I Aree particolarmente protette	50	40
II Aree prevalentemente residenziali	55	45
III Aree di tipo misto	60	50
IV Aree di intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

La classificazione acustica comporta inoltre la definizione di valori di qualità (valori di rumore ottimali da conseguire con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili), diversi in funzione della classe di destinazione d'uso del territorio.

Tab. D allegata D.P.C.M. 14.11.97

3) LA VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

Per la realizzazione di nuovi impianti e infrastrutture adibite ad attività produttive è obbligatorio produrre una **documentazione previsionale di impatto acustico** nei seguenti casi:

- domanda per il rilascio di concessione edilizia
- domanda di licenza o autorizzazione all'esercizio

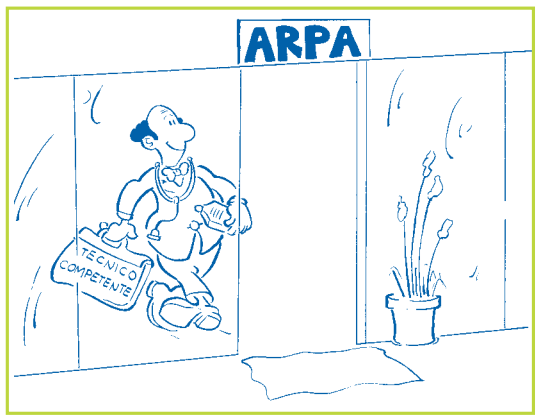
Art. 8 Legge 447/95

Scopo della valutazione di impatto acustico è prevedere i livelli di emissione/immissione delle sorgenti sonore relative al nuovo insediamento produttivo, progettando gli interventi tecnico procedurali idonei a garantire il rispetto dei limiti previsti dalle norme vigenti.

La documentazione deve essere redatta da personale qualificato come "TECNICO COMPETENTE".

Il tecnico competente è la figura professionale idonea a:

- effettuare le misurazioni
- verificare l'ottemperanza ai valori definiti dalle vigenti norme
- redigere i piani di risanamento acustico
- svolgere le relative attività di controllo



Art. 2 commi 6, 7, 8 Legge 447/95

I soggetti qualificati ad esercitare l'attività di tecnico competente in acustica ambientale devono essere individuati da appositi elenchi predisposti dalle Regioni.

Altri casi in cui è richiesta la presentazione di una documentazione previsionale di impatto acustico

INFRASTRUTTURA/IMPIANTO	TIPO DI INTERVENTO	PRESCRIZIONI
Aeroporti, Aviosuperfici, Eliporti	Realizzazione, modifica, potenziamento	Su richiesta del Comune
Strade di tipo A,B,C,D,E,F (DL 285/92)	"	"
Discoteche	"	"
Circoli privati e Pubblici esercizi	"	"
Ferrovie	"	"
Impianti sportivi e ricreativi	"	"
Impianti sportivi e ricreativi	Concessione edilizia	Obbligatoria
Servizi commerciali polifunzionali	"	"

Art. 4 comma 1 Legge 447/95

In attesa che le Regioni definiscano i criteri per la redazione della documentazione previsionale di impatto acustico si ritiene necessario che la relazione debba almeno contenere i seguenti elementi:

- stralcio della mappa topografica nella quale siano evidenziati l'insediamento produttivo, i confini di proprietà, le aree circostanti, edificate e non, con la destinazione d'uso degli edifici presenti, la presenza di infrastrutture quali strade, parcheggi, ferrovia, ecc.;
- planimetria in scala adeguata dell'insediamento (1:100 – 1:200) con localizzazione delle attrezzature utilizzate o delle aree occupate da ciascuna unità produttiva, nonché delle aree esterne di pertinenza (zona carico scarico merce, parcheggi, ecc.);
- indicazione della classe acustica della zona (Zonizzazione acustica definitiva o provvisoria del comune di appartenenza);
- descrizione del ciclo produttivo;
- descrizione delle sorgenti di rumore, sia interne che esterne all'insediamento da realizzare, loro individuazione nella planimetria dell'insediamento, tempi di utilizzo nel periodo diurno e/o notturno, livelli di potenza sonora o di pressione sonora a distanza nota; deve inoltre essere accertata l'eventuale presenza di componenti tonali, componenti di bassa frequenza o componenti impulsive;

- indicazione degli ambienti esterni e degli ambienti abitativi (ricettori) potenzialmente esposti alle immissioni sonore dell'insediamento produttivo, con la determinazione dei livelli di rumore esistenti presso gli stessi prima della realizzazione dell'attività in questione (per le valutazioni potranno essere eseguiti rilievi fonometrici puntuali o utilizzati modelli previsionali);
- determinazione dei livelli di rumore stimati presso i ricettori con l'attività in funzione e comparazione degli stessi con i valori limite di emissione, immissione assoluto e immissione differenziale previsti dalla zonizzazione acustica comunale;
- descrizione degli interventi di bonifica acustica eventualmente previsti per garantire il rispetto dei limiti previsti dalla zonizzazione acustica.

Per le aree interessate alla realizzazione di insediamenti di massima tutela acustica, come scuole e asili nido, ospedali, case di cura e riposo, parchi, nonché nuovi insediamenti residenziali prossimi ad infrastrutture di trasporto e opere di svago e divertimento, è obbligatoria la presentazione di una **valutazione previsionale di clima acustico**.

Art. 8
Legge 447/95

La valutazione di clima acustico differisce dalla valutazione di impatto acustico in quanto l'opera che si realizza non è sorgente di rumore ma "*subisce*" le immissioni sonore prodotte dalle sorgenti presenti nell'intorno; occorre quindi prevedere interventi di protezione acustica al fine di garantire condizioni di quiete, elemento essenziale per la loro fruizione.
Anche la valutazione di clima acustico deve essere redatta da personale qualificato come Tecnico Competente.
Elementi caratterizzanti una valutazione previsionale di clima acustico:

- stralcio della mappa topografica nella quale siano evidenziati l'insediamento, i confini di proprietà, le aree circostanti, edificate e non, con la destinazione d'uso degli edifici, la presenza di insediamenti produttivi, infrastrutture quali strade, parcheggi, ferrovia, ecc.;
- rilevazioni dello stato di fatto con misure strumentali, o tecniche previsionali, dei livelli di pressione sonora presenti nell'area dell'insediamento prima della sua realizzazione;
- valutazione della compatibilità acustica dell'insediamento previsto con i livelli di rumore esistenti;
- informazioni in merito agli interventi di protezione acustica che si intendono adottare;

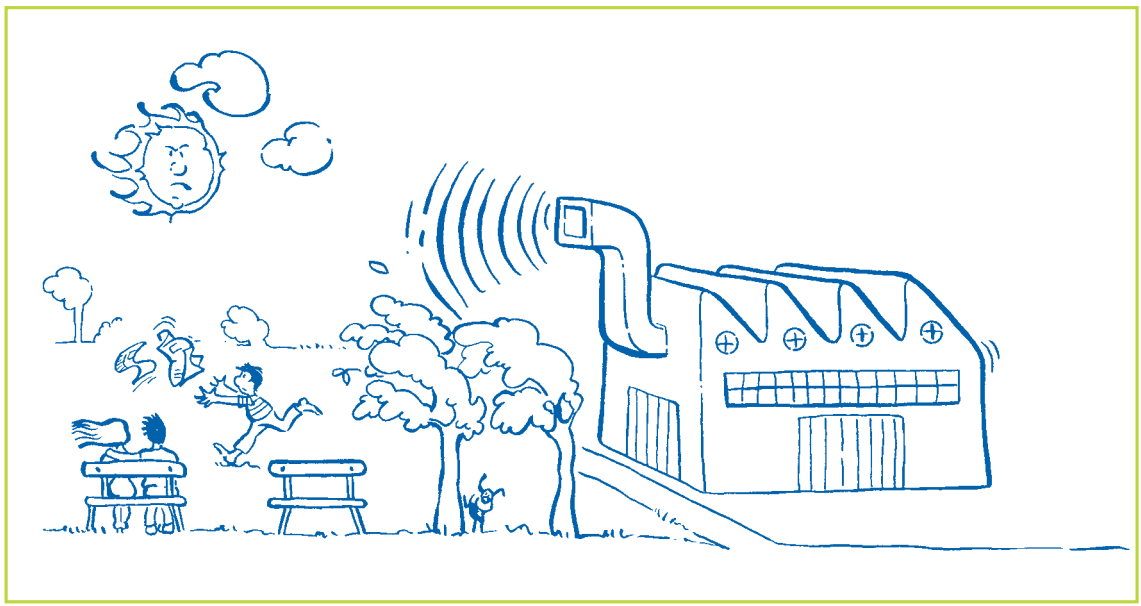
L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI VITA E NELL'AMBIENTE ESTERNO

4) COME SI MISURA IL RUMORE

Per la misura dell'inquinamento acustico, eseguita dal Tecnico Competente, deve essere utilizzata esclusivamente strumentazione conforme al Decreto Ministero dell'Ambiente 16.03.98, provvista di certificato di taratura controllato almeno ogni due anni da laboratorio accreditato SIT (Servizio Italiano di Taratura) per la verifica della conformità alle specifiche tecniche.

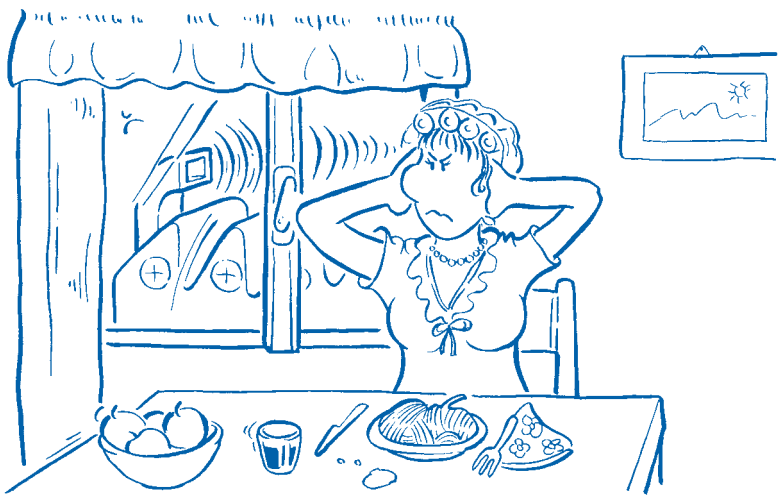
VALORE LIMITE DI EMISSIONE

Occorre eseguire misure del Livello equivalente ponderato A in ambiente esterno, in prossimità della sorgente.
Durante la misura deve essere attivata esclusivamente la sorgente sonora in esame, escludendo tutte le altre.
Il tempo di misura è a discrezione del tecnico competente; deve comunque essere tale da consentire una corretta caratterizzazione dell'emissione sonora.



VALORE LIMITE ASSOLUTO DI IMMISSIONE

Occorre eseguire misure del Livello equivalente ponderato A in ambiente esterno, in prossimità dei ricettori.
È una misura del rumore prodotto da tutte le sorgenti sonore presenti in zona.
Il tempo di misura è riferito a tutto il tempo di riferimento (diurno o notturno), indipendentemente dall'effettivo funzionamento della sorgente in esame.
Se la sorgente funziona in periodo diurno occorre eseguire una misura rappresentativa dell'intero periodo diurno (dalle ore 6.00 alle ore 22.00); se funziona in periodo notturno la misura deve essere rappresentativa della fascia oraria 22.00 – 6.00.



VALORE LIMITE DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE

Art. 4 D.P.C.M. 14.11.97

La determinazione del valore limite differenziale di immissione si determina all'interno degli ambienti abitativi, procedendo a due distinte misure, con sorgente sonora attiva (rumore ambientale) e sorgente sonora disattiva (rumore residuo).

La differenza tra le due misure non deve risultare superiore a 5 dB(A) nel periodo diurno o a 3 dB(A) nel periodo notturno (il limite è lo stesso per le classi di destinazione d'uso I, II, III, IV, V, mentre non si applica all'interno della VI classe – area esclusivamente industriale).

Le misure devono essere eseguite con le finestre sia aperte che chiuse, considerando nella valutazione della sorgente sonora la condizione più gravosa per il disturbato.

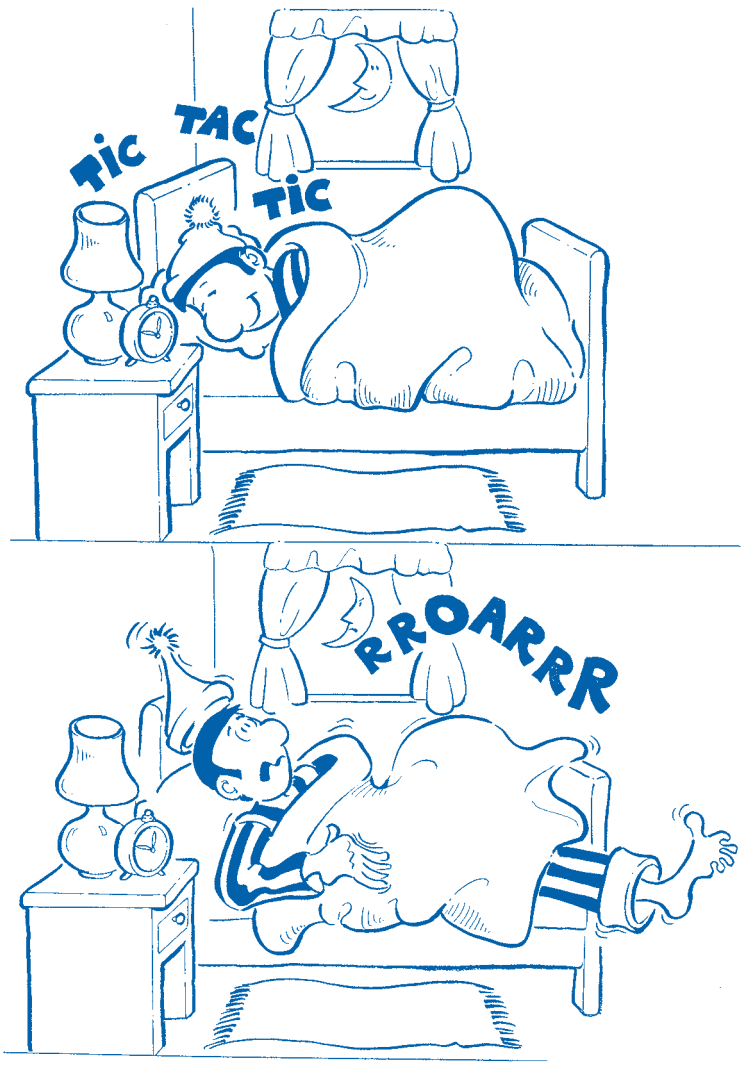
Il valore limite differenziale di immissione non si applica per le seguenti sorgenti sonore:

1) infrastrutture ferroviarie, stradali e marittime
2) attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali
3) servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso (es. rumore della centrale termica condominiale o dell'ascensore che disturba i condomini)

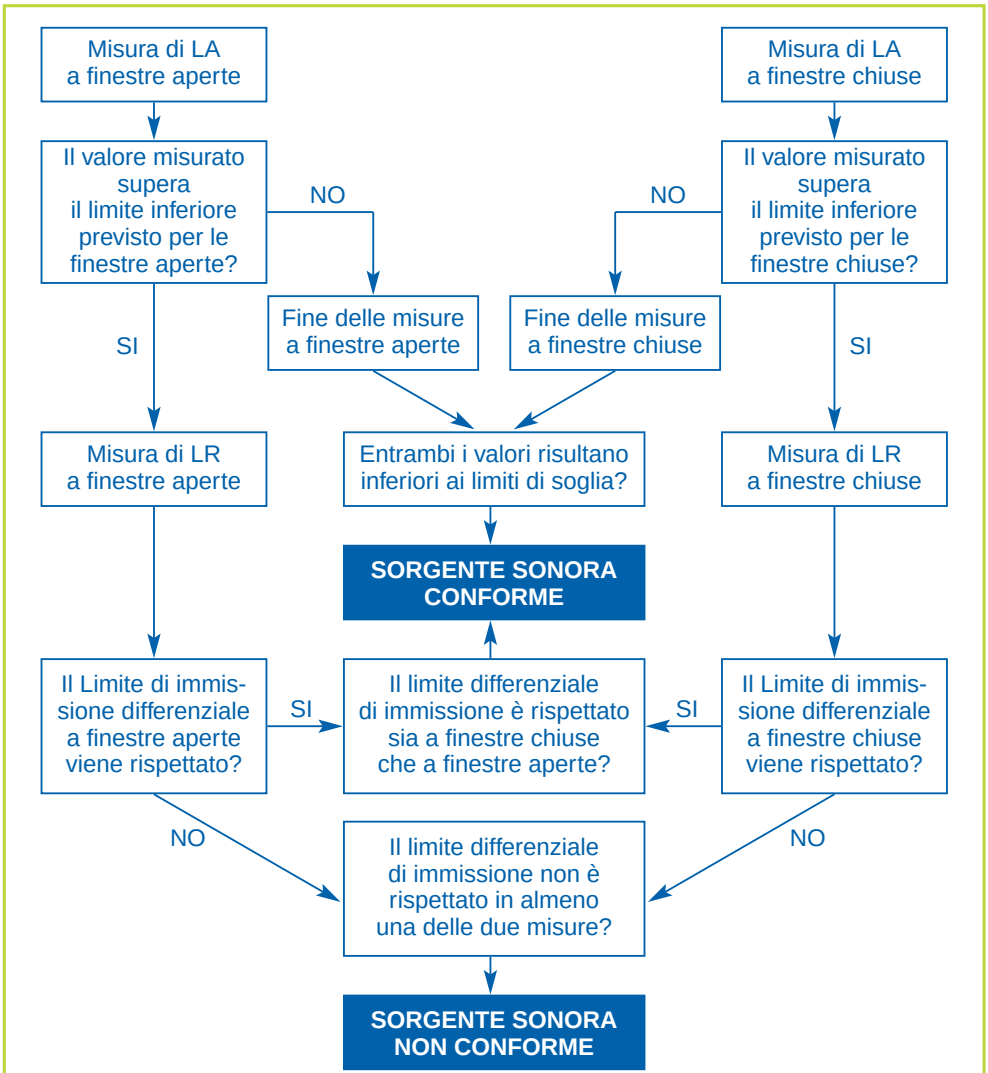
Non si applica inoltre nel caso in cui il rumore ambientale non superi i seguenti limiti:

4) Finestre aperte: 50 dB(A) durante il periodo diurno
   40 dB(A) durante il periodo notturno
5) Finestre chiuse: 35 dB(A) durante il periodo diurno
   25 dB(A) durante il periodo notturno

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI VITA E NELL'AMBIENTE ESTERNO



SCHEMA DI MISURA DEL CRITERIO DIFFERENZIALE



LA = rumore ambientale (sorgente sonora in funzione) LR = rumore residuo (sorgente sonora spenta)

I FATTORI DI CORREZIONE

Si tratta di correzioni in eccesso o in difetto del livello sonoro misurato per tener conto del maggior disturbo determinato dalla presenza, nel rumore in esame, di componenti tonali, componenti impulsive o componenti in bassa frequenza, o del minor disturbo prodotto da una sorgente attiva per tempi limitati.

- presenza di componenti tonali, componenti impulsive o componenti a bassa frequenza: il livello misurato deve essere convenzionalmente incrementato di 3 dB(A)

D.M. 16.03.98 allegato A punto 15

- funzionamento a tempo parziale della sorgente sonora in periodo diurno: il livello misurato deve essere convenzionalmente diminuito di 3 dB(A) per funzionamento della sorgente inferiore a 1 ora, di 5 dB(A) per funzionamento inferiore a 15 minuti.

D.M. 16.03.98 allegato A punto 16

Le correzioni per il tempo parziale non si applicano alla misura del valore limite assoluto di immissione.

5) LE SANZIONI

Il mancato rispetto dei limiti di emissione, immissione assoluto e immissione differenziale, nonché la inottemperanza ad Ordinanza contingibile ed urgente adottata dall'autorità competente, comporta una serie di sanzioni amministrative a carico del titolare della sorgente sonora.

Art. 10 Legge 447/95

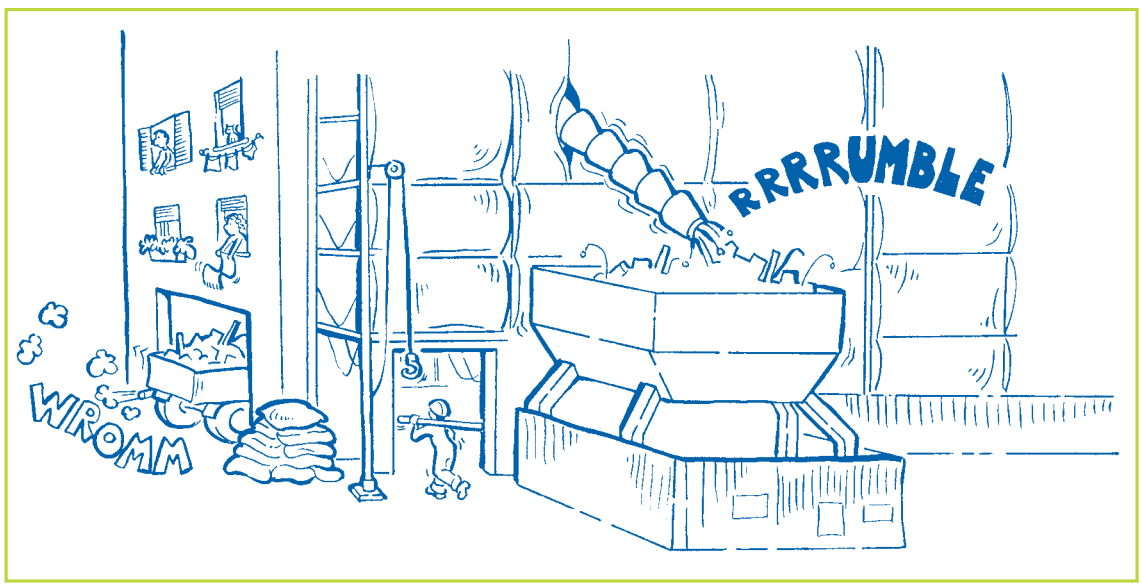
VIOLAZIONE	SANZIONE AMMINISTRATIVA
Inottemperanza ad Ordinanza contingibile ed urgente	Da lire 2.000.000 a 20.000.000
Superamento dei limiti di emissione o immissione	Da lire 1.000.000 a 10.000.000
Violazione dei regolamenti di esecuzione statali, regionali e comunali	Da lire 500.000 a 20.000.000

Resta salva la possibilità da parte dell'Organo di controllo di applicare quanto previsto dall' Art. 650.

6) ALCUNI CASI PARTICOLARI

- I Cantieri edili e stradali
- Gli impianti a ciclo produttivo continuo
- Le attività aeroportuali

I CANTIERI EDILI E STRADALI



L'attività svolta all'interno di un cantiere edile o stradale risulta particolarmente impattiva per quanto riguarda l'inquinamento acustico.

L'utilizzo di macchinari rumorosi, la tipologia delle lavorazioni svolte (demolizione, scavo, rimozione intonaco, ecc…) nonché la vicinanza a civili abitazioni, rende particolarmente problematico il rispetto dei limiti di emissione/immissione sonora. Di seguito si riportano alcune sorgenti sonore associate ai rispettivi livelli, espressi in dB(A), maggiormente presenti in edilizia:

Martello pneumatico	100 – 110
Clipper	110
Trapano	90 – 97
Betoniera	81 – 85
Flessibile	102
Flessibile su ferro	97
Flessibile su cemento	108
Martello elettrico	93 – 95
Sega circolare	86 – 89
Sega circolare da legno	97
Sega circolare per taglio mattoni	104
Muletto diesel	91
Gru	84
Elettrocompressore	78
Attività di carpenteria	73

Art. 1 comma 4 D.P.C.M. 01.03.91

Art. 6 comma H Legge 447/95

In relazione a questo un cantiere (definito come attività temporanea) può essere autorizzato anche in deroga ai limiti di rumore previsti dalla normativa vigente in materia.
L'autorizzazione in deroga, su richiesta dell'impresa appaltatrice, viene rilasciata, cantiere per cantiere, dall'Amministrazione Comunale competente.
Non essendo mai stato esplicitato cosa si debba intendere per attività temporanea le modalità per il rilascio dell'autorizzazione in deroga, gli orari in cui usufruirne, variano sensibilmente da un'amministrazione all'altra; in genere ogni Comune ha emanato tali procedure con proprio regolamento.

In generale si possono comunque stabilire i seguenti principi:

- non può essere concessa per tutto il periodo di funzionamento del cantiere, ma deve essere limitata al tempo strettamente necessario all'esecuzione di specifiche lavorazioni rumorose per le quali non è tecnicamente possibile utilizzare macchinari meno rumorosi o adottare interventi di bonifica acustica significativi;
- qualora previsto da specifiche norme tecniche i macchinari utilizzati in cantiere devono essere dotati di idoneo dispositivo silenziatore; tutti i macchinari

devono in ogni caso essere i meno rumorosi tra quelli della stessa categoria reperibili in commercio;
- l'autorizzazione in deroga è relativa a specifici orari, in genere ogni amministrazione locale prevede fasce orarie (es. 7 – 8 e 13 – 15) all'interno delle quali non è possibile eseguire lavorazioni rumorose;
- può essere revocata/sospesa se non vengono rispettate le prescrizioni impartite.

GLI IMPIANTI A CICLO PRODUTTIVO CONTINUO

Un impianto viene definito a ciclo produttivo continuo quando:

- non è possibile interrompere l'attività senza provocare danni all'impianto, pericolo di incidenti o alterazioni del prodotto o per necessità di continuità finalizzata a garantire l'erogazione di un servizio pubblico essenziale;
- l'esercizio è regolato da contratti collettivi nazionali di lavoro, o da norme di legge, sulle 24 ore per cicli settimanali.

Gli impianti a ciclo produttivo continuo si dividono in:
- esistenti: se sono entrati in funzione prima del 19.03.97 (giorno di entrata in vigore del D.M. 11.12.96)
- nuovi: se sono entrati in funzione dopo il 19.03.97.

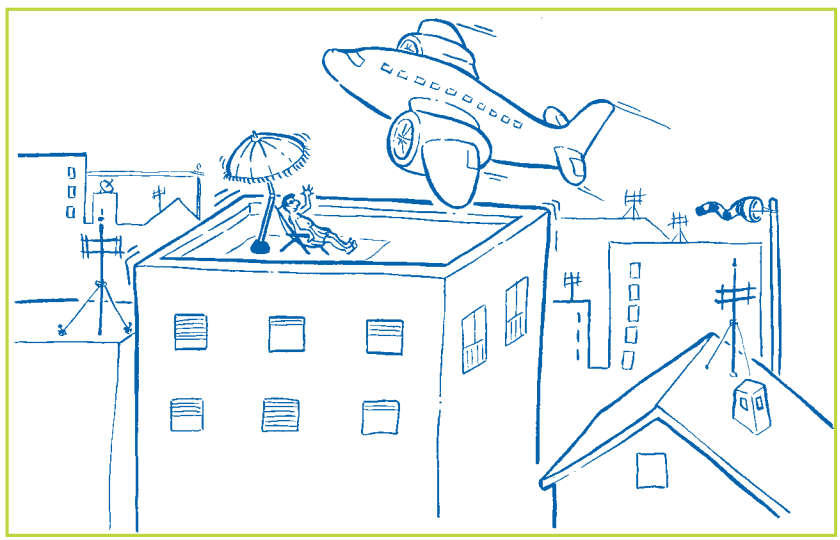
Art. 2
D.M. 11.12.96

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI VITA E NELL'AMBIENTE ESTERNO

IMPIANTI PRODUTTIVI A CICLO CONTINUO	
IMPIANTI ESISTENTI	**IMPIANTI NUOVI**
Devono rispettare il valore limite differenziale solo se viene superato il valore assoluto di immissione. Devono presentare un piano di risanamento acustico con indicati la tipologia e l'entità dei rumori presenti, la modalità e i tempi di risanamento, la stima degli oneri finanziari necessari.	Il rispetto del valore limite differenziale è condizione vincolante al rilascio della relativa concessione.

LE ATTIVITÀ AEROPORTUALI

Per attività aeroportuale si devono intendere non solo le operazioni svolte all'interno dell'area occupata dall'aeroporto (civile o militare aperto al traffico civile) ma anche le fasi di decollo e atterraggio degli aeromobili in prossimità dell'aeroporto stesso.



Per la valutazione dell'inquinamento acustico prodotto da tali attività nell'ambiente esterno e negli ambienti abitativi viene individuato un parametro chiamato LVA (Livello di valutazione del rumore aeroportuale).

L'indice LVA, espresso in dB(A), rappresenta l'impronta al suolo dell'energia sonora media settimanale dovuta esclusivamente al passaggio degli aeromobili.

Non è esattamente un indicatore del disturbo quanto più propriamente un indice di classificazione acustica del territorio.

Il territorio circostante l'area aeroportuale viene infatti suddiviso in tre distinte zone (A,B,C) caratterizzate da diversi valori dell'indice LVA; per ogni zona vengono individuati, dal PRG, le possibili destinazioni d'uso del territorio.

ZONA	INDICE LVA	USO DEL TERRITORIO
A	Inferiore o uguale a 65 dB(A)	Nessuna limitazione.
B	Inferiore o uguale a 75 dB(A)	Vietato l'insediamento residenziale. Sono consentite le attività agricole, allevamenti, attività industriali, commerciali, attività d'ufficio, terziario, previa adozione di interventi di adeguate misure di isolamento acustico.
C	Superiore a 75 dB(A)	Destinato esclusivamente ad attività connesse all'aeroporto.

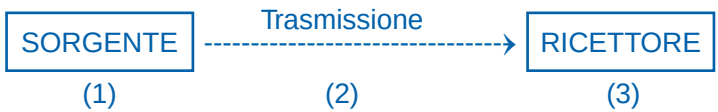
PRINCIPALE NORMATIVA IN MATERIA DI INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI VITA E NELL'AMBIENTE ESTERNO (aggiornata al 30.09.1999)

LEGGE 26.10.1995 N.447 – LEGGE QUADRO SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO

DECRETI E REGOLAMENTI ATTUATIVI DELLA LEGGE QUADRO 26.10.95 N.447		
D.M. Ambiente 11.12.1996	G.U. n.52 del 04.03.97	Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo
D.M. Ambiente 31.10.1997	G.U. n.267 del 15.11.97	Metodologia di misura del rumore aeroportuale
D.P.R. 11.12.1997 n.496	G.U. n.20 del 26.01.98	Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili
D.M. Ambiente 20.05.1999	G.U. n.225 del 24.09.99	Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti...
D.P.C.M. 14.11.1997	G.U. n.280 del 01.12.97	Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
D.P.C.M. 05.12.1997	G.U. n.297 del 22.12.97	Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici
D.M. Ambiente 16.03.1998	G.U. n.76 del 01.04.98	Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico
D.P.R. 18.11.1998 n.459	G.U. n.2 del 04.01.99	Regolamento recante norme in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario
D.P.C.M. 16.04.1999 n.215	G.U. n.153 del 02.07.99	Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di trattenimento danzante...

PREVENZIONE E BONIFICA

Per stabilire la necessità o meno di programmare e progettare gli interventi di mitigazione dell'emissione di rumore (bonifica acustica), al fine di riportare i livelli sonori ambientali nell'ambito dei limiti previsti dalla normativa, occorre predisporre una valutazione di impatto acustico preventiva della nuova attività o analizzare lo stato di fatto, comprensivo di misure strumentali, nel caso di attività già insediate.
Per poter valutare il disturbo di un'attività (artigianale e/o commerciale), sia esistente che di nuova realizzazione, è indispensabile individuare tutte le sorgenti di rumore che contribuiscono all'impatto, le principali vie di trasmissione e il contesto in cui tale attività si inserisce.



Gli interventi di bonifica acustica prevedono una valutazione delle azioni di mitigazione direttamente sulla sorgente, sulla via di propagazione e sul ricettore finale.
Nell'acustica ambientale, in particolare nei casi di inquinamento acustico industriale, si devono considerare solo interventi sulla/e sorgente/i e sulla via di trasmissione del rumore.
L'analisi delle sorgenti di rumore deve sempre fare riferimento al ricettore e al contesto in cui questo si inserisce, in quanto, come abbiamo visto nella parte sulla normativa (che prevede la suddivisione del territorio in classi acustiche), i limiti di legge sono differenti a seconda della destinazione d'uso dell'area territoriale in cui l'attività è collocata. La presenza di ricettori sensibili (civili abitazioni, scuole, case di cura ecc.) nelle vicinanze o all'interno dello stesso edificio ove viene svolta l'attività può comportare la necessità di effettuare interventi di bonifica anche nel caso di rumore oggettivamente basso.

CONTROLLO DEL RUMORE SULLA SORGENTE

A. INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI

Delle attività potenzialmente disturbanti si riportano alcuni esempi con lo sforzo di individuare, in modo indicativo e non esaustivo, all'interno di ogni attività, i macchinari e le lavorazioni che con maggiore frequenza determinano inquinamento acustico, risultando fonte di disturbo per la popolazione esposta.

Attività di panificazione	Impastatrici Mescolatore Laminatoio Spezzatrice Formattatrice Forno
Attività metalmeccaniche	Tornio Presse varie Trapano Fresatrice Troncatrice Smerigliatrice Molatrice Seghe a nastro Movimentazione pezzi su cassoni metallici
Calzature e Pelletterie	Fustellatrice Macchine per cucire
Lavanderie	Macchina lavasecco (centrifuga) Bruciatori delle caldaie Stiratrici
Legno	Sega circolare Toupie Troncatrice Pialle Bordatrice Scorniciatrice Levigatrice

Autolavaggi	Catena di lavaggio Asciugatori Aspirapolvere Idrolancia
Abbigliamento	Tagliaecuci Macchine da cucire Telai rettilinei
Autocarrozzerie	Bruciatori al servizio di forni Aspirazioni Carteggiature Martellatura Lavorazioni meccaniche manuali
Grafica	Macchine per stampa Fascicolatrice e Cucitrice Tagliacarte

Esistono inoltre lavorazioni e macchine, spesso principali fonti di rumore, che sono comuni a più comparti. Tra queste, poste all'interno od all'esterno dell'edificio, ricordiamo:

- Movimentazione materie prime e manufatti
- Movimentazione rifiuti
- Presse per la riduzione rifiuti
- Utilizzo di muletti con motore a scoppio
- Compressori per la generazione di aria compressa
- Impianti di aspirazione e relativi camini di emissione
- Impianti per l'abbattimento degli inquinanti presenti nelle emissioni
- Gruppi compressori per impianti frigoriferi
- Condizionatori e climatizzatori
- Impianti termici
- Generatori di corrente a motore
- Idropulitrici e impianti per il lavaggio materiali
- Impianti per la depurazione dei reflui
- Operazioni di riparazione e prova motori

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI VITA E NELL'AMBIENTE ESTERNO

Nell'elenco che segue si individuano le attività che più spesso causano i problemi esposti.

- Laboratori di panificazione e pasticceria
- Esercizi di ristorazione
- Laboratori di sartoria e maglieria
- Attività di ricreazione e svago
- Attività artigianali di servizio
- Attività di produzione e vendita di generi alimentari

B. INTERVENTI SULLA SORGENTE

1. Allontanamento della sorgente dai recettori

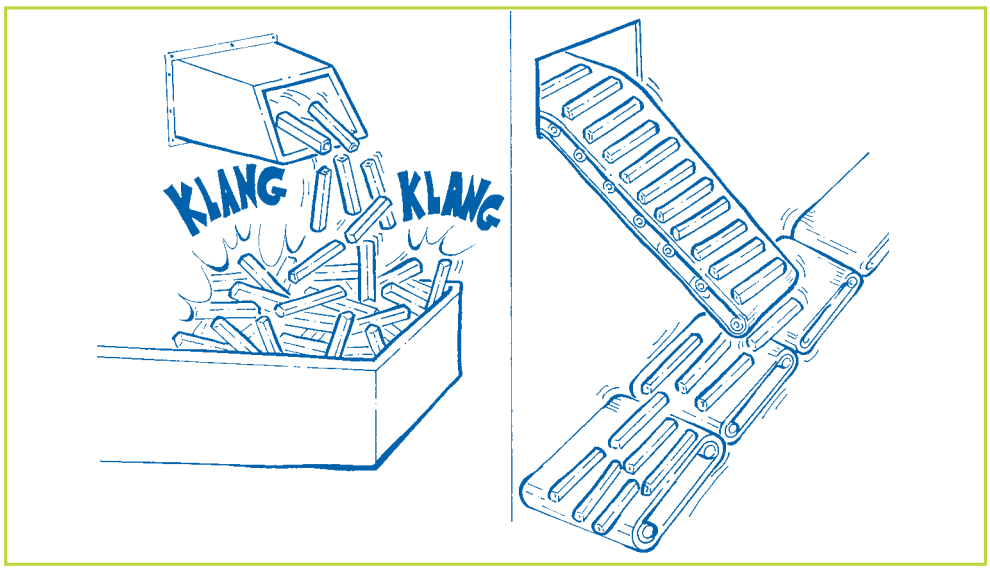
In alcuni casi, se le condizioni lo permettono, la riduzione del rumore può essere ottenuta semplicemente allontanando la sorgente dai ricettori più vicini, intervenendo eventualmente anche sul lay-out dell'azienda e sulla localizzazione delle attività (o macchine) più rumorose.

2. Interventi diretti sulla sorgente

Si intendono tutti quegli interventi che, modificando il funzionamento di una macchina o di una attività rumorosa, riescano ad attenuare alla fonte l'emissione di rumore. Le operazioni poste in atto per il controllo del rumore direttamente alla sorgente, sono comprese nell'ambito dei cosiddetti "interventi attivi", in

quanto vanno a modificare direttamente il meccanismo con cui si produce il rumore stesso.

Modifica del meccanismo - in alcuni casi la semplice revisione del ciclo produttivo può risolvere problemi acustici alla fonte. Es.1: impatto acustico della caduta di oggetti metallici risolto con l'uso di nastro trasportatore; Es.2: sostituzione, quando possibile, di segnali acustici con segnali luminosi; Es.3: sostituzione di tecniche lavorative rumorose con altre equivalenti a minore impatto, ecc.



Sostituzione della macchina – considerata la crescente emanazione di leggi e norme specifiche che regolamentano l'emissione sonora negli ambienti di lavoro e negli ambienti di vita è intuitivo che il mercato, parallelamente, si adegua alle crescenti richieste normative con nuove e sempre più efficaci soluzioni tecnologiche. Un intervento sostanziale, quindi, sulla sorgente (se questa è una macchina) può essere rappresentato dalla sostituzione della macchina rumorosa e obsoleta con una di modello più recente certificata acusticamente secondo la nuova normativa e le norme tecniche specifiche di riferimento.

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI VITA E NELL'AMBIENTE ESTERNO

In definitiva per gli interventi diretti sulle macchine, collocate all'interno degli ambienti di lavoro, valgono tutte le considerazioni espresse nella parte di questo fascicolo, dedicata alla bonifica degli ambienti di lavoro.

Ovviamente mentre per la tutela dei lavoratori occorre considerare ogni singola macchina e/o lavorazione interna alla struttura aziendale, nel campo dell'acustica ambientale si deve valutare l'impatto complessivo dell'azienda sull'esterno, che risulta, ai fini dell'applicazione dei limiti di legge e degli interventi di bonifica come un'unica sorgente sonora.
La differenza fondamentale che ne deriva nell'approccio alla bonifica acustica di un ambiente industriale nell'ambito dell'inquinamento acustico esterno è una rilevante (e spesso decisiva) attenzione all'elemento strutturale, in quanto principale via di propagazione, e a tutti i punti di "fuga" (camini, condotti, finestre, ecc.).

CONTROLLO DEL RUMORE SULLA TRASMISSIONE

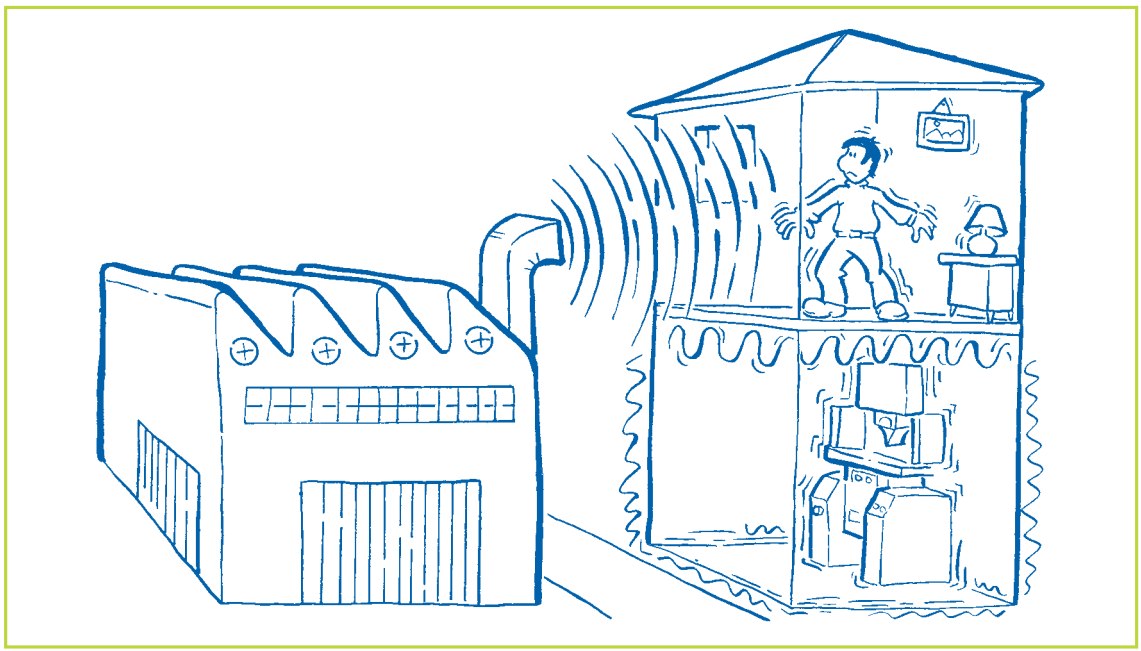
A. PRINCIPALI VIE DI TRASMISSIONE

Il rumore si propaga essenzialmente attraverso due vie:

Trasmissione via aerea è la trasmissione più ricorrente ed intuitiva, il sistema di onde sonore che è generato dalla sorgente, provoca delle perturbazioni nello stato di equilibrio dell'aria che raggiungono direttamente il ricettore.
Le onde sonore si trasmettono, direttamente attraverso le aperture o gli interstizi dei materiali costituenti le pareti divisorie, dalla sorgente al ricettore.

Trasmissione attraverso le strutture dell'edificio nel caso in cui la sorgente sonora è ubicata in un ambiente diverso da quello in cui si trova il ricettore, ma collegato strutturalmente a questo, il rumore può raggiungere il ricettore propagandosi attraverso pareti, solai, impianti comuni, ecc.. L'elemento strutturale diventa, quindi, particolarmente importante nel caso di attività esercitate in edifici interessati anche da civili abitazioni. In tal caso anche sorgenti rumorose apparentemente poco significative possono produrre disturbo e superare il valore di immissione del criterio differenziale. I movimenti meccanici propri della sorgente, in molti casi, vengono trasmessi attraverso la struttura muraria dell'edificio, le condotte o altri impianti che fungono da ponti acustici, portando

all'immissione diretta di rumore negli ambienti abitativi, solitamente contraddistinti da bassi livelli di rumore. Tali situazioni diventano ancora più critiche nel caso di attività svolte in orario notturno.



B. INTERVENTI SULLA TRASMISSIONE

Via aerea

Gli interventi sulla propagazione per via aerea consistono nel ridurre la trasmissione del rumore dalla sorgente a eventuali ricettori. Le operazioni comprese nell'ambito dei sistemi di "sbarramento" al passaggio del rumore sono definite con il termine di "interventi passivi", in quanto non intervengono sulla fonte diretta ma solo sul percorso di propagazione.

Si riportano alcuni esempi di interventi, fra le tipologie più diffuse, solo per dare qualche spunto informativo, senza voler dare strumenti operativi su un argomento senz'altro complesso e risolvibile il più delle volte con l'aiuto di tecnici specializzati.

a) Utilizzo di barriere isolanti interposte fra punto di emissione del rumore e ricettore. Esempio: Isolamento delle macchine o altra sorgente di rumore in apposite cabine, costruite con materiali idonei, come già visto negli interventi negli ambienti di lavoro.

b) Dove le sorgenti sono interne alla struttura, le barriere sono costituite dalle pareti stesse della struttura, come nella maggior parte dei casi derivanti da attività artigianali. In tal caso occorre aumentare il potere fonoisolante delle pareti.

c) Se l'emissione di rumore deriva dal passaggio attraverso "punti di fuga" della struttura edilizia contenente la sorgente di rumore, quali serramenti, porte e condotti, occorre intervenire su tali punti aumentando il potere fonoisolante di porte e finestre e utilizzare le cosiddette trappole acustiche (silenziatori) per i condotti.

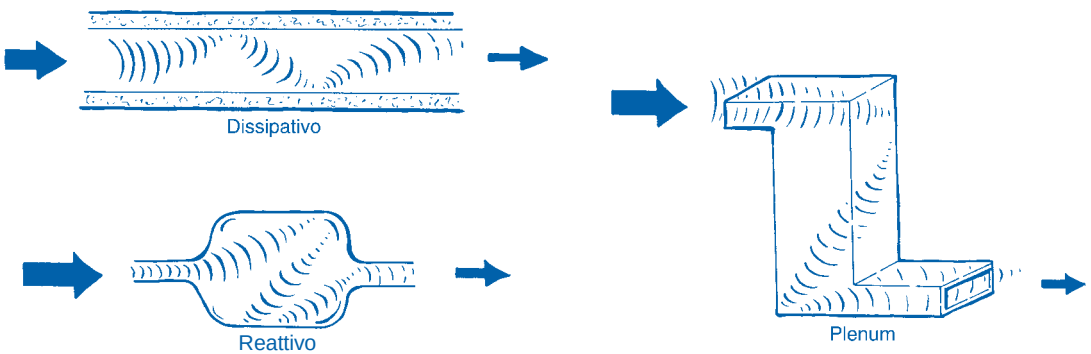
d) Nel caso in cui il problema dell'emissione sonora sia da ricondurre ai condotti, come nel caso degli *impianti di condizionamento, aspirazione fumi, impianti a tiraggio forzato, condotti di scarico aria o gas, impianti dell'aria compressa* occorre intervenire adottando diversi sistemi di mitigazione.

   I più noti sistemi che possono produrre un effetto di attenuazione sono:
   - utilizzare condotti a sezione rettangolare rivestiti internamente da materiale fonoassorbente (esistono in commercio già pronti all'uso con rivestimenti di fibra di vetro);
   - inserire, nel caso di condotti lunghi e rettilinei, delle curve e delle diramazioni;
   - nel punto terminale dei condotti di mandata, qualora il livello di potenza acustica residua dell'aria sia ancora superiore alla soglia di accettabilità prevista dalla normativa per gli ambienti abitativi, si possono utilizzare i silenziatori o attenuatori (o trappole acustiche).

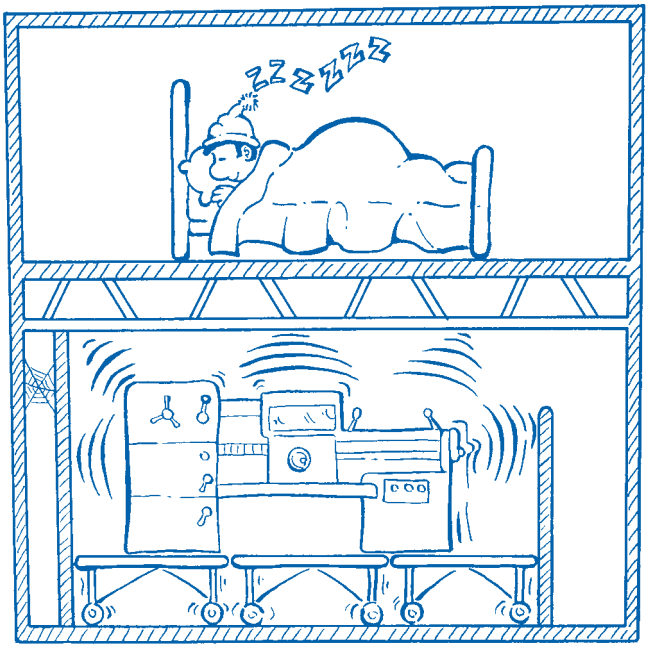
SILENZIATORI

Ve ne sono in commercio di vario tipo, in funzione del meccanismo con cui viene captata l'emissione sonora. Fra questi i più importanti sono:

- **Silenziatori di tipo dissipativo**; sono rappresentati da un condotto generalmente di sezione rettangolare, rivestiti internamente, in parte o completamente, da materiale fonoassorbente. Per aumentare l'efficacia di questi, soprattutto nell'attenuazione delle alte frequenze, spesso contengono, all'interno dei setti porosi (di lamiera forata), rivestiti di materiale fonoassorbente.
- **Silenziatori di tipo reattivo**; sono costituiti da una sorta di camera di espansione in serie al condotto. Il tronco di canale è a sezione maggiore rispetto al tronco di condotto su cui viene inserito. Sono adatti ad attenuare rumori prevalentemente a bassa frequenza. Non sono molto utilizzati.
- **Plenums**; camera fonoassorbente in serie al condotto dell'aria con l'ingresso su un'asse diverso da quello di uscita. I punti di giunzione coni condotti di entrata e di uscita devono essere in materiale flessibile.



Condotti rumorosi



Interventi eseguiti:
Pannello fotoassorbente laterale
Pavimenti galleggianti
Controsoffittatura

- **Silenziatori attivi**; il loro meccanismo di funzionamento consiste nel sovrapporre ad un'onda sonora un'altra onda uguale ma in opposizione di fase (in controfase) in maniera tale da determinare un effetto di cancellazione. Risulta particolarmente efficace sulle basse frequenze e trova il suo utilizzo principalmente in impianti di ventilazione e di condizionamento.

Via solida

Gli interventi sulla propagazione per via solida consistono sostanzialmente nel frapporre giunti o materiali antivibranti fra la macchina e la struttura dell'edificio per evitare la trasmissione delle vibrazioni agli ambienti attigui. Naturalmente questi interventi sono particolarmente indicati per sorgenti presenti in locali ubicati in edifici interessati dalla presenza di ricettori.

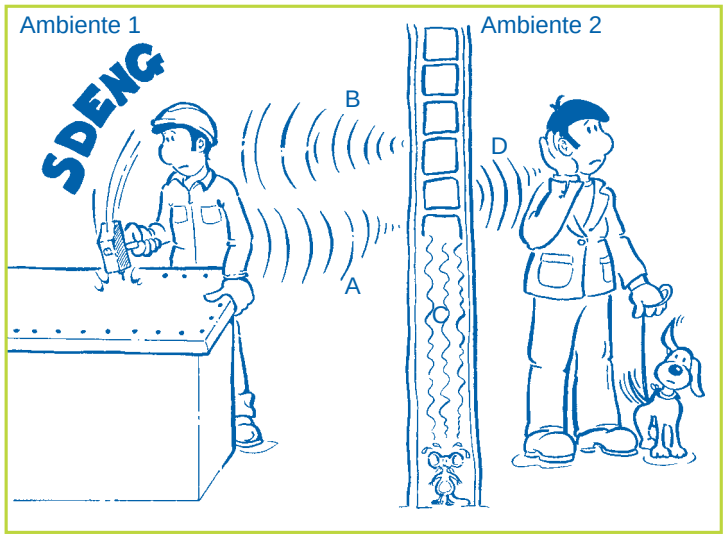
Al fine di evitare in via preventiva la propagazione del rumore per via solida, è opportuno adottare accorgimenti costruttivi che tengano in considerazione i requisiti acustici dei componenti edilizi.

Considerato che gran parte degli interventi di mitigazione e bonifica acustica comportano l'uso di materiali fonoassorbenti e fonoisolanti, è doveroso dare alcuni chiarimenti su questi concetti, spesso fra loro confusi, al fine di consentire una corretta individuazione dei materiali da utilizzare in funzione dell'intervento da realizzare.

L'INQUINAMENTO ACUSTICO NEGLI AMBIENTI DI VITA E NELL'AMBIENTE ESTERNO

MATERIALI FONOASSORBENTI E FONOISOLANTI

Per meglio chiarire il concetto di fonoassorbimento e fonoisolamento, può essere utile analizzare il comportamento dell'onda sonora quando colpisce una parete che separa due ambienti.



Quando l'onda sonora A, prodotta da una sorgente presente nell'ambiente 1 (ad esempio una macchina utensile) incide sulla parete divisoria fra i due ambienti, una parte dell'energia (componente B) viene riflessa dalla parete e rimane pertanto nell'ambiente 1, una parte (componente C) viene assorbita dalla parete e dissipata in calore, una parte (componente D) attraversa la parete e viene trasmessa nell'ambiente 2.

Caratteristica fondamentale di un buon materiale fonoassorbente è quella di limitare al massimo la quantità di energia che, riflessa dalla parete, rimane nell'ambiente 1 (componente B). Un materiale fonoassorbente deve quindi garantire l'allontanamento dell'energia sonora dell'ambiente in cui è stata prodotta, grazie a buone caratteristiche sia di dissipazione in calore che di trasparenza (componente D).

Caratteristica fondamentale di un buon materiale fonoisolante è quella di limitare al massimo la quantità di energia che, generata nell'ambiente 1 viene trasmessa nell'ambiente 2 (componente D). Un materiale fonoisolante deve quindi opporsi alla trasmissione dell'energia sonora grazie a buone caratteristiche di riflessione e dissipazione in calore (componente C).

Da quanto sopra risulta chiaramente che, contrariamente a quanto si possa pensare o riscontrare in ambito commerciale, fonoisolamento e fonoassorbimento sono caratteristiche in antitesi fra loro, pertanto è assai improbabile che un materiale possa risultare allo stesso tempo un buon isolante acustico e un buon assorbente acustico.

I materiali **FONOASSORBENTI** si possono classificare in genere nelle seguenti categorie:

A) materiali porosi
B) risuonatori acustici
C) pannelli vibranti

Sul mercato è anche possibile reperire materiali che posseggono caratteristiche di più categorie, al fine di ottimizzare l'assorbimento di energia sonora su spettri in frequenza più ampi.
I materiali porosi sono costituiti da una struttura solida a cella aperta, con all'interno una molteplicità di cavità tra loro collegate da piccoli canali.
L'energia sonora che incide sulla superficie di un materiale poroso entra nelle cavità interne, urta sulle pareti, e viene in parte dissipata in energia termica.
I materiali a cella aperta, ottimi isolanti acustici, si differenziano dai materiali porosi a cella chiusa (es. polistirolo), nei quali le cavità interne non sono tra loro collegate, che si caratterizzano come ottimi isolanti termici.

I principali materiali porosi fonoassorbenti sono di tipo fibroso quali lana di vetro, lana di roccia e altre lane minerali, alcune resine espanse (es. schiume poliuretaniche), ecc.
Questi materiali oltre ad avere elevate capacità di catturare (tra le fibre e negli spazi delle celle aperte) energia sonora e dissiparla in calore, sono anche molto leggeri, facilitando l'allontanamento dell'energia sonora incidente dall'ambiente (e "passandola" all'ambiente adiacente, con conseguente necessità di associare il materiale fonoassorbente "leggero" a un pannello compatto e "pesante" che isoli da tale passaggio di energia).
Il comportamento di questi materiali varia al variare della frequenza, ma tendenzialmente sono più efficaci sulle medio-alte frequenze mentre non lo sono affatto sulla basse.
Si riporta una tabella sul comportamento di alcuni materiali in funzione della frequenza, dove il potere fonoassorbente è espresso dal "coefficiente di assorbimento acustico" α (che varia da 0 a 1, quindi valori vicini a 0 indicano bassa capacità di assorbire il suono mentre valori vicino a 1 indicano un'alta capacità).

TAB. 7.2.8 - COEFFICIENTI DI ASSORBIMENTO DI MATERIALI VARI

MATERIALE	Spessore mm (compreso eventuale intercapedine)	FREQUENZA c.b. 125	250	500	1000	2000	4000
a) *Superfici interne correnti*							
Intonaco normale	15	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,08
Muratura di mattoni		0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Calcestruzzo		0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Lastra di vetro di finestra	2	0,30	0,20	0,15	0,10	0,07	0,04
Lastra di vetro di infisso	4	0,35	0,25	0,20	0,10	0,05	0,05
Lastra di vetro di infisso	6	0,15	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
Lastra di vetro aderente a parete		0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
Marmo o piastrelle vetrificate		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Bocchette di ventilazione		0,15	0,20	0,50	0,35	0,30	0,20
b) *Rivestimenti di pareti e soffitti*							
Soffitto sospeso in gesso liscio		0,25	0,20	0,10	0,07	0,05	0,10
Intonaco acustico (valori medi)	15	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
Tende leggere appese a pieghe		0,05	0,06	0,10	0,18	0,30	0,40
Tende pesanti appese a pieghe		0,08	0,10	0,15	0,25	0,40	0,50
Pannelli di fibre di vetro o di roccia (media densità)	25	0,10	0,35	0,60	0,70	0,75	0,80
	50	0,20	0,45	0,65	0,75	0,80	0,80
	100	0,45	0,75	0,80	0,85	0,85	0,90
Schiuma di poliuretano espanso a cellule aperte	25	0,15	0,30	0,60	0,75	0,85	0,90
	50	0,25	0,50	0,85	0,95	0,90	0,90
	100	0,50	0,70	0,95	0,95	0,98	0,98
Lastra di legno di 6 mm su listelli, con intercapedine d'aria di 75 mm e pannello in fibra di vetro di 25 mm	81	0,60	0,30	0,10	0,09	0,09	0,09
Lastra di legno di 12 mm su listelli, con intercapedine d'aria di 60 mm e pannello in fibra di vetro di 60 mm	72	0,30	0,20	0,15	0,10	0,15	0,10
Masonite di 3 mm, con rivestimento in feltro di 50 mm	53	0,90	0,45	0,25	0,15	0,10	0,10
c) *Pavimenti*							
Battuto di cemento o marmette		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Legno (parquet)	10	0,04	0,05	0,07	0,10	0,10	0,10
Gomma (piastrelle)	6	0,05	0,05	0,10	0,10	0,05	0,05
Moquette a pelo raso su feltro	6	0,05	0,05	0,10	0,20	0,45	0,65
Moquette a pelo medio su gomma piuma	10	0,05	0,10	0,30	0,50	0,65	0,70
Tappeti (valori medi)		0,10	0,13	0,20	0,30	0,25	0,25
Linoleum		0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
d) *Sedili e persone* (valori in m^2 di unità di assorbimento per capo)							
Sedia in legno o parzialmente imbottita non occupata		0,03	0,05	0,05	0,10	0,15	0,10
Sedia in legno parzialmente imbottita occupata		0,15	0,25	0,40	0,40	0,45	0,40
Poltroncina imbottita non occupata		0,10	0,20	0,30	0,30	0,30	0,35
Poltroncina imbottita occupata		0,20	0,40	0,45	0,45	0,50	0,45
Persona seduta o in piedi		0,15	0,30	0,40	0,40	0,45	0,40

I **RISUONATORI ACUSTICI** sono cavità comunicanti con l'esterno attraverso un foro praticato su una parete non troppo sottile, che prende il nome di "collo" del risuonatore.

La caratteristica peculiare di questo tipo di pannello è che risulta estremamente selettivo nell'assorbimento alle varie frequenze, in quanto le dimensioni delle cavità consentono di assorbire e dissipare energia sonora a una frequenza caratteristica (dipendente dalla frequenza di risonanza della cavità stessa).

Le dimensioni della cavità consentono l'assorbimento e la dissipazione dell'energia sonora a frequenza che corrisponde a quella di risonanza della cavità stessa.

L'accoppiamento di una materiale poroso a un risuonatore acustico (disponibile generalmente in pannelli) permette di ampliare l'azione del risuonatore su un campo di frequenze più ampio e contemporaneamente di aumentare il potere fonoassorbente del materiale poroso su quelle frequenze alle quali questo risulta poco efficace (es. basse frequenze, spesso difficili da eliminare).

I **PANNELLI VIBRANTI** sono costituiti da fogli di materiali relativamente elastici e dotati di una certa massa (es. tessuti plastificati, polietilene, tele gommate, compensato, ecc.), tesi o posati su telai di sostegno. Tali pannelli si applicano direttamente sulle superfici da trattare, lasciando un'intercapedine d'aria di alcuni centimetri.

L'assorbimento è basato sulla dissipazione meccanica dell'energia sonora per effetto della deformazione della massa elastica, costituita dalla membrana (o foglio elastico) e dal volume d'aria retrostante.

Anche in questo caso l'assorbimento in funzione della frequenza è molto selettivo, quindi generalmente i pannelli vibranti si utilizzano associati al materiale poroso (per allargare la gamma di frequenze assorbite).

FONOISOLANTI

Il requisito fondamentale che caratterizza un buon materiale fonoisolante è quello di impedire la trasmissione di energia sonora da un ambiente a un altro.
In generale si può affermare che l'isolamento acustico è tanto maggiore quanto più elevata è la massa della parete divisoria.
La massa di una parete dipenderà sia dalla densità del materiale (es. il pannello in piombo è ad elevata densità) che dallo spessore (a parità di materiale e di dimensioni una parete di 4 cm ha una massa superiore a quella di 2 cm). Pertanto più elevata è la densità del materiale e più grande è lo spessore del pannello, tanto maggiore sarà la sua capacità di isolamento acustico.

Tuttavia l'esigenza, nell'edilizia moderna, di utilizzare strutture leggere e la consapevolezza che oltre un certo valore non è economicamente conveniente aumentare la massa di una parete per migliorare le caratteristiche di fonoisolamento, hanno indotto i ricercatori e le aziende produttrici ad individuare soluzioni alternative in grado di garantire il rispetto dei requisiti prestazionali di isolamento acustico richiesto.
Sono state quindi progettate e realizzate pareti composte, costituite da strati di materiali diversi a volte separati tra loro da spazi vuoti, in gradi di garantire buoni risultati in termini di fonoisolamento.
Uno dei principali problemi di queste strutture è costituito dall'eventuale presenza di ponti acustici. È infatti importante, in sede di realizzazione evitare che i diversi strati siano direttamente collegati fra loro, ciò è possibile con idonei accorgimenti e con l'utilizzo di materiali elastici posti in corrispondenza degli inevitabili collegamenti richiesti dalle esigenze costruttive.
È inoltre importante sottolineare come l'isolamento acustico di una parete, correttamente progettata e realizzata, può essere del tutto vanificato dalla presenza, sulla parete stessa, di aperture anche dimensionalmente piccole.

Di questo si deve tenere conto quando necessariamente l'apertura deve essere realizzata (esempio foro di aerazione ai sensi della legge 46/90), predisponendo degli opportuni accorgimenti se necessari (es. trappole acustiche). Stesso discorso vale per le superficie finestrate; l'isolamento acustico garantito da una finestra correttamente progettata (vetro doppio, vetro singolo stratificato, vetro doppio stratificato), può essere completamente vanificato, se in sede

di installazione, non si ha cura di evitare la presenza di ponti acustici o se non si presta sufficiente attenzione a non lasciare aperture anche piccole, in particolare modo nel cassonetto.

ESEMPI DI BONIFICA ACUSTICA SU DUE TIPI DI LAVORAZIONI

AUTOCARROZZERIA

Individuazione delle principali sorgenti sonore:

1. Cabina di verniciatura e forno di essiccazione
   - Bruciatore del forno
   - Motore per aspirazione e reintegro aria
   - Rumore aerodinamico dell'espulsione dei camini

2. Compressore per la produzione di aria compressa

3. Lavorazioni meccaniche
   - Martelli
   - Smerigli
   - Operazioni di montaggio carrozzeria

4. Motori per aspirazioni localizzate
   - Carteggiatura
   - Saldatura
   - Miscelazione vernici
   - Gas di scarico

Bonifica delle sorgenti sonore:

Sorgente n. 1

L'inquinamento acustico è causato principalmente dall'eccessiva rumorosità del bruciatore del forno e del motore per l'aspirazione e reintegro aria. Come primo intervento è necessario procedere ad una manutenzione accurata dell'impianto al fine di evitare significative emissioni dovute ad un cattivo funzionamento di parti meccaniche che danno origine a vibrazioni anomale (ventole, cinghie, puleggia, ecc.). Qualora la macchina anche in buone condizioni sia fonte di eccessivo rumore si rende necessario procedere ad ulteriori interventi quali la cabinatura o schermatura del motore, riduzione del numero di giri del motore (se possibile) ed eventuale posizionamento di apposito silenziatore sulla sommità del camino. Come ulteriore e drastico intervento, si dovrà provvedere alla sostituzione della macchina o di parte di essa ovvero al ricollocamento a distanza maggiore dal ricettore.

Sorgente n. 2

Per ridurre la rumorosità prodotta del compressore si può 1) cabinarlo, 2) allontanarlo dai ricettori 3) sostituirlo con un altro silenziato. Nel primo caso occorre prestare attenzione che il risultato non sia vanificato dalla presenza di eventuali aperture, necessarie per una corretta aerazione del macchinario; nel secondo caso, l'ideale è posizionare la macchina all'interno dell'ambiente di lavoro in locali non interessati dalla presenza di operatori.

Sorgente n. 3
Queste lavorazioni, caratterizzate dall'elevato inquinamento acustico, devono essere svolte all'interno dell'ambiente di lavoro avendo cura che durante l'effettuazione delle stesse i portoni e le aperture dell'edificio siano chiusi.

Sorgente n. 4
In via generale queste sorgenti sono poste all'interno dell'ambiente di lavoro, pertanto valgono le considerazioni già esposte per la sorgente n. 3.

LABORATORIO DI PANIFICAZIONE

Individuazione delle principali sorgenti sonore

1. Forno di panificazione

2. Macchinari
   - Impastatrice
   - Mescolatore
   - Laminatoio
   - Spezzatrice
   - Formattatrice

3. Movimentazione carrelli

Bonifica delle sorgenti sonore

Sorgente n. 1
Il rumore deriva principalmente dai bruciatori del forno e dall'aspirazione localizzata, viene trasmesso all'ambiente abitativo soprattutto per via aerea; in tal caso, oltre a provvedere ad un'accurata manutenzione dell'impianto, è necessario migliorare l'isolamento acustico dell'am-

biente, con idonea controsoffittatura ed individuando vie di fuga preferenziali quali canne fumarie, impianti idrici e termici, cavedi in generale

Sorgente n. 2

Si tratta di macchinari che producono bassi livelli di emissioni sonore all'interno dell'ambiente di lavoro e spesso sottovalutati dal gestore dell'attività. In realtà il funzionamento degli stessi produce delle vibrazioni che sono trasmesse all'appartamento sovrastante attraverso la struttura dell'organismo edilizio, risultando causa di notevole disturbo in relazione all'orario in cui si svolge questo tipo di lavorazione (orario notturno). La presenza di cantine o garage sotto il panificio amplifica il fenomeno descritto a causa di una maggiore flessibilità del sistema solaio-pavimento.

Gli interventi di bonifica consistono nell'evitare la trasmissione delle vibrazioni tramite la sistemazione tra la macchina e l'organismo edilizio di appositi giunti o spessori antivibranti correttamente dimensionati.

Sorgente n. 3

Il rumore di tali operazioni è principalmente dovuto ad urti del carrello contro le pareti del locale; questo problema è facilmente risolvibile mediante l'apposizione di spessori in gomma nelle posizioni di frequente contatto. È inoltre consigliabile utilizzare carrelli con gomme in materiale elastico.

TITOLI PUBBLICATI NELLA COLLANA "IMPRESA SICURA"

Guide di settore

Metalmeccanica
Legno
Lavanderie
Salumifici
Autocarrozzerie
Acconciatura
Tessitura
Confezioni di abbigliamento
Calzature e Pelletteria
Panificazione e Pasticceria
Grafica
Macchine Agricole
Odontotecnici
Impiantistica
Lapidei
Taglio, incollaggio, levigatura di piastrelle ceramiche
Decorazione a terzo fuoco di piastrelle ceramiche

Pubblicazioni monografiche

Guida al Decreto 626/94
Dispositivi di protezione individuale
Scale
Videoterminali