

Atti del Seminario nazionale

**“Linee guida ISPESL
sull’esposizione professionale
a rumore e vibrazioni”**

Roma, 30 gennaio 2001

Centro Congressi Frentani

a cura del Dott. Pietro Nataletti

PREFAZIONE

Nel maggio del 1998 l'ISPESL, in considerazione dell'alta incidenza delle malattie professionali da rumore e vibrazioni e della insufficiente qualità e adeguatezza dei relativi documenti di valutazione del rischio, ha costituito un gruppo di lavoro per la predisposizione di procedure standardizzate per la valutazione del rischio da rumore e vibrazioni in ambiente di lavoro. Numerosi esperti del settore, provenienti dal SSN, dall'Università e dagli Enti di ricerca, hanno dato il loro prezioso contributo di conoscenza e di applicazione pratica sul territorio al gruppo di lavoro.

Le Linee Guida sono state poi sottoposte ad una valutazione del Coordinamento tecnico delle Regioni e delle Province Autonome ed al Presidente del Gruppo di Acustica Ambientale dell'Associazione Italiana di Acustica per un test tecnico-applicativo.

I risultati del lavoro sono stati presentati in anteprima agli esperti di settore in un apposito Seminario tenutosi a Modena il 20 settembre 2000 nel corso del VII Salone della Sicurezza e Igiene in Ambiente di Lavoro.

Contemporaneamente le Linee Guida sono state pubblicate nel sito Internet dell'ISPESL

(http://www.ISPESL.it/linee_guida/fattore_di_rischio/rumore/vibrazioni), complete di fogli elettronici per il calcolo dell'errore e per le scelte dei DPI. A tale proposito si consiglia di consultare sempre questa versione "elettronica": infatti, ogniqualvolta si verificheranno novità tecniche e/o legislative in materia di rumore e vibrazioni, il gruppo di lavoro che ha predisposto le Linee Guida provvederà a pubblicare con tempestività le relative modifiche o integrazioni su Internet.

Il presente Seminario vuole contribuire alla divulgazione delle Linee Guida in primis ai tecnici e alle strutture del SSN – nell'auspicio che possano tradursi in un concreto ausilio alla loro opera di prevenzione e vigilanza sul territorio – e, più in generale, a quanti, nell'ambito delle attività di prevenzione connesse con l'applicazione del Decreto Legislativo 626/94, debbono affrontare gli aspetti tecnici relativi alla valutazione dei rischi rumore e vibrazioni.

Si ringraziano i relatori per aver accettato l'invito a partecipare a questa iniziativa e per aver reso possibile la realizzazione di questi Atti.

Pietro Nataletti

PROCEDURE STANDARDIZZATE PER LA VALUTAZIONE DEI RISCHI RUMORE E VIBRAZIONI: L'IMPEGNO DELL'ISPESL

Sandro Giambattistelli

Laboratorio Agenti Fisici - Dipartimento Igiene del Lavoro - ISPESL

Fin dalla pubblicazione del D.Lgs. 626/94, l'ISPESL si è sentito impegnato nell'emanazione di linee guida che costituissero un supporto tecnico all'applicazione della norma.

Quali fruitori sono stati identificati, soprattutto, quegli ambiti lavorativi che per carenza di figure professionali specialistiche, vedi la PMI, o per scarsa tradizione alla "cultura" della sicurezza, vedi la P.A. o il terziario, potevano averne la maggiore necessità.

L'ISPESL ha quindi pubblicato una serie di linee guida, indirizzate a vari settori d'attività, ponendosi, tra gli altri, l'obiettivo di collaborare all'opera di omogeneizzazione dei comportamenti di prevenzione che debbono informare l'operato delle figure gravitanti sul "sistema della prevenzione", che il D.Lgs. 626/94 prevede debba essere obbligatoriamente presente nei luoghi di lavoro, nonché quelli degli organismi che sul territorio operano la vigilanza per la prevenzione e sicurezza nei luoghi di lavoro.

Superata la fase massiccia e imponente collegata al primo impatto della norma, ci si è resi conto che, in maniera trasversale in molteplici ambiti di attività, esistono dei fattori di rischio per affrontare i quali sarebbe stato utile mettere a disposizione linee guida approfondite rivolte allo specifico fattore di rischio. Esse avrebbero avuto lo scopo, quindi, non solo di supportare ulteriormente l'attività degli esperti di settore e uniformare il comportamento degli addetti alla vigilanza, ma anche quello di rappresentare un valido riferimento per quei datori di lavoro che, bisognosi di consulenza esterna alla propria struttura, avrebbero potuto così meglio stimare la qualità del prodotto loro fornito tramite il confronto con delle indicazioni tecnico-procedurali collaudate e condivise da esperti di settore.

Il rischio di esposizione a rumore nei luoghi di lavoro è senza dubbio fra i più diffusi e quello che determina ancor oggi il maggior numero di indennizzi per malattie professionali da parte dell'INAIL.

La norma specifica, il D.Lgs. 277/91, è in vigore da quasi dieci anni ed il suo impianto ha anticipato in maniera perfettamente coerente il D.Lgs. 626/94. La sua applicazione, però, è stata ed è molto carente e ciò è dimostrato dalla scadente qualità che hanno spesso i rapporti di valutazione sul rumore elaborati ai sensi dell'art.40.

E' sulla base di queste premesse che l'ISPESL ha ritenuto utile riunire un nutrito numero di esperti, il cui elenco è in calce alla presente nota, con lo scopo di elaborare un primo livello di linee guida le quali, esplicitando le modalità operative per la valutazione del rischio rumore, potessero anche dirimere quegli aspetti ritenuti i più difficili e discussi nell'interpretazione della norma.

Si è cercato di fare tesoro delle esperienze già fatte a livello locale recuperando, armonizzandoli, gli elementi presenti in circolari applicative e linee guida regionali.

In carenza di ulteriori elementi, sono state fatte delle scelte su aspetti tecnici dibattuti con l'intento di esplicitare il modo di operare ritenuto più valido ed equilibrato, in base anche all'esperienza fatta "sul campo" dai componenti del gruppo di lavoro, tenendo presente, comunque, la finalità istituzionale volta alla prevenzione delle malattie e alla protezione della salute dei lavoratori.

Il medesimo gruppo di lavoro ha anche elaborato le linee guida relative al rischio connesso con l'esposizione a vibrazioni.

Le conseguenze per la salute nell'esposizione a vibrazioni sia del sistema mano-braccio che del corpo intero sono ben conosciute e, per quanto riguarda il sistema mano-braccio, riconosciute come malattie professionali sia a livello comunitario che nazionale, ma non esiste in Italia una norma che in maniera organica disponga le misure tecniche, organizzative e procedurali utili a proteggere il lavoratore da tale esposizione, analogamente a quanto il D.Lgs. 277/91 prevede relativamente all'esposizione al rumore.

Anche a livello comunitario, nonostante molteplici proposte e discussioni su bozze di direttiva sulle vibrazioni, non si è ancora pervenuti alla definizione di norme specifiche, anche se in questi ultimissimi tempi si spera di essere ormai al traguardo. Nella consapevolezza però che, ai sensi del D.Lgs. 626/94, la procedura di valutazione del rischio debba prendere in considerazione ogni rischio, quindi anche le vibrazioni, si è ritenuto utile raccogliere tutti gli elementi normativi disponibili, nonché le norme di buona tecnica, per guidare gli operatori, tra l'altro, sulla identificazione e caratterizzazione del rischio, sui parametri di misura, sulla valutazione dell'esposizione, sulle modalità di misurazione, sulle azioni conseguenti la valutazione, sui dispositivi di protezione individuale. Nelle linee guida viene inoltre raccolta un'estesa banca dati relativa alle vibrazioni, trasmesse al sistema mano-braccio e al corpo intero da utensili e apparecchiature, rilevate in numerose indagini sul campo.

Questi elementi riteniamo possano essere molto utili per indirizzare quanti debbono effettuare la valutazione del rischio vibrazioni anche senza misure, o, comunque, per decidere l'indispensabilità o meno delle stesse.

Le linee guida su rumore e vibrazioni, una volta terminata la loro stesura da parte del gruppo di lavoro, sono state sottoposte alla valutazione del Coordinamento delle Regioni e al presidente del Gruppo di Acustica Ambientale dell'Associazione Italiana di Acustica, professor Pompoli, per un test tecnico-applicativo.

Il prodotto finale è stato presentato agli esperti di settore in un Seminario organizzato nell'ambito del "VII SALONE DELLA SICUREZZA E IGIENE IN AMBIENTE DI LAVORO" alla fine di settembre a Modena.

Si segnala inoltre che l'ultima edizione delle linee guida, di volta in volta aggiornata, la si può trovare sul sito Internet dell'Istituto: www.ispesl.it. ed al suo interno è anche reperibile la modulistica standardizzata per:

- Rapporto di valutazione
- Relazione tecnica
- Dichiarazione ex art.45 D.Lgs. 277/91

nonché due fogli elettronici per:

- Calcolo dell'errore casuale
- Scelta dei DPI

Quale vicepresidente del gruppo di lavoro voglio ringraziare, e non è assolutamente un atto formale, tutti i componenti, e quanti hanno collaborato, per l'impegno profuso e lo spirito di collaborazione dimostrato, facilmente verificabili nella qualità del risultato raggiunto.

Un vivo ringraziamento al Coordinamento tecnico delle Regioni e delle Province Autonome per la Sicurezza e Igiene del Lavoro ed al prof. Roberto Pompoli per la disponibilità mostrata e la preziosa collaborazione fornita.

Si ringraziano infine per la collaborazione nella stesura e pubblicazione delle linee guida:

Dr. Michele Del Gaudio	Dipartimento Igiene del Lavoro ISPEL;
Dr. Paolo Lenzuni	Dipartimento Igiene del Lavoro ISPEL;
Dr. Enrico Marchetti	Dipartimento Igiene del Lavoro ISPEL;
Ing. Alessandro Silvetti	Dipartimento Documentazione Informazione e Formazione ISPEL;
P.I. Nicola Stacchini	Dipartimento di Prevenzione, AUSL 7 di Siena;
Arch. Idillio Tagliaferro	Dipartimento Documentazione Informazione e Formazione ISPEL.
P.I. Alessandra Luciani	Dipartimento Documentazione Informazione e Formazione ISPEL.

Gruppo di Lavoro nazionale per la predisposizione di procedure operative standardizzate per la valutazione del rischio da rumore e vibrazioni in ambiente di lavoro

Componenti ISPEL

Dr. Francesco Benvenuti	Dipartimento Igiene del Lavoro, con funzioni di Presidente del Gruppo di Lavoro;
Dr. Sandro Giambattistelli,	Dipartimento Igiene del Lavoro, con funzioni di vice Presidente del Gruppo di Lavoro;
Dr. Pietro Nataletti,	Dipartimento Igiene del Lavoro, con funzioni di Segretario del Gruppo di Lavoro;

Dr.ssa Tiziana Paola Baccolo, Dipartimento Medicina del Lavoro;
Dr. Francesco Draicchio Dipartimento Medicina del Lavoro;
Dr. Massimo Nesti, Dipartimento Medicina del Lavoro;
Geom. Aldo Pieroni, Dipartimento Igiene del Lavoro;
Dr. Elio Santonocito, Dipartimento Tecnologie di Sicurezza;
Ing. Sergio Tavassi, Dipartimento Documentazione Informazione e
Formazione.

Componenti esterni

Dr. Omar Nicolini AUSL Modena, Dipartimento di Prevenzione;
Coordinatore del sottogruppo “rumore”
Dr.ssa Iole Pinto AUSL 7 Siena, Dipartimento di Prevenzione;
Coordinatrice del sottogruppo “vibrazioni”
Dr. Massimo Bovenzi Università di Trieste;
Dr.ssa Anna Callegari ARPA Emilia-Romagna, Piacenza;
Ing. Stefano Casini INAIL, Consulenza Tecnica Accertamento
Rischi Professionali Prevenzione e Protezione
(CONTARP), Roma;
Dr.ssa Carmela Fortunato ARPA Basilicata, Matera;
Ing. Roberto Pulcinelli AUSL 7 Siena, Dipartimento di Prevenzione;
Dr. Daniele Sepulcri ARPA Veneto, Mestre (VE);
Dr. Daniele Vannucci Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione
Agricola (ISMA), Monterotondo (RM);

Collaboratori

Ing. Enrico Cini DIAF, Università di Firenze;
Dr. Paolo Disilvestro AUSL 8 Arezzo;
Dr. Renato Gurin Dipartimento Igiene del Lavoro; ISPESL
Dr. Vincenzo Laurendi Dipartimento Tecnologie di Sicurezza ISPESL;
Dr. Alessandro Marinaccio Dipartimento Medicina del Lavoro ISPESL;
Dr. Alberto Scarselli Dipartimento Medicina del Lavoro ISPESL;
P.I. Massimo Valeri Dipartimento Documentazione Informazione e
Formazione ISPESL;
Dr. Gennaro Vassalini ISMA;
Dr. Marco Vieri DIAF, Università di Firenze;

DANNI PROFESSIONALI DA RUMORE E VIBRAZIONI NEL PERIODO 1989-1999.

Verdel U. *, Iotti A. *, Piccioni R. *

*INAIL – CONTARP, Sede Centrale, Roma.

1 - INTRODUZIONE

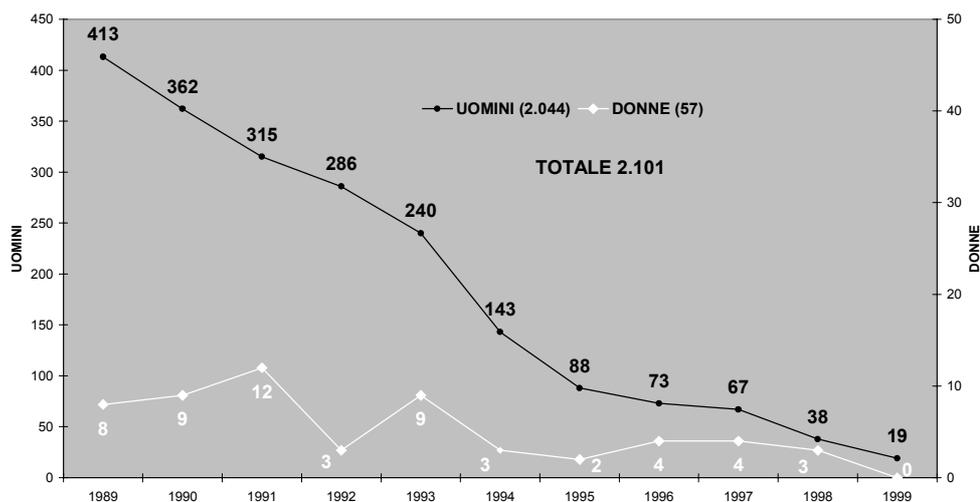
Le malattie professionali da rumore e vibrazioni svolgono materialmente un ruolo che è da molti anni predominante, da quando, cioè, la silicosi ha perso il suo triste primato intorno alla metà degli anni 70. I dati indicano come ipoacusia ed angioneurosi - ma molto più la prima che la seconda - si siano fortemente sviluppate fino a rappresentare quasi i tre quarti di tutta la casistica, raggiungendo un massimo di frequenza tra la fine degli anni 70 e la metà degli anni 80 (INAIL, 2000).

Già alla fine degli anni 80 entrambe le tecnopatie erano però in declino, con un andamento vistosamente decrescente un anno dopo l'altro. Così, tra il 1989 ed il 1998, i casi di angioneurosi indennizzati annualmente si sono contratti di oltre 10 volte, passando da 421 a 41, quelli di ipoacusia di oltre nove volte, passando da 7234 a 784 (fig. 1 e 2).

2 - ANALISI MULTIFATTORIALE

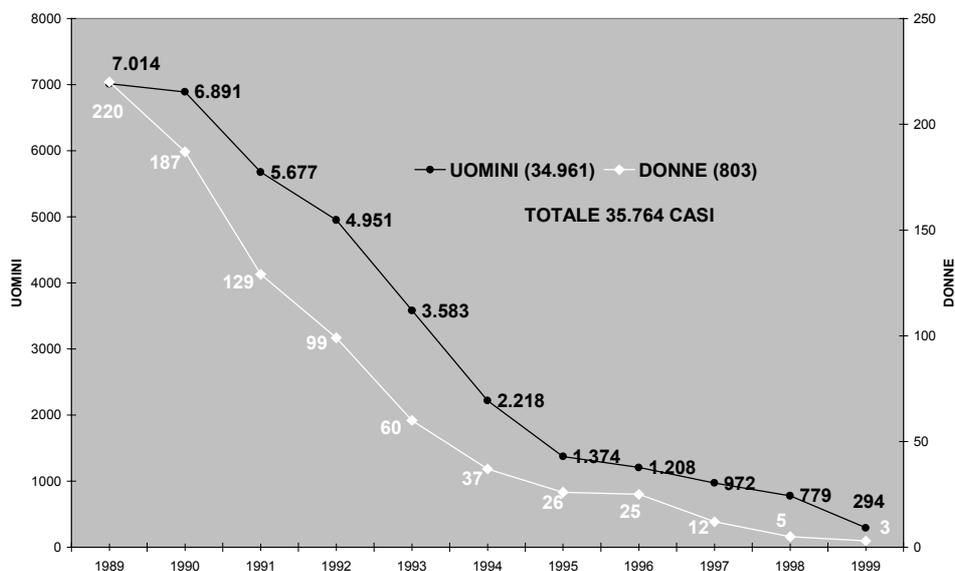
Per ragioni che sono facili da intuire, rumore e vibrazioni colpiscono soprattutto gli

Fig. 1 - ANGIONEUROSI - ANDAMENTO NEL TEMPO



uomini. I casi al femminile non sono, nel periodo 1989 – 1999 qui dettagliatamente considerato, che il 2,2% delle ipoacusie ed il 2,7% delle angineurosi. In due precedenti occasioni (Verdel e coll., 2000; Verdel e coll., 2001) sono state presentate le nostre analisi multifattoriali, di cui ora si forniscono i risultati completi. Esse hanno riguardato la suddivisione per età, anno di accadimento, sesso, grado di invalidità, distribuzione geografica e macrosettore tecnologico.

Fig. 2 - IPOACUSIE - ANDAMENTO NEL TEMPO



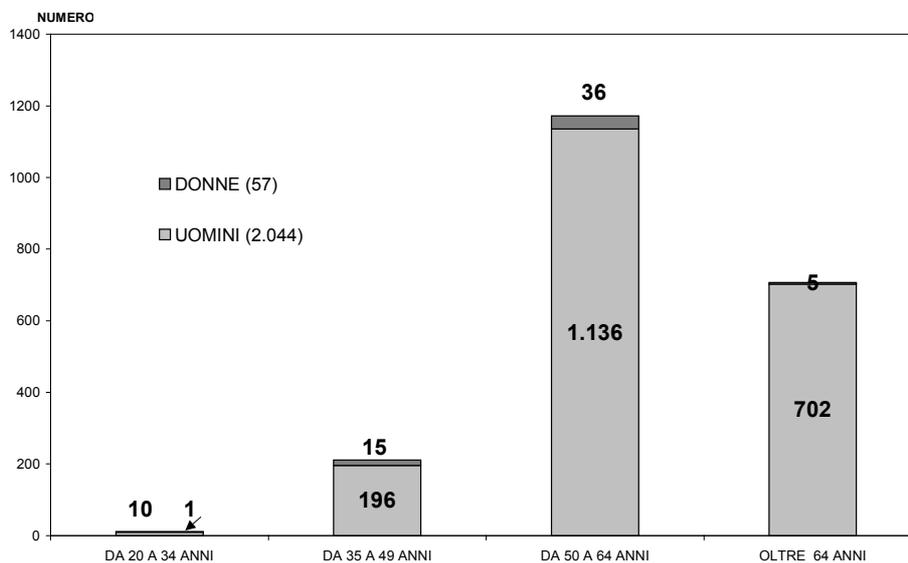
Non solo, ma la loro frequenza diminuisce sia al crescere dell'età che all'aumentare del grado di invalidità. Ciò indica che le donne esposte a rumore e vibrazioni sono molto meno numerose degli uomini, e suggerisce anche che esse lo siano state da meno tempo e con minore intensità.

Le figure da 3 a 6 visualizzano questi aspetti, evidenziando anche un massimo di frequenza dei casi corrispondente, per entrambe le malattie professionali, alla fascia di età compresa tra 50 e 64 anni, nella quale si concentra il 58% delle ipoacusie ed il 56% delle angineurosi. Dati del genere non sorprendono e possono ben considerarsi attesi, se si pone mente alla natura dei meccanismi di eziopatogenesi che caratterizzano le due tecnopatie.

Per quanto riguarda il grado di invalidità (fig. 5 e 6), si osserva che le ipoacusie in oltre il 61% dei casi hanno provocato danni inferiori al 20%, ma 23% ha dato luogo ad invalidità tra 21 e 30%, oltre l'8% tra 31 e 40% e circa 7% oltre il 40%.

Da questo punto di vista le angineurosi hanno un andamento decisamente più severo, dato che solo il 45% di esse si situa entro il grado di invalidità del 20%, il 27% tra 21 e 30%, il 14% tra 31 e 40% e ancora il 14% oltre 40%.

Fig. 3 - ANGIONEUROSI - CLASSI DI ETA'



I casi di ipoacusia e quelli di angioneurosi sono stati anche suddivisi secondo i 10 macrosettori produttivi su cui si articola la Tariffa dei Premi INAIL (Grandi Gruppi).

Fig. 4 - IPOACUSIE - CLASSI DI ETA'

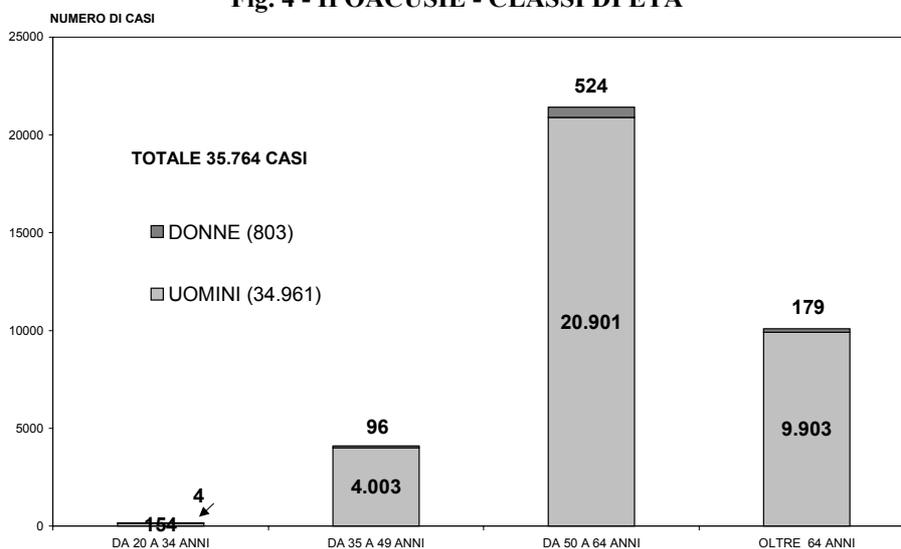


Fig. 5 - ANGIONEUROSIS - INVALIDITA'

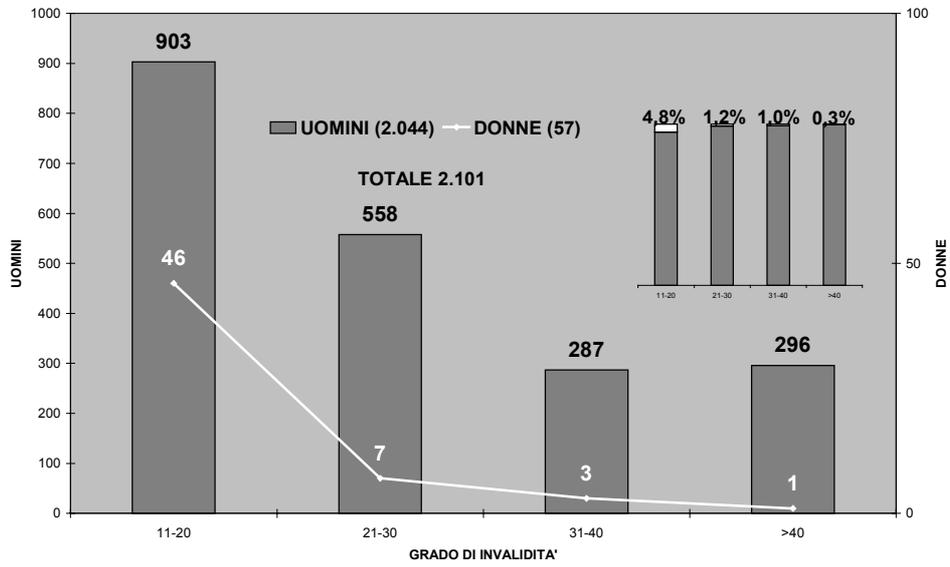
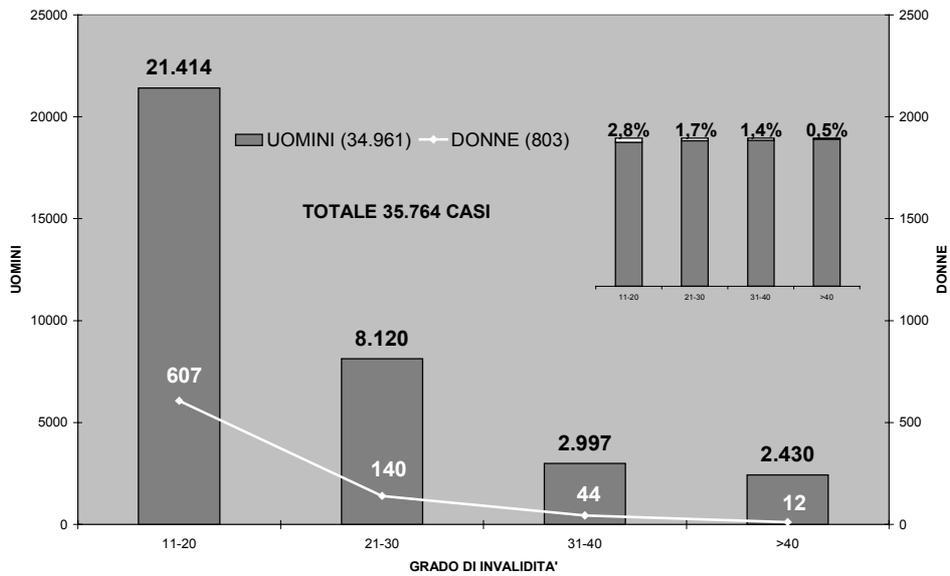
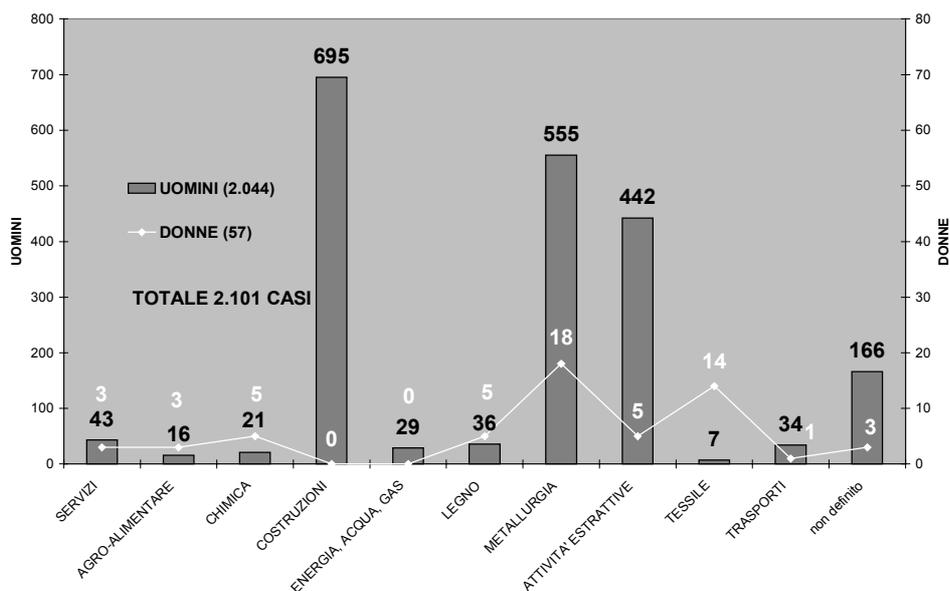


Fig. 6 - IPOACUSIE - INVALIDITA'



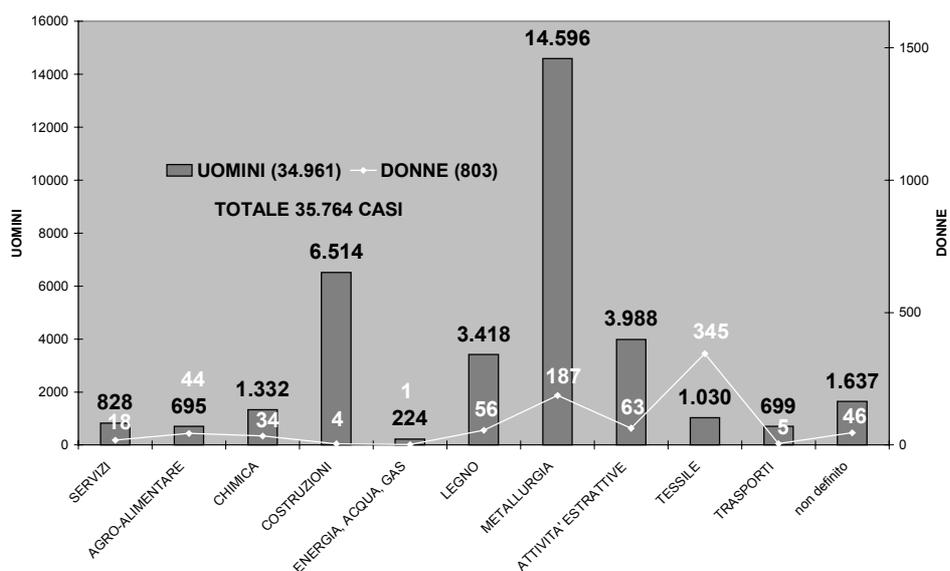
Si osserva (fig. 7 e 8) che per entrambe le malattie professionali, per quanto in diversa successione, i tre macrosettori nei quali si concentra il maggior numero di casi sono quelli dell'edilizia, dell'industria metalmeccanica e dell'industria estrattiva.

Fig. 7 - ANGIONEUROSI - voci di TARIFFA (Grandi Gruppi)



Solo nel caso dell'ipoacusia un certo rilievo assume anche l'industria del legno (oltre 3000 casi) e, ad un livello inferiore, quelle chimica e tessile (oltre 1000 casi ciascuno).

Fig. 8 - IPOACUSIE - voci di TARIFFA (Grandi Gruppi)



Il fenomeno si manifesta in modo diverso tra le donne che, come era facile attendersi, sono particolarmente colpite nel settore tessile, dove raggiungono il 25% del totale delle ipoacusie (contro il già ricordato 2,2% di tutta l'industria) ed il 67% del totale delle angioneurosi (contro il 2,7%).

Nel settore tessile i casi sono particolarmente concentrati nelle fasi di filatura, torcitura e tessitura.

Qualcosa del genere, anche se in proporzioni più ridotte, avviene anche nel settore agroalimentare (ipoacusie 6%, angioneurosi 15%).

Al contrario, i casi femminili sono praticamente assenti nel campo delle costruzioni e molto ridotti nei settori metalmeccanico ed estrattivo (intorno all'1%).

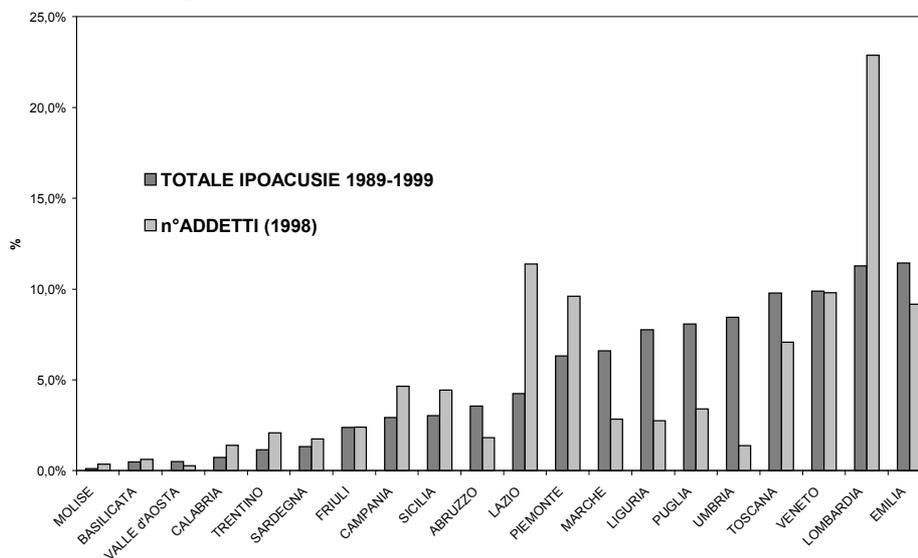
Nel periodo 1989 – 1999 i casi di ipoacusia sono stati 17 volte più numerosi di quelli di angioneurosi.

Essi si prestano, per questo fatto, a qualche ulteriore approfondimento, senza temere di perdere di significatività all'atto della scomposizione dei dati cumulativi.

Un primo aspetto che vale la pena di considerare è quello della distribuzione geografica dei casi per regione.

Nel periodo sono state costituite oltre 35000 rendite, suddivise percentualmente come mostra la fig. 9. Non sorprende constatare che alcune grandi regioni industriali, come Emilia, Lombardia, Veneto, Toscana, occupino i primi quattro posti della graduatoria. Sorprende invece che il Piemonte ed il Lazio vengano sopravanzati da regioni meno importanti, per popolazione e/o per grado di industrializzazione, quali Umbria, Puglia, Liguria, Marche.

Fig. 9 - IPOACUSIE- DISTRIBUZIONE % PER REGIONI



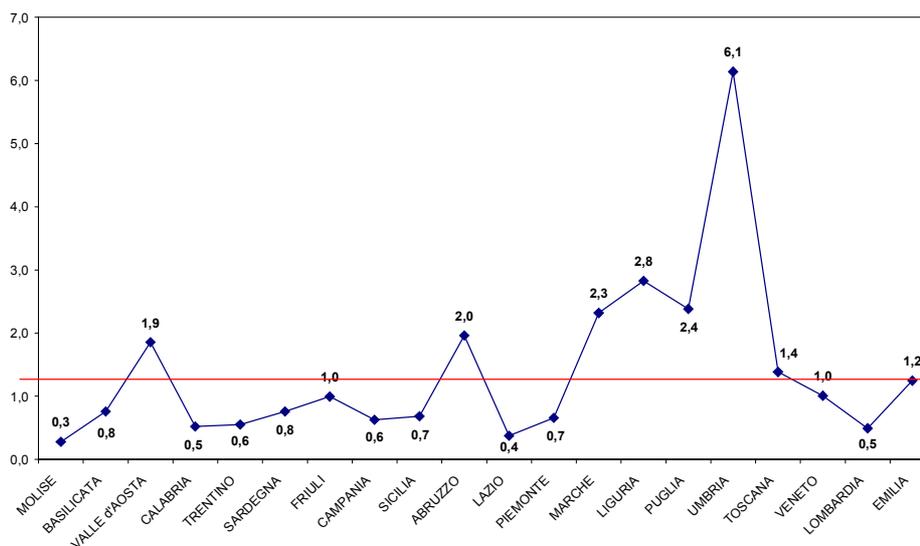
Se nella stessa fig. 9 andiamo ad osservare, accanto alla percentuale delle ipoacusie indennizzate tra il 1989 ed il 1999, anche la percentuale del numero di addetti nel 1998, presa come un indice sufficientemente significativo della produttività di ciascuna regione, rileviamo immediatamente le discrepanze sopra segnalate e le altre che riguardano le regioni inserite nella seconda metà della classifica.

Potremmo affermare che, in linea teorica, i casi di ipoacusia dovrebbero essere piuttosto strettamente correlati al numero di addetti, pur ammettendo le possibilità di variazione del rapporto tra queste due grandezze, legate a diversità regionali, quali, tra tutte, il tipo o i tipi prevalenti delle industrie presenti sul territorio ed il grado di prevenzione specifica del rischio rumore raggiunto mediamente nelle varie realtà territoriale. Tuttavia, fattori del genere, pur non trascurabili, non dovrebbero essere in grado di allontanare di molto dall'unità il rapporto tra casi di ipoacusia e numero di addetti al settore industriale.

Nella pratica non è affatto così, come mostra la spezzata di fig. 10, dove rileviamo come particolarmente importanti, per entità dello scarto e per significatività della realtà produttiva sottesa, i casi "per difetto" della Lombardia, del Lazio, della Campania, del Piemonte e della Sicilia, e quelli "per eccesso" della Liguria, della Puglia, delle Marche e dell'Abruzzo, nonché quello vistosissimo dell'Umbria.

Ci limitiamo qui a segnalare l'esistenza di tale realtà, senza pensare in questa sede di poterne compiutamente analizzare le cause che la determinano. Una sola affermazione ci sentiamo di formulare: alle cause di natura tecnologica e prevenzionale prima ricordate, almeno un'altra deve essere aggiunta ed attiene a possibili diversità della sensibilità sociale presenti nelle varie regioni.

Fig. 10 - RAPPORTO % CASI DI IPOACUSIA / % ADDETTI



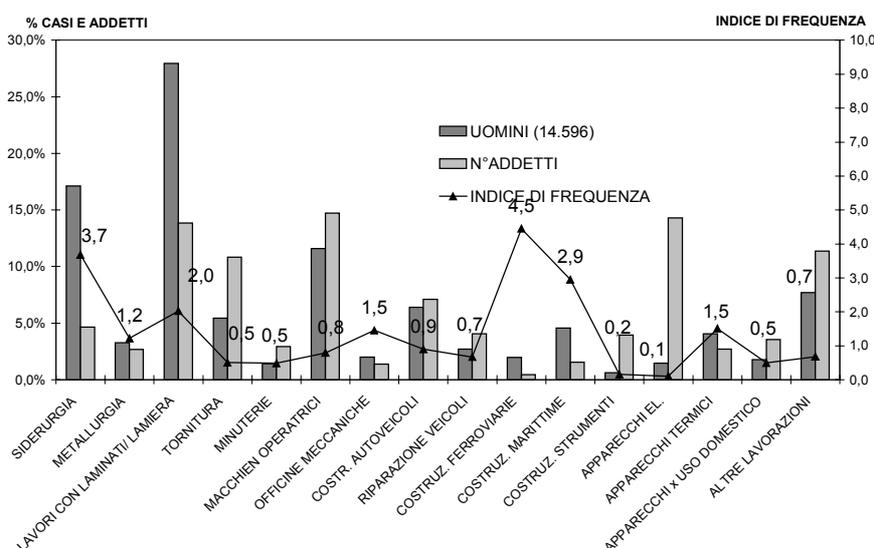
3 - IPOACUSIA E SETTORI TECNOLOGICI

Quattro macrosettori produttivi, come già detto, hanno originato nel decennio il massimo dei casi di ipoacusia, superando ciascuno le 3000 unità: si tratta dell'industria metalmeccanica (oltre 14500 casi), di quella delle costruzioni (oltre 6500 casi), di quella estrattiva (oltre 4000 casi), di quella del legno (oltre 3000 casi), per un totale che rappresenta l'80% dell'intera casistica.

In primo luogo va osservato che la classificazione è realizzata per "voce di tariffa", cioè secondo i riferimenti tariffari INAIL, cui corrispondono determinati tassi di premio. Non sempre le voci di tariffa comprendono un solo ciclo tecnologico; è più frequente il caso contrario, tant'è che sono in corso studi da parte dell'organo tecnico dell'INAIL per realizzare una "tariffa analitica" che, senza incidere sui tassi, consenta una più precisa attribuzione ai cicli tecnologici di dettaglio dei vari eventi lesivi, infortuni e malattie professionali, che si manifesteranno. Pur necessaria, questa precisazione non ha però un vero impatto sul nostro studio, dal momento che, come si vedrà, ci limiteremo a considerare solo i principali settori all'interno dei macrosettori, senza scendere alla scala del ciclo produttivo.

Forse più importante è la seconda precisazione, che concerne il fatto che l'attribuzione del caso alla voce di tariffa avviene, per forza di cose, imputandolo all'ultima delle lavorazioni esercitate prima della denuncia; e può ben essere che, in un'anamnesi lavorativa complessa, quest'ultima attività non sia la principale cui attribuire la causa della lesione. Tuttavia, la limitata durata del periodo di indennizzabilità dell'ipoacusia (4 anni) e l'effetto insito nella numerosità della popolazione considerata, certamente riducono ai minimi termini la distorsione dei dati che da quanto detto deriva.

Fig. 11 - IPOACUSIE - GRUPPO 6 - METALLURGIA - (UOMINI)



3.1 – ESAME DEI QUATTRO MACROSETTORI PRINCIPALI: METALMECCANICA, COSTRUZIONI, INDUSTRIE ESTRATTIVA E DEL LEGNO.

Nel *macrosettore metalmeccanico* si evidenziano (fig.11) massimi di frequenza delle ipoacusie nelle lavorazioni siderurgiche, in quelle eseguite con laminati, profilati, trafilati e lamiere, nelle costruzioni di materiale rotabile ferroviario e nei cantieri navali, tutti cicli tecnologici in cui l'indice di frequenza da noi calcolato è superiore a 2. Ciò si spiega con la presenza, talora assai comune, di fasi di lavoro particolarmente rumorose quali, tra le tante, martellatura, scriccatura, molatura, picchettaggio, punzonatura, tranciatura, fabbricazione di chiodi, viti e bulloni alle presse, arrotatura pneumatica, formatura, distaffatura, fucinatura, stampaggio, prova di motori a combustione interna, conduzione di forni elettrici, ecc.

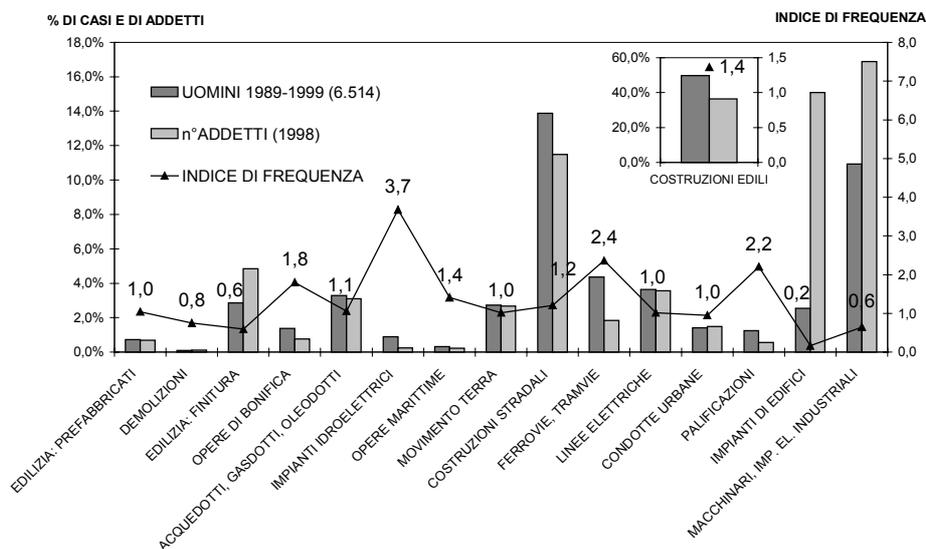
In altri settori, malgrado la numerosità dei casi riconosciuti, la frequenza è invece contenuta, come avviene per i lavori di tornitura e la produzione di macchine operatrici e di autoveicoli.

Alcuni settori, pur caratterizzati da un elevato numero di addetti, danno infine pochi casi, come avviene in particolare per la costruzione di apparecchi e strumenti elettrici ed elettronici. Si ha la sensazione che, nelle grandi linee, il rischio rumore decresca al crescere del contenuto tecnologico delle lavorazioni. Ciò dipende dal fatto che le elevate tecnologie sono per natura propria meno rumorose, ma anche dalla maggiore attenzione che in questi ambienti di solito si attribuisce ai problemi della sicurezza e della prevenzione.

Il *macrosettore delle costruzioni* (fig.12) è caratterizzato da un'assoluta prevalenza di casi intervenuti tra gli addetti ai cantieri edili, che annoverano il 49,7 % di tutti i casi qui riconosciuti; ciò avviene assai più per la numerosità degli addetti che per la frequenza degli infortuni. Questa, invece, è particolarmente elevata nella costruzione di impianti idroelettrici, nella costruzione di linee ferroviarie e nelle palificazioni.

Un minimo significativo, al contrario, si riscontra negli interventi di installazione di impianti negli edifici.

Fig. 12 - IPOACUSIE - GRUPPO 3 - COSTRUZIONI - (UOMINI)



La vita di un cantiere, dunque, si fa col passare del tempo meno rumorosa, passando dalla fase di costruzione a quella di completamento e rifinitura ed a quella di installazione. E' nella costruzione, infatti, che sono frequenti l'utilizzo del martello pneumatico, quello della sega da legno, nonché talora i lavori in galleria con mezzi meccanici ad aria compressa.

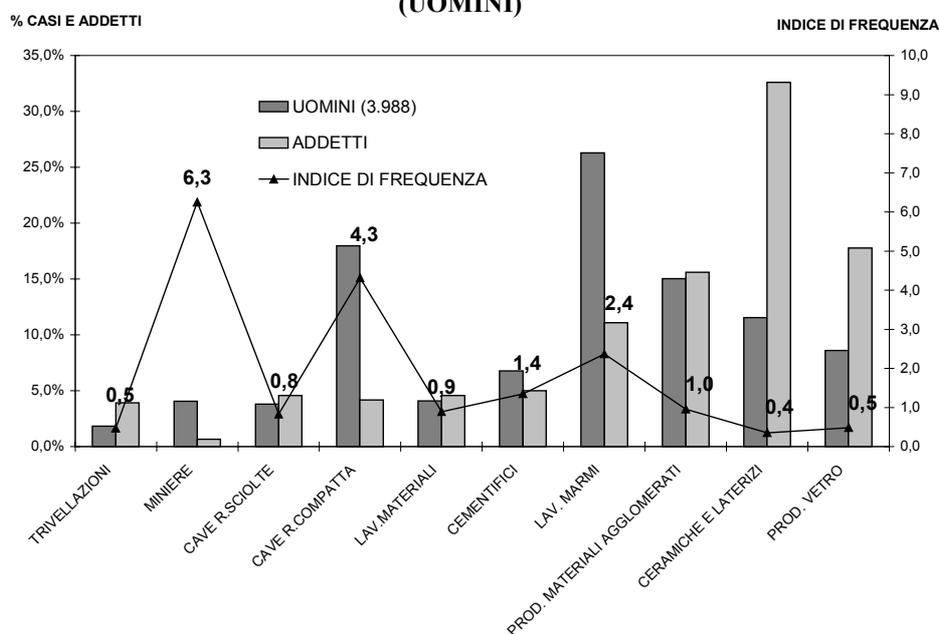
Il *macrosettore estrattivo* (fig.13), così come identificato coi criteri INAIL, comprende anche alcune industrie complementari quali i cementifici, i laboratori marmiferi, gli stabilimenti ceramici, le fornaci da laterizi, l'industria del vetro, ecc.

I comparti con un più elevato numero di casi sono quelli dei marmi, delle cave, dei materiali agglomerati con leganti minerali, delle ceramiche e laterizi. Di essi, però, solo alcuni (cave di rocce compatte, industria marmifera) hanno pure indici elevati di frequenza. Ad essi va poi aggiunto il campo delle miniere che, per quanto sede di attività di un limitato numero di lavoratori (poco più di mille) ha evidenziato l'indice di frequenza più elevato (6,3) fra tutti quelli del macrosettore.

Le fonti principali del rischio in questo comparto sono da ricercare nei frantoi e molini per minerali, rocce e clinker da cemento, nelle seghe e frese da marmo, nei martelli pneumatici e negli altri mezzi meccanici ad aria compressa usati in sotterraneo, tutte attrezzature puntualmente e comunemente presenti nei settori caratterizzati dalle maggiori frequenze di ipoacusie.

Relativamente scarsa è la casistica riscontrata negli stabilimenti ceramici e vetrari, per non citare che quelli di più elevato significato statistico.

Fig. 13 - IPOACUSIE - GRUPPO 7 - ATTIVITA' ESTRATTIVE (UOMINI)

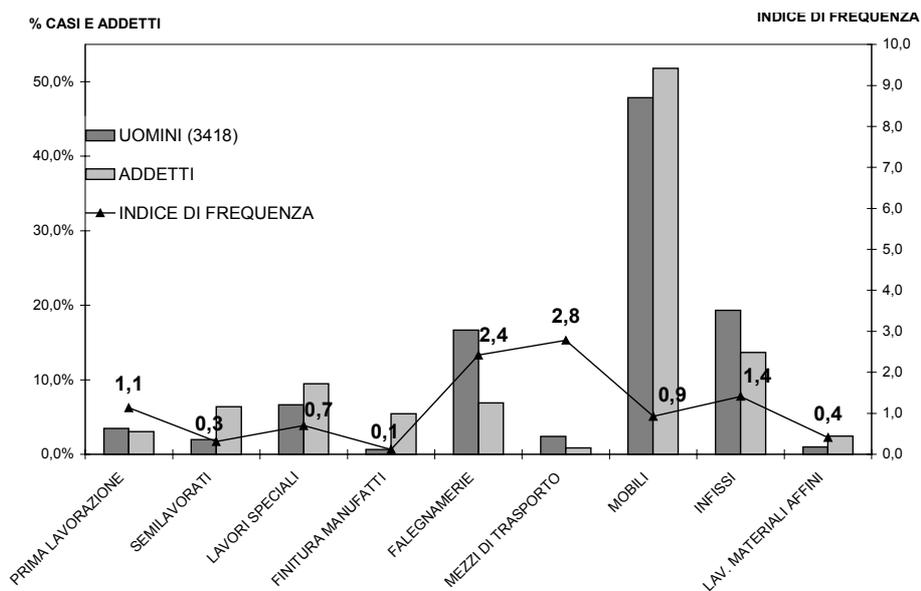


Nel *macrosettore del legno* (fig.14) il massimo dei casi riconosciuti si verifica nei mobilifici, dove però l'indice di frequenza non è particolarmente elevato. Ciò avviene, invece, per i luoghi di produzione di mezzi di trasporto e per i laboratori di falegnameria. Sembra evidente, in questi casi, l'influenza dell'organizzazione aziendale e della prevenzione, evidentemente meno curata negli opifici a minor grado di industrializzazione e di automatizzazione.

Infatti, la lavorazione del legno con seghe circolari e a nastro, con piallatrici, ecc.. avviene tanto nelle falegnamerie che nei mobilifici e nelle fabbriche di infissi, sicché i differenti indici di frequenza sono necessariamente dovuti alla diversa cura attribuita alla lotta contro il rumore.

Significativo infine constatare che nelle lavorazioni dove i macchinari più rumorosi sono meno presenti o assenti, i casi di ipoacusia sono a loro volta più rari, come avviene nei lavori di finitura dei manufatti e nella produzione dei semilavorati e degli articoli in materiali affini al legno.

Fig. 14 - IPOACUSIE - GRUPPO 5 - LEGNO - UOMINI



3.2 – ESAME DEI SEI MACROSETTORI SECONDARI:CHIMICA, TESSILE, COMMERCIO E SERVIZI, TRASPORTI E DEPOSITI, INDUSTRIE AGROALIMENTARE ED ENERGETICA.

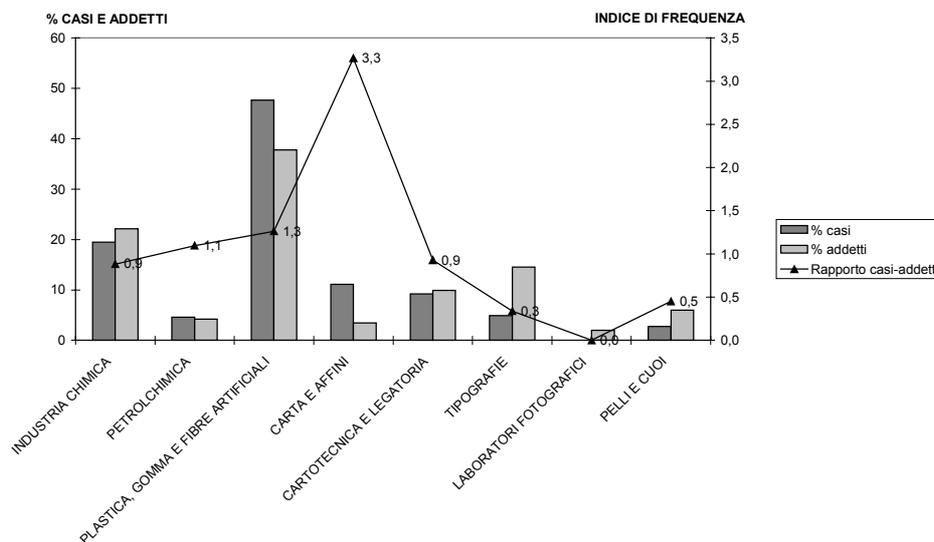
Nel *macrosettore chimico* (oltre 1.300 casi) si osserva (fig.15) una sostanziale equidistribuzione della casistica tra i cicli tecnologici più ricchi di addetti, con valori del rapporto casi-addetti vicino all'unità.

Un'eccezione è rappresentata dal settore della fabbricazione della carta e del cartone, nel quale l'indice si triplica. Un'altra eccezione riguarda gli indici assai più bassi (inferiori ed uguali a 0,5) delle tipografie, delle pelli, dei laboratori fotografici, settore quest'ultimo che è risultato privo di casi.

Poiché gli indennizzi devono poter risalire alle cosiddette "lavorazioni tabellate", cioè alle lavorazioni previste alla voce 50 del D.P.R. 336/1994 (ma anche a quelle contenute nella voce 44 del precedente D.P.R. 482/1975), per questo macrosettore, come spesso per quelli successivi, la fonte del rischio va ricercata negli interventi manutentivi, che possono avere comportato l'esecuzione di una delle lavorazioni tabellate e, segnatamente, nell'utilizzo di martelli ed avvitatori pneumatici (lettera n della voce 50 D.P.R. 336/1994) o di "utensili ad aria compressa" (lettera l della voce 44 D.P.R. 452/1975).

Le differenze di frequenza tra un settore e l'altro non dipendono dalle caratteristiche dei cicli produttivi in quanto tali, ma piuttosto dalla quantità e qualità di determinati interventi manutentivi e dalle misure prevenzionali messe in atto nel corso di essi.

**Fig. 15 - IPOACUSIE-GRUPPO 2-CHIMICA - (UOMINI)
RAPPORTO CASI (1989-1999)/ADDETTI (1998)**

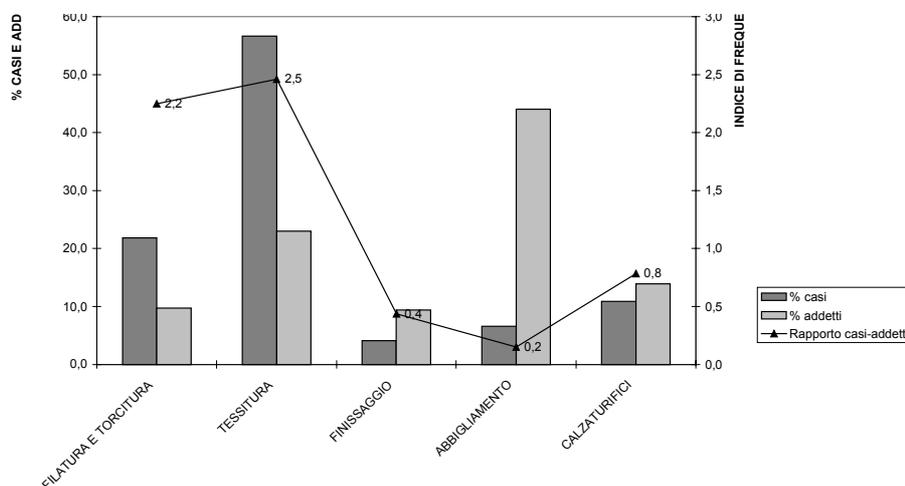


Il *macrosettore tessile* (oltre 1.000 casi) è caratterizzato (fig.16) da valori del rapporto casi-addetti normalmente contenuto.

Ciò non vale, come era facile attendersi, per i cicli della tessitura e della preparazione – filatura – torcitura delle fibre.

Sono, queste, lavorazioni particolarmente numerose, nelle quali si fa uso di telai a navetta che, se non dotati di efficace insonorizzazione, elevano sensibilmente il livello del rischio. Ecco perché tali lavorazioni sono quattro volte più interessate da casi di malattia da rumore, rispetto alle altre comprese nello stesso macrosettore, tra le quali il grosso comparto dell'abbigliamento raggiunge un minimo molto pronunciato.

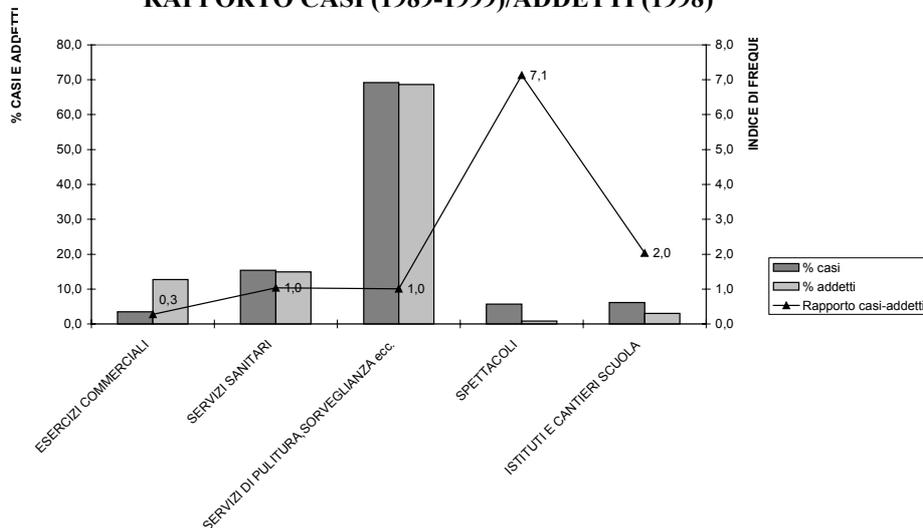
**Fig. 16 - IPOACUSIE-GRUPPO 8-TESSILE - (UOMINI)
RAPPORTO CASI (1989-1999)/ADDETTI (1998)**



Il *macrosettore del commercio e dei servizi* è caratterizzato da un numero bassissimo di casi (oltre 800) rispetto a quello degli addetti (7.500.000 circa).

In un quadro di sostanziale inconsistenza del fenomeno rumore, si osserva (fig.17) la quasi assenza di casi nel commercio e la limitatezza degli stessi nei servizi sanitari e di altro genere.

**Fig. 17 - IPOACUSIE -GRUPPO 0 -SERVIZI - (UOMINI)
RAPPORTO CASI (1989-1999)/ADDETTI (1998)**



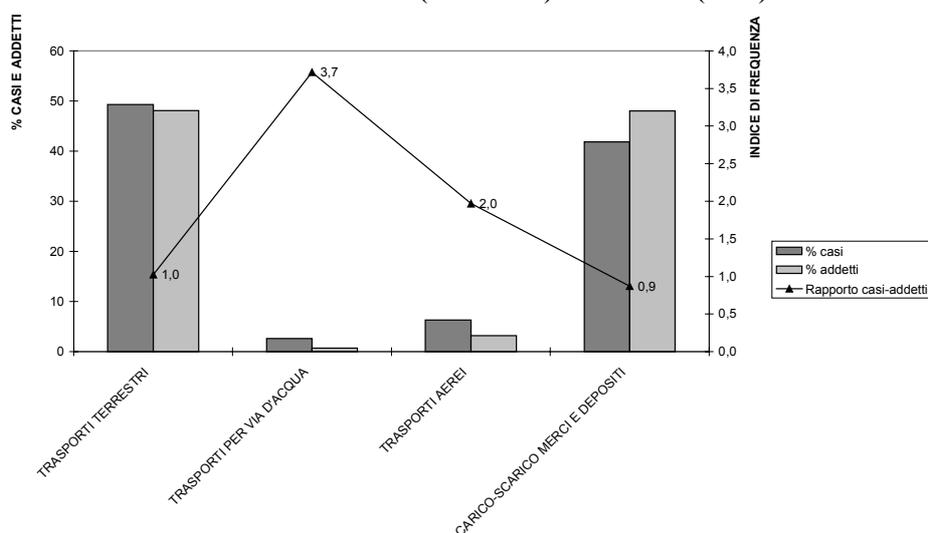
Fanno eccezione il settore dello spettacolo, che raggiunge un rapporto casi-addetti addirittura superiore a 7, ed in minor misura quello degli istituti scolastici e di ricerca e dei cantieri scuola.

Il primo caso è facile da spiegare: contenendo in sé realtà come quelle del circo, del cinema, del teatro, del parco di divertimento, dell'allestimento di spettacoli pirotecnici e di addobbi e luminarie, è facile capire che vi si esercita moltissima manutenzione; di più, che si praticano attività per molti aspetti rientranti nel mondo delle costruzioni. Il tutto è poi aggravato dalla quasi generale provvisorietà e spesso precarietà delle realizzazioni, che sono fattori certamente non favorevoli all'affermarsi delle cautele prevenzionali, comprese tra esse le misure contro il rumore.

Nel caso dell'istituti scolastici e di ricerca e dei cantieri scuola, bisogna considerare che la maggior parte del personale assicurato dall'INAIL (unico a rientrare in questa ricerca) è quello con posizioni lavorative inferiori, che pratica anche l'attività di manutenzione. E ciò senza considerare l'influenza esercitata dall'attività edile propria dei cantieri scuola, da quella dei corsi di istruzione professionale, che può essere la più varia, nonché dai lavori di sistemazione idraulico – forestale che hanno anch'essi evidenti fasi eminentemente rumorose (uso di seghe, martelli pneumatici, ecc.).

Il macrosettore dei trasporti e dei depositi (quasi 700 casi) dà luogo, come mostra la fig.18, ad una sostanziale equidistribuzione dei casi, come una logica previsione suggerisce. La questione si presenta un po' diversamente per i trasporti per via d'acqua interna e per quelli aerei.

**Fig. 18 - IPOACUSIE-GRUPPO 9-TRASPORTI - (UOMINI)
RAPPORTO CASI (1989-1999) /ADDETTI (1998)**



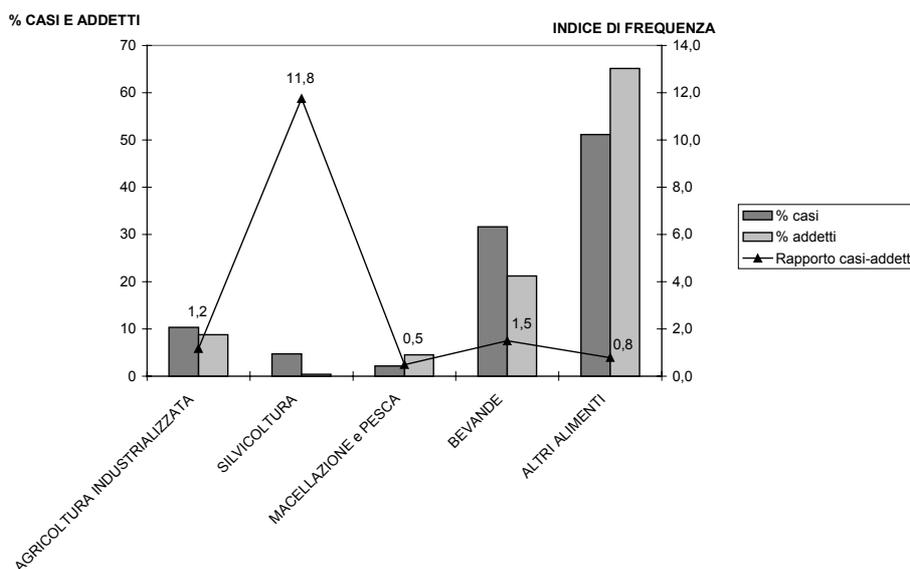
Vi è qui un eccesso di frequenza dei casi che, per i trasporti sull'acqua, si può tentare di giustificare con esigenze particolari di manutenzione. Sarebbe interessante sapere se il fenomeno si ripresenta per i marittimi che, non essendo assicurati dall'INAIL, non rientrano nella ricerca.

Per interpretare il caso dei trasporti aerei, bisogna ricordare che non si parla qui degli equipaggi di volo (anch'essi quasi sempre non assicurati dall'INAIL), bensì del personale di terra che, per essere largamente impiegato nella manutenzione, non fa soltanto uso delle apparecchiature rumorose ricordate in precedenza, ma è certamente esposto alle conseguenze ambientali suscitate dalla prova dei motori a reazione e a turboelica.

Il *macrosettore agroalimentare* (circa 700 casi) è caratterizzato (fig. 19) da alcune aree di particolare addensamento della casistica. La principale è quella della silvicoltura, dove il rapporto casi-addetti raggiunge con 11,8 il valore massimo tra quelli da noi riscontrati.

E' però facile ricordare che in questo caso l'attività principale è quella della segazione e che le circostanze del lavoro forestale non facilitano certamente la prevenzione insonorizzante e, in particolare, impediscono l'istallazione di una "efficace cabinatura".

**Fig. 19 - IPOACUSIE-GRUPPO 1-AGRO-ALIMENTARE - (UOMINI)
RAPPORTO CASI (1989-1999)/ADDETTI (1998)**



Un'altra area, meno vistosa ma più significativa, è quella del settore delle bevande, dove la frequenza dei casi di ipoacusia è circa doppia rispetto a quella della contigua industria degli altri alimenti. Il fatto si spiega se si tiene conto della costante esistenza nel ciclo di produzione delle bevande di riempitrici automatiche per l'imbottigliamento, non sempre dotate di efficace insonorizzazione.

Non resterebbe ora da trattare che il *macrosettore idrico ed energetico* che però, essendo privo di specifiche lavorazioni rumorose tabellate, coi suoi soli 224 casi, non si presta ad analisi, che sarebbero effettuate su numeri così bassi da non essere significative. In altri termini la casualità svolge qui un ruolo tale da sconsigliarci di procedere oltre.

4 – CONCLUSIONI

37.000 casi di malattie professionali dovute al rumore ed alle vibrazioni permettono un esame plurifattoriale, che ci ha condotto a riconoscere l'azione esercitata nella realtà produttiva nazionale dalle principali fonti di rischio, così come elencate dal D.P.R. 336/95.

L'identificazione dei cicli produttivi dove la casistica si concentra a livello di dati assoluti e di frequenza rappresenta un traguardo pure raggiunto ma, quel che più piace sottolineare, è il grado di incontrovertibile riduzione del fenomeno nel corso del tempo, a partire dalla fine degli anni '80. Ciò non può essere casuale, ma frutto di una meglio intesa politica di sicurezza ed igiene dei luoghi di lavoro che, almeno per i rischi più "classici", quali appunto il rumore e le vibrazioni, fa ora riconoscere i propri frutti. Almeno in parte, tutto ciò può aver coinciso con l'entrata in vigore del D.Lgs 277/91 e del D.Lgs 626/94, ma da quel che abbiamo constatato il fenomeno era in atto da prima dei pur desiderabili provvedimenti normativi. Per quanto una correzione peggiorativa possa essere introdotta per le malattie da rumore se, ai casi fin qui considerati, si aggiungessero i 3.000-3.500 riconosciuti come malattie professionali non tabellate (Sentenza C. Cost. 179/88), resterebbe pur sempre il fatto che queste "classiche" tecnopatie, come già fu per la silicosi, sono in evidente ridimensionamento.

Esistono, tuttavia, aree produttive dove si contano ancora sovraesposizioni. Quelle evidenziate dal nostro studio per l'inquinamento acustico sono, per citarne solo una parte, la siderurgia, le costruzioni ferroviarie e marittime, quelle degli impianti idroelettrici, le miniere e le cave di rocce compatte, il settore della carta e del cartone, il variegato mondo dello spettacolo, i trasporti per acque interne, la silvicoltura, tutte le realtà dove il nostro indice è superiore o uguale a 3.

L'attenzione nei confronti di questi fattori di rischio non va dunque allentata, e non solo per evitare che i successi conseguiti vengano vanificati.

RIASSUNTO

Il lavoro condotto ha preso in esame oltre 35.000 casi di ipoacusia e 2.000 di angioneurosi, manifestati e riconosciuti dall'INAIL negli anni 1989 – 1999. Sono stati considerati fattori diversi, quali gli anni di accadimento, il grado di invalidità, l'età, il sesso, per constatare che le due tecnopatie sono in forte riduzione (di 9-10 volte nel corso del periodo), riguardando in assoluta prevalenza lavoratori maschi (97-98%), con addensamento dei casi tra i circa sessantenni e delle invalidità nei gradi bassi, inferiori al 21%. La distribuzione geografica è stata pure considerata, come pure quella in dieci macrosettori produttivi, tra i quali ultimi assumono per entrambe le tecnopatie principale importanza il comparto metalmeccanico, quello edile e quello estrattivo.

Per l'ipoacusia sono stati anche suddivisi i casi secondo i principali cicli o gruppi di cicli tecnologici, evidenziando la loro frequenza nei diversi cicli e le fonti presumibili dei principali rischi.

ABSTRACT

In this work more than 35.000 cases of noise induced diseases and over 2.000 cases of vibration induced diseases were considered, diseases officially recognized by INAIL from 1989 to 1999.

The analysis of various factors (year, grade of damage, sex, age) shows a strong decrease (9-10 times in the whole period) of both diseases, a clear prevalence in male workers (97-98%), mostly 50-60 years old, and with low grade (less than 21%) of damage.

Moreover, it was also considered the distribution in the national territory and in the ten main sectors of production.

Of these, for both diseases, the most important ones are the metallurgic, building and mining ones.

For noise induced diseases, a more detailed analysis of the sectors is presented here, pointing out the main technological cycles and the different related frequency, depending on sources of noise.

BIBLIOGRAFIA

- D.P.R. 9 giugno 1975, n.482 – Modificazione e integrazioni alle tabelle delle malattie professionali nell'industria e nell'agricoltura, allegati numeri 4 e 5 del D.P.R. 30 giugno 1965, n.1124, G.U. n.269 del 9 ottobre 1975.
- D.P.R. 13 aprile 1994, n.336 – Regolamento recante le nuove tabelle delle malattie professionali dell'industria e dell'agricoltura, G.U. n.13 del 14 giugno 1994.
- INAIL – Primo rapporto annuale 1999. Ed. INAIL, Roma, 2000: 182 + 169 pp.
- Verdel U., Iotti A., Piccioni R. -I dati sui danni professionali da rumore e vibrazioni nell'esperienza dell'Inail – Atti della sezione dBA del Convegno “Ambiente Lavoro”, Modena 20-23 settembre 2000: 7-18 pp.
- Verdel U., Iotti A., Piccioni R. – Andamento dell'ipoacusia professionale nei diversi settori tecnologici dell'industria italiana – Atti 2° Seminario dei professionisti CONTARP, Cuneo 23-25 gennaio 2001: in stampa.

VALIDITÀ DELLE LINEE GUIDA ISPEL COME STRUMENTO DI LAVORO DEI DIPARTIMENTI DI PREVENZIONE

Agostino Messineo

Azienda USL RM G – Dipartimento di Prevenzione

Le linee guida su rumore e vibrazioni elaborato dal gruppo di lavoro coordinato dall'ISPEL rappresentano un indubbio sforzo per favorire l'attuazione di condizioni uniformi di operatività in tema di prevenzione sia per i servizi che per gli utenti in tutto il territorio nazionale.

E' un passo importante se si considerano i numerosi quesiti e le difficili e variegata risposte che venivano fornite non solo nelle diverse Regioni ma spesso dalle diverse ASL di una stessa Regione sul rumore, ad esempio in ordine alla **valutazione del rischio**.

Occorre ricordare, in ordine alla questione di come e quando fare le eventuali misurazioni, che alcune Regioni come il Lazio si erano espresse con apposite circolari, ma mancava ancora una univoca indicazione – da utilizzare in ambito nazionale – così come vi erano discussioni e disuniformità sul modo di integrare la valutazione del rischio da rumore nel documento previsto dal D.Lgs. 626/94, e sull'utilizzazione dei parametri di riferimento $L_{EP,d}$ o $L_{EP,w}$, nonché su quali attività considerare normalmente con rumorosità inferiore a 80 dB(A). Altro aspetto di rilievo è l'apprezzabile tentativo fatto nel cercare di **codificare e rendere omogenei i rapporti di valutazione**: ebbene, la questione è rilevante perché sia gli organi di vigilanza sia gli utenti potranno confrontarsi su modelli di rapporti senza che vi siano diatribe, discussioni o doglianze in relazione alle misure ed alle deduzioni ottenute, evitando interpretazioni difformi e inutili situazioni di conflitto. E' anche importante che si sia dissertato sulle **descrizione dei metodi per la scelta dei DPI**, dal momento che su questo tema vi è generalmente una assai scarsa specializzazione ed attenzione da parte dei soggetti coinvolti nella prevenzione. Eppure, si tratta di presidi usati ovunque ed indispensabili per la riduzione della esposizione al rischio. Tuttavia, la distinzione, i vantaggi, gli svantaggi e il potere di attenuazione degli inserti e delle cuffie sono spesso non noti, al punto che non sono rare pronunce, soprattutto in ambito della giustizia civile, su giudizi di idoneità al lavoro in soggetti fortemente otopatici che presentano incompatibilità per le protezioni. Riteniamo che le indicazioni fornite dalle linee guida siano utili soprattutto in ambito aziendale (RSP – medico competente) per la scelta delle più idonee strategie di riduzione del rischio. Le linee guida forniscono poi indicazioni sui problemi correlati alla **ripetizione della valutazione**, ed era ormai necessario riempire con indicazioni tecniche la

norma che potremmo considerare quasi “in bianco”, dal momento che trattava di “ripetizioni ad opportuni intervalli”.

Le indicazioni fornite tengono presente l’apporto del medico competente e costituiscono un altro elemento di chiarezza tra le parti coinvolte nel processo di prevenzione. Le linee guida forniscono poi altre indicazioni, quali ad esempio la **segnalazione, perimetrazione e limitazione d’accesso nelle esposizioni oltre 90 dB(A)**, questioni sulle quali si erano registrate le più disparate esperienze. In ogni caso, anche le linee guida lasciano notevole margine discrezionale, limitandosi a chiarire le condizioni di massima da realizzare allorché poche macchine o vaste aree siano interessate al superamento. Per quanto riguarda il **controllo sanitario**, le linee guida forniscono specifiche indicazioni non solo sul comportamento da tenere in presenza di situazioni border-line, ma ricordano anche gli obblighi documentali spesso disattesi e propongono un modello di cartella audiologica, mentre in ordine alla **formazione e informazione** forniscono indicazioni e temi sul contenuto minimo dell’attività di formazione e informazione, così da consentire una serie di iniziative con obiettivi standardizzati in ogni settore e Regione. Si affronta anche, nel documento redatto dal gruppo di lavoro coordinato dall’ISPESL, il problema e la figura del **tecnico competente**, fornendo indicazioni di massima sulle attività che il tecnico competente deve realizzare, ricordando soprattutto la necessità di consultazione con i RLS in merito alla utilizzazione di tale figura professionale, spesso designata dal datore di lavoro all’esterno senza alcuna comunicazione alle Organizzazioni sindacali.

Sulle malattie professionali le linee guida forniscono alcune indicazioni in ordine alla valutazione che dovrebbe essere effettuata dai servizi di vigilanza. Si pensi, in proposito, che finora una discreta aliquota della modulistica utilizzata in alcune Regioni per le indagini sulle eventuali responsabilità risulta sia stata predisposta o coordinata da uffici giudiziari. Infine, vengono fornite **indicazioni e suggerimenti sulle bonifiche** da attuarsi, che devono rispondere ai requisiti indicati nelle stesse linee guida.

Sul problema specifico delle **vibrazioni**, vi è da dire che finalmente si fornisce – peraltro su substrato facilmente aggiornabile – un apprezzabile elenco di macchine, situazioni e tecniche utili per la valutazione e il contenimento del rischio. Ma è apprezzabile anche lo sforzo fatto sul tema del controllo sanitario e della idoneità, argomenti di attualità affrontati finora con difficoltà anche da tecnici e personale degli Organi di Vigilanza.

Non vi è dubbio che le linee guida avranno notevole importanza per i servizi di vigilanza, non solo nelle attività di controllo amministrativo, ma anche nel caso di indagini giudiziarie e di accertamenti da effettuarsi – ad esempio – per tecnopatie. Peraltro, le patologie da lavoro a seguito di esposizione a rumore sono ancora al primo posto come frequenza nella popolazione esposta, e l’accertamento del nesso causale tra ambiente e tecnopatia è questione affrontata certo con qualche superficialità anche dai Consulenti d’Ufficio o dai Periti.

Si deve sottolineare come le linee guida vadano nel senso sempre auspicato del “coordinamento tecnico” delle attività di vigilanza. Fino ad oggi la problematica era ancora consistente, dal momento che, nonostante la creazione di taluni comitati di coordinamento regionali ex art. 27 del D.Lgs. 626/94, ciascun ente che partecipava al coordinamento continuava, in assenza di indicazioni nazionali, a interpretare a

proprio modo, nel corso delle attività di vigilanza, le norme e le disposizioni emanate.

In sostanza, si potrebbero etichettare i suggerimenti forniti dalle linee guida come la realizzazione pratica dei buoni propositi che finora i Comitati Regionali di Coordinamento non sono riusciti a concretizzare.

E' lecito attendersi, a seguito di una così ampia disamina, una crescita di interventi conoscitivi nel settore da parte delle aziende e della vigilanza da parte dei servizi che finora avevano avuto, in non pochi casi, indicazioni difformi sia sui metodi che sui contenuti da valutare.

In ultimo, preme fare una notazione per così dire "tecnica", e cioè rilevare come nelle linee guida siano indicati quei "provvedimenti consigliati dalla tecnica" ovvero quelle "norme di buona tecnica" che l'articolo 2087 del codice civile impone ai datori di lavoro per la tutela della salute e della sicurezza del prestatore d'opera. Le linee guida dovranno insomma essere applicate, perché sia medici che tecnici potranno domani essere valutati, per esempio in ambito di responsabilità professionale, sulla diligenza e perizia nell'attività svolta proprio sulla base dell'applicazione o meno delle linee guida.

Concluderei con tre suggerimenti ai diversi soggetti che operano nelle attività di prevenzione.

Ai medici competenti e ai RSPP suggerirei di iniziare ad attuare gradualmente quanto esposto nelle linee guida al fine di rispondere con tempestività e precisione all'impegno prevenzionale senza possibilità di censure future.

Ai colleghi delle ASL suggerirei di diffondere le linee guida all'interno dei Dipartimenti e all'esterno, in ambito di valutazioni di pertinenza dell'organo di vigilanza, in modo da far sì che si valutino le condizioni esistenti nei luoghi di lavoro con razionalità ed obiettività anche in ambito interdisciplinare.

Ai colleghi dell'ISPESL suggerirei di proseguire sulla strada intrapresa, magari predisponendo indicazioni sui cancerogeni o implementando alcuni aspetti alla luce delle esperienze che verranno effettuate.

ARTICOLAZIONE E PRINCIPALI ASPETTI CRITICI DELLE LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLA LEGISLAZIONE SUL RISCHIO RUMORE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Omar Nicolini

Azienda USL di Modena - Dipartimento di Sanità Pubblica - Servizio di Prevenzione e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro

INTRODUZIONE

Dopo un intenso lavoro istruttorio, nell'agosto del 2000 sono state pubblicate le Linee Guida per la valutazione del rischio rumore, la redazione dei rapporti di valutazione e la gestione degli adempimenti conseguenti. Il progetto, promosso dall'ISPEL e sostenuto dal **Coordinamento delle Regioni e delle Province autonome**, si proponeva, ad oltre 8 anni dalla promulgazione del D.Lgs. 277/91, di fornire uno schema di riferimento omogeneo per tutti gli addetti ai lavori per orientarli ad una risposta corretta agli adempimenti fissati dalla legge relativamente al rischio rumore.

Come si diceva, tali Linee Guida sono oggi una realtà e l'invito non può quindi essere altro che quello di prenderne visione nel loro complesso e di applicarne le direttive.

In questo articolo, dopo uno sguardo d'insieme sugli argomenti trattati nel testo delle Linee Guida, sono affrontati (sullo schema domanda/risposta) le soluzioni offerte agli aspetti ritenuti più controversi.

ARTICOLAZIONE DELLE LINEE GUIDA

Come detto, le Linee Guida si propongono di offrire risposte operative ai quesiti più ricorrenti sollevati dall'applicazione del D.Lgs. 277/91 anche alla luce dei 13 provvedimenti esplicativi nazionali e regionali, dell'emanazione del D.Lgs. 626/94 e di altri 7 provvedimenti legislativi che si intersecano coi contenuti del D.Lgs. 277/91 stesso nonché di 26 nuove normative specifiche censite nei riferimenti.

Sono quindi affrontate e proposte soluzioni sui requisiti del "personale competente"; su quando sia possibile una Valutazione senza misurazioni; su quando si debba utilizzare il $L_{EP,d}$ e quando il $L_{EP,w}$; su come comportarsi coi lavoratori soggetti a forti oscillazioni del L_{EP} , coi lavoratori stagionali, a tempo determinato o temporanei e con quelli che operano frequentemente all'esterno dell'azienda.

Ancora, sono discussi i contenuti di un Rapporto di valutazione; gli orientamenti sulle tempistiche di ripetizione della Valutazione; l'interpretazione dell'art.45 e dell'art.49.

Nella loro formulazione dell'agosto 2000, dopo una breve riflessione sul campo di applicazione del D.Lgs. 277/91 ed un paragrafo introduttivo dedicato agli effetti sulla salute, ai riferimenti normativi, alle definizioni e parametri, alla simbologia utilizzata, le Linee Guida entrano nel cuore dei problemi utilizzando l'articolazione di **Figura 1**.

Fig. 1: Indice delle Linee Guida sul rischio rumore nei luoghi di lavoro

VALUTAZIONE DEL RUMORE
<i>VALUTAZIONE SENZA MISURAZIONI</i>
<i>VALUTAZIONE CON MISURAZIONI</i>
<ul style="list-style-type: none">• <i>Personale competente</i>• <i>Strumentazione per le misurazioni del rumore</i>• <i>Utilizzo del $L_{EP,d}$ e del $L_{EP,w}$</i>• <i>Errore casuale</i>• <i>Lavoratori stagionali e a tempo determinato, lavoro temporaneo</i>• <i>Lavoratori che operano sovente all'esterno della propria azienda</i>• <i>Cantieri temporanei o mobili</i>• <i>Relazione tecnica</i>
RAPPORTO DI VALUTAZIONE
<i>RAPPORTO DI VALUTAZIONE SE NON SI SUPERANO GLI 80 dB(A) DI L_{EP}</i>
<i>RAPPORTO DI VALUTAZIONE SE SI SUPERANO GLI 80 dB(A) DI L_{EP}</i>
<i>RIPETIZIONE DELLA VALUTAZIONE</i>
<i>CONSULTAZIONE</i>
AZIONI CONSEGUENTI LA VALUTAZIONE
<i>MISURE TECNICHE, ORGANIZZATIVE E PROCEDURALI</i>
<i>SEGNALAZIONE, PERIMETRAZIONE E LIMITAZIONE D'ACCESSO DEI LUOGHI A FORTE RISCHIO</i>
<i>COMUNICAZIONE EX ART.45</i>
<i>DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALI DELL'UDITO</i>
<ul style="list-style-type: none">• <i>Selezione, uso, cura e manutenzione di un otoprotettore</i>• <i>Metodi di calcolo della protezione fornita dall'otoprotettore</i>
<i>CONTROLLI SANITARI PREVENTIVI E PERIODICI</i>
<ul style="list-style-type: none">• <i>Giudizio di idoneità specifica al lavoro e misure per singoli lavoratori</i>• <i>Controllo sanitario per lavoratori esposti tra 80 e 85 dB(A)</i>
<i>REGISTRO DEGLI ESPOSTI EX ART.49</i>
<i>INFORMAZIONE E FORMAZIONE</i>
<i>NUOVE MACCHINE: PROGETTAZIONE, COSTRUZIONE E ACQUISTO</i>
<i>NUOVI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI</i>
<i>LAVORO MINORILE</i>

Inoltre, sotto forma di Allegati, oltre alla bibliografia, sono proposti specifici approfondimenti dedicati a:

- Elenco indicativo di attività e mansioni con L_{EP} **normalmente minore di 80 dB(A)**
- Guida alla valutazione delle **incertezze di misura**
- Schema della **Relazione tecnica** sull'esposizione a rumore ex D.Lgs. 277/91
- **Rapporto di valutazione** in aziende senza addetti esposti a $L_{EP} > 80$ dB(A) o con addetti esposti a $L_{EP} > 80$ dB(A)
- Modello per la **Comunicazione ex art.45** D.Lgs. 277/91
- Descrizione dei metodi per la scelta dei **DPI uditivi**

In conclusione alle Linee Guida è poi inserita una lista di controllo riferita agli obblighi in capo al datore di lavoro, per privilegiare la funzione di verifica di adempimento degli atti aziendali connessi alla gestione del rischio rumore nell'ambiente di lavoro.

A seguito verranno sviluppate considerazioni sui soli aspetti ritenuti maggiormente critici, vale a dire:

- a) Quando utilizzare il $L_{EP,d}$ e quando il $L_{EP,w}$?
- b) Cosa intendere per errore casuale, come esprimerlo e come utilizzarlo
- c) Come interpretare l'art.16 del D.Lgs.494/96 ?
- d) Quali tempi adottare per la ripetizione della valutazione?
- e) Come interpretare l'obbligo del registro degli esposti ex art.49?
- f) Quali sono i requisiti del "personale competente"?

$L_{EP,d}$ o $L_{EP,w}$?

Iniziamo dal primo punto: quando utilizzare il $L_{EP,d}$ e quando il $L_{EP,w}$?

Su questo aspetto si confrontavano sostanzialmente 2 interpretazioni.

La prima parte dall'assunto che il legislatore abbia rigorosamente indicato quando utilizzare l'uno o l'altro dei descrittori del rischio in ciascuno dei diversi articoli in cui si compone il Capo IV° del D.Lgs. 277/91. Ne discende che il $L_{EP,w}$ sarebbe utilizzabile solamente per:

- discriminare la necessità di provvedere alla valutazione del rischio mediante misurazioni o meno;
- poter o meno richiedere deroghe all'uso dei DPI, secondo quanto previsto dall'art.47.

La seconda interpretazione, viceversa, parte dall'assunto che poiché all'art.40 viene stabilito che il descrittore di rischio appropriato è il $L_{EP,d}$ ovvero il $L_{EP,w}$ se i $L_{EP,d}$ sono variabili nell'arco della settimana, tale affermazione è vera in tutti i rimanenti articoli del Capo IV°, fatto salvo laddove questa sia espressamente negata.

Questa seconda interpretazione, che permette un utilizzo più estensivo del $L_{EP,w}$ (e più vicino al significato tecnico del parametro), è quella accettata nel testo delle Linee Guida.

In pratica quando l'orario di lavoro è articolato su 5 giorni settimanali e le condizioni lavorative espongono gli addetti a livelli di rumorosità sufficientemente stabili o comunque variabili con regolarità nel corso della giornata lavorativa, il livello da prendere a riferimento è il $L_{EP,d}$.

Se, invece, l'orario di lavoro non è articolato su 5 giorni settimanali oppure le condizioni lavorative espongono a livelli notevolmente variabili e fluttuanti tra una giornata e l'altra della medesima settimana si deve prendere come riferimento il $L_{EP,w}$.

In tal caso il $L_{EP,w}$, che rappresenta per definizione la media settimanale dei diversi $L_{EP,d}$, diviene il valore sulla base del quale attuare i protocolli di prevenzione previsti dal D.Lgs. 277/91. L'unica eccezione riguarda l'utilizzo dei mezzi di protezione personale: anche nel caso in cui il $L_{EP,w}$ sia inferiore a 90 dB(A), al superamento dei 90 dB(A) di $L_{EP,d}$ interviene comunque l'obbligo per i lavoratori ad indossare tali protettori, fatto salvo l'accoglimento della richiesta di deroga ex art.47.

Su questo stesso punto, nelle Linee Guida si sottolinea poi che per attività molto variabili che comportano una elevata fluttuazione dei livelli di esposizione personale e qualora tali livelli, espressi come $L_{EP,d}$ o $L_{EP,w}$, non siano ragionevolmente rappresentativi della reale esposizione giornaliera o settimanale, è corretto che il L_{EP} sia ricostruito in riferimento alla situazione ricorrente a massimo rischio.

Il ricorso in fase di valutazione a L_{EP} mediati su tempi superiori alla settimana (anche se poi forzatamente ricondotti a $L_{EP,d}$ o $L_{EP,w}$) non trova riscontri sul testo legislativo e può indurre a sottovalutazioni dei provvedimenti preventivi e protettivi da adottare.

E' comunque bene che il Rapporto di valutazione relativo a queste situazioni espliciti sia la variabilità dei L_{EP} nelle situazioni-tipo individuabili, sia i periodi di tempo in cui tali L_{EP} si presentano.

ERRORE CASUALE

Passiamo al secondo punto: cosa si intende per errore casuale, come lo si esprime e come lo si utilizza?

Come noto, i valori di L_{Aeq} risultati dall'indagine fonometrica, in osservanza all'Allegato VI del D.Lgs. 277/91, devono essere accompagnati da una stima della loro incertezza. Una stima dell'incertezza associata al valore misurato o calcolato di una grandezza è un elemento che rende possibile controllare la ripetibilità di una misura e rende significativo il confronto tra i risultati di misure effettuate da diversi soggetti nelle stesse condizioni.

Sull'argomento ricordo che all'uscita del D.Lgs. 277/91, quali indicazioni operative alle aziende ed ai loro consulenti, come Coordinamento dei Servizi di prevenzione e vigilanza delle USL modenesi, anche in attesa di auspiccate (ma mai intervenute) puntualizzazioni a livello centrale, dicemmo sostanzialmente di soprassedere dall'indicare l'errore casuale puntando invece ad applicare le consolidate norme di

buona tecnica (UNI 9432 del 1989, oggi in corso di aggiornamento) che, in sintesi, danno le seguenti indicazioni:

- Le misurazioni eseguite per brevi periodi sono soddisfacenti nel caso di rumori stabili o poco fluttuanti o fluttuanti ciclicamente su tempi più brevi.
- Se le fluttuazioni sono estese in ampiezza o si prolungano nel tempo ovvero se il fenomeno sonoro è irregolare occorrerà rivolgersi sempre a fonometri integratori e prolungare l'osservazione strumentale fin anche a misurare il livello dell'intera giornata di lavoro (metodo di riferimento).
- In situazioni estreme, qualora possa prevedersi un'oscillazione dei valori di esposizione giornaliera, occorre ripetere le misure giornaliere sino al computo del $L_{EP,w}$.

In definitiva, si sottolineava che l'obiettivo dovesse essere la stabilizzazione del L_{Aeq} sul fenomeno acustico rappresentativo delle condizioni di esposizione dei lavoratori e si richiamava l'attenzione sull'importanza della corretta identificazione delle condizioni di misura.

In quelle indicazioni c'era tutta la preoccupazione di non creare intralci all'avvio della nuova impostazione di stampo europeo per la gestione della prevenzione.

Pur non perdendo di vista la dimensione del problema, oggi, a 9 anni di distanza, nelle Linee Guida si indica di superare tale lettura basandosi sui criteri consigliati dallo standard ISO 9612 che, riguardando specificatamente il rumore in ambiente di lavoro, bene si adatta alla valutazione del rischio rumore secondo le prescrizioni del D.Lgs. 277/91.

Nonostante poi che il D.Lgs. 277/91, nell'Allegato VI, parli solo di errore casuale sui livelli equivalenti misurati, nelle Linee Guida si è ritenuto doveroso fornire una metodologia di calcolo dell'incertezza complessiva sul livello di esposizione personale. Considerato infatti che è il L_{EP} il risultato finale della misura della esposizione professionale a rumore, è ad esso che deve essere associata una incertezza: le Linee Guida suggeriscono un metodo per il calcolo dell'incertezza globale sul L_{EP} nel caso generale in cui si effettui un campionamento dell'evento sonoro e non si disponga di informazioni precise sui tempi di esposizione.

Per una corretta analisi delle incertezze ne vanno quindi calcolate separatamente tre tipi: una componente di tipo "strumentale"; una di tipo "ambientale", dovuta alla incompleta campionatura della distribuzione dei livelli sonori ed una componente dovuta alla variabilità dei tempi di esposizione.

Le Linee Guida consigliano un metodo per la definizione di tutte e tre le componenti e forniscono un programma per il loro calcolo (scaricabile al sito www.ispesl.it).

Nel caso particolare in cui si faccia ricorso alla determinazione del L_{EP} basandosi sulla misurazione "diretta" della situazione ricorrente a massimo rischio, si annullano sia l'incertezza "ambientale" che quella relativa ai "tempi di esposizione", riconducendo l'incertezza al solo valore associato alla strumentazione.

Quindi, nel rapporto di valutazione del rischio ex articolo 40 del D.Lgs. 277/91 andrà riportato, per ogni operatore esposto, il livello di esposizione personale ("d" o "w") con associata la relativa incertezza.

Si pone infine il problema di quale significato concretamente attribuire al calcolo dell'incertezza nel classificare i livelli di esposizione del personale, ed a questo riguardo, richiamato che è possibile ridurre l'incertezza aumentando ad esempio il numero e la durata delle misure, si raccomanda l'adozione di criteri cautelativi nell'individuazione delle misure di prevenzione e protezione, nello spirito prevenzionistico del D.Lgs. 277/91.

In definitiva, in presenza di valori ricadenti in diverse fasce di rischio, si raccomanda l'adozione dei protocolli di prevenzione sulla base del valore del L_{EP} incrementato del valore dell'incertezza.

IMPRESE EDILI

Terzo punto: come interpretare l'art.16 del D.Lgs.494/96 sull'utilizzo di banche dati per la valutazione del rumore nei cantieri temporanei e mobili?

Come noto, con il **D.Lgs. 494/96**, all'art.16 è stata introdotta, nel solo caso specifico dei cantieri temporanei o mobili (come definiti nello stesso Decreto e successive modifiche) la possibilità di effettuare, in una fase preventiva all'avvio delle attività, una valutazione del rumore calcolando i livelli di esposizione dei lavoratori in riferimento ai tempi di esposizione e ai livelli di rumore standard individuati da banche-dati, studi e misurazioni la cui validità è riconosciuta dalla **Commissione consultiva permanente per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro** di cui all'art.26 del D.Lgs. 626/94.

La formulazione dell'art.16 del D.Lgs. 494/96, sostanzialmente non modificata dal successivo decreto di modifica, è stata da taluni letta come la possibilità per le aziende che operano nei cantieri temporanei e mobili di non disporre di una propria valutazione strumentale del rumore ex art.40 del D.Lgs. 277/91.

Le Linee Guida invece, dopo aver evidenziato che i primi destinatari della possibilità del ricorso a valutazioni da banche dati sono i Coordinatori per la sicurezza in fase di progettazione per effettuare previsioni volte a gestire l'organizzazione spaziale e temporale dei cantieri, dal punto di vista acustico, prefigurano che i datori di lavoro delle imprese esecutrici si avvalgano di questa opportunità limitatamente al caso in cui l'azienda stia per cimentarsi in una tipologia produttiva rispetto alla quale non dispongano di dati propri, frutto della relazione di valutazione del rumore ex art.40 del D.Lgs. 277/91 ed in attesa che le proprie specifiche misurazioni permettano di prendere le decisioni più appropriate.

Pertanto, nella lettura proposta dalle Linee Guida, il D.Lgs. 494/96 permette ad imprese che operano sempre su nuovi cantieri di limitare l'obbligo di aggiornamento della valutazione, da effettuarsi mediante l'analisi delle proprie condizioni di rischio -ovvero misura dei reali livelli di rumore e determinazione degli specifici tempi di esposizione-, ai soli casi previsti nel nuovo (futuro) cantiere temporaneo o mobile e non già contemplati nella valutazione aziendale del rischio effettuata ai sensi dell'art.40 del D.Lgs. 277/91.

In definitiva viene ribadito che tutte le aziende, e quindi anche le imprese che operano nei cantieri temporanei e mobili, debbono comunque disporre -ex art.40 del D.Lgs. 277/91- di una propria valutazione del rumore (con propri rilievi e propri tempi di esposizione).

I datori di lavoro, acquisite le previsioni dei Coordinatori per la sicurezza in fase di progettazione, potranno verificare, prima dell'avvio delle attività, se le condizioni di lavoro previste in quello specifico cantiere sono compatibili con i livelli di prevenzione e protezione adottati per i propri lavoratori, cioè potranno e dovranno verificare l'attendibilità della valutazione del rischio specifica della propria azienda in quel determinato cantiere.

Le misure di prevenzione e protezione adottate dal datore di lavoro a seguito della propria valutazione ex art.40 del D.Lgs. 277/91 ed eventualmente aggiornate alla luce del quadro di rischio prefigurato dal Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione nel Piano di Sicurezza e Coordinamento di quello specifico cantiere, vanno invece riportate nel Piano Operativo per la Sicurezza.

RIPETIZIONE DELLA VALUTAZIONE

Quali tempi adottare per la ripetizione della valutazione?

Il D.Lgs. 277/91 prevede che il datore di lavoro ripeta la valutazione dell'esposizione a rumore ad "opportuni intervalli" senza però stabilire una precisa periodicità.

Neppure il D.Lgs. 626/94 o altri provvedimenti si sono mai pronunciati, più o meno direttamente, sui tempi della periodicità per la ripetizione della valutazione del rischio rumore.

Si può rilevare come a tutt'oggi i fattori di rischio per i quali la legislazione fissa espressamente una periodicità massima per la ripetizione della valutazione sono i seguenti: per il Cloruro di vinile si richiede una valutazione che potremmo definire permanente, mentre per Piombo, Amianto, Agenti cancerogeni e Agenti biologici la periodicità massima è fissata in 3 anni.

Anche sulla periodicità della valutazione del rumore si confrontavano sostanzialmente due interpretazioni.

Fermo restando l'obbligo per il datore di lavoro di ripetere la valutazione del rumore ogni qualvolta si modificano sostanzialmente le condizioni espositive, oppure quando l'organo di vigilanza lo richieda con provvedimento motivato, la prima interpretazione propende per fornire tempistiche per la ripetizione della valutazione in linea con gli orientamenti generali (triennale) e con altri obblighi previsti dal Capo IV del D.Lgs. 277/91 (l'obbligo di consegna periodica all'ISPESL ed all'USL del registro degli esposti ex art.49).

In effetti, sulle Linee Guida si trovano indicate le seguenti periodicità:

- se nessun lavoratore è esposto a un $L_{EP} > 80$ dB(A): ogni 5 anni;
- se anche un solo lavoratore è esposto a un $L_{EP} > 80$ dB(A): ogni 3 anni;

Tali indicazioni, non vincolanti, sono fornite sulla base di esperienze tecniche ed è suggerito trovino opportuno adattamento a seconda delle particolari situazioni aziendali, previo giudizio del personale competente e sentiti i lavoratori o i loro rappresentanti ed il medico competente.

In ogni caso, è chiaro che sul Rapporto di Valutazione deve essere indicato il periodo entro il quale andrà ripetuta la Valutazione e che quella periodicità andrà rispettata.

Sono state quindi almeno in parte recuperate le preoccupazioni espresse dalla seconda interpretazione che poneva l'accento sulle differenziazioni presenti nei diversi settori produttivi e nelle diverse tipologie aziendali per sostenere che una indicazione di tempi, pur anche adattabile, finisse col determinare un fittizio incremento di esigenze valutative con analogo incremento degli oneri aziendali. Ricordo che, in quest'ottica, era il parere del personale competente che, tenuto appunto conto delle caratteristiche aziendali, forniva l'indicazione-base al datore di lavoro.

REGISTRO DEGLI ESPOSTI

Quinto punto: come interpretare l'obbligo del registro degli esposti ex art.49?

Nel 1999 questo argomento era particolarmente al centro del dibattito: molti ricorderanno le istruzioni che anche a questo riguardo la procura di Milano aveva diramato ai suoi organi di polizia giudiziaria e che proprio ad agosto del 1999 furono pubblicate da un importante quotidiano economico-finanziario.

Di rimando, la Regione Lombardia, su posizioni diverse e dichiarate in una sua Circolare del 1993, inoltrò uno specifico quesito alla Commissione consultiva permanente per la prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali, Commissione ridefinita, come noto, dall'art.26 del D.Lgs. 626/94.

La polemica è vecchia e risale ad un testo, quello dell'art.49 del D.Lgs. 277/91, che rimanda alle attività indicate in un altro articolo (il 41, che non parla affatto di attività) e che prevede un provvedimento applicativo sui modelli e le modalità di tenuta che a tutt'oggi non è intervenuto.

Su questo punto erano quattro le interpretazioni che si confrontavano.

La prima, la più estensiva, ritiene che il richiamo all'art.41, senza ulteriori specificazioni, debba essere inteso nel senso che tutti i lavoratori, qualunque sia il livello di esposizione, siano soggetti alle tutele dell'art.49.

La seconda interpretazione, un po' più restrittiva, pur riconoscendo che il rinvio operato dall'art.49 è a tutto l'art.41 e (non solo al comma 2, quello che indica 90 dB(A)) ritiene necessario individuare un specifico livello di esposizione a rumore al di sotto del quale gli obblighi previsti dall'art.49 non sorgono. Tale livello viene identificato negli 80 dB(A), soglia di attivazione della prevenzione e protezione sulla persona.

La terza interpretazione, ancor più restrittiva, è nel senso di ritenere che solo i lavoratori esposti ad un LEP superiore ai 90 dB(A) (o 140 dBlineare,picco) siano

soggetti alle tutele previste dall'art.49 perché, in estrema sintesi ma con altre valutazioni a sostegno, quelli sono gli unici valori numerici che compaiono nell'art.41.

La quarta e ultima interpretazione sostiene che in assenza del provvedimento applicativo l'obbligo del datore di lavoro non si concretizzi.

Nelle Linee Guida la tenuta del registro degli esposti è reputata un obbligo vigente. In altre parole si dice che le aziende sono soggette all'obbligo di detenere il registro degli esposti anche se questo non è stato ancora standardizzato.

L'ISPESL ha proposto schemi progettuali utili all'ottemperanza degli obblighi di legge previsti dall'art.49 e detti schemi (simili a quelli in uso per l'esposizione ad agenti cancerogeni e biologici) possono rappresentare i modelli di riferimento per l'attivazione di sistemi di registrazione dei livelli individuali di esposizione al rumore. Il loro impianto (un primo modello per i dati del datore di lavoro, un secondo per i dati del lavoratore e dell'esposizione, un terzo per la comunicazione delle variazioni dei dati e per la eventuale cessazione dell'attività produttiva, infine un quarto modello per la richiesta delle annotazioni individuali) risponde agli obblighi di legge e consente l'istituzione di un sistema informativo esaustivo ed affidabile. I modelli sono stati pubblicati sulla rivista "Fogli d'Informazione ISPESL" (n° 1/94, monografico) e sono reperibili presso il sito dell'ISPESL all'indirizzo www.ispesl.it cliccando sull'icona "Registri di esposizione".

In attesa dei decreti attuativi gli operatori possono dunque assolvere agli obblighi di legge con tali modelli oppure con registri cartacei o informatici indicanti per ciascun lavoratore le informazioni essenziali (dati anagrafici dell'azienda, dati anagrafici del lavoratore, mansione del lavoratore, livelli di esposizione, variazioni dei dati ed eventuale cessazione del rapporto di lavoro).

Per quanto attiene al livello di esposizione al rumore oltre il quale scatta l'obbligo di istituzione del registro è stato accettato appieno il parere della Commissione consultiva ex art.26, D.Lgs. 626/94, che, anche se mai pubblicamente fatto circolare (di tale posizione esiste traccia solo nel verbale della riunione) individua tale livello in 90 dB(A).

PERSONALE COMPETENTE

Veniamo al sesto ed ultimo punto: quali sono i requisiti del "personale competente"? Su questo aspetto non hanno purtroppo ancora sortito risultati apprezzabili gli elementi di novità che si intravedevano nel 1999. In sede UNI non è ancora ultimata la norma sulla qualificazione e certificazione del personale esperto in acustica, suono e vibrazioni in accordo in accordo con la UNI CEI EN 45013 "Criteri generali per gli organismi di Certificazione del Personale" e sulla falsariga della UNI EN 473 "Qualifica e certificazione del Personale addetto alle prove non distruttive". Sul versante parlamentare non è stato approvato né il Disegno di legge depositato dal senatore Smuraglia sulla disciplina di alcune figure professionali della sicurezza del lavoro quali: il *responsabile del servizio di prevenzione e protezione*, il *consulente per la sicurezza*, l'*ergonomo*, il *tecnico della prevenzione nei luoghi*

di lavoro, il *medico competente* (chi fosse interessato a consultarne il testo può farlo al sito www.senato.it, richiamando il disegno di legge n°4068) né altro provvedimento legislativo pertinente.

Queste “novità” non sono quindi ancora in grado di modificare il quadro attuale. Si conferma pertanto che la responsabilità di effettuare le valutazioni tecniche tramite personale competente è del datore di lavoro, il quale è opportuno che si avvalga di figure qualificate con però la difficoltà che il D.Lgs. 277/91 (né altra precedente normativa) non stabilisce quali debbano essere i requisiti professionali del personale incaricato di effettuare le valutazioni e le misurazioni dell'esposizione a rumore.

In questo contesto gli organi di vigilanza, ai fini della valutazione della pertinenza e della qualità della valutazione dell'esposizione, dovranno prendere in esame esclusivamente le prestazioni tecniche erogate dal personale incaricato che, comunque, deve essere identificato nella **Relazione tecnica**.

In particolare saranno osservati:

- l'adeguatezza della strumentazione utilizzata;
- la correttezza dei metodi di misura;
- la coerenza delle strategie di campionamento in relazione alla tipologia del rumore da misurare;
- la chiara indicazione dei punti di misura (sulla pianta o sul lay-out del reparto/stabilimento), le condizioni di campionamento e dei relativi livelli misurati;
- la chiarezza e la completezza della **Relazione tecnica** (che costituisce il perno del **Rapporto di Valutazione**) soprattutto in merito all'espressione dei risultati della valutazione.

Ad analoghi criteri possono dunque attenersi anche i datori di lavoro per valutare la qualità della prestazione ottenuta; parimenti è opportuno promuovere e verificare che il tecnico competente abbia i dovuti rapporti coi soggetti della sicurezza in ambito aziendale (in particolare R-SPP ed RLS) per garantirsi circa l'effettiva comprensione delle condizioni produttive da valutare.

Può essere poi utile sapere che esistono tecnici che hanno frequentato specifici corsi di acustica presso Università ed Associazioni o sono iscritti in elenchi regionali istituiti dalla legge 447/95 (“*Legge quadro sull'inquinamento acustico*”).

Per chiudere su questo aspetto, mi pare che anche la più volte discussa sentenza della Cassazione Penale n°851 del 22 gennaio 1999 non introduca specifiche novità: la valutazione deve essere condotta da personale competente che, sotto la responsabilità del datore di lavoro può anche essere il datore di lavoro stesso.

Certamente che l'avvalersi di personale qualificato riduce grandemente i margini di errore nella scelta.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Una presentazione dei contenuti e degli aspetti critici sulle Linee Guida per l'applicazione della legislazione sul rumore nei luoghi di lavoro merita conclusioni assolutamente essenziali.

Mi auguro che queste Linee Guida rappresentino effettivamente uno strumento di riferimento omogeneo per tutti gli addetti ai lavori. Come detto il loro testo è disponibile sul sito web dell'ISPESL e l'invito non può essere altro che quello di prenderne visione nel loro complesso e di applicarne le direttive.

Infine, confermo l'intenzione dei promotori e degli estensori di queste Linee Guida ad adeguarne il testo in tanto in quanto la promulgazione di nuovi testi legislativi, le novità tecniche e tecnologiche, le casistiche giudiziarie e, in generale, l'esperienza applicativa, ne determineranno l'opportunità.

LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA VIBRAZIONI: ARGOMENTI SVILUPPATI, PUNTI CRITICI

Iole Pinto

Azienda USL 7 di Siena - Dipartimento di Prevenzione - Laboratorio Agenti Fisici

1 - PREMESSA

E' noto che l'esposizione umana a vibrazioni meccaniche può rappresentare un fattore di rischio rilevante per i lavoratori esposti. L'angiopatia e l'osteartropatia da vibranti sono riconosciute come malattie professionali dalla Commissione dell'Unione Europea (90/326/EEC, Annex I, voci 505.01 e 505.02) e dalla legislazione del nostro Paese (D.P.R. 336/94: (i) voce 52 della tabella delle malattie professionali nell'industria; (ii) voce 27 della tabella delle malattie professionali nell'agricoltura, limitatamente alle lavorazioni forestali con uso di motoseghe portatili). Le sole osteoangioneurosi da vibranti costituiscono nel nostro Paese la quinta causa di malattia professionale indennizzata dall'INAIL. Tuttavia in Italia non esistono ancora disposizioni normative specifiche in materia di rischio da esposizione a vibrazioni, che definiscano una politica generale di prevenzione in termini di misure tecniche, organizzative e procedurali tese alla tutela dei lavoratori esposti a vibrazioni, analogamente a quanto prevede il D. Lgs. 277/91 in relazione all'esposizione lavorativa al rumore. D'altra parte, l'obbligo di valutare il rischio e di attuare le appropriate misure di prevenzione, protezione e sorveglianza sanitaria, stabilito in generale per tutti i fattori di rischio dal D. Lgs. 626/94, vale anche per l'esposizione professionale alle vibrazioni. Va ricordato in proposito che per questo agente di rischio è ancora in vigore l'articolo 24 del D.P.R. 303/56 "Rumori e scuotimenti" che recita: *"Nelle lavorazioni che producono scuotimenti, vibrazioni o rumori dannosi ai lavoratori, devono adottarsi i provvedimenti consigliati dalla tecnica per diminuirne l'intensità"*.

Nel 1993 è stata pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea una "Proposta di Direttiva del Consiglio sulle norme minime di sicurezza e salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici" n. 93/C77/02, successivamente modificata dalla Proposta di Direttiva n. 94/C230/03. Tale Proposta riguarda l'esposizione professionale ad una serie di agenti fisici tra cui le vibrazioni meccaniche trasmesse al sistema mano-braccio e al corpo intero, e si inquadra nell'ambito delle direttive sociali emesse in applicazione della direttiva quadro sui luoghi di lavoro 89/391/CEE. Questa è stata nel corso degli anni oggetto di ampio dibattito e di una serie di successive modifiche. Recentemente (Novembre 2000) a Brussels è stata concordata una versione finale della proposta di Direttiva,

passata all'esame del Comitato Permanente dei Rappresentanti (COREPER). Il livello di consenso conseguito sembra attualmente idoneo da poterne prevedere la approvazione definitiva da parte del Comitato nel corso del 2001.

Va comunque tenuto presente che i livelli d'azione proposti dalla direttiva sono in parte già recepiti dal D.P.R. 459/96 "Direttiva Macchine" (recepimento della direttiva comunitaria 89/392/CEE), come verrà discusso in dettaglio nel seguito.

Le Linee Guida sono state sviluppate dal gruppo di Lavoro ISPESL nel tentativo di colmare la carenza di criteri valutativi disponibili nel nostro Paese ai fini della prevenzione del rischio da esposizione a vibrazioni. Nella loro stesura si è tenuto conto dello stato attuale delle conoscenze in materia, considerando sia le norme internazionali più aggiornate in materia di buona tecnica che gli sviluppi del dibattito inerente la sopracitata direttiva europea sul rischio vibrazioni, in corso di approvazione presso la Commissione Europea.

L'obiettivo perseguito nella stesura delle Linee Guida è stato dunque quello di fornire uno schema di riferimento che orienti le aziende ed i loro consulenti verso la messa in atto di misure di tutela idonee per i lavoratori esposti a vibrazioni, tenendo anche conto del quadro complessivo delineatosi dai recenti sviluppi del dibattito tecnico e scientifico in materia. Sarà compito e cura del gruppo di lavoro provvedere all'aggiornamento delle linee guida alla luce dell'evoluzione tecnica e legislativa in materia di prevenzione del rischio vibrazioni.

2. STRUTTURA GENERALE DELLE LINEE GUIDA

Le linee guida si articolano in due parti: La prima parte è dedicata alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio, mentre la seconda parte tratta delle vibrazioni trasmesse al corpo.

In tabella 1 si riporta l'indice generale degli argomenti trattati e degli allegati.

Tab. 1: Indice generale delle linee guida vibrazioni

1	PREMESSA
2	PARTE I - VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO-BRACCIO
2.1	<i>IDENTIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEL RISCHIO</i>
2.2	<i>EFFETTI DELLE VIBRAZIONI</i>
2.2	<i>RIFERIMENTI NORMATIVI</i>
2.3	<i>DEFINIZIONI E PARAMETRI</i>
2.4	<i>CRITERI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO</i>
2.5	<i>VALUTAZIONE DEL RISCHIO: GENERALITÀ</i>
2.5.1	<i>Valutazione senza misurazioni</i>
2.5.2	<i>Valutazioni con misurazioni</i>
2.5.3	<i>Relazione tecnica</i>
2.6	<i>RAPPORTO DI VALUTAZIONE</i>
2.7	<i>AZIONI CONSEGUENTI LA VALUTAZIONE</i>
2.8	<i>CONTROLLI SANITARI PREVENTIVI E PERIODICI</i>
2.9	<i>ACQUISTO DI NUOVI MACCHINARI</i>
2.10	<i>DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE</i>
3	PARTE II - VIBRAZIONI TRASMESSE AL CORPO INTERO
3.1	<i>IDENTIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEL RISCHIO</i>
3.2	<i>EFFETTI DELLE VIBRAZIONI</i>
3.2	<i>RIFERIMENTI NORMATIVI</i>
3.3	<i>DEFINIZIONI E PARAMETRI</i>
3.4	<i>CRITERI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO</i>
3.5	<i>VALUTAZIONE DEL RISCHIO: GENERALITÀ</i>
3.5.1	<i>Valutazione senza misurazioni</i>
3.5.2	<i>Valutazioni con misurazioni</i>
3.5.3	<i>Relazione tecnica</i>
3.6	<i>RAPPORTO DI VALUTAZIONE</i>
3.7	<i>AZIONI CONSEGUENTI LA VALUTAZIONE</i>
3.8	<i>CONTROLLI SANITARI PREVENTIVI E PERIODICI</i>
3.9	<i>ACQUISTO DI NUOVI MACCHINARI</i>
4	LISTA DI CONTROLLO PER GLI ADEMPIMENTI BUROCRATICI

- Allegato n 01** Guida alla misurazione delle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio
- Allegato n 02** Schema della relazione tecnica sull'esposizione a vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio
- Allegato n 03** Rapporto di valutazione in aziende con addetti esposti a vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio
- Allegato n 04** Guida alla misurazione delle vibrazioni trasmesse al corpo intero
- Allegato n 05** Schema della relazione tecnica sull'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero
- Allegato n 06** Rapporto di valutazione in aziende con addetti esposti a vibrazioni trasmesse al corpo intero
- Allegato n 07** Guida alla sorveglianza sanitaria
- Allegato n 08** Banca dati dei livelli di esposizione a HAV
- Allegato n 09** Banca dati dei livelli di esposizione a WBV
- Allegato n 10** *Bibliografia*

3. LINEE GUIDA PER LA PREVENZIONE DEL RISCHIO VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO-BRACCIO

E' noto che lavorazioni in cui si impugnano utensili vibranti o materiali sottoposti a vibrazioni o impatti, possono indurre un insieme di disturbi neurologici e circolatori digitali e lesioni osteoarticolari a carico degli arti superiori, definito con termine unitario "Sindrome da Vibrazioni Mano-Braccio". In Tabella 1 si fornisce un elenco di alcuni utensili il cui impiego abituale comporta nella grande maggioranza dei casi rischio di esposizione a vibrazioni del sistema mano-braccio per il lavoratore.

Tab. 1 - Esempi di sorgenti di rischio di esposizione a vibrazioni del sistema mano-braccio

Tipologia di utensile	Principali lavorazioni
Utensili di tipo percussorio	
Scalpellatori e Scrostatori - Martelli rivettatori	Scalpellatura, pulitura, scanalatura, lapidei, sbavatura di fusioni, rimozioni di ruggini e vernici. Rivettatura.
Martelli Perforatori da 2 a 10 Kg - elettrici, idraulici, pneumatici	Edilizia - lavorazioni lapidei
Martelli Demolitori e Picconatori	Edilizia - estrazione lapidei
Trapani a percussione	Metalmeccanica
Avvitatori ad impulso	Metalmeccanica, Autocarrozzerie
Martelli Sabbiatori	Fonderie - metalmeccanica
Cesoie e Roditrici per metalli	Metalmeccanica
Martelli piccoli scrostatori	Lavorazioni artistiche e finitura lapidei, sbavatura di fusioni
Utensili di tipo rotativo	
Levigatrici orbitali e roto-orbitali	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Seghe circolari e seghetti alternativi	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Smerigliatrici Angolari e Assiali	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Smerigliatrici Diritte per lavori leggeri	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Motoseghe	Lavorazioni agricolo-forestali
Decespugliatori	Manutenzione aree verdi
Altri macchinari	
Tagliaerba	Manutenzione aree verdi
Motocoltivatori	Lavorazioni agricolo-forestali
Chiodatrici	Palletts, legno
Compattatori vibro-cemento	Produzione vibrati in cemento
Limatrici rotative ad asse flessibile	Metalmeccanica - Lavorazioni artistiche: Sbvatura - finitura
Manubri di motociclette	Trasporti
Cubettatrici	Lavorazioni lapidei (porfido)
Ribattitrici	Calzaturifici
Altri macchinari a colonna	
Trapani da dentista	Odontoiatria

Ai fini della valutazione del rischio nell'ambito delle L.G. sono stati adottati i criteri valutativi definiti dallo standard internazionale ISO 5349, che rappresentano attualmente il quadro di riferimento principale, e che sono alla base della normativa comunitaria in materia di prevenzione del rischio da esposizione a vibrazioni in fase di emanazione.

In base a tali criteri, l'esposizione a vibrazioni m-b viene quantificata mediante la valutazione dell'accelerazione equivalente ponderata in frequenza riferita ad 8 ore di lavoro, convenzionalmente denotata con il simbolo A(8). L'accelerazione equivalente ponderata in frequenza riferita ad 8 ore di lavoro si calcola mediante la seguente formula:

$$A(8) = A_{(w)sum} \sqrt{\frac{T_e}{8}} \quad (m/s^2) \quad (3)$$

dove:

T_e : Durata complessiva giornaliera di esposizione a vibrazioni (ore)
 a_w : Valore rms dell'accelerazione ponderata in frequenza (m/s^2)
 A_{wsum} : $(a_{wx}^2 + a_{wy}^2 + a_{wz}^2)^{1/2}$
 x, y, z : assi di misura delle vibrazioni definiti dallo standard ISO 5349

Nel caso in cui il lavoratore sia esposto a differenti valori di vibrazioni, come nel caso di impiego di più utensili vibranti nell'arco della giornata lavorativa, l'esposizione quotidiana a vibrazioni A(8), in m/s^2 , sarà ottenuta mediante l'espressione:

$$A(8) = \left[\frac{1}{8} \sum_{i=1}^N a_{hwi, T_i}^2 \right]^{1/2} \quad (m/s^2) \quad (4)$$

dove:

a_{hwi}^2 : somma vettoriale dell'accelerazione ponderata in frequenza relativa all'operazione iesima
 T_i : Tempo di esposizione relativo alla operazione iesima (ore)

Livelli d'azione e valori limite

I criteri igienistici adottati nell'ambito delle L.G. si basano sulle previsioni di prevalenza del fenomeno di Raynaud, a seguito dell'esposizione a vibrazioni mano-braccio, riportati nell'ambito dello standard ISO 5349. Sulla base dello stato attuale delle conoscenze si assume inoltre che tali criteri siano sufficientemente cautelativi anche ai fini della prevenzione di altri effetti patologici a carico degli arti superiori, associati all'esposizione a vibrazioni.

Su tali criteri sono basati i livelli d'azione e valori limite individuati dalla "Proposta modificata di Direttiva del Consiglio sulle norme minime di sicurezza e di salute

relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici" 94/C230/03, adottati altresì dalle L.G. e di seguito discussi.

In tabella 3 vengono forniti i valori di esposizione a vibrazioni A(8) che, allo stato attuale delle conoscenze, possono indurre il 10% di prevalenza del fenomeno di Raynaud, in funzione degli anni di esposizione.

I dati in tabella si basano sulla seguente relazione che consente di stimare gli anni di esposizione per una prevalenza prevista del fenomeno di Raynaud del 10% in gruppi di esposti, in funzione dell'accelerazione equivalente ponderata in frequenza riferita a 8 ore di lavoro A(8):

$$[A(8)/1 \text{ m/s}^2] \cdot [\text{Numero Anni}/1 \text{ anno}] = 31,8 \quad (3)$$

Tabella 3 - Valori di esposizione giornaliera riferita ad 8 ore di lavoro -A(8)- per cui è possibile stimare una prevalenza del 10% di fenomeno di Raynaud in una popolazione di esposti, in funzione degli anni di esposizione

Anni esposizione	1	2	4	8
A(8) m/s ²	26	14	7	4

Come precedentemente accennato, nell'ambito delle linee guida sono stati adottati gli stessi livelli d'azione e valori limite individuati dalla "Proposta modificata di Direttiva del Consiglio sulle norme minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici" 94/C230/03, in quanto ritenuti idonei alla tutela della salute dei lavoratori in relazione al rischio vibrazioni.

La "Proposta stabilisce in premessa (art. 5), che "tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per il contenimento dell'agente fisico da realizzarsi prioritariamente alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione all'agente fisico stesso devono essere ridotti al livello più basso possibile, con l'obiettivo di ridurre l'esposizione al di sotto del livello di soglia indicato nel pertinente allegato.

I livelli di rischio previsti dalla proposta di direttiva UE ed adottati dalle Linee Guida sono riportati in Tabella 4.

Tab. 4 - Livelli di rischio fissati dalla Proposta di Direttiva UE sugli Agenti Fisici 94/C230/03

LIVELLO DI SOGLIA	A(8) = 1 m/s ²
LIVELLO D' AZIONE	A(8) = 2,5 m/s ²
VALORE LIMITE	A(8) = 5 m/s ²
LIVELLO DI RISCHIO RILEVANTE	a _{w eq} = 20 m/s ²

Il livello di soglia rappresenta, come detto in premessa della Proposta di Direttiva, il livello cui deve tendere l'attuazione della direttiva ai fini della riduzione del rischio, ovvero quel valore al di sotto del quale un'esposizione permanente e/o ripetitiva non ha conseguenze negative per la salute del soggetto esposto.

Il livello d'azione rappresenta quel valore di esposizione a partire dal quale devono essere attuate specifiche misure di tutela per i soggetti esposti. Tali misure includono la formazione dei lavoratori sul rischio specifico, l'attuazione di interventi mirati alla riduzione del rischio, il controllo sanitario periodico dei soggetti esposti.

Il valore limite rappresenta il livello di esposizione il cui superamento è vietato e deve essere prevenuto, in quanto esso comporta un rischio inaccettabile per un soggetto che vi sia esposto in assenza di dispositivi di protezione. Esposizioni a vibrazioni di livello superiore a 20 m/s^2 , anche se di brevissima durata, sono vietate. Tale valore rappresenta il "livello di rischio rilevante". Macchinari in grado produrre vibrazioni di entità maggiore del "livello di rischio rilevante" dovranno essere munite di idonei contrassegni. Nel caso di utensili in grado di produrre accelerazioni ponderate in frequenza (r.m.s.) superiori a 10 m/s^2 andranno intensificati gli sforzi di ridurre il rischio alla fonte ed evitate le esposizioni continuative e di lunga durata a tali livelli di vibrazioni.

La nuova stesura della proposta di direttiva europea sugli agenti fisici, pur presentando significative differenze rispetto alla precedente, mantiene il valore di azione A(8) pari a $2,5 \text{ m/s}^2$ e il valore limite A(8) pari a 5 m/s^2 .

Sulla base dei sopracitati criteri, per poter valutare correttamente il rischio da esposizione a vibrazioni è necessario :

1. identificare le fasi lavorative comportanti esposizione a vibrazioni e valutare i tempi di esposizione effettiva a vibrazioni associati a ciascuna fase;
2. individuare macchinari ed utensili utilizzati in ciascuna fase.

Al fine di pianificare le successive fasi valutative è in genere utile acquisire preliminarmente le seguenti informazioni:

- tipologia di macchinari vibranti e principali utensili ad essi collegati; applicazioni per cui ciascun utensile è utilizzato; modalità di impiego di ciascun utensile;
- condizioni operative ove siano percepite le vibrazioni di maggior entità da parte degli operatori;
- fattori che possono influenzare maggiormente l'esposizione a vibrazioni, quali condizioni operative, stato di manutenzione, forza di prensione, vetustà dell'utensile, etc.

Tali informazioni possono portare all'effettuazione di stime preliminari del potenziale rischio da vibrazioni associato all'impiego dei differenti macchinari utilizzati, qualora siano disponibili dati attendibili di certificazione o di letteratura.

Per facilitare la fase valutativa e favorire la messa in atto di idonee misure di tutela da parte delle aziende, in **Allegato n. 09** delle linee guida si riportano i valori ponderati in frequenza delle accelerazioni (r.m.s.) rilevate sulle impugnature di

macchinari ed utensili di diffuso impiego in ambito industriale. Il Gruppo di Lavoro sta inoltre sviluppando una banca dati, consultabile in Internet, che riporterà con un maggior livello di dettaglio i valori delle vibrazioni rilevate sulle impugnature di differenti tipologie di utensili, misurati in differenti comparti e in diverse condizioni operative.

L'uso di tali dati può consentire di stimare preliminarmente, evitando di effettuare misurazioni spesso difficili e costose, se ed in che misura il livello di esposizione quotidiana a vibrazioni del lavoratore riferita alle otto ore di lavoro, $A(8)$, superi o meno il livello d'azione di 2.5 m/s^2 o il valore limite di 5 m/s^2 assunti dalla proposta di norma comunitaria. Ciò al fine di poter mettere immediatamente in atto le appropriate azioni di tutela, individuate nel § 2.7 delle linee guida, privilegiando gli interventi alla fonte, quali la sostituzione degli utensili che producono alti livelli di esposizione con utensili che producano minori livelli di vibrazioni.

Si ribadisce in proposito che esposizioni a vibrazioni di livello superiore a 20 m/s^2 , anche se di brevissima durata, devono essere assolutamente evitate, in accordo con quanto indicato dalla Proposta di Direttiva sugli Agenti Fisici 94/C230/03.

Valutazione con misurazioni

Qualora non siano disponibili dati attendibili sulle vibrazioni prodotte dai macchinari impiegati nei cicli produttivi sarà necessario misurare le vibrazioni secondo le attuali norme di buona tecnica. In **Allegato n. 01** delle L.G. è riportata una guida alla misurazione delle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio basata sugli standard ISO e CEN in materia.

Rapporto di valutazione

Nell'ambito delle L.G. sono riportati i contenuti informativi minimi da inserire nel rapporto di valutazione, per poter fornire elementi interpretativi esaustivi dei risultati delle valutazioni

- Anagrafica dell'unità produttiva in oggetto, descrizione della tipologia produttiva e delle mansioni nonché numero degli occupati totali;
- Tabella che identifichi le mansioni e relativo numero di occupati, per le quali si è convenuto di escludere il superamento dei $2,5 \text{ m/s}^2$ di $A(8)$, sulla base di una valutazione senza misurazioni dettagliate, indicando i relativi criteri di giudizio adottati;
- Tipo di strumentazione (di calibrazione e di misura) utilizzata, con data di acquisto o data dell'ultima taratura (di laboratorio), in quest'ultimo caso precisando il centro SIT che l'ha effettuata, e gli estremi di identificazione della procedura;
- Criteri e modalità di valutazione dei valori di $A(8)$;
- Indicazione dei macchinari, delle modalità di lavoro in relazione alle misure effettuate. Anche nel caso di attività a carattere temporaneo (es.: cantieri edili) o

non legate ad un preciso luogo di lavoro (es.: agricoltura, autotrasportatori...) andrà prevista, oltre alla descrizione delle lavorazioni e dei mezzi di produzione impiegati, l'indicazione precisa di ciò che si è provveduto a misurare.

- Tabella che associ ai macchinari misurati i rispettivi a_{hwi} misurati, la data, i tempi e le condizioni di misura, l'eventuale errore casuale.
- Tabella che descriva il procedimento adottato per assegnare il valore di $A(8)$ al singolo operatore (o al gruppo omogeneo) tenendo conto dell'organizzazione del lavoro (posti di lavoro/mobilità/tempi di permanenza);
- Elenco nominativo di tutti i lavoratori con indicazione delle relative classi di rischio:

- $A(8) > 5 \text{ m/s}^2$
- $2,5 \text{ m/s}^2 \leq A(8) \leq 5 \text{ m/s}^2$
- $A(8) < 2,5 \text{ m/s}^2$

- Suggerimenti tecnici per programmare e attuare le misure tecniche, organizzative e procedurali concretamente attuabili per ridurre l'esposizione e per fissare i tempi di ripetizione della valutazione.

La Relazione tecnica va datata e firmata dal personale competente.

In **Allegato n. 02** delle L.G. viene proposto, sotto forma di indice e con alcune esemplificazioni, un modello per la redazione di una **Relazione tecnica** completa e fruibile.

Azioni Conseguenti La Valutazione

Qualora risulti superato il livello di esposizione giornaliera $A(8)$ di 2.5 m/s^2 le L.G. prescrivono l'adozione di specifiche misure di tutela per i lavoratori esposti, sintetizzate nel seguito:

- Informazione sul rischio da esposizione a vibrazioni e formazione specifica sulle corrette procedure di lavoro ai fini della prevenzione e riduzione del rischio da esposizione a vibrazioni m-b, ed in particolare :
 - corrette modalità di prensione e di impugnatura degli utensili;
 - impiego dei guanti durante le operazioni che espongono a vibrazioni;
 - adozione di procedure di lavoro idonee al riscaldamento delle mani prima di cominciare il lavoro;
 - incremento di rischio da danni da vibrazioni dovuto al fumo;
 - esercizi e massaggi alle mani da effettuare durante le pause di lavoro.
- Sostituzione dei macchinari che producono elevati livelli di vibrazioni con macchinari che espongono a minori livelli di vibrazioni. Essa è inderogabile

qualora risulti $A(8) > 5 \text{ m/s}^2$ (es. sostituzione di martelli perforatori di tipo tradizionale con perforatori dotati di sistemi antireattivi).

- Effettuazione di manutenzione regolare e periodica degli utensili.
- Adozione di sistemi di lavoro ergonomici che consentano di ridurre al minimo la forza di prensione o spinta da applicare all'utensile.
- Adozione di cicli di lavoro che consentano di alternare periodi di esposizione a vibrazioni a periodi in cui il lavoratore non sia esposto a vibrazioni.
- Impiego di DPI (guanti antivibranti).
- Effettuazione di controlli sanitari preventivi e periodici da parte del medico competente.

Controlli sanitari preventivi e periodici

L'art. 33 del D.P.R. 303/56 "Norme generali per l'igiene del lavoro" impone, alla voce 48 della tabella allegata, un controllo sanitario preventivo e periodico a cadenza annuale per i lavoratori esposti a "vibrazioni e scuotimenti". Anche se le categorie di lavoratori citate nella sopramenzionata tabella sono limitate a quelle che impiegano utensili ad aria compressa o ad asse flessibile, purtroppo lo stato attuale delle conoscenze cliniche ed epidemiologiche sui danni alla salute provocati dalle vibrazioni meccaniche suggerisce che i controlli medici preventivi e periodici dovrebbero essere eseguiti su tutti i lavoratori professionalmente esposti a vibrazioni mano-braccio generate da macchine e utensili.

Obiettivi generali della sorveglianza sanitaria sono l'informazione e la formazione dei lavoratori sui potenziali rischi associati all'esposizione a vibrazioni meccaniche, la valutazione del loro stato di salute generale e l'individuazione precoce dei sintomi e segni clinici che possono essere causati da una prolungata esposizione a vibrazioni.

E' compito del datore di lavoro provvedere affinché i lavoratori dipendenti esposti a vibrazioni meccaniche siano sottoposti a sorveglianza sanitaria preventiva e periodica in accordo con le disposizioni della legislazione nazionale e delle direttive dell'Unione Europea.

Il programma di sorveglianza sanitaria per i lavoratori esposti a vibrazioni meccaniche è gestito e condotto dal medico competente nominato dal datore di lavoro (D.Lgs. 626/94, art. 16). Il medico competente deve altresì conoscere le caratteristiche del processo lavorativo, nonché le macchine utilizzate dai lavoratori, e, in accordo con le disposizioni dell'art. 17 del D.Lgs. 626/94, deve eseguire i sopralluoghi degli ambienti di lavoro.

Le informazioni relative ai dati personali e sanitari dei lavoratori esposti devono essere trattate e conservate dal medico competente e i suoi collaboratori nel rispetto delle regole del segreto professionale e delle disposizioni della normativa sulla privacy (legge 675/96).

E' compito del medico competente redigere con periodicità regolare un rapporto, in forma di riepilogo epidemiologico di dati anonimi, sullo stato di salute dei lavoratori esposti a vibrazioni e discutere con il datore di lavoro, i preposti ed i rappresentanti dei lavoratori le possibili associazioni tra i quadri clinici emersi dalla sorveglianza sanitaria periodica ed l'esposizione a vibrazioni meccaniche. In tale contesto, il medico competente dovrà suggerire possibili soluzioni tese a migliorare le condizioni di lavoro e di salute dei lavoratori esposti. E' anche compito del medico competente coadiuvare il datore di lavoro e il servizio di prevenzione e protezione nella scelta di nuove macchine e/o utensili da introdurre nel ciclo lavorativo, nonché dare un parere esperto sulla efficacia dei dispositivi di protezione individuale per i lavoratori.

I lavoratori esposti a vibrazioni mano-braccio generate da macchine e/o utensili devono essere sottoposti a procedure di sorveglianza sanitaria che comprendono una visita medica preventiva e successive visite mediche periodiche a cadenza annuale. Poiché i sintomi ed i segni clinici della sindrome da vibrazioni mano-braccio non hanno caratteristiche di specificità e possono essere comuni ad altre condizioni patologiche, in occasione dei controlli sanitari il medico competente dovrà considerare la possibilità di utilizzare vari strumenti e test clinici e di laboratorio per poter formulare una corretta diagnosi differenziale.

Le linee-guida per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a vibrazioni mano-braccio sono rivolte al medico competente al fine di fornire strumenti clinico-diagnostici utili a valutare l'idoneità del lavoratore a sopportare il rischio specifico.

Acquisto di nuovi macchinari

Il D.P.R. 24 luglio 1996 n. 459, che ha recepito in Italia la "Direttiva Macchine" (89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE, 93/68/CEE), stabilisce i requisiti essenziali cui devono rispondere i macchinari per poter circolare liberamente sul mercato europeo, in relazione alla sicurezza intrinseca degli stessi ed alla tutela da rischi specifici associati al loro impiego. Per quanto attiene ai rischi associati all'esposizione a vibrazioni, la Direttiva Macchine prescrive, al § 1.5.9: *"La macchina deve essere progettata e costruita in modo tale che i rischi dovuti alle vibrazioni trasmesse dalla macchina siano ridotti al livello minimo, tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di mezzi atti a ridurre le vibrazioni, in particolare alla fonte"*. Questo criterio generale è applicabile sia nel caso di vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio, che per vibrazioni trasmesse a tutto il corpo. Inoltre, il § 2.2 della Direttiva, dal titolo *"Macchine portatili tenute o condotte a mano"*, impone ai costruttori di dichiarare, tra le altre informazioni incluse nelle istruzioni per l'uso, *"il valore medio quadratico ponderato in frequenza dell'accelerazione cui sono esposte le membra superiori quando superi i 2.5 m/s²". Se l'accelerazione non supera i 2.5 m/s² occorre segnalarlo"*.

Le L.G. forniscono alcuni criteri per l'impiego dei valori dichiarati dal produttore ai fini della valutazione e prevenzione del rischio da esposizione a vibrazioni m-b associata all'uso dell'utensile durante il lavoro.

Dispositivi di protezione individuale

Per quanto riguarda i dispositivi di protezione individuale, esistono attualmente in commercio guanti cosiddetti "antivibranti", certificati secondo la norma europea armonizzata EN ISO 10819: 1996, che definisce i requisiti essenziali di sicurezza e salute previsti dalla Direttiva UE 89/686/CEE "Apparecchiature per la protezione della persona". Infatti, oltre ai benefici in termini di protezione delle mani dai rischi meccanici (abrasioni, tagli), dalle temperature estreme, dai rischi chimici e dall'umidità, i guanti possono ridurre la trasmissione delle vibrazioni alle mani e quindi assumere il ruolo di dispositivi di protezione individuale (DPI) in relazione al rischio vibrazioni. Ciò ha costituito uno stimolo per le aziende produttrici di guanti, le quali negli ultimi anni hanno iniziato a produrre dei modelli rivestiti internamente con materiali dotati di proprietà di assorbimento dell'energia meccanica nell'intervallo di frequenze di interesse igienistico ($6.3 \div 1600$ Hz). Le L.G. forniscono alcuni criteri utili ai fini della valutazione dei livelli di protezione forniti dai guanti anti-vibrazioni per differenti tipologie di lavorazioni in cui si impiegano utensili vibranti.

4. Linee Guida per la prevenzione del rischio vibrazioni trasmesse al corpo intero

Identificazione e caratterizzazione del rischio

E' noto che attività lavorative svolte a bordo di mezzi di trasporto o di movimentazione, quali ruspe, pale meccaniche, trattori, macchine agricole, autobus, carrelli elevatori, camion, imbarcazioni, ecc., espongono il corpo a vibrazioni o impatti, che possono risultare nocivi per i soggetti esposti. Dai numerosi studi epidemiologici pubblicati in letteratura sugli effetti dell'esposizione del corpo a vibrazioni (WBV), appare che, per quanto sia stato documentato che alcuni disturbi si riscontrino con maggior frequenza tra lavoratori esposti a vibrazioni, piuttosto che tra soggetti non esposti, non è al momento possibile individuare patologie o danni prettamente associabili all'esposizione del corpo a vibrazioni. Inoltre, lo stato attuale delle conoscenze sulla risposta del corpo umano all'esposizione a vibrazioni è ancora alquanto incompleto e lacunoso per poter consentire la formulazione di modelli biomeccanici idonei alla definizione di criteri di valutazione del rischio esaustivi. Ciò in quanto molteplici fattori di natura fisica, fisiologica e psicofisica, quali ad esempio: intensità, frequenza, direzione delle vibrazioni incidenti, costituzione corporea, postura, suscettibilità individuale, risultano rilevanti in relazione alla salute ed al benessere dei soggetti esposti. Inoltre, alcuni degli effetti possono riscontrarsi in concomitanza di altri, ed influenzarne l'insorgenza. La nuova edizione dello standard ISO 2631-1: 1997, che definisce metodiche standardizzate di misura delle vibrazioni trasmesse al corpo e fornisce alcune linee guida ai fini della valutazione degli effetti sulla salute, dichiara in proposito che *“non esistono dati sufficienti alla definizione di una relazione quantitativa tra esposizione a vibrazioni e rischio di effetti sulla salute. Pertanto non è possibile valutare le vibrazioni trasmesse al corpo in termini di probabilità di rischio per esposizioni di differenti entità e durata”*. Nonostante tali carenze conoscitive, l'adozione di linee guida e criteri igienistici definiti dalle norme internazionali e dalle direttive comunitarie in materia di tutela dei lavoratori dall'esposizione a vibrazioni rappresenta un elemento importante ai fini della tutela della salute dei lavoratori e della riduzione del rischio da esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo.

Effetti delle vibrazioni trasmesse al corpo intero

L'esposizione occupazionale ad elevati livelli di vibrazioni trasmesse a tutto il corpo da macchine e/o veicoli militari, industriali, agricoli o di trasporto pubblico è associata ad un aumentato rischio di insorgenza di disturbi e lesioni a carico del rachide lombare. In alcuni studi è stato anche segnalato che l'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero può causare alterazioni del distretto cervico-brachiale, dell'apparato gastroenterico, del sistema venoso periferico, dell'apparato riproduttivo femminile, ed infine del sistema cocleo-vestibolare. Indagini di tipo trasversale e longitudinale hanno fornito una sufficiente evidenza epidemiologica per una relazione causale tra esposizione professionale a vibrazioni trasmesse a tutto il corpo e patologia del rachide lombare, mentre l'associazione tra vibrazioni e lesioni ad altri organi o apparati non è stata ancora adeguatamente documentata.

E' stato stimato che una frazione tra il 4 e 7% della forza-lavoro in USA, Canada e alcuni Paesi Europei è potenzialmente esposta a vibrazioni trasmesse a tutto il corpo di elevata intensità.

L'esposizione a vibrazioni trasmesse al tutto il corpo può causare una diminuzione delle prestazioni lavorative nei conducenti di macchine e/o veicoli e modificazioni dello stato di comfort nei passeggeri. Vibrazioni a bassa frequenza (<0.5 Hz) possono provocare disturbi chinetosici definiti nel loro insieme come "mal dei trasporti". Gli effetti di tipo acuto o sub-acuto da vibrazioni trasmesse al corpo intero non sono presi in considerazione nella presente trattazione.

Criteri di valutazione del rischio

Le L.G. hanno adottato le metodiche valutative definite dalla norma ISO 2631-1: 1997, che si basano sulla misura della seguente grandezza:

$$a_w = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a^2 w(t) dt \right]^{1/2} \quad (\text{m/s}^2) \quad (1)$$

La (1) rappresenta il valore quadratico medio (r.m.s.) dell'accelerazione ponderata in frequenza, mediante specifici filtri di ponderazione definiti per ciascuno dei tre assi di misura x,y, z, e per ciascuna delle differenti posture del corpo esposto a vibrazioni: eretta, seduta, supina. (fig. 1)

Il valore totale di vibrazioni a cui è esposto il corpo (a_v) si determina, in accordo con lo standard, mediante la seguente relazione:

$$a_v (\text{m/s}^2) = (k_x^2 a_{wx}^2 + k_y^2 a_{wy}^2 + k_z^2 a_{wz}^2)^{1/2} \quad (2)$$

ove k_x e k_y assumono valore 1.4, nel caso di esposizioni in posizione seduta, e valore unitario per la posizione eretta, mentre il coefficiente k_z assume in entrambi i casi valore unitario.

Nel caso di vibrazioni impulsive e di transienti vibratori, lo standard definisce una metodica valutativa addizionale, in quanto si ritiene che la metodica primaria, basata sulla valutazione delle quantità definite in (1) e (2), potrebbe portare a sottostimare l'esposizione, in relazione agli effetti sulla salute e sul comfort.

Direttiva Macchine

La "Direttiva Macchine" prescrive, al § 1.5.9: "La macchina deve essere progettata e costruita in modo tale che i rischi dovuti alle vibrazioni trasmesse dalla macchina siano ridotti al livello minimo, tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di mezzi atti a ridurre le vibrazioni, in particolare alla fonte". Questo criterio generale è applicabile sia nel caso di vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio, che per vibrazioni trasmesse a tutto il corpo. Inoltre ai costruttori è

prescritto di dichiarare, tra le altre informazioni incluse nelle istruzioni per l'uso, "il valore medio quadratico ponderato in frequenza dell'accelerazione cui è esposto il corpo (piedi o parte seduta) quando superi i 0.5 m/s^2 ". Se l'accelerazione non supera i 0.5 m/s^2 occorre segnalarlo".

Al livello di 0.5 m/s^2 è pertanto associato, ai sensi della Direttiva Macchine, il livello d'azione ai fini della prevenzione del rischio da esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo.

Norma ISO 2631-1

L'annesso B della norma ISO 2631-1 fornisce le linee guida per la valutazione dell'esposizione a vibrazioni, in relazione al rischio di insorgenza di patologie a carico della colonna vertebrale in soggetti sani. Tali criteri si riferiscono ad esposizioni che avvengano in posizione seduta, e con trasmissione delle vibrazioni attraverso il sedile, e sono stati adottati nell'ambito delle L.G.

I criteri di valutazione definiti dall'annesso B si basano sulla comparazione della quantità

$$k_i \cdot a_{wi} \quad (\text{m/s}^2)$$

definita al precedente paragrafo, con curve aw-tempo. Tali curve individuano - per ciascuna durata di esposizione - valori limite di $a_w \text{ (m/s}^2)$ idonei a prevenire possibili effetti sulla salute a carico della colonna vertebrale per individui sani che siano esposti abitualmente a vibrazioni.

La quantità $k_i \cdot a_{wi} \text{ (m/s}^2)$ viene determinata moltiplicando il valore quadratico medio dell'accelerazione ponderata in frequenza **$a_{wi} \text{ (m/s}^2)$ -rilevato lungo l'asse di maggior esposizione** - per l'appropriato fattore correttivo k_i , che assume i seguenti valori:

$$\begin{array}{ll} k_i = 1.4 & \text{assi x-y} \\ k_i = 1 & \text{asse z.} \end{array}$$

Le curve aw-tempo si basano sull'assunzione che due esposizioni quotidiane a vibrazioni - di entità a_{w1} ed a_{w2} - siano equivalenti in relazione ai possibili rischi sulla salute, quando:

$$(a_{w1} \times T_1)^{1/4} = (a_{w2} \times T_2)^{1/4} \quad (\text{b.2})$$

In relazione a tale criterio - individuato come " b.2" nello standard ISO 2631, è possibile individuare un'area di rischio delimitata dalle seguenti curve:

$$a_{w1} = 8.5 / (1.4 \times T^{0.25}) \quad \text{a) (Limite inferiore di rischio)}$$

$$a_{w2} = 17 / (1.4 \times T^{0.25}) \quad \text{b) (Limite superiore di rischio)}$$

T = tempo di esposizione in secondi

ovvero, definendo il parametro "valore di dose stimata" eVDV come:

$$eVDV = 1.4 a_w T^{0.25} \quad \text{c)}$$

viene individuata come “zona di rischio” l’intervallo di valori:

$$8.5 < eVDV < 17 \quad d)$$

Condizioni di esposizione per cui $eVDV > 17$ non sono considerate accettabili in relazione al rischio per la salute dei soggetti esposti, ed il superamento di tale valore limite deve essere prevenuto. Applicando tali criteri è pertanto possibile individuare, noto il valore di accelerazione ponderata in frequenza (a_w) i tempi di esposizione che consentano di prevenire possibili rischi per la salute associati all’esposizione a vibrazioni di tale entità.

Sulla base di tale criterio di rischio il valore limite per esposizioni continuative di 8 ore/giorno a vibrazioni con componente dominante lungo l'asse Z è di 0.9 m/s^2 , mentre il livello d'azione per la stessa tipologia di esposizione (limite inferiore di rischio) risulta di 0.5 m/s^2 .

In tabella 1 si riportano i livelli d'azione e valori limite adottati dalle L.G. (valori rms ponderati in frequenza) a vibrazioni con componente assiale dominante lungo l'asse Z, per tempi di esposizione a vibrazioni compresi tra 0.5 e 16 ore.

Valutazione del rischio

In generale vanno considerati esposti a vibrazioni trasmesse al corpo tutti quei lavoratori che prestino la loro abituale attività alla guida o comunque a bordo dei seguenti automezzi:

- trattori e altre macchine agricole e forestali
- camion industriali: carrelli elevatori, autogru, ruspe, benne etc.
- veicoli e macchinari da escavazione nei comparti estrattivi e delle costruzioni
- treni, autobus, e sistemi di trasporto su strada o rotaia.

Per poter valutare correttamente il rischio da esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero è necessario :

1. identificare le fasi lavorative comportanti l'esposizione a vibrazioni e valutare i tempi di esposizione effettiva a vibrazioni associati a ciascuna fase;
2. individuare macchinari ed utensili utilizzati in ciascuna fase.

Al fine di pianificare le successive fasi valutative è in genere utile acquisire preliminarmente le seguenti informazioni:

- tipologia di macchinari che espongono a vibrazioni e principali utensili/accessori ad essi collegati; applicazioni per cui ciascun macchinario è utilizzato e relative modalità di impiego;

- condizioni operative ove siano percepite le vibrazioni di maggior entità da parte degli operatori;
- fattori che possono influenzare maggiormente l'esposizione a vibrazioni ed incrementarne i potenziali effetti dannosi, quali velocità di avanzamento, tipologia di terreno, stato di manutenzione, tipologia di sedile, vetustà del macchinario, posture assunte dal guidatore durante la guida, ulteriori fattori di rischio per la colonna vertebrale cui è esposto il lavoratore (es. movimentazione manuale di carichi).

Tab. 1 Livelli d'azione e valori limite (valori rms ponderati in frequenza) per tempi di esposizione a vibrazioni compresi tra 0.5 e 16 ore. (asse dominante: Z)

Tempo esposizione(ore)	Limite inferiore di rischio (azione) aw_{1(b.2)} m/s²	Esposizione massima ammissibile aw_{2(b.2)} m/s²
0,5	0,9	1,9
1	0,8	1,6
2	0,7	1,3
3	0,6	1,2
4	0,6	1,1
5	0,5	1,0
6	0,5	1,0
7	0,5	1,0
8	0,5	0,9
9	0,5	0,9
10	0,4	0,9
11	0,4	0,9
12	0,4	0,8
13	0,4	0,8
14	0,4	0,8
15	0,4	0,8
16	0,4	0,8

In **Allegato n. 09** delle L.G. è riportata una banca dati dei valori ponderati in frequenza delle accelerazioni (r.m.s.) rilevate sui sedili di macchinari o veicoli di comune impiego in differenti comparti lavorativi. Il Gruppo di Lavoro sta inoltre sviluppando una banca dati, consultabile in Internet, che riporterà, con un maggior livello di dettaglio, i valori delle vibrazioni rilevate sui sedili di differenti tipologie di mezzi o macchinari. L'uso di tali dati può consentire di stimare preliminarmente, evitando di effettuare misurazioni spesso difficili e costose, se ed in che misura il livello di esposizione a vibrazioni del lavoratore riferita al tempo effettivo di esposizione superi o meno i livelli d'azione e limite individuati in tabella 1. Ciò al

fine di poter mettere immediatamente in atto le appropriate azioni di tutela, individuate al § 4 delle L.G., privilegiando gli interventi alla fonte, quali la sostituzione di macchinari che producono alti livelli di esposizione con altri che producano minori livelli di vibrazioni.

Qualora non siano disponibili dati attendibili sulle vibrazioni trasmesse dai macchinari o automezzi impiegati sarà necessario misurare le vibrazioni secondo le indicazioni riportate nel seguito.

Le misure vanno effettuate sulla superficie di contatto tra il corpo e la sorgente di vibrazioni, con strumentazione conforme alle specifiche dettate dallo standard ISO 8041. Le specifiche dell'accelerometro di uso comune per le misure di vibrazioni trasmesse al corpo e del suo adattatore sono riportate nello standard ISO 10326-1. Le misure dovranno essere di durata tale da poter caratterizzare in maniera significativa le vibrazioni trasmesse al corpo del lavoratore nelle tipiche condizioni operative in cui si svolge il lavoro (tipologia di terreno, velocità di avanzamento etc.). Nel caso in cui le condizioni operative varino in maniera significativa, andranno caratterizzati in termini di accelerazione r.m.s. ponderata in frequenza differenti percorsi in differenti modalità operative, per poi ricostruire il valore di accelerazione ponderata in frequenza cui è esposto il lavoratore. In **Allegato n. 04** delle L.G. è riportata una guida alla misurazione delle vibrazioni trasmesse al corpo intero basata sugli standard ISO e CEN in materia.

Relazione tecnica

Le L.G. riportano i contenuti informativi minimi da inserire nel rapporto di valutazione, per poter fornire elementi interpretativi esaustivi dei risultati delle valutazioni. Essi sono nel seguito sintetizzati:

- Anagrafica dell'unità produttiva in oggetto, descrizione della tipologia produttiva e delle mansioni nonché numero degli occupati totali;
- Tabella che identifichi le mansioni e relativo numero di occupati, per le quali si è convenuto di escludere il superamento dei livelli di azione di esposizione, con indicazione dei relativi criteri di giudizio adottati;
- Tipo di strumentazione (di calibrazione e di misura) utilizzata, con data di acquisto o data dell'ultima taratura (di laboratorio), in quest'ultimo caso precisando il centro SIT che l'ha effettuata, e gli estremi di identificazione della procedura;
- Criteri e modalità di valutazione dei valori di esposizione
- Descrizione delle postazioni di lavoro, sorgenti di vibrazioni e punti di misura. Anche nel caso di attività a carattere temporaneo (es.: cantieri edili) o non legate ad un preciso luogo di lavoro (es.: agricoltura, autotrasportatori...) andrà prevista, oltre alla descrizione delle lavorazioni e dei mezzi di produzione impiegati, l'indicazione precisa di ciò che si è provveduto a misurare.
- Tabella che associ ai punti di misura i rispettivi a_{hwi} misurati, la data, i tempi e le condizioni di misura, l'eventuale errore casuale.

Elenco nominativo di tutti i lavoratori per cui si riscontra il superamento dei limiti di rischio definiti dalla norma ISO 2631/1 (cfr. paragrafo 3.4 - tabella 1) con relativi tempi di esposizione.

- Suggestioni tecnici per programmare e attuare le misure tecniche, organizzative e procedurali concretamente attuabili per ridurre l'esposizione e per fissare i tempi di ripetizione della valutazione.

La Relazione tecnica va datata e firmata dal personale competente.

Azioni conseguenti la valutazione

Il superamento dei livelli d'azione fissati dalle L.G., e riportati in tabella 1 comporta la predisposizione delle seguenti misure di tutela:

- Informazione dei lavoratori potenzialmente esposti a tali livelli e formazione ai fini dell'applicazione di idonee misure di tutela. In particolare la formazione dovrà essere orientata verso i seguenti contenuti:
 - Metodi corretti di guida al fine di ridurre le vibrazioni: necessità di evitare alte velocità in particolare su strade accidentate
 - Posture di guida e corretta regolazione del sedile
 - Ulteriori fattori di rischio per disturbi a carico della colonna
 - Come prevenire il mal di schiena
- Programma di organizzazione tecnica e/o di lavoro con le misure destinate a ridurre l'esposizione. Tra tali misure prioritaria importanza rivestono:
 - pianificare una regolare manutenzione dei macchinari, con particolare riguardo alle sospensioni, ai sedili ed al posto di guida degli automezzi
 - identificare le condizioni operative o i veicoli che espongono ai più alti livelli di vibrazioni ed organizzare laddove possibile turni di lavoro tra operatori e conducenti idonei a ridurre le esposizioni individuali
 - pianificare laddove possibile i percorsi di lavoro scegliendo quelli meno accidentati
- Pianificazione di una politica aziendale di aggiornamento del parco macchine, che privilegi l'acquisto di macchinari a basso livello di vibrazioni e rispondenti a criteri generali di ergonomia del posto di guida
- Sorveglianza sanitaria con esami di routine.

Controlli sanitari preventivi e periodici

Le L.G. individuano criteri per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a vibrazioni meccaniche allo scopo di fornire al medico competente strumenti clinico-diagnostici utili a valutare l'idoneità del lavoratore a sopportare il rischio specifico. Di seguito si riportano gli elementi essenziali sviluppati dalle LG.

L'art. 33 del D.P.R. 303/56 "Norme generali per l'igiene del lavoro" impone, alla voce 48 della tabella allegata, un controllo sanitario preventivo e periodico a

cadenza annuale per i lavoratori esposti a “vibrazioni e scuotimenti”. Anche se le categorie di lavoratori citate nella sopramenzionata tabella sono limitate a quelle che impiegano utensili ad aria compressa o ad asse flessibile, purtuttavia lo stato attuale delle conoscenze cliniche ed epidemiologiche sui danni alla salute provocati dalle vibrazioni meccaniche suggerisce che i controlli medici preventivi e periodici dovrebbero essere estesi anche ai lavoratori esposti a vibrazioni trasmesse al corpo intero da macchine, veicoli, mezzi di trasporto, o superfici vibranti in generale.

Obiettivi generali della sorveglianza sanitaria sono l’informazione e la formazione dei lavoratori sui potenziali rischi associati all’esposizione a vibrazioni meccaniche, la valutazione del loro stato di salute generale e l’individuazione precoce dei sintomi e segni clinici che possono essere causati da una prolungata esposizione a vibrazioni.

Il datore di lavoro dovrebbe provvedere affinché i lavoratori dipendenti esposti a vibrazioni trasmesse al corpo intero siano sottoposti a sorveglianza sanitaria preventiva e periodica in accordo le direttive dell’Unione Europea.

Il programma di sorveglianza sanitaria per i lavoratori esposti a vibrazioni meccaniche è gestito e condotto dal medico competente nominato dal datore di lavoro.

Le informazioni relative ai dati personali e sanitari dei lavoratori esposti devono essere trattate e conservate dal medico competente e i suoi collaboratori nel rispetto delle regole del segreto professionale e delle disposizioni della normativa sulla privacy (legge 675/96).

E’ compito del medico competente redigere con periodicità regolare un rapporto, in forma di riepilogo epidemiologico di dati anonimi, sullo stato di salute dei lavoratori esposti a vibrazioni e discutere con il datore di lavoro, i preposti ed i rappresentanti dei lavoratori le possibili associazioni tra i quadri clinici emersi dalla sorveglianza sanitaria periodica ed l’esposizione a vibrazioni meccaniche. In tale contesto, il medico competente dovrà suggerire possibili soluzioni tese a migliorare le condizioni di lavoro e di salute dei lavoratori esposti.

I lavoratori esposti a vibrazioni trasmesse al corpo intero da macchine e/o veicoli dovrebbero essere sottoposti a procedure di sorveglianza sanitaria che comprendono una visita medica preventiva e successive visite mediche periodiche a cadenza almeno biennale. Poiché i sintomi ed i segni clinici associati a possibili patologie del rachide lombare causate da prolungata esposizione a vibrazioni meccaniche non hanno caratteristiche di specificità e possono essere comuni ad altre condizioni patologiche della colonna vertebrale, il medico competente in sede di sorveglianza sanitaria dovrà considerare la possibilità di ricorrere ad indagini supplementari, quali la consulenza di uno specialista ortopedico, neurologo o fisiatra, che consentano di formulare una corretta diagnosi differenziale.

In particolare le L.G. raccomandano che:

Le informazioni sui disturbi alla colonna vertebrale possono essere raccolte mediante questionari ad hoc, quali il Questionario Nordico Standardizzato per l’analisi dei sintomi muscolo-scheletrici o versioni modificate di esso. Esempi di questionari specifici, dedicati alla storia personale, lavorativa e sanitaria dei lavoratori esposti a vibrazioni trasmesse a tutto il corpo, saranno prossimamente disponibili su Internet, e quindi di dominio pubblico, a cura del Vibration Injury

Network (VINET) formato da un gruppo di ricercatori ed esperti che lavorano nell'ambito di un programma Biomed II finanziato dalla Commissione dell'Unione Europea.

Per quanto concerne l'anamnesi lavorativa, il medico competente dovrà porre attenzione ad eventuali condizioni di lavoro che possono aggravare gli effetti indesiderati delle vibrazioni sulla colonna vertebrale, quali la durata di posture assise su sedili non ergonomici, la frequenza di movimenti di flessione, estensione, inclinazione laterale e rotazione del tronco, la frequenza di sollevamento di carichi manuali pesanti.

In occasione della visita medica preventiva, il medico competente dovrà considerare tutte quelle condizioni patologiche che possono rappresentare una condizione di ipersuscettibilità individuale o possono aggravare le possibili lesioni alla colonna vertebrale e ad altri organi o apparati causate dall'esposizione occupazionale a vibrazioni trasmesse a tutto il corpo. La Tabella 1 riporta una lista di tali patologie.

Si raccomanda che i medici competenti utilizzino e diffondano linee-guida già redatte da autorevoli organizzazioni nazionali ed internazionali, disponibili anche sotto forma di opuscoli di facile lettura, per la valutazione e la gestione dei Pazienti affetti da "mal di schiena". Tali opuscoli infatti, oltre ad avere rilevanza sanitaria, rappresentano un valido veicolo di informazione e formazione dei lavoratori.

5 Lista di controllo

Le Linee Guida propongono in conclusione una vera e propria lista di controllo, per privilegiare la funzione di verifica di adempimento delle azioni di tutela e dei rispettivi atti burocratici connessi alla gestione del rischio vibrazioni nell'ambiente di lavoro. La lista di controllo è riferita agli obblighi del datore di lavoro.

Obblighi indipendenti dal livello di esposizione a vibrazioni

<i>N.</i>	<i>QUESITO</i>	<i>Modalità di adempimento (in caso di risposta negativa)</i>
1	Si è provveduto ad effettuare la prima Valutazione delle Vibrazioni nei modi e nei tempi previsti dal D.Lgs. 626/94?	Far effettuare la Valutazione da personale competente, consultati i lavoratori o il loro rappresentante (RLS)
2	Si dispone del Rapporto di valutazione redatto nei modi e tempi previsti dal D.Lgs. 626/94?	Redigere il Rapporto, informandone il RLS e (se presente) il medico competente (MC)
3	Si è provveduto a ripetere la Valutazione del Rischio Vibrazioni con la periodicità dichiarata nella precedente Valutazione?	Ripetere la Valutazione, redigere un nuovo Rapporto informandone il RLS ed il MC
4	Si è in grado di documentare le misure tecniche, organizzative e procedurali adottate in conseguenza della Valutazione del Rischio ?	E' consigliabile mantenere memoria delle misure messe in atto, ad esempio specificandole nel Rapporto di Valutazione.

Ulteriori obblighi se il valore di esposizione supera il livello d'azione definito dalle L.G.

N.	<i>QUESITO</i>	<i>Modalità di adempimento (in caso di risposta negativa)</i>
5	La Valutazione delle Vibrazioni comprende misure strumentali sulle esposizioni dei lavoratori, sulle sorgenti e sui luoghi di lavoro, ovvero la consultazione di dati da fonti accreditate ?	Far effettuare la Valutazione da personale competente, consultati i lavoratori o il loro rappresentante (RLS)
6	Si è adempiuto agli obblighi di informazione dei lavoratori, anche riguardo al loro diritto di richiedere il controllo sanitario?	Registrare ogni iniziativa informativa indicando contenuti, data, chi l'ha effettuata e facendo firmare i presenti.
8	Si è nominato il MC e si sorveglia che questi eserciti i suoi principali compiti?	Formalizzare la nomina del MC (ad es. con lettera d'incarico sottoscritta dal medico) e sorvegliare che visiti con regolarità i lavoratori (almeno ogni 2 anni) ed i luoghi di lavoro.
9	I lavoratori hanno ricevuto un'adeguata formazione?.	Registrare ogni iniziativa formativa indicando contenuti, data, chi l'ha effettuata e facendo firmare i presenti.

6. Riferimenti normativi

- **Decreto Presidente della Repubblica del 19/03/1956, n. 303** “*Norme generali per l'igiene del lavoro*”;
- **Decreto Legislativo 4 dicembre 1992, n. 475** “*Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989 in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativa ai dispositivi di protezione individuale*”;
- **Decreto Legislativo del 19/09/1994, n. 626** “*Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro*” e successivi aggiornamenti e integrazioni;
- **Decreto Presidente della Repubblica del 24/07/1996, n.459** “*Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine*”.

FISIOPATOLOGIA DEGLI EFFETTI DELLE VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO-BRACCIO

Francesco Draicchio, Elisabetta Badellino, Vincenzo Molinaro

ISPESL, Dipartimento di Medicina del Lavoro

La fisiopatologia degli effetti della vibrazione al sistema mano-braccio può essere suddivisa a livello delle tre componenti rispettivamente vascolare, neurologica ed osteoarticolare della sindrome da vibrazioni al sistema mano-braccio (vedi Tabella 1).

Per quanto riguarda *la componente vascolare* recenti studi hanno evidenziato che la microangiopatia, di riscontro capillaroscopico od istologico, può essere attribuita alla proliferazione della cellule muscolari lisce della parete. Lo “strain” di queste cellule ne determinerebbe la proliferazione mediante un incremento nella produzione di un fattore di crescita di derivazione piastrinica (platelet-derived growth factor, PDGF) (1) e del secondo fattore di crescita fibroblastico (2) (fibroblast growth factor-2, FGF-2). E’ stato anche proposto il ruolo del sistema locale renina-angiotensina (3). Anche l’Endotelina 1 (ET1) svolgerebbe un ruolo nella sintesi del DNA della cellule muscolari lisce (4).

I fenomeni vasospastici (5) che si determinano sia nelle estremità sia a livello del circolo coronarico sono stati attribuiti ad uno sbilanciamento dell’equilibrio fra Endotelina 1 ed un peptide gene correlato con la calcitonina (calcitonin-gene-related peptide, CGRP) (6). L’ET1 è un potente vasocostrittore, mentre il CGRP è una sostanza presente nel sistema vascolare perineurale delle dita ed ha un pronunciato effetto vasodilatatore. In caso di patologia l’esposizione al freddo determina un incremento dei livelli plasmatici di ET1 fino al 50% contro il 20% dei soggetti normali (7). Inoltre nei soggetti normali l’effetto dell’ET1 è in parte controbilanciato dall’azione del CGRP. Tale fattore tuttavia risulta presente in quantità ridotta in caso di patologia. Infine l’ET1 sembra coinvolta nell’attivazione del sistema simpatico che aggrava i fenomeni vasospastici (8). Già Egan et al. (9) avevano sottolineato il ruolo svolto dai meccanismi vasomotori centrali nella risposta della circolazione digitale allo stimolo vibratorio.

L’effetto traumatico diretto della vibrazione sulle cellule endoteliali è probabilmente responsabile dei fenomeni trombotici (10). L’arteria ulnare risulta in tal senso maggiormente esposta per ragioni anatomiche. Infatti la sua vicinanza a strutture ossee quali il pisiforme favorisce la trasmissione, attraverso fenomeni di risonanza, dell’insulto traumatico.

I meccanismi che determinano i caratteri dell’*impegno neurologico* sono in parte comuni a quelli che operano nelle patologie da movimenti ripetitivi (11, 12). I

modelli sperimentali hanno evidenziato il ruolo dell'edema intraneurale e modificazioni strutturali delle fibre mieliniche e amieliniche con modificazioni funzionali sia delle fibre nervose che delle cellule di sostegno.

Oltre alle fibre mieliniche ed amieliniche risultano coinvolti per analoghe ragioni i diversi meccanocettori (dischi di Merkel e terminazioni di Ruffini a lento adattamento e corpuscoli di Meissner, di Pacini e di Golgi-Mazzoni ad adattamento rapido). Sebbene non risultino ancora del tutto chiariti i meccanismi fisiopatologici del danno si può ritenere che a determinarlo siano da una parte la compressione e dall'altra l'azione meccanica della stessa vibrazione sia sull'assone che sulle cellule di sostegno.

La componente osteoarticolare è caratterizzata da alterazioni cronico-degenerative osteo-cartilaginee con caratteri comuni ai normali fenomeni artrosici. Il tema degli effetti osteoarticolari è tuttora controverso, tuttavia è stato posto in evidenza dagli studi epidemiologici (13) che essi possono essere correlati all'uso di strumenti vibranti di tipo percussorio e percussorio-rotatorio che generino vibrazioni di elevata ampiezza e bassa frequenza. Tali vibrazioni vengono assorbite in maniera modesta a livello della mano mentre la maggior parte della loro energia meccanica viene dissipata in misura maggiore a livello delle articolazioni del polso e del gomito. La fisiopatologia riconosce un ruolo ai microtraumatismi connessi con l'uso di strumenti vibranti oltre che agli aspetti di carattere posturale e biomeccanico. Le figure 1 e 2 rappresentano modelli tridimensionali di un'operatore all'inizio ed alla fine di un'attività di perforazione mediante martello pneumatico. L'assetto posturale condiziona la trasmissione dell'insulto meccanico ai vari segmenti. Va considerato infine come la componente vascolare interferisca con i meccanismi fisiopatologici del danno osteoarticolare.

Fig. 1

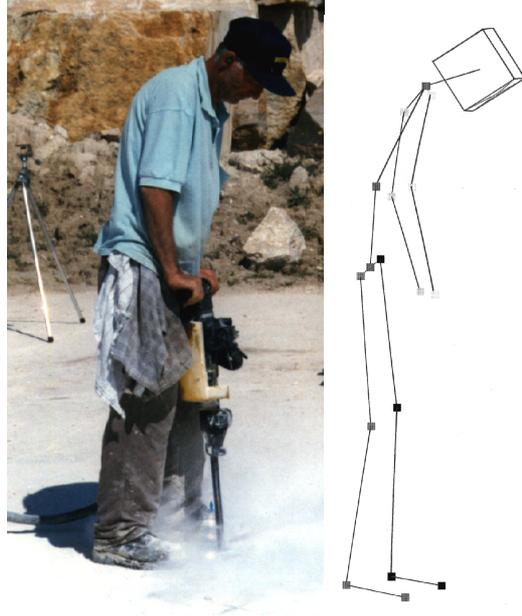


Fig. 2

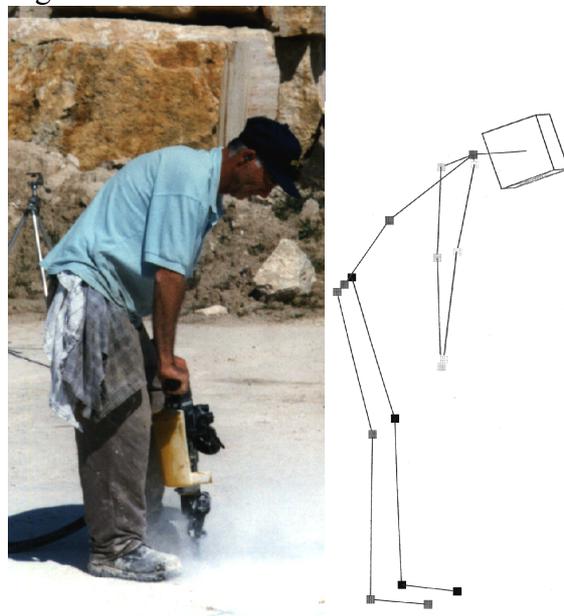


TABELLA 1

FISIOPATOLOGIA DELLA SINDROME DA VIBRAZIONI AL SISTEMA MANO-BRACCIO

1: la componente vascolare (Raynaud secondario)

- *microangiopatia* (l'esposizione a vibrazione di cellule muscolari lisce ne favorirebbe con vari meccanismi la proliferazione).
- *vasospasmo* legato al prevalere dell'azione dell'ET1 su CGRP.
- *trombosi arteriosa* attribuita all'effetto meccanico sull'endotelio con attivazione dei meccanismi della coagulazione.

2: la componente neurologica (neuropatia periferica a carattere prevalentemente sensitivo)

- edema intraneurale
- modificazioni strutturali e funzionali delle fibre mieliniche e amieliniche
- modificazioni strutturali e funzionali delle cellule di sostegno del sistema nervoso periferico

3: la componente osteoarticolare (effetti patologici di natura cronico-degenerativa degli arti superiori)

- patogenesi di tipo meccanico (microtraumatismi)
- aspetti biomeccanici e posturali
- interferenza della componente vascolare

BIBLIOGRAFIA

- 1) Wilson E, Vives F, Collins T, Ives HE. Strain-responsive regions in the platelet derived growth factor-A gene promoter. *Hypertension* 1998; 31: 170-175.
- 2) Cheng GC, Libby P, Grodzinsky AJ, Lee RT. Induction of DNA synthesis by a single transient mechanical stimulus of human vascular smooth muscle cells. Role of fibroblast growth factor-2. *Circulation* 1996; 93: 99-105.
- 3) Li Q, Muragaki Y, Ueno H, Ooshima A. Stretch-induced proliferation of cultured vascular smooth muscle cells and a possible involvement of local renin-angiotensin system and platelet-derived growth factor (PDGF). *Hypertension Res* 1997; 20: 217-223.
- 4) Iwasaki H, Eguchi S, Marumo F, Hirata Y. Endothelin-1 stimulates DNA synthesis of vascular smooth-muscle cells through transactivation of epidermal growth factor receptor. *J Cardiovasc Pharmacol* 1988; 31 S1: S182-S184.
- 5) Bovenzi M, Griffin MJ Haemodynamic changes in ipsilateral and controlateral fingers caused by acute exposure to hand transmitted vibration. *Occup Environ Med* 1997; 54: 566-576.
- 6) Report of a meeting of physicians and scientists. *Lancet* 1995; 346: 283-290.
- 7) Palmer KT, Mason H. Serum endothelin concentrations in workers exposed to vibration. *Occup Environ Med* 1996; 53: 118-124.
- 8) Damon DH. Postganglionic sympathetic neurons express endothelin. *Am J Physiol* 1998; 274 (3 Pt 2):R873-R878.
- 9) Egan CE, Espie BH, McGrann S, McKenna KM, Allen JA. Acute effects of vibration on peripheral blood flow in healthy subjects. *Occup Environ Med* 1996; 53: 663-669.
- 10) Noel B, Holtz J, Savolainen H, Depairon M. Hand-arm vibration syndrome with proximal ulnar artery occlusion. *Vasa* 1998; 27: 176-178.
- 11) Takeuchi T, Takeya M, Imanishi H. Ultrastructural changes in the peripheral nerves of the fingers of three vibration exposed persons with a Raynaud's phenomenon. *Scand J Work Environ Health* 1988; 14: 31-35.
- 12) Stromberg T, Dahlin LB, Lundborg G. Structural nerve changes at the wrist level in workers exposed to vibration. *Occup Environ Med* 1997; 54: 307-311.
- 13) Bovenzi M. Exposure-response relationship in the hand-harm vibration syndrome: an overview of current epidemiological research. *Int Arch of Occup Environ Health* 1998; 71: 509-519.

RINGRAZIAMENTI

Desideriamo cogliere l'occasione di questo testo per ringraziare il Professor Massimo Bovenzi per le indicazioni e i suggerimenti forniti nell'ambito del Gruppo di Lavoro ISPEL per la redazione del documento "Linee guida per la valutazione del rischio vibrazioni".

Per una più estesa trattazione si rinvia a:

Rempel D, Dahlin L, Lundborg G. Biological response of peripheral nerves to loading: pathophysiology of nerve compression syndromes and vibration induced neuropathy. *Work related musculoskeletal disorders: report, workshop summary, and workshop papers.* National Research Council, Washington D.C.: National Academy Press 1999: 98-115.

B. Noel: Pathophysiology and classification of the vibration white finger: *Int. Arch Occup Environ Health* (2000) 73: 150-155.

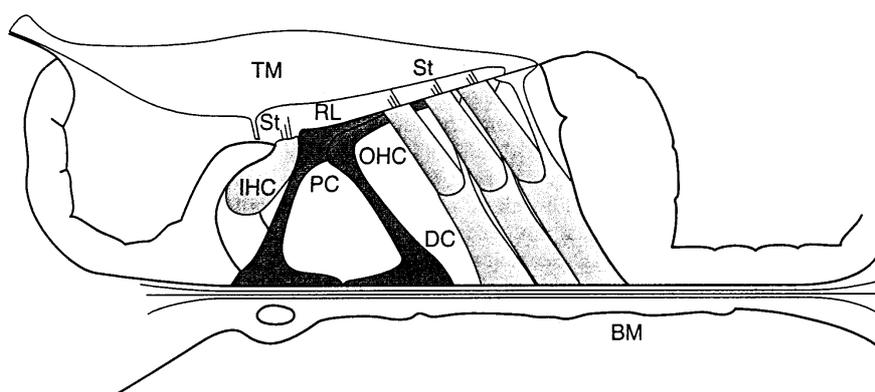
EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE A RUMORE E SORVEGLIANZA SANITARIA

Tiziana Paola Baccolo, Francesco Draicchio, Silvana Palmi

ISPESL, Dipartimento di Medicina del Lavoro

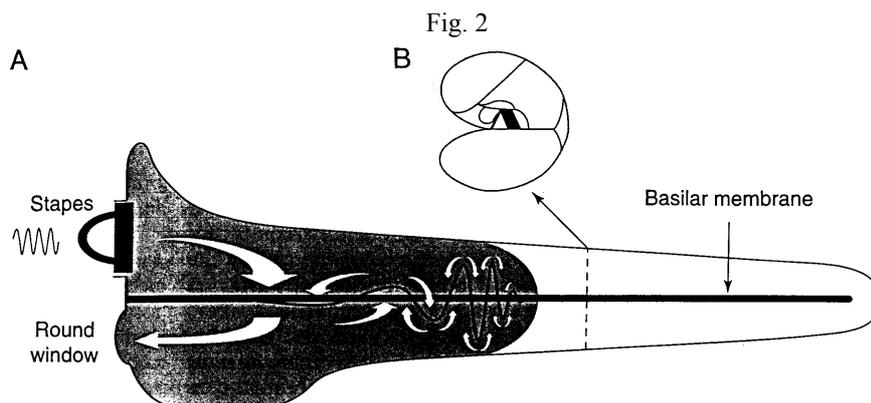
Nell'ambito delle Linee Guida si è ritenuto di affrontare vari argomenti come la fisiopatologia dell'apparato uditivo, gli effetti uditivi ed extrauditivi dell'esposizione professionale a rumore, le modalità dei controlli sanitari preventivi e periodici, il giudizio di idoneità specifica al lavoro, misure per singoli lavoratori e l'esposizione lavorativa a rumore dei minori. Per comprendere meglio le caratteristiche della lesione permanente dell'organo dell'udito non ci è apparso superfluo riproporre alcuni concetti fondamentali dell'anatomia e della fisiopatologia dell'apparato uditivo e in particolare del sistema recettoriale all'interno dell'Organo del Corti che è la sede ove si realizza il danno da rumore. Una gran parte dei danni acustici determinati dalla esposizione a rumore è infatti causata da un cattivo funzionamento del cosiddetto "amplificatore cocleare" che consente di incrementare sensibilità e discriminazione in frequenza del sistema acustico. L'organo del Corti, nella coclea, contiene due tipi di cellule ciliate: le cellule ciliate interne (IHC) e le cellule ciliate esterne (OHC) (fig. 1).

Fig. 1



Le IHC sono i veri e propri recettori acustici, mentre le OHC agiscono come cellule motrici.

La stimolazione acustica determina la formazione di un'onda meccanica, che comincia alla base e procede lungo la membrana basilare (BM), raggiungendo un punto di massima ampiezza dell'oscillazione, che dipende dalla frequenza del segnale acustico (fig. 2).



Lo spostamento della membrana basilare determina l'apertura dei canali ionici delle stereociglia delle cellule ciliate interne cui consegue l'attivazione di tali cellule.

Nell'orecchio normale questo stadio di trasduzione meccano-elettrica è accompagnato dalla trasduzione elettro-meccanica, basata sulla capacità propria delle OHC di rispondere al cambiamento del loro potenziale elettrico con una modificazione della loro lunghezza.

Tale trasduzione elettromeccanica fornisce un "feedback" alla BM aumentando l'ampiezza della sua oscillazione in determinate aree rispetto ad altre.

Questo è il meccanismo che viene definito "amplificatore cocleare". La scoperta di questi meccanismi di trasduzione elettromeccanica ci permette quindi di considerare la coclea non come un semplice analizzatore di frequenza, ma come un filtro attivo non lineare. La selettività in frequenza origina dalla soppressione delle frequenze adiacenti con un meccanismo a tipo "inibizione laterale".

L'esposizione a rumore determina un danno a livello della sinapsi fra recettore e via nervosa afferente a livello delle IHC ed un danno alle OHC.

La sinapsi della via afferente può essere alterata dapprima in maniera reversibile e poi per esposizioni continuative, il danno alla sinapsi diviene irreversibile con l'instaurarsi della morte cellulare a livello delle OHC e conseguente distruzione dell'amplificatore cocleare. Il danno determinato dalla saturazione dei meccanismi riparativi suggerisce la necessità, anche per l'esposizione a rumore, di prevedere durante il lavoro regimi di pause nell'esposizione a rumore. In questo senso un modello fisiopatologico che sia capace di definire dei "limiti di accettabilità" dovrà allo stesso tempo tener conto sia dell'interazione fra intensità e durata sia delle pause che favoriscano i processi riparativi a livello della sinapsi afferente e delle cellule ciliate esterne.

Per quanto riguarda gli effetti extrauditivi le connessioni anatomiche delle vie uditive con la formazione reticolare possono spiegare le interazioni con i livelli di vigilanza e con il ritmo sonno-veglia.

Oltre l'organo dell'udito l'apparato cardiovascolare sembra essere il più influenzato direttamente ed indirettamente dal rumore.

Dall'analisi della letteratura emerge che il rumore con intensità superiore ad 85 dB(A), determina aumento della frequenza cardiaca, della pressione arteriosa, delle resistenze vascolari periferiche, della concentrazione ematica ed urinaria di noradrenalina e di adrenalina. Diversi autori hanno studiato il rapporto tra danno uditivo ed ipertensione arteriosa ed è stata evidenziata una correlazione tra esposizione a rumore e aumento della pressione arteriosa (in particolare diastolica). Sembra inoltre accertata la comparsa di turbe coronariche per esposizione a rumore in particolare in soggetti con preesistente coronaropatia. Il meccanismo fisiopatologico che determina le modificazioni cardiovascolari ed umorali è ancora incerto. L'ipotesi maggiormente accreditata tende a riferire tali effetti ad una stimolazione del sistema adrenergico con impegno dell'asse ipofisi-surrene, molto simile a quella indotta dal cold-test. Sono state riportate anche alterazioni dei meccanismi immunologici.

EFFETTI EXTRAUDITIVI: PRINCIPALI EVIDENZE	
Pressione arteriosa	Aumento
Resistenze vascolari periferiche	Angiospasma
Indici biochimici ed umorali	aumento ematico ed urinario di noradrenalina e adrenalina; aumento di glicemia, colesterolemia, lipemia ed uricemia; diminuzione dei trigliceridi; aumento di corticoidi ed ACTH ematici e di 17-OHCS
Apparato gastrointestinale	aumento motilità e secrezione gastrica , disturbi dispeptici.
Sistema endocrino	iperattività ipofisi, tiroide e surrene
Sistema Nervoso Centrale e psiche	Alterazioni varie
Sistema respiratorio	aumento della frequenza respiratoria e volume corrente
Sistema immunitario	Alterazioni varie

GLI STRUMENTI PER LA SORVEGLIANZA SANITARIA

L'Allegato VII (criteri per l'esecuzione dell'esame della funzione uditiva) del D.Lgs. 277/91 specifica che ogni esame, effettuato conformemente alle indicazioni della Medicina del Lavoro, deve comprendere almeno un'otoscopia ed un controllo audiometrico con audiometria tonale liminare in conduzione aerea che copra anche la frequenza di 8000 Hz.

L'otoscopia e l'audiometria tonale liminare sono patrimonio consolidato dell'attività del Medico Competente sia per quanto riguarda il giudizio di idoneità specifica al lavoro, sia per i controlli sanitari periodici. Tuttavia desideriamo proporre una riflessione sull'uso di tali strumenti di indagine.

Di seguito affronteremo dapprima il significato diagnostico dell'indagine otoscopica e successivamente le opportunità offerte dall'audiometria tonale liminare nella definizione diagnostica di quelle condizioni che possano essere considerate di maggiore suscettibilità al danno da rumore.

L'OTOSCOPIA

L'otoscopia è l'ispezione mediante otoscopio del *condotto uditivo e della membrana timpanica*.

I moderni otoscopi sono capaci di generare una luce di intensità sufficiente ad illuminare totalmente la parte più profonda del canale auricolare e dispongono di un sistema di illuminazione alogena che produce un maggiore spettro cromatico ed un sistema di distribuzione della luce radiale a fibre ottiche.

Nell'ambito dell'utilizzo dell'otoscopia in Medicina del Lavoro non appare superfluo ricordare di usare speculi auricolari rigorosamente monouso. tuttavia, gli speculi riutilizzabili devono essere accuratamente lavati per la rimozione dei detriti visibili e sterilizzati in autoclave o per immersione in soluzione antisettica a freddo.

Per introdurre l'otoscopio nel meato acustico esterno è necessario tirare delicatamente il padiglione auricolare indietro e in alto per favorire l'ingresso dello speculo. Al fine di evitare che gli eventuali movimenti del paziente comportino il rischio di danneggiare la cute del condotto, lo strumento va impugnato come una penna tra il pollice e l'indice e in modo che il dito mignolo sia appoggiato alla guancia del paziente.

A causa delle limitazioni di campo sarà possibile osservare di volta in volta solo una parte della membrana timpanica. Pertanto si renderà necessario modificare la posizione dell'otoscopio e dell'osservatore per evidenziare tutta la superficie della membrana timpanica (fig.3).

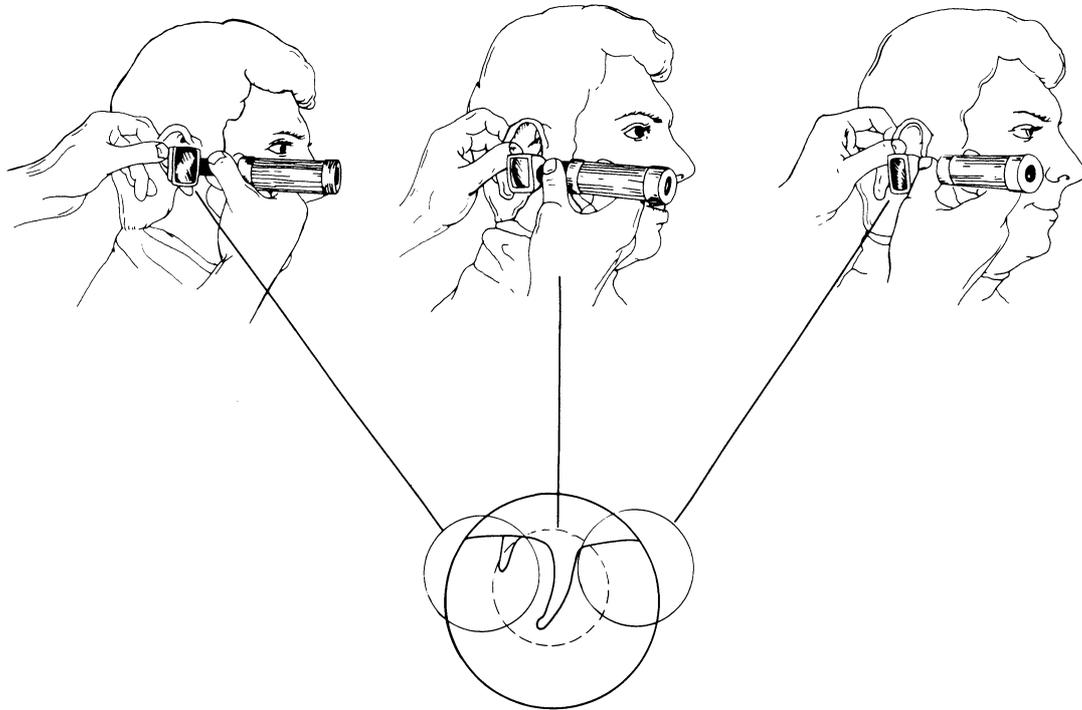


Fig. 3: da Clinical otoscopy M. Hawke, M. Keene, P.W. Alberti, Churchill Livingstone, 1990.

L'importanza di un corretto uso dell'otoscopio è anche motivata dal particolare rivestimento interno del condotto, infatti, nel suo terzo esterno, presenta pareti cartilaginee mentre nei due terzi interni le pareti sono ossee. Tra il terzo esterno e i due terzi interni vi è l'istmo che è la porzione più ristretta. Proprio a causa della costituzione delle pareti, il rivestimento cutaneo del terzo esterno è caratterizzato da una certa mobilità, mentre la cute dei due terzi interni è molto più aderente all'osso, più sottile e priva di annessi; per queste ragioni il rivestimento dei due terzi interni può essere più facilmente lacerato per incongrue manovre dell'operatore.

In alcune condizioni l'auricolare o la cuffia usati per l'audiometria tonale liminare, possono determinare una chiusura a valvola del meato che può simulare un danno trasmissivo anche importante. Per verificare e riprodurre tale condizione l'esaminatore dovrà esercitare una pressione sul padiglione auricolare durante l'osservazione del meato.

L'esame otoscopico deve essere dapprima indirizzato allo studio del canale uditivo esterno. L'epitelio di rivestimento è caratterizzato da un meccanismo autopulente che consiste nel progressivo spostamento verso l'esterno dei residui dei cheratinociti desquamati che danno origine al materiale ceruminoso.

Un'ostruzione totale o parziale del condotto uditivo si può riscontrare per la presenza di un tappo di cerume che è una concrezione è costituita dal secreto ghiandolare più peli, polvere e cellule dell'epidermide. In questo caso l'esame audiometrico può evidenziare un'ipoacusia di natura trasmissiva.

Per quanto riguarda il canale, richiamiamo alcune delle principali patologie di riscontro otoscopico. Vi sono vizi di origine embriogenetica, come l'atresia del condotto, la microotia e la presenza di organi vestigiali, ma le principali patologie acquisite del condotto sono:

- le ostruzione da corpo estraneo
- l'otite esterna, gli eczemi e le micosi
- le patologie di origine ossea (osteoma, iperostosi, esostosi).

L'ostruzione da corpo estraneo può determinare un'apparente ipoacusia di natura trasmissiva; ciò deve essere tenuto presente nelle ipoacusie trasmissive unilaterali la cui diagnosi richiede necessariamente l'audiometria per via ossea.

L'otite esterna può essere circoscritta o diffusa. La forma circoscritta, in genere dovuta allo stafilococco piogeno (foruncolo), può essere individuata all'esame otoscopico ispezionando la porzione più esterna del condotto; in taluni casi essa può essere svelata da un intenso dolore alla penetrazione dello speculum. La forma diffusa, dovuta in genere a batteri gram negativi, si manifesta con aspetto edematoso della cute del condotto che in taluni casi arriva ad impedire l'ulteriore progressione anche del più piccolo speculum.

Le forme croniche, primitive o secondarie ad un'otite media cronica si manifestano, all'esame otoscopico, con un aspetto della cute del meato ispessita fino ad una stenosi parziale o totale del canale. All'interno è possibile osservare degli ammassi giallo brunastri di cerume infetto.

Di riscontro otoscopico sono anche gli eczemi del condotto, che possono essere accompagnati o meno dall'interessamento del padiglione. L'eczema classico inizia con la fase eritematosa che può divenire vescicolare, erosiva essudativa ed infine crostosa.

Talune forme possono cronicizzarsi con l'ispessimento rugoso del rivestimento cutaneo (lichenificazione).

Le micosi del condotto che compaiono o nel corso di un'otite esterna microbica o per scarsa igiene, si manifestano all'otoscopia come ammassi molli cotonisimili di vario colore, dal bianco, al giallo, al nero. Il condotto appare arrossato e squamoso. L'audiometria ci segnala, talvolta, un'ipoacusia trasmissiva.

Gli osteomi, che si manifestano in genere in prossimità della membrana timpanica, per le loro piccole dimensioni non determinano in genere danni trasmissivi. Anche esostosi ed iperostosi raramente determinano un cambiamento delle soglie tonali.

Tra le patologie del condotto uditivo esterno vanno infine ricordati gli ematomi del canale di origine traumatica, le cheratosi ostruttive (ostruzione da parte di detriti biancastri di cheratina) e le patologie neoplastiche quali il carcinoma a cellule squamose (epitelioma squamoso, carcinoma epidermoide e i meno frequenti ceruminomi e adenocarcinomi)

L'herpes zoster otico che colpisce il ganglio genicolato può presentare anche delle manifestazioni otoscopiche con vescicole lungo la cute del condotto o addirittura sulla membrana timpanica (sindrome di Ramsay Hunt).

Patologie della membrana timpanica

La membrana timpanica normale ha un aspetto semitrasparente di colorito grigio pallido (il colorito cambia in ragione del sistema illuminante); è di solito ben visibile il manico del martello la cui punta appiattita coincide con l'apice del cono luminoso; è possibile anche osservare il processo laterale del martello.

In alcuni casi l'introduzione dello speculum provoca un'iperemia dei vasi timpanici (riflesso rosso) in particolare in seguito ad un'ispezione prolungata, ad una prova calorica o alle manovre di rimozione del cerume. Il riflesso rosso di origine meccanica, però, si distingue da quello dell'otite media per il mancato coinvolgimento dei vasi radiali.

Di rilievo otoscopico sono anche le perforazioni barotraumatiche che interessano di norma il quadrante anteroinferiore con le lesioni che presentano bordi irregolari ed estroflessi. Le perforazioni che seguono le penetrazioni da corpo estraneo si verificano in genere nei quadranti posteriori. Alcune infiammazioni della membrana timpanica possono essere bollose e cronico-granulose (meringiti).

L'INDAGINE AUDIOMETRICA

L'allegato VII del D.Lgs. 277/91 indica per l'indagine audiometrica la sola via aerea, tuttavia è certo che non è possibile effettuare una diagnosi differenziale senza l'esame comparativo della via aerea e della ossea. Tra l'altro, le Linee Guida riconoscono alcune patologie di natura percettiva (neurosensoriale) come predisponenti al danno acustico da rumore. Per diagnosticare tali condizioni di maggiore suscettibilità è necessario sottoporre i pazienti anche all'indagine audiometrica per via ossea al fine di escludere condizioni di natura trasmissiva per le quali non vi è riscontro otoscopico come ad esempio per alcune otosclerosi operate. Particolare attenzione dovrà essere prestata al rispetto del riposo acustico, alle condizioni di silenziosità dell'ambiente in cui viene eseguito l'esame audiometrico, e alla taratura dell'audiometro.

Le tabelle riportate di seguito individuano le condizioni predisponenti rispettivamente per i danni di tipo trasmissivo, misto e percettivo secondo Merluzzi (1998) (Tab. 1,2,3).

Tab. 1

DANNO TRASMISSIVO PURO	Predispone
Otite cronica senza perforazione	NO
Otite cronica con perforazione	SI
Aplasia congenita	NO
Stenosi del condotto	NO
Esostosi o osteoma del condotto	NO
Otosclerosi	NO
Otosclerosi operata	SI
Esiti di interventi per otite cronica	NO

Tab. 2

DANNO MISTO TRASMISSIVO E PERCETTIVO	Predispone
Otite cronica labirintizzata	SI
Otosclerosi labirintizzata	NO
Esiti di intervento di otite cronica	SI

Tab. 3

DANNO PERCETTIVO	Predispone
Sindromi di Meniere e menieriformi	SI
Cocleopatie vascolari	SI
Cocleopatie degenerative	SI
Cocleopatie virali	SI/NO
Cocleopatie batteriche	SI
Cocleopatie da trauma cranico	SI/NO
Cocleopatie da tossici	SI
Cocleopatie da presbiacusia	NO
Cocleopatie da trauma acustico acuto	NO
Cocleopatie da trauma acustico cronico	SI/NO
Neuropatie da neurinoma	NO
Neuropatie virali	NO

In soggetti normoacusici viene riconosciuta inoltre come condizione di maggiore suscettibilità l'intervento di stapedectomia per otosclerosi.

Per quanto riguarda il testo delle Linee Guida vogliamo, infine, richiamare l'attenzione sul lavoro dei giovani per il quale attualmente è obbligatorio fare riferimento al recente Decreto Legislativo del 18 agosto 2000 n. 262 che riporta le disposizioni integrative e correttive al Decreto Legislativo n° 345 del 04/08/1999 che disciplina, tra l'altro, l'esposizione a rumore dei giovani.

Il D.Lgs. 345 che attua la Direttiva 94/33/CE modifica l'articolo 6 della legge 17 ottobre 1967, n. 977 (Tutela del lavoro dei bambini e degli adolescenti) e proponeva il divieto di adibizione dei minori alle attività che comportavano un valore dell'esposizione quotidiana superiore a 80 dB(A), prevedendo la possibilità di derogare al divieto di esposizione per motivi didattici o di formazione professionale. L'ISPESL concordava con le norme che vietavano l'esposizione oltre gli 80 dB(A) che sono state modificate dal decreto legislativo 262 che attualmente porta il livello limite a 90 dB(A) confermando comunque l'obbligo dell'uso dei DPI e la visita del medico competente quando l'esposizione supera gli 80 dB(A).
Le maggiori cautele da adottarsi nei confronti della prevenzione del danno acustico nei minori sono state poste in relazione sia con la necessità di preservare con più attenzione il patrimonio funzionale di individui giovani, sia con la dimostrata maggiore suscettibilità al danno da rumore in soggetti che non abbiano ultimato le tappe del loro sviluppo funzionale.

BIBLIOGRAFIA

Henley CM, Rybak LP, Ototoxicity in developing mammals. *Brain Res Rev* 1995 Jan; 20 (1): 68-90.

Pekkarinen J Noise, impulse noise and other physical factors: combined effects on hearing. *Occup Med* 1995 Jul-Aug; 10 (3): 561-575.

Merluzzi F. Il giudizio di idoneità alla mansione specifica per il rischio da esposizione a rumore Atti dB(A) 1998 pp 75-85 Modena.

Prasher D, Sulkowski W, The role of otoacoustic emission in screening and evaluation of noise damage. *Am J Ind Med* 2000 Jan; 37 (1): 112-120.

D.Lgs. 18 agosto 2000 n. 262 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 4 agosto 1999 n.345, in materia di protezione dei giovani sul lavoro, a norma dell'art.1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n.128".

SOFTWARE APPLICATIVI PER IL CALCOLO DELL'ERRORE CASUALE E LA SCELTA DEI DPI Uditivi

Stefano Casini

INAIL, Direzione Regionale Sicilia
Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione

RIASSUNTO

Viene presentata una procedura informatica che facilita la scelta del DPI ed il calcolo della protezione da essi fornita, in accordo con la norma armonizzata UNI EN 458 (1995) *“Protettori auricolari - Raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione. Documento guida”*.

La procedura propone anche un metodo di calcolo, non presente nella UNI EN 458, che permette di utilizzare le misure eseguite con la curva di pesatura A.

Inoltre, viene presentata una procedura su foglio elettronico per calcolare l'errore casuale associato alle misure di rumore, secondo quanto riportato nelle *“Linee guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro”*.

ABSTRACT

A software procedure is introduced to lead to a better hearing protectors selection and calculation of their effective protection, according to European standard EN 458 (1995) *“Hearing protectors - Recommendations for selection, use, care and maintenance - Guidance document”*.

The procedure proposes a calculation method, not included in EN 458, to allow the use of A-weighted measures.

Besides, a software spreadsheet is introduced to calculate uncertainties in noise measurements, according to the *“Guidelines for the evaluation of noise risk in working environments”*.

PREMESSA

Con l'istituzione da parte dell'ISPESL del *“Gruppo di lavoro per la predisposizione di procedure operative standardizzate per la valutazione del rischio da rumore e vibrazioni in ambiente di lavoro”* si è avuto modo di partecipare attivamente alla redazione delle *“Linee guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro”*; queste linee guida contengono una sezione dedicata alla scelta appropriata dei dispositivi di protezione individuale (DPI) dell'udito, ed una sezione dedicata al calcolo dell'errore associato alle misure, da anni un punto dolente sia per chi debba redigere una relazione tecnica di valutazione del rischio rumore in ambiente di lavoro; tant'è che la questione dell'errore è oggetto di dibattito anche all'interno del GdL 3 della Commissione Acustica UNI, che sta revisionando la Norma UNI 9432.

PARTE I: DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE DELL'UDITO

Protezione e livello d'azione

Si rammenta che l'intera materia dei DPI, di cui anche gli otoprotettori fanno parte, è stata regolamentata anche dal Titolo IV del D.Lgs. 626/94 [1] e dal D.Lgs.475/92 [2], che stabilisce, tra l'altro, l'obbligo della marcatura CE dei dispositivi.

Riguardo gli otoprotettori esiste, nello specifico, la norma armonizzata UNI EN 458 [3], che definisce le linee guida per la scelta dei DPI dell'udito, e fornisce 4 metodi per calcolarne l'efficacia nella protezione; questi metodi, che la norma indica in ordine di preferenza per l'accuratezza che li contraddistingue, sono:

- il metodo per bande d'ottava;
- il metodo HML;
- il controllo HML;
- il metodo SNR.

Nella norma EN 458 è presente anche un metodo per il calcolare l'efficacia nella protezione del DPI nel caso di rumore impulsivo, ma quest'ultimo aspetto non viene trattato all'interno del presente lavoro.

Tutti i metodi permettono di calcolare, dato il livello di rumore ambientale, il livello effettivo pesato A (L'_{Aeq}) presente all'orecchio dopo aver correttamente indossato il DPI dell'udito; confrontando L'_{Aeq} con il massimo livello di esposizione personale quotidiana oltre il quale devono, ai sensi di legge, essere resi disponibili o indossati i DPI (livello d'azione L_{act}), si può stimare la protezione fornita dal DPI, secondo la seguente tabella:

Livello effettivo all'orecchio, L'_{Aeq} , in dB(A)	Stima della protezione
$L'_{Aeq} > L_{act}$	Insufficiente
$L_{act} - 5 < L'_{Aeq} \leq L_{act}$	Accettabile
$L_{act} - 10 < L'_{Aeq} \leq L_{act} - 5$	Buona
$L_{act} - 15 < L'_{Aeq} \leq L_{act} - 10$	Accettabile
$L'_{Aeq} \leq L_{act} - 15$	Troppo alta (iperprotezione)

Concordemente con quanto indicato nelle linee guida sopra citate, si ritiene che L_{act} debba corrispondere a **85 dB(A)** per il livello di esposizione quotidiana personale (fatte salve le considerazioni che verranno presentate più avanti), ed a **140 dB** per il livello di picco.

Utilizzo pratico dei metodi di calcolo della protezione

L'attuale normativa italiana (D. Lgs. 277/91 [4]) richiede ai datori di lavoro di far effettuare una valutazione del rumore delle attività produttive, integrate da misure fonometriche qualora si ritenga venga superato per i lavoratori il $L_{ep,d}$ di 80 dB(A); ai fini del calcolo del $L_{ep,d}$, il decreto ritiene sufficiente il solo valore globale espresso utilizzando la curva di pesatura A; pertanto le misure di livello equivalente L_{eq} sono condotte utilizzando tale pesatura e, non essendo richiesta per legge la composizione spettrale del rumore, ben pochi sono i tecnici che eseguono le misure in banda d'ottava o integrano le misure con il valore pesato secondo la curva C.

Per applicare i metodi della EN 458 sono richieste le seguenti informazioni sul rumore:

<i>Per utilizzare il ...</i>	<i>... è necessario conoscere</i>
Metodo per bande d'ottava	il livello equivalente di pressione acustica del rumore per banda d'ottava $L_{oct,eq}$
Metodo HML	il livello equivalente di pressione acustica del rumore pesato secondo la curva A (L_{Aeq}) e secondo la curva C (L_{Ceq})
Controllo HML	il livello equivalente di pressione acustica del rumore pesato secondo la curva A (L_{Aeq}) e l'impressione prodotta dal suono per decidere la classe di rumore (utilizzando liste d'esempio di sorgenti di rumore)
Metodo SNR	il livello equivalente di pressione acustica del rumore pesato secondo la curva C (L_{Ceq}) o, in alternativa, non pesato ($L_{Lin,eq}$)

Come si vede per la stragrande maggioranza dei casi, l'unico metodo applicabile con la sola conoscenza del L_{Aeq} sarebbe il controllo HML (sempre ammesso che si possa decidere la classe di rumore), ma questo metodo in alcuni casi non fornisce una risposta precisa, e rimanda per maggior sicurezza all'applicazione di uno degli altri 3 metodi!

Ci si trova quindi nella condizione di avere un'enorme massa di relazioni fonometriche contenenti dati sul rumore inutilizzabili ai fini del calcolo degli otoprotettori.

Appare perciò importante sensibilizzare i datori di lavoro affinché facciano eseguire dal personale competente, soprattutto in ambienti o attività particolarmente rumorosi, la misura del rumore anche secondo la curva di pesatura C o, meglio ancora, l'analisi spettrale del rumore in banda d'ottava (o terzi d'ottava); analogamente il personale competente dovrebbe proporre di integrare le valutazioni fonometriche ai sensi del D. Lgs. 277/91 coi valori pesati C del rumore o con l'analisi spettrale: quest'ultima analisi, tra l'altro, può tornare utile successivamente per studiare gli interventi di bonifica acustica delle macchine e degli ambienti.

Nel frattempo rimane aperto il problema del calcolo della protezione utilizzando le misure di rumore esistenti, ovvero quelle eseguite con la pesatura A.

Innanzitutto vediamo in cosa consiste la differenza tra le curve di pesatura A e C.

La prima è stata implementata per meglio avvicinare le misure strumentali al comportamento dell'orecchio umano la cui sensibilità, per livelli di pressione sonora non molto elevati (fino ai 70 - 80 dB), è molto bassa alle frequenze inferiori ai 100 Hz e superiori ai 5 kHz; per elevati livelli di pressione sonora, superiori ai 100 dB, la sensibilità dell'orecchio migliora alle estremità della gamma udibile, per cui fu delineata la curva C, con attenuazioni minori rispetto alla curva A.

Nella tabella seguente si può osservare la differenza tra le due curve:

f (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
A _f (dB)	- 16,1	- 8,6	- 3,2	0	1,2	1	- 1,1
C _f (dB)	- 0,2	0,0	0	0	- 0,2	- 0,8	- 3,0

Come si vede, la curva C è, nelle frequenze che interessano nel campo del rumore professionale, quasi lineare fino a 4 kHz; pertanto, pur non essendo esplicitato dalla norma EN 458, si ritiene che per il calcolo della protezione dei DPI uditivi in alternativa al livello equivalente pesato C possa essere eccezionalmente utilizzato il valore del livello equivalente non pesato, espresso in dBLin, in quanto la differenza tra i valori non è, per le frequenze d'interesse, particolarmente significativa; questa sostituzione, che comporta una protezione finale superiore, può ritenersi accettabile salvo condurre, in alcune situazioni, ad una iperprotezione, per rumori con spettro di frequenza spostato verso la gamma alta.

Una soluzione per il presente

Oltre ai metodi prescritti dalla EN 458 si vuole presentare in questa sede il metodo “*SNR corretto*” desunto da uno standard OSHA [5], che permette di calcolare la protezione fornita dall'otoprotettore conoscendo solo i livelli equivalenti di rumore pesati secondo la curva A (L_{Aeq}), risolvendo almeno temporaneamente il problema dell'assenza di misure di rumore eseguite ad hoc per la EN 458.

Per il livello di approssimazione che lo contraddistingue si ritiene che l'applicazione di questo metodo debba essere considerata solo come ultima ratio, vale a dire da superare provvedendo, alla prima ripetizione della valutazione del rischio, a misurare anche i livelli di rumore pesati secondo la curva C o in banda d'ottava.

Utilizzando il metodo “*SNR corretto*”, si ricava L'_{Aeq} con la seguente, banale formula:

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - (SNR - 7)$$

confrontandolo poi con il livello di azione L_{act} per valutare l'idoneità dell'otoprotettore.

L'approssimazione introdotta dal metodo “*SNR corretto*” di diminuire di 7 dB il valore di SNR mette in “sicurezza” il calcolo, nel senso di fornire una protezione reale maggiore di quella calcolata, quanto più lo spettro di frequenza del rumore è spostato verso le alte frequenze, visto che la pesatura C differisce in maniera significativa dalla A solo per le frequenze inferiori a 500 Hz; l'utilizzo di questo metodo è pertanto sconsigliato nel caso di rumori con elevate componenti spettrali in bassa frequenza, quali ad esempio:

- escavatori e macchine movimento terra;
- gruppi compressori a pistone;
- altoforni, forni di fusione elettrici e cubilotti;
- forni a combustione;
- macchine per pressofusione;
- frantumatori meccanici.

Software di supporto

In corrispondenza alla redazione delle Linee guida citate in premessa, lo scrivente ha realizzato un software chiamato **DiPIU** (**Dispositivi di Protezione Individuale dell'Udito**) che facilita la scelta del tipo di DPI ed il calcolo della protezione fornita rispetto al rumore.*

Il software è sviluppato per l'ambiente Windows 3.1 e successivi (Windows 95, 98, 2000, NT) e non richiede particolari risorse (spazio su hard disk, memoria RAM, scheda video ecc.) al PC, così da poter essere utilizzato anche su macchine della serie 386 - 486.†

Il software è disponibile gratuitamente attraverso Internet sul sito dell'ISPESL [8] e sul sito dell'autore [9], agli indirizzi indicati in bibliografia.

L'interfaccia del software è organizzata attraverso una serie di finestre che guidano in successione l'utente nelle singole fasi di scelta del DPI e di inserimento dei dati sul rumore e sulla attenuazione fornita dal dispositivo, fino ad arrivare, attraverso uno dei metodi di calcolo proposti dalla EN 458, alla determinazione dell'efficacia della protezione; viene distribuito insieme al software un database con archiviati i valori di attenuazione di alcuni dei più noti DPI dell'udito in commercio; questo tipo di interfaccia, chiamata in gergo "wizard", facilita l'utilizzo del software anche ai non esperti nell'uso del computer.

Dopo l'apparizione per qualche secondo dello "splash screen" (vedi figura 1) parte il wizard, strutturato nel modo seguente:

1° quesito: *Il lavoro si svolge in condizioni ambientali sfavorevoli (alte temperature e/o alti tassi d'umidità e polverosità)?*

2° quesito: *Vi è esposizione ripetitiva a rumori di breve durata?*

In seguito alle risposte date ai 2 quesiti, il wizard propone le tipologie di dispositivo più idonee, scegliendo tra:

- *Cuffie*
- *Cuffie con cuscinetti ricoperti o imbottiti*
- *Inserti con archetto*
- *Inserti monouso*

quindi chiede all'utente se vuole utilizzare l'archivio per selezionare i dati del particolare DPI che vorrà utilizzare; questo permette di evitare l'inserimento a mano dei dati di attenuazione dell'otoprotettore.

Viene poi chiesto all'utente quali tipi di informazioni sul rumore sono disponibili tra:

- *Spettro di frequenza in banda d'ottava*
- *Livello equivalente pesato C*
- *Livello equivalente pesato A*

* Nota: si segnala che esiste sull'argomento anche un software realizzato dal BIA (Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit) tedesco [17] e tradotto dalla IEC di Torino [18], che però non permette di utilizzare il metodo SNR corretto.

† Requisiti minimi: sistema operativo Windows 3.1 con 2 MByte di memoria RAM; spazio occupato sull'hard disk 400 kByte, di cui 171 kByte per il programma e 200 kByte per la Guida in linea; il mouse non è indispensabile, può essere utilizzato con la sola tastiera; nessun requisito particolare per la scheda video.

e, in base alla selezione, la finestra successiva propone la scelta tra i metodi di calcolo utilizzabili per la tipologia di informazioni sul rumore disponibile:

- *Banda d'ottava*
- *Metodo HML*
- *Controllo HML*
- *SNR*
- *SNR corretto*

Da notare che oltre ai metodi della EN 458 viene data la possibilità di utilizzare anche il metodo “SNR corretto” in precedenza descritto.

Viene poi chiesto di inserire i dati sul rumore e sul DPI, utilizzando l'interfaccia appropriata al metodo scelto e infine, eseguito il calcolo, viene data la risposta sull'efficacia della protezione fornita dal DPI:

- *Insufficiente*
- *Accettabile*
- *Buona*
- *Iperprotezione*

Per quanto riguarda l'utilizzo dell'archivio degli otoprotettori prima accennato, l'interfaccia rende possibile aggiungere, eliminare o modificare i DPI contenuti nell'archivio, permettendo così all'utente di mantenere aggiornato il database con l'uscita di nuovi prodotti.

Non ci si vuole dilungare in questa sede, ma è necessario ricordare che la protezione effettiva offerta da un otoprotettore si dimezza se non viene indossato per solo il 10% del tempo di esposizione al rumore; e si avvicina allo zero se lo stesso non viene indossato per il 50% del tempo (vedi figura 2).

Inoltre, i valori di attenuazione dichiarati dal fabbricante vengono ricavati da prove di laboratorio [6] eseguite con soggetti esperti ed allenati; un indossamento scorretto del protettore da parte dell'utilizzatore o la presenza di altri DPI (elmetti, occhiali) può portare a dimezzare l'attenuazione fornita dal DPI.

Pertanto, nonostante si ritenga che L_{act} debba corrispondere a **85 dB(A)**, è consigliabile impostare il calcolo in maniera prudenziale così che il livello effettivo all'orecchio, L'_{Aeq} , non debba superare gli **80 dB(A)**, per tener conto del fatto che un uso non corretto del DPI fa decadere bruscamente la protezione; dall'altra parte, si potrebbe cavillosamente interpretare il D. Lgs. 277/91 nel senso di attribuire per L_{act} il valore di **90 dB(A)**; è stata quindi aggiunta a **DiPIU** un'interfaccia per scegliere il valore del livello d'azione tra i seguenti:

- *80 dB(A)*
- *85 dB(A)*
- *90 dB(A)*

Il nuovo valore del livello d'azione può essere impostato in maniera temporanea, valido solo per il calcolo in corso, oppure permanente, predefinito ogni volta che si utilizza il software.

L'interfaccia delle **Opzioni** non fa parte del wizard, ed il comando che la visualizza è, per scelta progettuale, nascosto; infatti è una scelta che viene fatta “una tantum”, e per la maggior parte degli utenti andrà bene il valore predefinito di **85 dB(A)**.

Altre considerazioni da fare per la scelta

La scelta del DPI uditivo migliore non è legata solo al calcolo della protezione fornita: aspetti altrettanto importanti vanno presi in considerazione per l'ottimale selezione.

Innanzitutto va tenuto conto dell'ambiente di lavoro e dell'attività lavorativa svolta da colui che dovrà indossare il DPI, nonché della "predisposizione" o del "rifiuto", per motivi psicologici o di comfort, che l'utilizzatore può avere verso una specifica tipologia di DPI; a questo possono aggiungersi problemi per la compatibilità dell'otoprotettore con altri dispositivi di protezione della testa (elmetti, occhiali), e la presenza di disturbi sanitari (otite, ipoacusia) all'apparato uditivo, cosa che richiede la consultazione di un medico prima di scegliere la tipologia del DPI.

E' comunque opportuno consultare il lavoratore o il rappresentante dei lavoratori per la scelta degli otoprotettori.

Va tenuto conto che, se si scelgono DPI riutilizzabili, questi devono essere soggetti a pulizia e manutenzione periodica, pena la perdita di efficacia nel tempo; devono essere conservati nei luoghi e nei modi appropriati; facendoli entrare in contatto con oli, polveri, o altre sostanze irritanti, si corre il rischio prendersi qualche malattia dell'orecchio; i DPI sono soggetti a deterioramento, pertanto ne va prevista la sostituzione ad intervalli regolari.

Per quanto possibile, i DPI riutilizzabili vanno assegnati ad personam.

Riguardo i DPI monouso, è opportuno che questi non vengano riutilizzati, in special modo da persone diverse; allo scopo, è necessario che siano disponibili in posizioni facilmente accessibili all'interno dell'ambiente di lavoro delle scorte adeguate di protettori.

Acquisire informazioni quanto più dettagliate sul rumore da attenuare, quale il suo spettro di frequenza, permette di scegliere dai cataloghi il protettore il cui spettro di attenuazione più si avvicina a quello da attenuare, realizzando così la protezione per le frequenze in cui serve, senza penalizzare troppo le altre frequenze, togliendo così il senso di isolamento dato dall'iperprotezione.

Una volta scelto il miglior protettore è poi necessario informare il lavoratore sul suo corretto uso, in particolare sulle modalità di indossamento (da questo punto di vista le cuffie sono meno critiche rispetto agli inserti), su quali siano gli ambienti e l'arco temporale per il quale va indossato, e sulla cura e manutenzione: il miglior otoprotettore rimane sempre quello utilizzato dal lavoratore giudizioso, responsabile ed informato!

PARTE II: CALCOLO DELL'ERRORE ASSOCIATO ALLE MISURE DI RUMORE

L'errore, questo sconosciuto

Il famigerato allegato VI al D. Lgs. 277/91 [4] recita, al punto 3.3: “Di ogni misurazione deve essere indicata anche l'incertezza di cui la medesima è affetta (errore casuale)”.

Si è molto disquisito su cosa si dovesse intendere per “errore casuale” [11] [12] [13] [14], e la discussione continua anche in sede UNI per il rifacimento della Norma 9432 [15].

Quello che è certo è che nella stragrande maggioranza dei casi chi redige la relazione tecnica di valutazione del rischio rumore omette di indicare l'errore associato alle misure [16], vuoi per la mancanza di un'univoca definizione dello stesso, vuoi per la difficoltà nel calcolarlo, vuoi per la scarsa voglia di ripetere più volte la stessa misura, condizione necessaria per ottenere una significatività statistica dei risultati.

Resta il fatto che l'incertezza legata alle misure va comunque calcolata, sia per rispettare l'obbligo di legge, sia perché scientificamente corretto, sia per dare i margini necessari di verifica della ripetibilità della misura: misurare 87 ± 2 dB(A) significa garantire che se una successiva misura rileva $85 \pm 1,5$ dB(A), la prima è stata comunque eseguita correttamente, e viceversa.

In questa sede, senza voler entrare nel merito di quanto riportato nell'allegato VI al D. Lgs. 277/91 [4], si propone un metodo per calcolare l'incertezza di misura legata alle differenti fasi che portano alla costruzione del livello di esposizione personale del lavoratore, il tutto supportato dall'illustrazione di un software che facilita il calcolo matematico.

Come calcolare l'incertezza

Riassumiamo in breve, rimandando per la trattazione approfondita all'allegato 2 delle “*Linee guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro*” pubblicate dall'ISPESL, i diversi tipi di incertezza che possono entrare in giuoco nella misura dell'esposizione personale dei lavoratori, partendo da quella più semplice da determinare: man mano che si andrà avanti, aumenterà la “raffinatezza” della relazione tecnica di valutazione del rischio e, paradossalmente, aumenterà anche l'incertezza.

Parafrasando Socrate: “Di una cosa ho certezza, di non avere certezze!”.

Incetenza strumentale

Per quanto riguarda l'incertezza dovuta allo strumento (ϵ_S), questa può ipotizzarsi compresa tra un valore minimo, rilevato nelle condizioni di laboratorio e generalmente riportato nel certificato di taratura, ed un valore massimo, corrispondente alla classe IEC della strumentazione (0,7 dB per strumentazione in classe 1).

Dipenderà dal tecnico scegliere il valore che più rispecchia le reali condizioni di misura: valore minimo per misure in condizioni quasi standard di pressione,

temperatura, gradiente termico; valore massimo per condizioni fuori standard e stressanti per l'apparecchio; un valore intermedio negli altri casi.

Il valore dell'incertezza strumentale è un errore sistematico, andrà perciò aggiunta ai valori che si otterranno per l'incertezza di campionamento, per l'incertezza sul $L_{ep,d}$ e per l'incertezza sul $L_{ep,w}$.

Incetzza dovuta al campionamento

E' legata al fatto che, invece di eseguire una sola misura per tutta la durata del fenomeno acustico da misurare, vengono presi N campioni di rumore di durata inferiore, per un tempo totale di misura che è inferiore alla durata del fenomeno acustico.

L'incertezza legata al campionamento decresce, come ovvio, con l'aumentare del numero di campioni: generalmente si suggerisce di effettuare un numero di campioni minimo pari a 3, mentre per valori di N superiori a 5 non si hanno significative diminuzioni dell'incertezza; è da porre l'accento che i campioni devono riferirsi a fenomeni acustici simili, e non devono essere correlati tra loro, pena la decadenza delle ipotesi alla base del calcolo.

Per il calcolo dell'incertezza legata campionamento, ci si può riferire all'allegato D della norma ISO 9612 [10], oppure alle formule riportate nelle Linee guida citate.

Media aritmetica dei livelli:

$$\bar{L}_i = \frac{\sum_{j=1}^N L_{ij}}{N}$$

Deviazione standard:

$$s = \left(\frac{\sum_{j=1}^N (L_{ij} - \bar{L}_i)^2}{N - 1} \right)^{1/2}$$

Incetzza di campionamento del livello equivalente:

$$\varepsilon_A(L_{Aeq,Ti}) = \left(\frac{s^2}{N} + \frac{0,026s^4}{N-1} \right)^{1/2} \left(\frac{T_i - \sum_{j=1}^N T_{ij}}{T_i - \bar{T}_{ij}} \right)^{1/2}$$

Riguardo quest'ultima formula il secondo termine può, in prima approssimazione, porsi uguale all'unità per tempi di campionamento inferiori al 15% del tempo totale di durata del fenomeno acustico, cosa che accade nella quasi totalità dei casi.

Incertezza del livello equivalente

L'incertezza totale della misura di un livello equivalente deve prendere in considerazione sia l'incertezza strumentale sia l'incertezza dovuta al campionamento, ed è pari alla radice quadrata dei quadrati dei due termini: naturalmente, se non si adotta la tecnica del campionamento ma si misura il livello equivalente per il tempo totale di durata del fenomeno acustico, il secondo termine è nullo, e l'incertezza del livello equivalente coincide con l'incertezza strumentale; quindi, a meno di avere uno strumento con errore zero, ad ogni livello equivalente è associata un'incertezza diversa da zero.

Incertezza totale del livello equivalente:
$$\varepsilon (L_{Aeq,Ti}) = \left(\varepsilon_S^2 + \varepsilon_A^2 (L_{Aeq,Ti}) \right)^{1/2}$$

La norma ISO 9612 [10], allegato D, indica come classe di precisione 1 (di riferimento) quella con incertezza del livello equivalente compresa tra 0 e 1,5 dB(A), e come classe di precisione 2 (ingegneristica) quella con incertezza del livello equivalente compresa tra 1,5 e 3 dB(A); la classe di precisione 3 (stima) prevede l'incertezza del livello equivalente compresa tra 3 e 8 dB(A).

A nostro avviso, per poter essere valide ai fini di una relazione tecnica di valutazione del rischio le misure di livello equivalente dovrebbero avere classe di precisione pari almeno a 2.

Incertezza del tempo di esposizione

Questa è legata al fatto che la medesima lavorazione non viene eseguita sempre per il medesimo intervallo di tempo; si può procedere in due modi:

- misurare a campione i tempi di alcuni cicli di lavorazione, ed applicare poi i metodi di calcolo dell'incertezza legata al campionamento, in maniera simile a quanto descritto riguardo l'incertezza del livello equivalente;
- applicare al tempo di esposizione dichiarato dal lavoratore o misurato una sola volta un'incertezza pari al 4 per cento, con un valore minimo di 2,5 minuti; questo secondo metodo è valido solo se i tempi di adibizione alla lavorazione non sono molto variabili, e superiori alla mezz'ora.

Incertezza del livello di esposizione personale quotidiano

Applicando la legge di propagazione degli errori alla formula per il calcolo del $L_{ep,d}$, noti i livelli equivalenti con le relative incertezze (a meno del contributo fornito dall'incertezza strumentale) ed i tempi di esposizione con le relative incertezze, è possibile calcolare l'incertezza del livello di esposizione quotidiana, aggiungendo la componente strumentale al risultato della formula.

Incertezza del livello di esposizione quotidiana:

$$\varepsilon_A (L_{EP,d}) = \frac{\left[\sum_{i=1}^M 10^{0.2L_i} T_i^2 \varepsilon_i^2 + 18.86 \sum_{i=1}^M 10^{0.2L_i} \varepsilon_{T_i}^2 \right]^{1/2}}{\sum_{i=1}^M 10^{0.1L_i} T_i}$$

dove $L_i = L_{Aeq,T_i}$, $\varepsilon_i = \varepsilon_A (L_{Aeq,T_i})$, $\varepsilon_{T_i} = \varepsilon (T_i)$ ed M è il numero di periodi in cui si effettuano misure di livello equivalente.

Incertezza totale del livello di esposizione quotidiana:

$$\varepsilon (L_{EP,d}) = [\varepsilon_A^2(L_{EP,d}) + \varepsilon_S^2]^{1/2}$$

Incertezza del livello di esposizione personale settimanale

Analogamente, applicando la legge di propagazione degli errori alla formula per il calcolo del $L_{ep,w}$, noti i livelli quotidiani con le relative incertezze (a meno del contributo fornito dall'incertezza strumentale), è possibile calcolare l'incertezza del livello di esposizione settimanale; anche in questo caso al risultato della formula va aggiunta la componente strumentale.

Incertezza del livello di esposizione settimanale:

$$\varepsilon_A (L_{EP,w}) = \frac{\left[\sum_{k=1}^m 10^{0.2L_k} \varepsilon_k^2 \right]^{1/2}}{\sum_{k=1}^m 10^{0.1L_k}}$$

dove $L_k = (L_{EP,d})_k$ ed $\varepsilon_k = \varepsilon_A (L_{EP,d})_k$ ed m è il numero di giorni per i quali è disponibile il $L_{EP,d}$.

Incertezza totale del livello di esposizione settimanale:

$$\varepsilon (L_{EP,w}) = [\varepsilon_A^2(L_{EP,w}) + \varepsilon_S^2]^{1/2}$$

Software per il calcolo delle incertezze

Per facilitare l'applicazione delle formule sopra descritte è stato realizzato dall'ISPESL un software che facilita il calcolo matematico delle incertezze di misura.

Si tratta di un foglio elettronico in formato Excel organizzato in 3 diverse sezioni:

- calcolo dell'incertezza legata al livello equivalente;
- calcolo dell'incertezza legata al livello di esposizione personale quotidiano;
- calcolo dell'incertezza legata al livello di esposizione personale settimanale.

Anche questo software è disponibile gratuitamente attraverso Internet sul sito dell'ISPESL [7], all'indirizzo indicato in bibliografia.

Nella **Sezione 1** del foglio di calcolo si inseriscono i dati relativi ai livelli equivalenti misurati nei singoli campionamenti, e si ottiene in uscita il livello equivalente e l'incertezza totale (comprendente, quindi, anche l'incertezza strumentale).

Per il calcolo dell'incertezza sul livello equivalente il secondo termine della relativa formula viene posto pari ad 1.

Nella **Sezione 2**, si inseriscono i dati relativi ai livelli equivalenti e le relative incertezze, nonché tempi di esposizione e relative incertezze.

Per l'incertezza dei tempi di esposizione sono previste 3 opzioni:

- *incertezza pari a zero;*
- *incertezza calcolata in automatico, pari al 4 per cento del tempo di esposizione;*
- *incertezza calcolata ed inserita direttamente dall'utente.*

In uscita si ottengono il tempo totale di esposizione ed il livello di esposizione personale quotidiano con la relativa incertezza.

Nella **Sezione 3**, si inseriscono i dati relativi ai livelli di esposizione personale quotidiani con le relative incertezze, e si ottiene in uscita il livello di esposizione personale settimanale con la relativa incertezza.

Conclusioni

Grazie alle “*Linee guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro*” gli operatori del settore hanno oggi in mano uno strumento omogeneo per risolvere molti dei dubbi ancora in sospeso: e, se ciò non bastasse, anche il “cacciavite” informatico per svitare due delle viti ancora particolarmente incrostate a 9 anni di distanza dal D.Lgs. 277/91; l'intenzione del Gruppo di lavoro è adesso quello di cimentarsi con l'argomento “bonifiche” per chiudere il circolo, e passare poi alla redazione di Linee guida specifiche per settori.

Per mantenere vive ed aggiornate le Linee guida, è però indispensabile il feedback da parte di chi le utilizza, e lo stesso dicasi per i software qui presentati: sono pertanto graditi commenti, osservazioni, segnalazioni di errori, suggerimenti per miglioramenti, da inviare agli indirizzi e-mail che accompagnano i prodotti informatici.

Bibliografia

[1] Decreto Legislativo del 19/09/1994, n. 626 “Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro” e successivi aggiornamenti e integrazioni;

[2] Decreto Legislativo 4 dicembre 1992, n. 475 “Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989 in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativa ai dispositivi di protezione individuale”;

[3] Norma EN 458 (1993) “Protettori auricolari - Raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione. Documento guida”, tradotta in Italia con la UNI EN 458 (1995);

[4] Decreto Legislativo del 15/08/1991, n. 277 “Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n.82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art.7 della legge 30/07/1990, n. 212” e successivi aggiornamenti e integrazioni;

[5] Raccomandazione OSHA (Occupational Safety & Health Administration) n. 1910.95 App. B - “Methods for estimating the adequacy of hearing protector attenuation”;

[6] Norma UNI EN 24869/1 (1993) “Acustica - Protettori auricolari - Metodo soggettivo per la misurazione dell'attenuazione sonora (ISO 4869-1: 1990)”;

[7] http://www.ISPESL.it/linee/rischio/umore/lepw_error.xls

[8] <http://www.ISPESL.it/linee/rischio/umore/dipiu.zip>

[9] <http://space.tin.it/scienza/stcasini/download/software.html>

[10] International Standard ISO 9612 (1997) “Acoustics - Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment”;

[11] C. Arcari, A. Zambonelli “Strumentazione ed errore statistico nella valutazione dell'esposizione professionale a rumore”; dBA '94 - Rumore e vibrazioni - Valutazione, Prevenzione e bonifica; Ed. Regione Emilia-Romagna & Az.USL di Modena, Bologna - Modena 1994

[12] S. Atzeri “Sulla variabilità di $L_{ep,d}$ ”; dBA '94 - Rumore e vibrazioni - Valutazione, Prevenzione e bonifica; Ed. Regione Emilia-Romagna & Az.USL di Modena, Bologna - Modena 1994

[13] M. Sergenti “*Determinazione dell’errore statistico associato alle misure di Lep*”; dBA '94 - Rumore e vibrazioni - Valutazione, Prevenzione e bonifica; Ed. Regione Emilia-Romagna & Az.USL di Modena, Bologna - Modena 1994

[14] B. Abrami “*Precisione ed accuratezza dei fonometri, errore statistico degli operatori. Necessità di una procedura normalizzata*”; dBA '94 - Rumore e vibrazioni - Valutazione, Prevenzione e bonifica; Ed. Regione Emilia-Romagna & Az.USL di Modena, Bologna - Modena 1994

[15] Norma UNI 9432 (1989) “*Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell’ambiente di lavoro*”;

[16] P. Nataletti, A. Pieroni, R. Sisto, M. Nesti; “*I rapporti di valutazione del rischio ex art. 40 D.Lgs. 277/91: un bilancio indicativo dei primi cinque anni di applicazione e proposta normativa*”; Atti Congresso Nazionale AIDII, Faenza 1997;

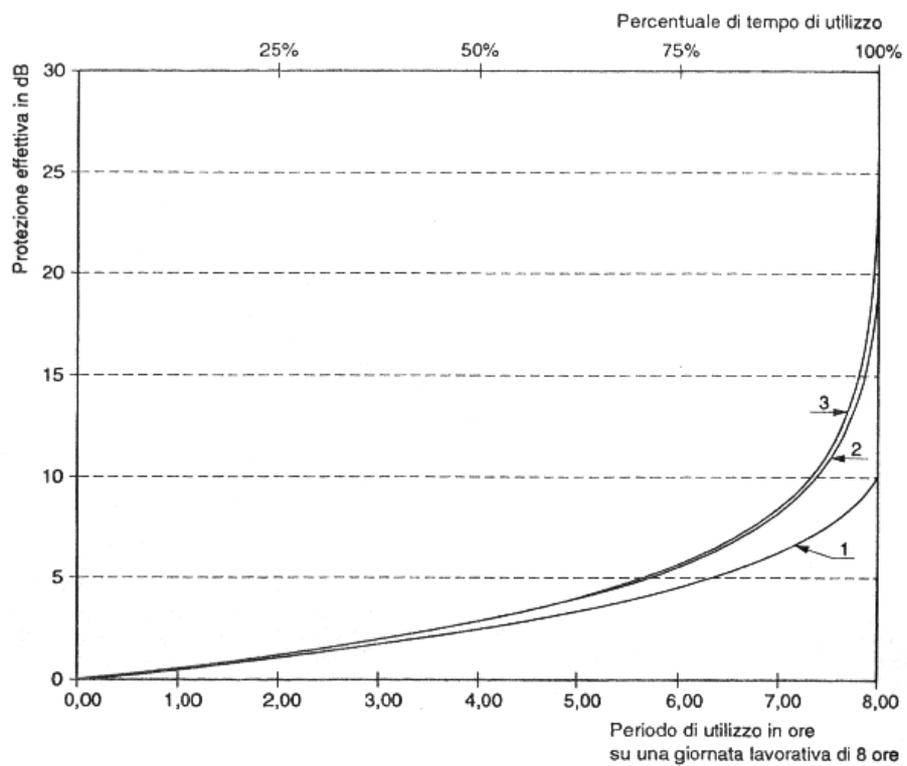
[17] http://biaonline.hvbg.de/eisosh_v15/gnotice.html

[18] <http://www.iectorino.com>

Le “*Linee guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro*” sono disponibili sul sito Internet dell’ISPESL seguendo i link **Documentazione**, **Linee Guida V.R.**, **Per fattore di rischio, Rumore**



(Fig. 1)



1. otoprotettore che assicura un'attenuazione di 10 dB
2. otoprotettore che assicura un'attenuazione di 20 dB
3. otoprotettore che assicura un'attenuazione di 30 dB

(Fig. 2)

L'UTILIZZO DELLE BANCHE DATI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA VIBRAZIONI

Pietro Nataletti

ISPESL - Dipartimento Igiene del lavoro

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, anche a seguito dell'emanazione del D.Lgs. 494/96 (recepimento della cosiddetta direttiva cantieri 92/57/CEE) che ha introdotto, per la prima volta in Italia, la possibilità di utilizzare - a determinate condizioni - le banche dati sul rumore per la valutazione del rischio di esposizione professionale a questo particolare agente fisico, si è da più parti evidenziata l'esigenza e l'utilità di estendere l'uso delle banche dati anche ad altri comparti produttivi e ad altri agenti di rischio, quali ad esempio le vibrazioni meccaniche [1].

La validità e l'utilità delle banche dei dati relativi alle vibrazioni meccaniche per la valutazione del rischio sul luogo di lavoro è evidente, in quanto con la mancanza di una specifica legislazione, analoga al D.Lgs. 277/91 per il rumore, viene meno l'obbligo della misurazione dell'agente di rischio. L'uso di tali dati può consentire al datore di lavoro di stimare preliminarmente, evitando di effettuare misurazioni spesso difficili e costose, se ed in che misura il livello di esposizione quotidiana a vibrazioni di uno o più lavoratori riferita alle otto ore di lavoro, A(8), superi o meno i livelli di azione o i valori limite consigliati dalle Linee Guida presentate in questo Seminario. Ciò al fine di poter mettere immediatamente in atto le appropriate azioni di tutela, privilegiando gli interventi alla fonte, quali ad esempio la sostituzione degli utensili/macchinari che producono alti livelli di esposizione con utensili/macchinari che producano minori livelli di vibrazioni e rispondano a criteri generali di ergonomia.

La prima banca dati sulle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio è stata recentemente predisposta dalla Regione Piemonte, nell'ambito delle "Linee guida in materia di rischi da vibrazioni e da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori" [2]. In questo data base sono contenuti i livelli di accelerazione trasmessi al sistema mano-braccio dai principali utensili portatili diffusi sul mercato italiano e la metodologia consigliata per la valutazione del rischio.

Un altro database generale sulle vibrazioni (corpo intero e mano-braccio) è reperibile presso il sito Internet del National Institute for Working Life all'indirizzo: <http://umetech.niwl.se> e diventerà a breve il database Europeo centralizzato sulle vibrazioni trasmesse al corpo, nell'ambito di un progetto finanziato dalla UE a cui partecipano numerosi Istituti nazionali di prevenzione, tra cui l'ISPESL.

L'Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro, nell'ambito delle Linee Guida concernenti le procedure operative standardizzate per la valutazione del rischio da vibrazioni in ambiente di lavoro oggetto del presente Seminario, ha predisposto una più generale banca dati contenente i livelli di vibrazioni trasmessi al sistema mano-braccio e al corpo intero dai principali utensili portatili e dai mezzi di trasporto e dalle macchine industriali e agricole diffuse sul mercato italiano. I dati provengono dai rilievi effettuati sul campo su un gran numero di attrezzi portatili e macchine dai componenti del Gruppo di Lavoro nazionale che ha predisposto le Linee Guida, e dagli operatori della prevenzione che hanno voluto mettere a disposizione i propri dati.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA VIBRAZIONI MANO-BRACCIO

Come è stato già illustrato da Iole Pinto nella relazione precedente, per poter valutare correttamente il rischio da esposizione alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio è necessario che il datore di lavoro provveda a:

- identificare le fasi lavorative comportanti esposizione a vibrazioni e valutare i tempi di esposizione effettiva a vibrazioni associati a ciascuna fase;
- individuare macchinari ed utensili utilizzati in ciascuna fase.

Inoltre, al fine di pianificare le successive fasi valutative, è utile acquisire preliminarmente le seguenti informazioni:

- tipologia di macchinari vibranti e principali utensili ad essi collegati; applicazioni per cui ciascun utensile è utilizzato; modalità di impiego di ciascun utensile;
- condizioni operative ove siano percepite le vibrazioni di maggior entità da parte degli operatori;
- fattori che possono influenzare maggiormente l'esposizione a vibrazioni, quali condizioni operative, stato di manutenzione, forza di prensione, vetustà dell'utensile, etc.

Tali informazioni possono portare all'effettuazione di stime preliminari del potenziale rischio da vibrazioni associato all'impiego dei differenti macchinari utilizzati, qualora siano disponibili dati attendibili di certificazione ex D.P.R. 459/96 o di letteratura.

Valutazione senza misurazioni

Nell'**Allegato n. 08** delle Linee Guida sono riportati i valori ponderati in frequenza delle accelerazioni (r.m.s.) rilevate sulle impugnature di macchinari ed utensili di diffuso impiego in ambito industriale. I dati sono organizzati in due tabelle. La prima raggruppa i dati di 26 attrezzi portatili organizzati nel modo seguente: tipo di attrezzo, utensile/i utilizzato/i normalmente, figura o fotografia dell'attrezzo con il

posizionamento degli accelerometri, normativa tecnica di riferimento utilizzata per le rilevazioni, accelerazioni medie globali ponderate $A_{(w)sum}$ rilevate sulla/e impugnatura/e comprensivi delle deviazioni standard dalla media (vedi paragrafo 2.4 Definizioni e Parametri della Linea Guida), numero di attrezzi su cui sono state effettuate le rilevazioni, asse/i di vibrazione dominante/i. Complessivamente, sono riportati i dati relativi a più di 380 attrezzi portatili. È bene ricordare che la banca dati è consultabile in Internet presso il sito www.ispesl.it, cliccando su Documentazione → Linee guida V.R. → Per fattore di rischio → vibrazioni. Il data base, e in generale tutta la Linea Guida, verrà continuamente aggiornato con l'inserimento di nuovi attrezzi o l'aggiornamento dei dati relativi agli attrezzi già censiti, da parte del Gruppo di Lavoro che ha elaborato le Linee Guida.

La seconda tabella riporta, per gli stessi 26 attrezzi portatili, i seguenti dati: tipo di attrezzo, utensile/i utilizzato/i normalmente, figura o fotografia dell'attrezzo con il posizionamento degli accelerometri, le accelerazioni medie globali ponderate $A_{(w)sum}$ rilevate sulla/e maniglia/e, le accelerazioni equivalenti ponderate in frequenza $A(n)$ (dosi) riferite a $n = 1, 2, \dots, 8$ ore di lavoro (vedi paragrafo 2.4 Definizioni e Parametri della Linea Guida). Le relative caselle dei valori di dose sono state colorate con una logica semaforica: verde (OK), giallo (attenzione), rosso (STOP). Come si utilizzano tali valori di dose? Il datore di lavoro, sulla base della combinazione attrezzo/utensile utilizzato dall'operatore, può stimare preliminarmente, evitando di effettuare misurazioni spesso difficili e costose, se ed in che misura il livello di esposizione quotidiana a vibrazioni del lavoratore riferita alle otto ore di lavoro, $A(8)$, assume determinati valori: non supera il livello d'azione di 2.5 m/s^2 assunto dalle Linee Guida (colore verde della casella relativa); è compreso tra 2.5 m/s^2 e il valore limite di 5 m/s^2 assunto dalle Linee Guida (colore giallo della casella relativa); supera 5 m/s^2 (colore rosso della casella relativa). Non solo, volendo stabilire un livello di esposizione da non superare, si può individuare il tempo massimo di esposizione in cui l'operatore può operare l'attrezzo.

Un esempio: le levigatrici roto-orbitali elettriche con utensile carta o disco smeriglio presentano sull'impugnatura anteriore (quella maggiormente sollecitata), per un operatore che le utilizza 8 ore al giorno, livelli di $A(8)$ medi pari a 6 m/s^2 . Il datore di lavoro a questo punto ha due alternative: mettere immediatamente in atto le appropriate azioni di tutela, individuate nel paragrafo 2.8 delle Linee Guida, privilegiando gli interventi alla fonte, quali la sostituzione dell'utensile in questione con altri utensili che producano minori livelli di vibrazioni (ad esempio con una levigatrice orbitale elettrica che produce, secondo la relativa tabella, un $A(8)$ pari a 4 m/s^2); oppure ridurre il tempo di esposizione a 4 ore a cui corrisponde un $A(4)$ pari appunto a 4 m/s^2 . Ulteriormente, non volendo superare il valore di azione, ridurre ulteriormente il tempo di esposizione giornaliero a 1 ora ($A(1)$ pari a 2 m/s^2).

Valutazione con misurazioni

Qualora non siano disponibili dati attendibili sulle vibrazioni prodotte dai macchinari impiegati nei cicli produttivi, oppure se i dati in possesso del datore di lavoro siano di tipo “border line”, lasciando un margine di incertezza in merito alle azioni di tutela da intraprendere, sarà necessario misurare le vibrazioni secondo le attuali norme di buona tecnica. Nell' **Allegato n. 01** delle Linee Guida è riportata

una guida alla misurazione delle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio basata sugli standard ISO e CEN in materia.

Un esempio: i trapani elettrici producono, secondo la banca dati ISPESL, valori medi di $A(8)$ compresi tra 4 e 5 m/s^2 , con deviazioni standard pari a 3-4 m/s^2 . Volendo essere sicuro di non superare il valore limite di esposizione di 5 m/s^2 e non avendo altre informazioni attendibili sui trapani utilizzati presso la propria impresa, il datore di lavoro può effettuare, con l'eventuale consulenza di un tecnico competente, delle misurazioni dirette secondo le indicazioni tecniche previste dalla relativa norma tecnica, che in questo caso è la UNI ENV 25349 (1994) [3].

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA VIBRAZIONI AL CORPO INTERO

In maniera perfettamente analoga all'esposizione alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio, per poter valutare correttamente il rischio da esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero è necessario che il datore di lavoro provveda a:

- identificare le fasi lavorative comportanti esposizione a vibrazioni e valutare i tempi di esposizione effettiva a vibrazioni associati a ciascuna fase;
- individuare macchinari ed utensili utilizzati in ciascuna fase.

Inoltre, al fine di pianificare le successive fasi valutative, è utile acquisire preliminarmente le seguenti informazioni:

- tipologia di macchinari vibranti e principali utensili/accessori ad essi collegati; applicazioni per cui ciascun macchinario è utilizzato e relative modalità di impiego;
- condizioni operative ove siano percepite le vibrazioni di maggior entità da parte degli operatori;
- fattori che possono influenzare maggiormente l'esposizione a vibrazioni ed incrementarne i potenziali effetti dannosi, quali velocità di avanzamento, tipologia di terreno, stato di manutenzione, tipologia di sedile, vetustà del macchinario, posture assunte dal guidatore durante la guida, ulteriori fattori di rischio per la colonna vertebrale cui è esposto il lavoratore (es. movimentazione manuale di carichi).

Tali informazioni possono portare all'effettuazione di stime preliminari del potenziale rischio da vibrazioni associato all'impiego dei differenti macchinari utilizzati, qualora siano disponibili dati attendibili di certificazione ex D.P.R. 459/96 o di letteratura.

Valutazione senza misurazioni

Nell' **Allegato n. 09** delle Linee Guida sono riportati i valori ponderati in frequenza delle accelerazioni (r.m.s.) rilevate sui sedili di macchinari o veicoli di diffuso impiego in differenti comparti produttivi. Anche in questo caso i dati sono organizzati in due tabelle. La prima raggruppa i dati di 21 macchine/veicoli organizzati nel modo seguente: tipo di macchina/veicolo, attrezzo/i utilizzato/i normalmente, figura o fotografia della macchina/veicolo, normativa tecnica di riferimento utilizzata per le rilevazioni, postura dell'operatore, accelerazioni medie globali ponderate a_v rilevate sul sedile comprensivi delle deviazioni standard dalla media (vedi paragrafo 3.4 Definizioni e Parametri della Linea Guida), numero di macchine/veicoli su cui sono state effettuate le rilevazioni, asse/i di vibrazione dominante/i. Complessivamente, sono riportati i dati relativi a più di 250 macchine/veicoli. Anche questa banca dati è consultabile in Internet presso il sito www.ispesl.it, cliccando su Documentazione → Linee guida V.R. → Per fattore di rischio → vibrazioni.

La seconda tabella riporta, per le stesse 21 macchine/veicoli, i seguenti dati: tipo di macchina, attrezzo/i utilizzato/i normalmente, figura o fotografia della macchina, le accelerazioni medie globali ponderate a_v rilevate sul sedile, le accelerazioni equivalenti ponderate in frequenza $A(n)$ (dosi) riferite a n ($n = 1, 2, \dots, 8$) ore di lavoro (vedi paragrafo 3.4 Definizioni e Parametri della Linea Guida). Anche in questo caso le relative caselle dei valori di dose sono state colorate con una logica semaforica: verde (OK), giallo (attenzione), rosso (STOP).

Come si utilizzano tali valori di dose? In maniera perfettamente analoga al caso mano-braccio. Il datore di lavoro, sulla base della combinazione macchina/attrezzo utilizzata dall'operatore, può stimare preliminarmente, evitando di effettuare misurazioni spesso difficili e costose, se ed in che misura il livello di esposizione quotidiana a vibrazioni del lavoratore riferita alle otto ore di lavoro, $A(8)$, assume determinati valori: non supera il livello d'azione di 0.5 m/s^2 assunto dalle Linee Guida (colore verde della casella relativa); è compreso tra 0.5 m/s^2 e il valore limite di 0.9 m/s^2 assunto dalle Linee Guida (colore giallo della casella relativa); supera 0.9 m/s^2 (colore rosso della casella relativa). Anche in questo caso, volendo stabilire un livello di esposizione da non superare, si può individuare il tempo massimo di esposizione in cui l'operatore può utilizzare la macchina.

Un esempio: gli autobus per il trasporto pubblico urbano presentano sul sedile degli autisti che li utilizzano 8 ore al giorno, livelli di $A(8)$ medi pari a $0.5\text{-}0.6 \text{ m/s}^2$. Le aziende di trasporti a questo punto hanno due alternative: mettere immediatamente in atto le appropriate azioni di tutela, individuate nel paragrafo 3.8 delle Linee Guida, privilegiando gli interventi alla fonte, quali la sostituzione programmata del parco vetture con altre che producano minori livelli di vibrazioni; oppure ridurre il tempo di esposizione a 5-6 ore a cui corrispondono valori di $A(5)$ e $A(6)$ pari a $0.43\text{-}0.47 \text{ m/s}^2$.

Valutazione con misurazioni

Qualora non siano disponibili dati attendibili sulle vibrazioni prodotte dai macchinari impiegati nei cicli produttivi, oppure se i dati in possesso del datore di lavoro siano di tipo "border line", lasciando un margine di incertezza in merito alle

azioni di tutela da intraprendere, sarà necessario misurare le vibrazioni secondo le attuali norme di buona tecnica. Nell' **Allegato n. 04** delle Linee Guida è riportata una guida alla misurazione delle vibrazioni trasmesse al corpo intero basata sugli standard ISO e CEN in materia.

Un esempio: le macchine per movimentazioni inerti (cingolate e gommate) producono, secondo la banca dati ISPESL, valori medi di A(8) pari a 1 m/s^2 , con deviazioni standard pari a 0.5 m/s^2 . Volendo essere sicuro di non superare il valore limite di esposizione di 0.9 m/s^2 e non avendo altre informazioni attendibili sulle macchine utilizzate presso la propria impresa, il datore di lavoro può effettuare, con l'eventuale consulenza di un tecnico competente, delle misurazioni dirette secondo le indicazioni tecniche previste dalla relativa norma tecnica, che in questo caso è la ISO 2631-1 (1997) [4].

CONCLUSIONI

Le Linee Guida ISPESL sull'esposizione professionale a rumore e vibrazioni, nella versione disponibile su Internet, saranno tenute aggiornate dal Gruppo di Lavoro che le ha elaborate ogni qual volta l'evoluzione tecnica e normativa lo richiederà. In particolare, per le vibrazioni è previsto un primo aggiornamento non appena sarà emanata da parte dell'Unione Europea la apposita Direttiva sull'esposizione professionale alle vibrazioni, attualmente in fase di avanzata definizione [5]. In particolare, sulla base dei valori di azione e dei valori limite di esposizione che saranno fissati dalla futura Direttiva, sia per l'esposizione al mano-braccio che per l'esposizione del corpo intero, saranno modificate le tabelle delle dosi per adeguarle ai limiti stabiliti.

BIBLIOGRAFIA

- [1] P. Nataletti "Valutazione del rumore nelle attività lavorative; la funzione delle banche dati", Atti del Convegno dBA "Dal rumore ai rischi fisici", Modena 1998.
- [2] Regione Piemonte - Assessorato alla Sanità: "Linee guida in materia di rischi da vibrazioni e da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori". Torino, dicembre 1997.
- [3] L'elenco completo delle norme tecniche per gli utensili mano-braccio è riportato nel paragrafo 2.3 delle Linee Guida.
- [4] L'elenco completo delle norme tecniche per le macchine è riportato nel paragrafo 3.3 delle Linee Guida.
- [5] Attualmente il documento sotto inchiesta è la "Proposta modificata di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio sulle norme minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni) (ennesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)", n. 13070/00 SOC 417 del 10.11.2000.