

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

Componenti ISPESL

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 sotto- gruppo "rumore"
Dr.ssa Iole Pinto	AUSL 7 Siena, Dipartimento di Prevenzione Coordinatore del sotto- gruppo "vibrazioni"
Dr. Massimo Bovenzi	Università di Trieste
Dr.ssa Anna Callegari	ARPA Emilia/Romagna, Piacenza
Ing. Stefano Casini	INAIL, Consulenza Tecnica Accertamento Rischi Professionali (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

Un vivo ringraziamento al Coordinamento tecnico delle Regioni e delle Provincie Autonome per la Sicurezza e Igiene del Lavoro e 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, ISPESL
Dr. Paolo Lenzuni	Dipartimento Igiene del Lavoro, ISPESL
Dr. Enrico Marchetti	Dipartimento Igiene del Lavoro, ISPESL
Ing. Alessandro Silvetti	Dipartimento Documentazione Informazione e Formazione, ISPESL
P.I. Nicola Stacchini	AUSL 7 Siena, Dipartimento di Prevenzione
P.I. Alessandra Luciani	Dipartimento Documentazione Informazione e Formazione, ISPESL

LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

INDICE

	Premessa	pag. 5
1	CAMPO DI APPLICAZIONE DEL D.Lgs.277/91	pag. 6
2	L'ESPOSIZIONE A RUMORE: GENERALITÀ	pag. 8
2.1	<i>Effetti del rumore</i>	pag. 8
2.2	<i>Riferimenti normativi</i>	pag. 10
2.3	<i>Definizioni e parametri</i>	pag. 15
2.3.1	<i>Livello di pressione e di potenza sonora</i>	pag. 15
2.3.2	<i>Livello sonoro continuo equivalente</i>	pag. 16
2.3.3	<i>Livello di picco</i>	pag. 17
2.3.4	<i>Principio dell'eguale energia</i>	pag. 18
2.3.5	<i>Spettro sonoro, bande di frequenza</i>	pag. 18
3	VALUTAZIONE DEL RUMORE	pag. 19
3.1	<i>Valutazione senza misurazioni</i>	pag. 19
3.2	<i>Valutazione con misurazioni</i>	pag. 20
3.2.1	<i>Personale competente</i>	pag. 21
3.2.2	<i>Strumentazione per le misurazioni del rumore</i>	pag. 22
3.2.3	<i>Utilizzo del $L_{EP,d}$ e del $L_{EP,w}$</i>	pag. 22
3.2.4	<i>Lavoratori stagionali e a tempo determinato, lavoro temporaneo</i>	pag. 23
3.2.5	<i>Lavoratori che operano sovente all'esterno della propria azienda</i>	pag. 24
3.2.6	<i>Cantieri temporanei o mobili</i>	pag. 24
3.2.7	<i>Relazione tecnica</i>	pag. 25
4	RAPPORTO DI VALUTAZIONE	pag. 27
4.1	<i>Rapporto di valutazione se non si superano gli 80 dB(A) di L_{EP}</i>	pag. 27
4.2	<i>Rapporto di valutazione se si superano gli 80 dB(A) di L_{EP}</i>	pag. 29

4.3	<i>Ripetizione della valutazione</i>	pag. 30
4.4	<i>Consultazione</i>	pag. 31
5	<i>Azioni conseguenti la valutazione</i>	pag. 33
5.1	<i>Misure tecniche, organizzative e procedurali</i>	pag. 33
5.2	<i>Segnalazione, perimetrazione e limitazione d'accesso dei luoghi a forte rischio</i>	pag. 34
5.3	<i>Comunicazione ex art.45</i>	pag. 34
5.4	<i>Dispositivi di protezione individuali dell'udito</i>	pag. 35
5.4.1	<i>Selezione, uso, cura e manutenzione di un otoprotettore</i>	pag. 35
5.4.2	<i>Metodi di calcolo della protezione fornita dall'otoprotettore</i>	pag. 37
5.5	<i>Controlli sanitari preventivi e periodici</i>	pag. 40
5.5.1	<i>Giudizio di idoneità specifica al lavoro e misure per singoli lavoratori</i>	pag. 41
5.5.2	<i>Controllo sanitario per lavoratori esposti tra 80 e 85 dB(A)</i>	pag. 45
5.6	<i>Registro degli esposti ex art. 49</i>	pag. 45
5.7	<i>Informazione e formazione</i>	pag. 46
5.8	<i>Nuove macchine: progettazione, costruzione e acquisto</i>	pag. 48
5.9	<i>Nuovi insediamenti produttivi</i>	pag. 50
5.10	<i>Lavoro minorile</i>	pag. 51
5.11	<i>Lavoratrici madri</i>	pag. 52
	<i>Bibliografia</i>	pag. 54

PREMESSA

L'emanazione del **D.Lgs.277/91** in recepimento della direttiva 86/188/CEE ha avuto un forte impatto sulle aziende in quanto la legislazione precedente era basata su obblighi generici che più difficilmente si traducevano in una prevenzione concreta. Tuttavia, in tema di esposizione al rischio rumore sui luoghi di lavoro, il quadro legislativo attuale discende anche dal recepimento di un'altra fondamentale direttiva comunitaria inerente il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro: la 89/391/CEE recepita col **D.Lgs.626/94** e successive modifiche.

In effetti, oggi si può convenire che il D.Lgs.277/91 anticipava ciò che è stato attuato compiutamente solo a seguito dell'entrata in vigore del D.Lgs.626/94 e che, in sintesi, può essere definito come un metodo di gestione aziendale della sicurezza maggiormente imperniato sulle procedure ed attuato mediante l'adozione di misure che, in primo luogo, prevedono la valutazione del rischio.

È importante sottolineare la stretta connessione tra D.Lgs.626/94 (norma generale di riferimento per la sicurezza sul lavoro) e D.Lgs.277/91 (norma specifica integrativa sul rischio rumore) perché è dalla lettura integrata dei due provvedimenti che si coglie appieno il senso della valutazione del rischio e del suo obiettivo primario di identificare e attuare le misure tecniche, organizzative e procedurali che, ancor prima dei protocolli di prevenzione e protezione esplicitamente previsti, permettono un reale contenimento dei livelli di rischio.

Sotto questo aspetto, però, l'analisi dei rapporti di valutazione disponibili presso le aziende non risulta particolarmente soddisfacente e neppure si percepisce una tendenza al miglioramento della situazione.

Sul versante più propriamente tecnico è il D.Lgs.277/91 che, all'art.40 e nell'Allegato VI, stabilisce le modalità esecutive ed i requisiti della valutazione del rischio e del **Rapporto di Valutazione**.

Anche sotto questo aspetto, tuttavia, il livello qualitativo dei rapporti di valutazione del rischio risulta fortemente deficitario in modo sostanzialmente omogeneo su tutto il territorio nazionale.

Nel tentativo di colmare queste carenze a proposito di un rischio che determina oltre il 50% delle malattie professionali indennizzate dall'INAIL ed in ottemperanza ad uno dei propri scopi istituzionali, l'ISPESL ha attivato uno specifico Gruppo di Lavoro e, in primo luogo, lo ha incaricato di proporre Linee Guida per la valutazione del rischio, la redazione dei rapporti di valutazione e la gestione degli adempimenti conseguenti.

L'obiettivo di queste note, che costituiscono il risultato del lavoro di tale Gruppo, è quello di fornire uno schema di riferimento che orienti tutti gli addetti ai lavori ad una risposta corretta agli adempimenti fissati dalla legge relativamente al rischio rumore, tenendo anche conto del dibattito tecnico, scientifico e legislativo che si è sviluppato sull'argomento negli ultimi anni.

1 Campo di applicazione del D.Lgs.277/91

Le disposizioni del D.Lgs.277/91 si applicano a tutte le attività pubbliche e private nelle quali sono addetti lavoratori subordinati o ad essi equiparati. Per la definizione di lavoratore subordinato o equiparato si prenda a riferimento quanto indicato ai co. 1,2 dell'art. 3 del DPR 303/56:

“...per lavoratore subordinato si intende colui che fuori del proprio domicilio presta il proprio lavoro alle dipendenze e sotto la direzione altrui, con o senza retribuzione, anche al solo scopo di apprendere un mestiere, un'arte od una professione. ...sono equiparati ai lavoratori subordinati i soci di società e di enti in genere cooperativi, anche di fatto, che prestino la loro attività per conto delle società o degli enti stessi”.

Il D.Lgs.277/91 trova anche applicazione nei riguardi delle Forze armate o di Polizia, dei Servizi di protezione civile e del Servizio Sanitario Nazionale per quanto concerne le sale operatorie degli ospedali (art.1, comma 4) e anche degli istituti di istruzione e di educazione come specificato al comma 2 dell'art.1-bis della legge 23/12/96 n. 649. E' da evidenziare che l'applicazione delle norme, relativamente alle attività sopracitate, deve avvenire tenendo conto delle particolari esigenze connesse al servizio espletato.

Sono esclusi dall'applicazione del D.Lgs.277/91 i lavoratori della navigazione marittima ed aerea (art.2) con ciò riferendosi

agli addetti alle specifiche attività svolte “a bordo” delle navi e degli aeromobili.

Restano soggette alle disposizioni del decreto tutte le altre attività “non di bordo” delle navi e degli aeromobili.

Sullo stesso argomento è poi da evidenziare che il D.Lgs.298/99 relativo alle prescrizioni minime di sicurezza e salute per il lavoro a bordo delle navi da pesca, al punto 17 dell'Allegato 1 prevede che siano adottate le opportune misure affinché il livello sonoro sui luoghi di lavoro e negli alloggi sia ridotto al minimo tenuto conto della stazza della nave.

In generale, infine, si ricorda che l'applicazione delle norme del D.Lgs.277/91 si estende anche ai lavoratori stagionali o assunti per brevi periodi; lavoratori che hanno i medesimi diritti di essere tutelati contro i rischi professionali dei lavoratori occupati a tempo indeterminato.

2 L'ESPOSIZIONE A RUMORE: GENERALITÀ

2.1 Effetti del rumore

L'ipoacusia, cioè la diminuzione fino alla perdita della capacità uditiva, è il danno da rumore meglio conosciuto e più studiato; tuttavia il rumore agisce con meccanismo complesso anche su altri organi ed apparati (apparato cardiovascolare, endocrino, sistema nervoso centrale ed altri) mediante attivazione o inibizione di sistemi neuroregolatori centrali o periferici.

Il rumore determina, inoltre, un effetto di mascheramento che disturba le comunicazioni verbali e la percezione di segnali acustici di sicurezza (con un aumento di probabilità degli infortuni sul lavoro), favorisce l'insorgenza della fatica mentale, diminuisce l'efficienza del rendimento lavorativo, provoca turbe dell'apprendimento ed interferenze sul sonno e sul riposo.

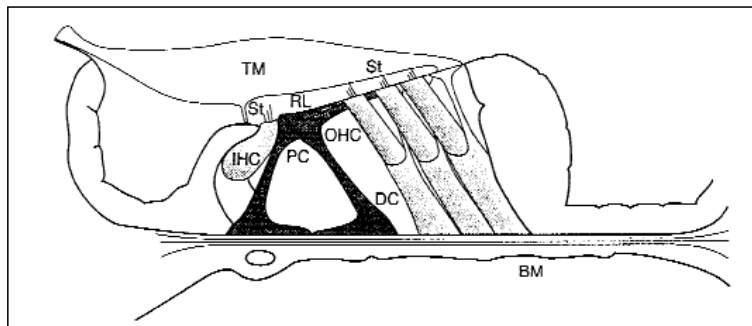
In Italia l'ipoacusia da rumore è la patologia professionale più frequentemente denunciata. Dai dati INAIL la malattia professionale "Ipoacusia e sordità da rumori" rappresenta circa la metà dei casi di tutte le malattie professionali denunciate nel ramo industria.

In termini di effetti uditivi il rumore agisce sull'orecchio essenzialmente tramite l'energia acustica.

L'esposizione a rumori di elevata intensità e per lungo periodo di tempo provoca una serie di alterazioni a carico delle strutture neurosensoriali dell'orecchio interno.

L'organo del Corti, nella coclea, è la sede principale in cui si realizzano i danni. Esso contiene due tipi di cellule ciliate: quelle interne e quelle esterne (rispettivamente indicate come IHC e OHC; vedi **Figura 1**).

Figura 1: Orecchio interno-Coclea; sezione dell'Organo del Corti



Le cellule denominate IHC sono i veri e propri recettori acustici, mentre le cellule indicate come OHC agiscono come cellule motrici aumentando la sensibilità e la discriminazione del sistema acustico.

Una gran parte dei danni acustici determinati dall'esposizione al rumore è causata da un cattivo funzionamento dei suddetti meccanismi. 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. Il danno alla sinapsi della via afferente può essere reversibile mentre, se nelle OHC si instaura la morte cellulare, il danno diviene irreversibile. Inoltre, a livello delle sinapsi fra IHC e via afferente, i meccanismi riparativi non possono instaurarsi se l'esposizione a rumore è continuativa. Anche esposizioni di carattere impulsivo prolungate nel tempo possono comportare danni irreversibili.

Tali lesioni irreversibili, si manifestano con un innalzamento permanente della soglia uditiva.

Il danno da rumore si manifesta tipicamente come ipoacusia percettiva bilaterale.

Il rumore ad intensità più elevata (non inferiore a 120-130 dB secondo alcuni Autori) determina effetti anche sulla porzione vestibolare con vertigini, nausea, disturbi dell'equilibrio di solito reversibili dopo la cessazione dello stimolo sonoro.

La capacità uditiva si valuta mediante l'audiometria tonale (secondo i criteri indicati nell'Allegato VII del D.Lgs.277/91), comprendendo anche la frequenza di 8.000 Hz. Questa tecnica permette di misurare in decibel la perdita dell'udito. L'orecchio con udito normale ha come livello sonoro di soglia il valore zero che indica l'intensità minima di suono percepibile. La perdita uditiva, o ipoacusia, espressa in decibel esprime la differenza tra il livello sonoro minimo che l'orecchio riesce a percepire e lo zero, considerato convenzionalmente standard. La soglia uditiva, e quindi anche la perdita uditiva, si valuta di solito alle frequenze di 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 Hz. In un soggetto con udito normale la curva che risulta dalla audiometria non si discosta eccessivamente dallo zero (comunque meno di 25 dB).

Ormai si tende generalmente ad accettare che il rumore provochi anche effetti extrauditivi, come evidenziato da numerosi studi. Ciò nonostante non si è ancora provveduto ad un chiaro inquadramento eziopatogenetico e nosologico.

Le difficoltà provengono essenzialmente dall'esistenza di dati contrastanti, dalla non specificità degli effetti e dal fatto che non è stato possibile individuare una definita correlazione tra effetti e diverse caratteristiche fisiche del rumore.

L'apparato cardiovascolare sembra essere il più influenzato diretta-

mente ed indirettamente dal rumore. Dall'analisi della Letteratura emerge che il rumore, con intensità in genere 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, spesso, di adrenalina. Diversi autori hanno studiato il rapporto tra danno uditivo ed ipertensione arteriosa, ma i risultati sono ancora insufficienti e contraddittori per formulare un giudizio attendibile. In relazione agli altri parametri studiati, pur essendo gli studi meno numerosi, sembra accertata la comparsa di turbe coronariche per esposizione a rumore in particolare in soggetti con preesistente coronaropatia.

Sono state riportate anche alterazioni dei meccanismi immunologici.

2.2 Riferimenti normativi

I principali riferimenti normativi, a livello nazionale e internazionale, riguardanti le tematiche sviluppate in queste Linee Guida sono i seguenti:

- **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;
- **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 riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine";
- **Decreto Legislativo del 14/08/96, n. 493** "Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro";

- **Direttiva 2003/10/CE** del Parlamento Europeo e del Consiglio del 6/2/2003 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore) (diciassettesima direttiva particolare ai sensi dell'art. 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE);
- **Decreto Legislativo del 14/08/1996, n. 494** "Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili" e successivi aggiornamenti e integrazioni;
- **Legge 196 del 24/6/97** "Norme in materia di promozione dell'occupazione";
- **Decreto Legislativo del 04/08/1999, n. 345** "Attuazione della direttiva 94/33/CE relativa alla protezione dei giovani sul lavoro";
- **Decreto Legislativo del 17/08/1999, n. 298** "Attuazione della direttiva 93/103/CEE relativa alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute per il lavoro a bordo delle navi da pesca";
- **D.Lgs. del 18/8/2000, 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'articolo 1, comma 4, dalla legge 24 aprile 1998, n. 128";
- **D.Lgs. del 27/7/1999, n. 271** "Adeguamento della normativa sulla sicurezza e salute dei lavoratori marittimi a bordo delle navi mercantili da pesca nazionali, a norma della legge 31 dicembre 1998, n. 485";
- **Recepimento della direttiva 92/85/CEE** concernente il miglioramento della sicurezza e della salute sul lavoro delle lavoratrici gestanti, puerpere o in periodo di allattamento;
- **DPR del 25/11/1976, n. 1026;**
- **UNI 9432 (2002)** "Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro";
- **UNI 7545/22 (1993)** "Segni grafici per segnali di pericolo - Rumore";
- Norma **CEI EN 60651 (1982)** "Misuratori di livello sonoro (fonometri). (Classificazione CEI: 29-1. Conforme allo standard IEC 651:1979)";
- Norma **CEI EN 61252 (1996)** "Elettroacustica - Specifiche dei misuratori individuali di esposizione sonora. (Classificazione CEI: 29-25. Conforme allo standard IEC 1252:1993-06)";
- Norma **CEI EN 61260 (1997)** "Filtri di bande di ottava e di frazioni di ottava. (Classificazione CEI: 29-32. Conforme allo standard IEC 1260:1995-08 che ha sostituito lo standard IEC 225:1966)";
- Norma **CEI EN 60804 (1999)** "Fonometri integratori mediatori. (Classificazione CEI: 29-10. Conforme allo standard IEC 804:1985; IEC 804/A1:1989)";
- Norma **CEI EN 60942 (1999)** "Elettroacustica - Calibratori acustici. (Classificazione CEI: 29-14. Conforme allo standard IEC 60942:1997-11)";
- **Decreto del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale** del 02/05/01 "Criteri per l'individuazione e l'uso dei dispositivi di protezione individuale (DPI)";

- Guida **UNI CEI 9** (1997) *"Guida all'espressione dell'incertezza di misura"*;
- Norma **ISO 2204** (1979) *"Acoustics - Guide to International Standards on the measurement of airborne acoustical noise and evaluation of its effects on human beings"*;
- Norma **ISO 1996-1** (1982) *"Acoustics - Description and measurement of environmental noise - Part 1: Basic quantities and procedures"*;
- Norma **ISO 1996-2** (1987) *"Acoustics - Description and measurement of environmental noise - Part 2: Acquisition of data pertinent to land use"*;
- Norma **ISO 1996-3** (1987) *"Acoustics - Description and measurement of environmental noise - Part 3: Application to noise limits"*;
- Norma **ISO 1999** (1990) *"Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment"*;
- Norma **ISO 9612** (1997) *"Acoustics - Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment"*;
- Norma **UNI EN 21683** (1995) *"Acustica - Grandezze di riferimento preferite per i livelli acustici"*;
- Norma **UNI EN ISO 11200** (1997) *"Acustica - Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature - Linee guida per l'uso delle norme di base per la determinazione dei livelli di pressione sonora al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni"*;
- Norma **UNI EN ISO 11690-1** (1998) *"Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Strategia per il controllo del rumore"*;
- Norma **UNI EN ISO 11690-2** (1999) *"Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Provvedimenti per il controllo del rumore"*;
- Norma **UNI EN ISO 11690-3** (2000) *"Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Propagazione del suono e previsione del rumore in ambienti di lavoro"*;
- Norma **UNI EN ISO 4871** (1998) *"Acustica - Dichiarazione e verifica dei valori di emissione sonora di macchine e apparecchiature"*;
- Norma **UNI EN 457** (1993) *"Sicurezza del macchinario - Segnali acustici di pericolo - Requisiti generali, progettazione e prove"*;
- Norma **UNI EN 458** (1995) *"Protettori auricolari - Raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione. Documento guida"*, tradotta in Italia con la UNI EN 458 (1995);

- Norma **UNI EN 352/1** (1995) "*Protettori auricolari - Requisiti di sicurezza e prove - Cuffie*", tradotta in Italia con la UNI EN 352 Parte 1a (1995);
- Norma **UNI EN 352/2** (1995) "*Protettori auricolari - Requisiti di sicurezza e prove - Inserti*", tradotta in Italia con la UNI EN 352 Parte 2a (1995);
- Norma **UNI EN 352/3** (1998) "*Protettori auricolari - Requisiti di sicurezza e prove - Cuffie montate su un elmetto di protezione per l'industria*";
- Proposta di norma **EN 352/4** "*Protettori auricolari - Requisiti di sicurezza e prove - Cuffie attive*" attualmente in discussione in sede CEN;
- Norma **UNI EN 24869/1** (1993) "*Acustica - Protettori auricolari - Metodo soggettivo per la misurazione dell'attenuazione sonora (ISO 4869-1: 1990)*";
- Norma **UNI EN ISO 24869/2** (1998) "*Acustica - Protettori auricolari - Stima dei livelli di pressione acustica ponderati A quando i protettori auricolari sono indossati*";
- Norma **UNI EN 24869-3** (1996) "*Acustica - Protettori auricolari - Metodo semplificato per la misurazione della perdita di inserzione di cuffie afoniche ai fini del controllo di qualità*";
- Raccomandazione **OSHA** (Occupational Safety & Health Administration) **n. 1910.95 App. B** - "*Methods for estimating the adequacy of hearing protector attenuation*";
- Norma **UNI EN ISO 389** (1997) "*Acustica - Zero di riferimento normale per la taratura degli audiometri a tono puro per via aerea*";
- Norma **UNI EN 26189** (1993) "*Acustica - Audiometria liminare tonale per via aerea ai fini della preservazione dell'udito*";
- Criterio **NIOSH** (National Institute for Occupational Safety & Health) **n° 126-98** "*Occupational noise exposure*";
- Ministero del Lavoro (Prot. n.21490/RLA.5), "*Richiesta di chiarimenti sugli adempimenti di valutazione e di prevenzione in materia di rumore*", Roma 1992;
- Ministero del Lavoro (Prot. n.21939-pr 14), "*Applicazione del D.Lgs.277/91 – Valutazione del rischio rumore - Parere tecnico-legislativo*", Roma 1993;
- Circolare 45/92: "*Primi indirizzi applicativi del Decreto Legislativo n 277 del 15 Agosto 1991*", Assessorato Sanità – Igiene – Ambiente della Regione Lazio, Roma 1992;
- Circolare 36/93: "*D.Lgs.277 del 15 agosto 1991 – Applicazione delle*

norme riguardanti la rumorosità con particolare riferimento alle attività lavorative con esposizione discontinua, ed alle problematiche connesse alla informazione e formazione dei lavoratori", Assessorato Sanità – Igiene – Ambiente della Regione Lazio, Roma 1993;

- Circolare 35/SAN/93: *"Linee guida per l'applicazione del D.Lgs.277/91 in ordine ai rischi derivanti dall'esposizione lavorativa a piombo, amianto e rumore"*, Assessorato Sanità e Igiene della Regione Lombardia, Milano 1993;
- Circolare Prot. n.5144/48/768 del 03/08/94: *"Linee guida per l'applicazione del D.Lgs.277/91 – Capo IV"*, Assessorato Assistenza Sanitaria della Regione Piemonte, Torino 1994;
- D.L.277 del 15/08/91: *"primi indirizzi applicativi"*, Dipartimento Sicurezza Sociale della Regione Toscana, Firenze 22/02/1992;
- Decreto legislativo 15 agosto 1991, n.277 – *"Rischio rumore. Raccolta indirizzi applicativi della Giunta regionale toscana per la prevenzione del rischio rumore"*, Dipartimento Sicurezza Sociale della Regione Toscana, Firenze luglio 1993;
- Circolare 12/92: *"Applicazione del D.Lgs.277 del 15/08/91 relativo alla protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro"*, Assessorato alla Sanità della Regione Emilia-Romagna, Bologna 1992;
- Circolare 23/93: *"Indicazioni sull'applicazione del Capo IV , D.Lgs.277/91 - Protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione al rumore durante il lavoro"*, Assessorato alla Sanità della Regione Emilia-Romagna, Bologna 1993;
- Circolare 3/93: *"Ulteriori indicazioni applicative del Capo IV del D.Lgs.277/91. Protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione al rumore durante il lavoro"*, Assessorato alla Sanità della Regione Emilia-Romagna, Bologna 1995;
- *"Linee guida per l'effettuazione e la registrazione dei Rapporti di Valutazione dei rischi Piombo, Amianto e Rumore, ai sensi del D.Lgs.277/91"*, Coordinamento dei Servizi di Medicina Preventiva e Igiene del Lavoro della provincia di Modena, Modena 1992;
- *"Linee guida sull'applicazione del D.Lgs.494/96 – Cantieri temporanei o mobili"*, Coordinamento delle Regioni e delle Province Autonome di Trento e Bolzano, approvate in data 09/10/97;
- *"Integrazioni operative predisposte dalla Task-Force dell'Assessorato alla Sanità della Regione Emilia-Romagna al documento <Linee guida sull'applicazione del D.Lgs.494/96 – Cantieri temporanei o mobili> prodotto dal Coordinamento delle Regioni e delle Province Autonome ed approvato in data 09/10/97"*, Bologna 1997;
- **Decreto Legislativo del 26/03/2001, n.151** *"Testo unico delle disposizioni legislative in materia di tutela e sostegno della maternità e della paternità, a norma dell'articolo 15 della legge 8 marzo 2000, n.53"*;

2.3 Definizioni e parametri

Comunemente si intende per **rumore** un suono che provoca una sensazione sgradevole, fastidiosa o intollerabile.

Il **suono** è una perturbazione meccanica che si propaga in un mezzo elastico (gas, liquido, solido) e che è in grado di eccitare il senso dell'udito.

Un corpo che vibra provoca nell'aria oscillazioni della pressione intorno al valore della pressione atmosferica - compressioni e rarefazioni -, che si propagano come onde progressive nel mezzo e giungono all'orecchio producendo la sensazione sonora.

Si definisce **pressione sonora** istantanea **$p(t)$** la differenza indotta dalla perturbazione sonora tra la pressione totale istantanea e il valore della pressione statica all'equilibrio.

Nel caso più semplice le variazioni della pressione sono descritte da una funzione sinusoidale caratterizzata dalle seguenti grandezze:

- **frequenza (f)**: numero di oscillazioni complete nell'unità di tempo (Hz);
- **periodo (T)**: durata di un ciclo completo di oscillazione (s); è l'inverso della frequenza;
- **velocità di propagazione (c)**: velocità con la quale la perturbazione si propaga nel mezzo, in dipendenza dalle caratteristiche del mezzo stesso (m/s); in aria **c** è pari a circa 340 m/s;
- **lunghezza d'onda (λ)**: distanza percorsa dall'onda sonora in un periodo (m);
- **ampiezza (A)**: valore massimo dell'oscillazione di pressione (N/m^2).

Qualora le onde abbiano frequenza approssimativamente compresa fra 20 e 20000 Hz ed ampiezza superiore ad una certa entità che dipende dalla frequenza, l'orecchio umano è in grado di percepirle.

La determinazione del contenuto in frequenza di un certo suono è chiamata **analisi in frequenza** o **analisi di spettro**.

2.3.1 - Livello di pressione e di potenza sonora

Se si misurasse la pressione sonora in N/m^2 (Pascal), si dovrebbero considerare valori tipicamente compresi fra $20 \cdot 10^{-6}$ Pa e 200 Pa. Al fine di comprimere tale intervallo di variabilità ed anche sulla base dell'ipotesi che l'intensità delle sensazioni uditive sia in prima appros-

simulazione proporzionale al logaritmo dello stimolo e non al suo valore assoluto, è stata introdotta la scala logaritmica o scala dei livelli. Il livello, espresso in dB, è pari a dieci volte il logaritmo decimale del rapporto fra una data grandezza ed una grandezza di riferimento, omogenee fra di loro. In particolare si ha:

$$\text{Livello di pressione sonora} = L_p = 10 \log (p^2/p_0^2) = 20 \log (p/p_0)$$

dove p è il valore r.m.s. della pressione sonora in esame e p_0 (pressione sonora di riferimento) è il valore di soglia di udibilità a 1000 Hz ($20 \cdot 10^{-6}$ Pa = 20 μ Pa).

Analogamente si ha:

$$\text{Livello di potenza sonora} = L_w = 10 \log (W/W_0)$$

dove W è il valore r.m.s. della potenza sonora in esame e W_0 (potenza sonora di riferimento) = 10^{-12} watt.

La scala dei decibel non è lineare, per cui non si possono sommare i livelli sonori in modo aritmetico ma occorre ricorrere ai logaritmi; ad es.: 80 dB + 80 dB = 83 dB.

2.3.2 - Livello sonoro continuo equivalente

Per caratterizzare un rumore variabile in certo intervallo di tempo T , si introduce il:

$$\text{Livello sonoro continuo equivalente} = L_{eq,T} = 10 \log \left\{ \frac{1}{T} \int_0^T \left[\frac{p(t)}{p_0} \right]^2 dt \right\}$$

che è il livello, espresso in dB, di un ipotetico rumore costante che, se sostituito al rumore reale per lo stesso intervallo di tempo T , comporterebbe la stessa quantità totale di energia sonora.

Per la valutazione del rumore a livello internazionale sono comunemente utilizzate due curve di ponderazione (filtri che operano un'opportuna correzione dei livelli sonori alle diverse frequenze) del rumore. La curva A è utilizzata per valutare gli effetti del rumore sull'uomo. Il livello sonoro in dB(A), che si ottiene utilizzando questa curva di ponderazione A, è la grandezza psicoacustica di base, comunemente utilizzata per descrivere i fenomeni sonori in relazione alla loro capacità di produrre un danno uditivo. La ponderazione A, operata dagli strumenti di misura del rumore, approssima la risposta dell'orecchio e penalizza, attenuandole, le basse frequenze, mentre esalta, in misura molto lieve, le frequenze fra 1000 e 5000 Hz. La curva di ponderazione C, invece, è stata adottata nella Direttiva "Macchine" 89/392/CEE,

recepita dal DPR 459/96, per descrivere il livello di picco L_{picco} prodotto dalle macchine e, pare, sarà adottata anche nella nuova Direttiva europea sul rumore, attualmente in corso di discussione a Bruxelles, che sostituirà la Direttiva 86/188/CEE da cui ha tratto origine il D.Lgs.277/91.

Per quantificare l'esposizione di un lavoratore al rumore si utilizza il:

Livello di espos. quot. personale $L_{EP,d} = L_{Aeq,Te} + 10 \log \left(\frac{T_e}{T_0} \right)$ (dB(A))
=

dove: $L_{Aeq,Te} = 10 \log \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{p_A(t)}{p_0} \right]^2 dt \right\}$

T_e = durata quotidiana dell'esposizione personale di un lavoratore al rumore, ivi compresa la quota giornaliera di lavoro straordinario;

$T_0 = 8$ ore;

p_A = pressione acustica istantanea ponderata A, in Pa;

$p_0 = 20 \mu\text{Pa}$.

E' altresì utilizzato il:
Livello di espos. sett. = $L_{EP,W} = 10 \log \left[\frac{1}{5} \sum_{k=1}^m 10^{0,1(L_{EP,d}/k)} \right]$ (dB(A))

con: $k = 1, 2, \dots, m$;

m = numero dei giorni di lavoro della settimana considerata.

Si sottolinea che i L_{EP} non tengono conto degli effetti di un qualsiasi mezzo individuale di protezione.

2.3.3 - Livello di picco

Accanto al livello sonoro continuo equivalente viene infine utilizzato un secondo parametro, comunemente noto come livello di picco lineare L_{picco} . Tale livello è

definito come:
$$L_{\text{picco}} \text{ (dB)} = 10 \log \left(\frac{p_{\text{peak}}^2}{p_0^2} \right)$$

dove la grandezza p_{peak} , che non è un valore r.m.s., è definita nel D.Lgs.277/91 come "valore della pressione acustica istantanea non ponderata" ed è molto importante nella valutazione del rumore impulsivo. E' noto infatti che a parità di contenuto energetico medio, un

rumore che presenta caratteristiche di impulsività costituisce un fattore di rischio aggiuntivo per la salute di cui bisognerebbe tenere conto nella valutazione del rischio.

Il D.Lgs.277/91 stabilisce che non possa essere mai superato un livello di picco pari a 140 dB.

2.3.4 - Principio dell'eguale energia

I criteri definiti dagli standard correnti ai fini della valutazione dell'esposizione a rumore prevedono che rumori di pressione p_{A1} e p_{A2} per tempi

$$p_{A1}^2 \times t_1 = p_{A2}^2 \times t_2$$

pari rispettivamente a t_1
e t_2 siano equivalenti in
relazione ai possibili

danni alla salute quando:

Questa relazione, che rappresenta una buona approssimazione dei dati disponibili, esprime in termini matematici il cosiddetto "principio della uguale energia".

In termini di decibel, ad un raddoppio del tempo di esposizione deve corrispondere una diminuzione di 3 dB del livello di pressione sonora per mantenere costante la dose (ovvero il rischio di danno) e, viceversa, ad un aumento di 3 dB del livello di pressione sonora deve corrispondere un dimezzamento del tempo di esposizione.

2.3.5 - Spettro sonoro, bande di frequenza

La determinazione della distribuzione dell'energia sonora nelle sue varie frequenze componenti è detta analisi in frequenza ed il risultato è detto spettro di frequenza del suono.

Nonostante nel D.Lgs.277/91 non se ne faccia cenno, l'analisi in frequenza del rumore è fondamentale in fase di bonifica acustica ed opportuna per scegliere correttamente i protettori auricolari.

3 VALUTAZIONE DEL RUMORE

Uno dei principali aspetti di novità introdotti dalla normativa europea è l'obbligo per le aziende di effettuare la valutazione del rischio.

La valutazione è un processo tecnico di conoscenza finalizzato alla riduzione ed al controllo dei rischi attraverso l'adozione di misure tecniche, organizzative e procedurali, l'effettuazione di controlli sanitari preventivi e periodici, nonché la costante ed adeguata informazione e formazione degli addetti.

3.1 Valutazione senza misurazioni

Stante l'estrema differenziazione delle tipologie aziendali, il **D.Lgs.277/91** ammette anche la possibilità di non ricorrere a misurazioni effettuate secondo i criteri indicati nell'Allegato VI, qualora si possa "fondatamente" ritenere che i livelli di esposizione personali a rumore (L_{EP}) non superino gli 80 dB(A).

Per decidere sul non superamento o meno degli 80 dB(A) di L_{EP} , il datore di lavoro deve utilizzare dei criteri da riportare nel **Rapporto di Valutazione**. I criteri comunemente raccomandati sono:

- i risultati di misurazioni, anche estemporanee;
- i risultati di precedenti misurazioni;
- la disponibilità di specifiche acustiche dei macchinari in uso;
- i confronti con situazioni analoghe;
- i dati di Letteratura;
- la manifesta assenza di fonti di rumorosità significative.

Alcuni elenchi indicativi di attività e mansioni normalmente con $L_{EP} < 80$ dB(A) sono riportati in **Allegato R1**. I datori di lavoro sono comunque invitati ad utilizzare i criteri prima citati ed a considerare le specificità del loro caso (addensamento di macchine/lavorazioni, vetustà e condizioni di manutenzione delle macchine, riverbero dell'ambiente...) in grado di modificare sensibilmente il livello finale dell'esposizione a rumore.

Quanto detto sino ad ora vale per tutte le tipologie di aziende soggette al campo d'applicazione del D.Lgs.277/91.

Con un provvedimento successivo, il **D.Lgs.494/96**, è stato introdotto,

nel solo caso specifico dei cantieri temporanei o mobili (come definiti nello stesso Decreto) 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.

Occorre innanzitutto evidenziare che i primi destinatari di questa possibilità 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.

I datori di lavoro delle imprese esecutrici, invece, si avvarranno 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 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.

3.2 Valutazione con misurazioni

In tutti i casi in cui non si possa fondatamente escludere che vi siano L_{EP} superiori a 80 dB(A) occorre provvedere alla valutazione del rischio mediante misurazioni.

L'indicazione fornita dalla legge trova la motivazione tecnica nella necessità che i L_{EP} siano definiti con sufficiente precisione in quanto, in relazione agli stessi, devono essere adottate conseguenti e specifiche misure di prevenzione e di protezione.

Oltre che esplicitamente negato dal D.Lgs.277/91, il mancato ricorso ai rilievi fonometrici può quindi portare a risultati non sufficientemente precisi date le molteplici variabili che possono influenzare le emissioni acustiche: tipologia delle macchine, loro vetustà, condizioni di manutenzione, organizzazione del lavoro, caratteristiche ambientali del luogo di lavoro, ecc...

3.2.1 - *Personale competente*

Premesso che la responsabilità di effettuare le valutazioni tecniche tramite il personale competente è del datore di lavoro, il quale è opportuno che si avvalga di figure qualificate, 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.

Di conseguenza gli organi di vigilanza, ai fini sia della valutazione della pertinenza che 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 dovranno essere 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, si segnala come la qualità della prestazione del tecnico competente in fase di esecuzione della valutazione del rischio richieda i dovuti rapporti coi soggetti della sicurezza in ambito aziendale (in particolare RSPP ed RLS) per garantirsi circa l'effettiva comprensione dell'organizzazione delle modalità di lavoro, delle mansioni/compiti/attività dei lavoratori e, in definitiva, delle condizioni produttive da valutare.

In fase di conferimento di incarico, poi, si fa presente 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").

3.2.2 - Strumentazione per le misurazioni del rumore

Le misurazioni per la valutazione dell'esposizione a rumore devono essere effettuate almeno con strumenti di gruppo 1 IEC 651/79 o IEC 804/85 (CEI EN 60651/82 e CEI EN 60804/99); nel caso in cui si eseguano analisi in frequenza la strumentazione deve essere conforme anche alla classe 1 della IEC 1260/95 (CEI EN 61260/97). I fonometri indossabili (conformi alle IEC 651/79, IEC 804/85 e IEC 1252/93, classe 1) sono ammessi a patto che il microfono non sia posto sul corpo della persona ma a 10 cm dall'orecchio più esposto (ad es. con l'ausilio di un archetto); sarà cura del personale competente accertarsi della validità dei risultati ottenuti.

Gli strumenti di misura e di calibrazione devono essere tarati annualmente presso uno dei centri accreditati al SNT (Sistema Nazionale di Taratura) istituito con legge 273/91 e il cui elenco viene aggiornato periodicamente con DM (ultimo aggiornamento del Ministero dell'Industria C.A. del 15/01/96 pubblicato sulla G.U. n 19 del 24/01/96, "Elenco dei centri di taratura convenzionati con gli istituti metrologici primari"), o presso uno dei centri del EA (European co-operation for Accreditation).

Anche gli strumenti nuovi devono essere muniti di certificato di taratura.

Quanto affermato vale ovviamente anche per gli organi di vigilanza qualora intendano adottare provvedimenti amministrativi o sanzionatori.

3.2.3 - Utilizzo del $L_{EP,d}$ e del $L_{EP,w}$

Quando l'orario di lavoro è articolato su 5 giorni settimanali e le condizioni lavorative espongono gli addetti a livelli di rumorosità che non subiscono variazioni di rilievo tra le diverse giornate lavorative, il livello da prendere come riferimento è il $L_{EP,d}$.

Se, invece, l'orario di lavoro non è articolato su 5 giorni settimanali oppure le condizioni lavorative presumibilmente espongono a livelli variabili 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 può riguardare 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.

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 non trova precisi riscontri sul testo legislativo e può indurre a sottovalutazioni dei provvedimenti preventivi e protettivi da adottare.

Il **Rapporto di Valutazione** relativo a queste situazioni è bene che espliciti sia la variabilità dei L_{EP} nelle situazioni-tipo individuabili, sia i periodi di tempo in cui tali L_{EP} si presentano (ad esempio su % dei giorni nel periodo considerato, su base annuale, ecc.).

3.2.4 - *Lavoratori stagionali e a tempo determinato, lavoro temporaneo*

Come più volte ribadito dalla giurisprudenza, le norme di sicurezza si applicano anche ai lavoratori stagionali o assunti per brevi periodi; a questi lavoratori vanno infatti riconosciuti i medesimi diritti dei lavoratori occupati a tempo indeterminato.

Ciò vale anche per i lavoratori operanti in regime di “contratto di fornitura di prestazioni di lavoro temporaneo”. Infatti la legge istitutiva di questi particolari contratti di lavoro (Legge 196 del 24/6/97) prescrive che l'impresa utilizzatrice osservi nei confronti dei prestatori di lavoro temporaneo, in presenza di rischi specifici, tutti gli obblighi di protezione previsti nei confronti dei propri dipendenti fissi. La stessa legge, nell'indicare gli obblighi dell'impresa fornitrice (es.: l'informazione generale sulla sicurezza) e dell'impresa utilizzatrice, richiama la possibilità di stabilire tra le due imprese specifici accordi/contratti affinché la formazione specifica sia effettuata dalla ditta utilizzatrice.

Tale previsione è da incentivare in quanto la ditta utilizzatrice, avendone l'obbligo nei confronti dei propri lavoratori dipendenti, possiede le conoscenze dei rischi, delle misure di tutela, delle modalità di protezione per garantire una formazione efficace.

Il datore di lavoro della ditta utilizzatrice ha quindi l'obbligo di effettuare la valutazione del rischio rumore anche nei confronti di questo tipo di personale.

Il L_{EP} (quotidiano o settimanale) andrà determinato all'interno del solo periodo di effettiva occupazione effettuando la valutazione con i medesimi criteri previsti per i lavoratori stabilmente occupati. Qualora l'esposizione personale sia variabile su tempi lunghi (superiori alla

settimana) si procederà in riferimento alla situazione ricorrente a massimo rischio.

3.2.5 - *Lavoratori che operano sovente all'esterno della propria azienda*

Il personale competente, sotto la responsabilità del datore di lavoro, provvede ad assegnare le fasce di rischio dei singoli lavoratori integrando livelli e tempi della valutazione del rischio relativa alle attività svolte presso la sede aziendale con quelli relativi alla valutazione dell'esposizione presunta nelle sedi di lavoro esterne.

Per definire quest'ultima si configurano due situazioni tipo:

- qualora le normali sorgenti dell'esposizione siano utensili, macchine o apparecchiature proprie, la valutazione dei livelli di rumore va condotta riportandosi o simulando condizioni operative;
- qualora le condizioni di esposizione siano principalmente determinate dai livelli di rumore degli ambienti esterni presso cui i lavoratori vanno ad operare, la valutazione dei L_{EP} va condotta riferendosi alla situazione ricorrente a massimo rischio.

Per queste situazioni diviene fondamentale l'applicazione dell'art.7 del D.Lgs.626/94 e dell'art.5, c.2-3-4 del D.Lgs.277/91 (informazione dalle aziende appaltanti sui livelli di rischio ivi presenti, ad es. mediante richiesta della valutazione del rischio o di un suo stralcio, cooperazione-coordinamento con gli stessi per l'attuazione delle misure di prevenzione) ed è fortemente consigliabile un ricorso estensivo al controllo medico.

3.2.6 - *Cantieri temporanei o mobili*

Come noto, con il **D.Lgs.494/96**, è stato introdotto, nel solo caso specifico dei cantieri temporanei o mobili (come definiti nello stesso Decreto e succ.mod.) 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.

Occorre in primo luogo ribadire 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.

3.2.7 - *Relazione tecnica*

I contenuti della Relazione tecnica effettuata dal personale competente sono indicati in primo luogo dal Capo IV del D.Lgs.277/91 con le puntualizzazioni dell'Allegato VI.

Altre indicazioni sono desumibili dalla UNI 9432/2002.

Nel testo della Relazione tecnica, cui occorre approcciare dopo un'attenta analisi del ciclo di produzione, dell'organizzazione e delle procedure di lavoro, delle 'giornate lavorative tipo', degli ambienti di lavoro e delle caratteristiche del rumore (condizione da realizzarsi anche con il confronto con i soggetti aziendali della sicurezza; in particolare l'RSPP e l'RLS) e dopo una accurata campagna di misure, vanno riportati i seguenti elementi:

- 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 degli 80 dB(A) di L_{EP} , sulla base di una valutazione senza misurazioni dettagliate, indicando i relativi criteri di giudizio adottati;
- Strumentazione di calibrazione e di misura utilizzata, con data dell'ultima taratura (di laboratorio) precisando il centro SIT che l'ha effettuata, e gli estremi del certificato di taratura;
- Criteri e modalità di valutazione dei L_{EP} ;
- Piantina dell'unità produttiva con il *lay-out* aggiornato delle macchine

e degli impianti, in cui siano indicate le postazioni di lavoro, le sorgenti di rumore e i punti di misura. I rilievi effettuati con strumenti fissati sulla persona (se questa si muove su più aree produttive) andranno riportati in un elenco apposito con specifica descrizione. Nel caso di attività a carattere temporaneo (es.: cantieri edili) o non legate ad una precisa postazione di lavoro (es.: agricoltura, autotrasportatori, utilizzo di attrezzature portatili ...) 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 L_{Aeq} e L_{picco} misurati, la data, i tempi e le condizioni di misura, l'errore casuale (vedi **Allegato R2**).
- Tabella che descriva il procedimento adottato per assegnare il L_{EP} 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:
 - $L_{EP} > 90 \text{ dB(A)}$ o $L_{picco} > 140 \text{ dB}$
 - $L_{EP} > 85 \text{ dB(A)}$ e fino a 90 dB(A)
 - $L_{EP} > 80 \text{ dB(A)}$ e fino a 85 dB(A)
 - fino a 80 dB(A) di L_{EP} .
- Piantina dell'azienda con *lay-out* aggiornato sulla quale siano identificate le aree di lavoro con $L_{Aeq} > 90 \text{ dB(A)}$ o $L_{picco} > 140 \text{ dB}$ (vedi **paragrafo 5.2**)
- Identificazione delle sorgenti di rumore (macchine/attrezzature) con $L_{Aeq} \geq 85 \text{ dB(A)}$.
- Suggerimenti tecnici per programmare e attuare le misure tecniche, organizzative e procedurali concretamente attuabili e per fissare i tempi di ripetizione della valutazione.

La Relazione tecnica va datata e firmata dal personale competente.

In **Allegato R3** è proposto un modello per la redazione di una Relazione tecnica completa e fruibile.

4 RAPPORTO DI VALUTAZIONE

Il D.Lgs.277/91 richiede che la valutazione del rischio si sostanzi con la predisposizione di uno strumento preventivo, il **Rapporto di Valutazione**, che deve integrare caratteristiche di adeguatezza tecnica con requisiti di leggibilità e comprensibilità per un'utenza eterogenea, costituita da datori di lavoro, responsabili del servizio di prevenzione e protezione, rappresentanti dei lavoratori (RLS) e lavoratori stessi, medici competenti ed organi ispettivi.

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

L'essenza del **Rapporto di Valutazione** è la **Relazione tecnica** prodotta dal personale competente (con gli elementi indicati al punto precedente) integrata con talune prime ma fondamentali decisioni aziendali quali il programma delle ulteriori misure di prevenzione e protezione ritenute necessarie e l'indicazione del tempo previsto per la ripetizione della valutazione.

In definitiva il **Rapporto di Valutazione** documenta l'acquisizione della valutazione in ambito aziendale, permette la verifica della completezza della **Relazione tecnica** e l'impostazione degli ulteriori adempimenti di prevenzione.

È poi consigliabile che il **Rapporto di Valutazione** rechi l'indicazione delle modalità di consultazione dei lavoratori e della partecipazione del medico competente e le documenti (ad es.: sia sottoscritto per "presa visione" dagli RLS - o, in loro assenza, dai lavoratori - consultati e dal medico competente).

4.1 Rapporto di valutazione se non si superano gli 80 db(A) di L_{EP}

Il **Rapporto di Valutazione** del rumore, come previsto dall'art.40 del D.Lgs.277/91, va sostanzialmente inteso come un **Documento** scritto accompagnato da una **Piantina** dell'unità produttiva col *lay-out* aggiornato, da conservarsi congiuntamente in azienda a disposizione anche dell'organo di vigilanza.

Nel **Documento** vanno indicati i seguenti elementi:

1. Data di effettuazione della valutazione;
2. Dati identificativi del personale competente che ha provveduto alla valutazione, se diverso dal datore di lavoro;
3. Dati identificativi degli RLS - o, in loro assenza, dei lavoratori - consultati ai sensi dell'art.40 comma 7, modalità della loro consultazione e informazione;
4. Numero degli occupati totali dell'unità produttiva riportati in una tabella che correli le mansioni col numero di occupati in quella determinata mansione;
5. Dichiarazione di non superamento degli 80 dB(A) di L_{EP} e criteri di giudizio adottati (precisare se: misurazioni anche estemporanee, confronto con situazioni analoghe, dati di Letteratura...);
6. Programma delle misure/azioni ritenute opportune per meglio controllare il rischio da esposizione a rumore individuate a seguito della valutazione;
7. Periodicità che sarà adottata per le successive valutazioni programmate.

Il **Documento** deve essere firmato dal datore di lavoro.

Gli elementi dell'eventuale indagine tecnica condotta dal personale competente potranno essere riportati in una **Relazione tecnica** firmata, da conservarsi congiuntamente, come allegato, nel **Rapporto di Valutazione**.

In calce al documento è opportuno compaia la firma di "presa visione" degli RLS - o, in loro assenza, dei lavoratori - precedentemente identificati (vedi punto **4.4** sulla "Consultazione").

Come detto, la **Piantina** dell'unità produttiva deve riportare il *lay-out* aggiornato di macchine e impianti con le relative postazioni di lavoro e andrà prevista una descrizione delle lavorazioni e dei mezzi di produzione utilizzati.

Nel caso di attività a carattere temporaneo o non legate ad un preciso luogo di lavoro ci si limiterà alla descrizione delle lavorazioni e delle macchine/attrezzature.

Anche se il legislatore non ha voluto formalizzarne uno specifico, in **Allegato R4** viene proposto un modello per la redazione del **Rapporto di Valutazione**.

4.2 Rapporto di valutazione se si superano gli 80 db(A) di L_{EP}

Il **Rapporto di Valutazione** del rumore con misurazioni, come previsto dall'art.40 e, più in generale, dal D.Lgs.277/91, va sostanzialmente inteso come un **Documento** scritto accompagnato da una **Relazione tecnica** delle misure (redatta dal personale competente) e da un **Foglio degli aggiornamenti**, da conservarsi congiuntamente in azienda, anche a disposizione dell'organo di vigilanza.

I contenuti della **Relazione tecnica** sono indicati al paragrafo 3.2.6 e una proposta sulla sua articolazione è presentata in **Allegato R3 (*)**.

Nel **Documento** vanno indicati i seguenti elementi:

1. Data/e di effettuazione della valutazione con misurazioni;
2. Dati identificativi del personale competente che ha provveduto alla valutazione, se diverso dal datore di lavoro;
3. Dati identificativi della **Relazione tecnica** allegata (es.: eventuale numero di protocollo, numero di pagine, data);
4. Dati identificativi degli RLS - o, in loro assenza, dei lavoratori - consultati ai sensi dell'art.40 comma 7, modalità della loro consultazione e informazione;
5. Numero degli occupati totali dell'unità produttiva riportati in una tabella che correli le mansioni col numero di occupati in quella determinata mansione;
6. Se non già precisato dalla Relazione tecnica:
quattro di sintesi degli esposti a rumore articolato per fasce di rischio e individuazione su piantina delle aree con $L_{Aeq} > 90$ dB(A);
7. Programma delle misure/azioni ritenute opportune per meglio controllare il rischio da esposizione a rumore individuate a seguito della valutazione;
8. Dati identificativi del medico competente (se ed in quanto previsto ai sensi degli artt.7 e 44 del D.Lgs.277/91) che ha partecipato alla programmazione del controllo dell'esposizione e che è informato dei risultati della stessa;
9. Periodicità che sarà adottata per le successive valutazioni programmate.

(*) se la **Relazione tecnica** risultasse priva di talune informazioni queste dovranno essere indicate nel **Documento**. Simmetricamente, il **Documento**, di cui a seguito sono indicati i contenuti, potrà essere semplifi-

Il **Documento** di valutazione del rumore con misurazioni deve essere firmato dal datore di lavoro.

*In calce al **Rapporto di Valutazione** è opportuno compaia la firma di "presa visione" degli RLS - o, in loro assenza, dei lavoratori - consultati (vedi punto 4.4) ed informati ai sensi dell'art.40, comma 7, D.Lgs.277/91 nonché dell'art.19, lettere b) ed e), D.Lgs.626/94 e quella del medico competente (se previsto ai sensi del D.Lgs.277/91).*

Il **Foglio degli aggiornamenti** va previsto per raccordare la situazione descritta nella **Relazione tecnica** con i cambiamenti che via via intervengono sulla realtà produttiva. Ci si riferisce in particolare a quei cambiamenti non in grado di modificare in modo significativo il quadro di rischio (situazione che richiede una nuova valutazione), ma che pur sempre comportano azioni specificamente previste dal D.Lgs.277/91. In particolare, su questo **Foglio** andranno annotate (in ordine cronologico) le assegnazioni alle classi di rischio (80-85 dB(A) di L_{EP} ; 85-90 dB(A) di L_{EP} ; >90 dB(A) di L_{EP} o 140 dB di L_{picco}) dei nuovi assunti, degli operatori adibiti ex novo a mansioni a rischio nonché degli operatori che abbiano nel frattempo cambiato mansione.

Per queste situazioni andrà prevista l'identificazione della persona competente che provvede all'assegnazione della classe di rischio e la firma del lavoratore per presa visione.

Registrare anche le dimissioni di operatori e l'acquisto di nuove macchine, particolarmente se $L_{Aeq} \geq 85$ dB(A).

Anche se il legislatore non ha voluto formalizzarne uno specifico, in **Allegato R5** viene proposto un modello per la redazione del **Rapporto di Valutazione**.

4.3 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. Fermo restando l'obbligo per il datore di lavoro di ripetere la valutazione del rumore ogni qualvolta sia introdotto un mutamento nelle lavorazioni, che influisca in modo sostanziale sul rumore prodotto, oppure quando l'organo di vigilanza lo richieda con provvedimento motivato, si forniscono le seguenti indicazioni per la ripetizione della valutazione:

- se nessun lavoratore è esposto a un $L_{EP} > 80$ dB(A): ogni 5 anni (si ricorda che in questo caso non sono indispensabili misurazioni acustiche; vedi anche **Allegato R1**);
- se anche un solo lavoratore è esposto a un $L_{EP} > 80$ dB(A): ogni

3 anni (si ricorda che in questo caso sono indispensabili misurazioni acustiche per quei lavoratori o luoghi di lavoro che superano gli 80 dB(A) e che lo scopo principale della ripetizione programmata della valutazione è di mettere in evidenza eventuali peggioramenti nel quadro di rischio, nel qual caso dovranno essere predisposte le misure idonee per riallinearsi, quanto meno, ai precedenti livelli);

Tali indicazioni devono trovare opportuno adattamento a seconda delle particolari situazioni aziendali (*turn over* delle macchine e degli impianti, programma della manutenzione ...), sentiti il personale competente, il medico competente incaricato del controllo sanitario e gli RLS o, in loro assenza, i lavoratori.

Da notare che i tempi della ripetizione della valutazione possono differenziarsi per i diversi locali/reparti/mansioni dell'unità produttiva in funzione dei relativi livelli di rischio.

4.4 Consultazione

Il Capo IV del D.Lgs.277/91 prevede espressamente la consultazione dei lavoratori o dei loro rappresentanti (RLS) agli artt.40 e 43.

Nell'art.40, la consultazione è prevista sulla valutazione programmata ed effettuata ad opportuni intervalli da personale competente.

Al fine di procedere ad una corretta valutazione dell'esposizione a rumore si fornisce l'indicazione che il datore di lavoro o, per lui, il personale competente incaricato consulti gli RLS - o, in loro assenza, i lavoratori - soprattutto in relazione all'analisi delle lavorazioni, compiti e mansioni, per la definizione delle condizioni di misura e dei tempi di esposizione nonché in relazione ai tempi delle successive ripetizioni della valutazione.

L'art.43 stabilisce anche che i lavoratori ovvero i loro rappresentanti siano consultati per la scelta dei modelli dei dispositivi individuali di protezione uditiva, ragionevolmente sugli aspetti connessi col comfort dei medesimi.

Ben più estensivo è il concetto che emerge dal D.Lgs.626/94 che già all'art.3 colloca la consultazione tra le misure generali di sicurezza da porre in essere a carico dell'azienda.

Come affermato all'art.4, l'RLS va, tra l'altro, consultato preventivamente e tempestivamente in ordine alla valutazione dei rischi, alla individuazione, programmazione, realizzazione e verifica della prevenzione nell'azienda ovvero unità produttiva. In altro punto sempre dell'art.4 è ribadito che "il datore di lavoro effettua la valutazione ... ed

elabora il documento ... previa consultazione del rappresentante per la sicurezza".

Importante è anche la casistica prevista dall'art.8, punto 6: "se le capacità dei dipendenti ... sono insufficienti, il datore di lavoro può far ricorso a persone o servizi esterni all'azienda, previa consultazione del rappresentante per la sicurezza".; viene cioè prefigurato che l'RLS esprima un giudizio sulla scelta del personale competente.

In generale si ritiene che sia funzionale al processo valutativo ed alle azioni seguenti che i lavoratori o il loro RLS siano effettivamente consultati circa le situazioni/modalità su cui condurre le indagini e le proposte per la loro soluzione. Parimenti, si ritiene importante che il datore di lavoro sia in grado di dimostrare le avvenute consultazioni adottando una forma di registrazione scritta dell'occasione.

5 AZIONI CONSEGUENTI LA VALUTAZIONE

5.1 Misure tecniche, organizzative e procedurali

L'art.41 del D.Lgs.277/91 prevede che il datore di lavoro riduca al minimo i rischi derivanti dall'esposizione al rumore. Tale risultato è ottenibile adottando le necessarie misure tecniche, organizzative e procedurali, concretamente attuabili in base al progresso tecnico, privilegiando gli interventi alla fonte.

Indicazioni pratiche per la realizzazione di luoghi di lavoro a basso rischio agendo sul contenimento del rumore alla sorgente, sulla propagazione e sugli esposti, sono contenute nella norma

UNI EN ISO 11690.

Di seguito viene esemplificato il significato dei termini e come si possa tradurre a livello pratico la concreta fattibilità delle misure preventive che sono da attivarsi in sequenza, indipendentemente dai livelli di rischio presenti in azienda.

L'espressione "misure tecniche" indica quei provvedimenti che possono consentire in particolare di:

- utilizzare tecniche di lavorazione che riducano sensibilmente il rumore prodotto; ad esempio: la sostituzione della sbavatura con la barilatura, la sostituzione del taglio ossiacetilenico con il taglio laser, ecc.;
- ridurre le emissioni di rumore alla sorgente; ad esempio: utilizzando dischi abrasivi lamellari o a centro depresso, dischi da taglio diamantati o al laser per lapidei, punzoni sagomati per il taglio o la foratura lamiera, riducendo la corrente di corto circuito delle saldatrici, ecc.;
- ridurre la propagazione del rumore nell'ambiente; ad esempio: ricorrendo a basamenti o supporti antivibranti, cabine acustiche o cappottature, pareti di separazione o schermi fonoisolanti/fonoassorbenti, trattamenti acustici ambientali.

Per "misure organizzative e procedurali" si intendono quelle che intervengono, in maniera più o meno formalizzata, sull'organizzazione dei mezzi e degli uomini.

Le modalità per la riduzione del rumore sono costituite ad esempio: dalla riconduzione della velocità di funzionamento di macchine e impianti a quella ottimale prevista dal costruttore, dall'aumento della distanza tra le macchine, dall'uso isolato del flessibile in una determi-

nata area procedendo alla sua schermatura acustica, dalla turnazione del personale nelle lavorazioni più a rischio, dall'esecuzione di lavori rumorosi in determinate fasce orarie, dall'indicazione dei percorsi da seguire e delle aree da evitare, ecc.

5.2 Segnalazione, perimetrazione e limitazione d'accesso dei luoghi a forte rischio

Gli obblighi dell'art.41, c.2 e 3, intervengono sui luoghi di lavoro e quindi sulla base dei L_{Aeq} .

Si possono verificare le seguenti situazioni-tipo:

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

Nel primo caso si può provvedere a segnalare, mediante l'uso della apposita segnaletica di pericolo conforme al D.Lgs.493/96 (**UNI 7545/22**), le sole macchine.

Nel secondo caso occorre segnalare l'ingresso dell'area, contestualmente perimetrando (ad es.: mediante il ricorso a segnaletica orizzontale, non confondibile con altra) e limitando l'accesso al solo personale strettamente necessario a scopi produttivi.

L'eventuale impossibilità di procedere alla perimetrazione ed alla limitazione d'accesso deve essere motivata sul **Rapporto di Valutazione**.

5.3 Comunicazione ex art.45

Nel caso in cui dal **Rapporto di Valutazione**, redatto ai sensi dell'art.40 del D.Lgs.277/91, emerga che uno o più lavoratori hanno $L_{EP,d}$ superiore a 90 dB(A) oppure sono esposti a L_{picco} superiori a 140 dB non ponderati, il datore di lavoro ha l'obbligo di trasmettere all'organo di vigilanza, entro 30 giorni dalla data dell'accertamento, una comunicazione il cui modello, pur non previsto da alcun riferimento legislativo, si suggerisce sia quello riportato in **Allegato R6**.

La comunicazione va preferibilmente accompagnata dalla copia del **Rapporto di Valutazione**, o da quella parte del Rapporto coi risultati delle misurazioni.

Del contenuto della comunicazione occorre informare il Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (RLS) o i lavoratori.

La comunicazione ex art.45 deve essere ripetuta ogni qual volta la nuova valutazione del rumore evidenzia $L_{EP} > 90 \text{ dB(A)}$ o $L_{picco} > 140 \text{ dB}$.

5.4 Dispositivi di protezione individuali dell'udito

L'uso dei "mezzi individuali di protezione dell'udito" è regolato in primo luogo dall'articolo 43 del **D.Lgs.277/91** che ne stabilisce l'obbligo di messa a disposizione per livelli di esposizione quotidiana al rumore superiori ad 85 dB(A) e l'obbligo d'uso per livelli superiori a 90 dB(A).

Anche se il testo legislativo impone l'obbligo all'uso dei DPI uditivi solo al superamento dei 90 dB(A) si raccomanda di promuoverne l'impiego anche a livelli inferiori (es.: 85 dB(A)) stando però particolarmente attenti ad evitare sovrapprotezioni.

L'intera materia dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI), di cui anche gli otoprotettori fanno parte, è stata regolamentata anche dal Titolo IV del **D.Lgs.626/94**, successivamente integrato dal **DM 02/05/01**, e dal **D.Lgs.475/92**, che stabilisce, tra l'altro, l'obbligo della marcatura CE.

A queste disposizioni di legge si affiancano le seguenti norme

tecniche europee: la **EN 458** del 1993 (pienamente ripresa dal **DM 02/05/01**) che stabilisce le linee guida per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione dei protettori auricolari, e si colloca nell'ambito della **Direttiva 89/656/CEE** sui "requisiti minimi di sicurezza e salute per l'uso da parte dei lavoratori di dispositivi di protezione individuale sul luogo di lavoro"; e la serie delle **EN 352**, norme armonizzate che si collocano nell'ambito della **Direttiva 89/686/CEE** "Dispositivi di protezione individuale", che fissano i requisiti costruttivi, di progettazione e le prestazioni (inclusi i livelli minimi di attenuazione acustica), i metodi di prova, i requisiti di marcatura e le informazioni per l'utilizzatore.

5.4.1 - Selezione, uso, cura e manutenzione di un otoprotettore

Il DM 02/05/01, che riprende letteralmente la norma europea armonizzata **EN 458**, all'Allegato 1 fornisce le linee guida per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione dei DPI uditivi.

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

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

Per un maggior dettaglio su tali fattori di selezione consultare il paragrafo successivo (5.5.2) e la **Sezione 1** dell'**Allegato R7**.

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

Inoltre è molto importante indossarli per tutto il periodo dell'esposizione: se i protettori vengono tolti dall'utilizzatore anche per un breve periodo, la protezione effettiva si può ridurre sensibilmente (vedi **Sezione 2** dell'**Allegato R7**). Ad esempio, nel caso di una esposizione a un rumore con $L_{Aeq,8h}$ pari a 105 dB(A), pur indossando un protettore auricolare con una attenuazione di 30 dB che darebbe luogo ad un livello sonoro effettivo di $L'_{Aeq,8h}$ di 75 dB(A), se il protettore non è utilizzato per soli 30 minuti il livello effettivo $L'_{Aeq,8h}$ diventa 93 dB(A). Qualunque DPI uditivo, se indossato solo per metà tempo della giornata lavorativa (ipotizzata a rumore costante), fornisce una protezione effettiva che non supera i 3 dB.

Infine, è necessario che l'utilizzatore sia addestrato e formato (come anche previsto dall'art.43 del D.Lgs.626/94) sul corretto indossamento dell'otoprotettore, in quanto un indossamento scorretto fa calare anche pesantemente la prestazione del DPI; da questo punto di vista, le cuffie sono meno critiche rispetto agli inserti.

N.B.: i dati di attenuazione sonora dichiarati dal costruttore sono derivati da prove di laboratorio sulla soglia soggettiva di soggetti istruiti, che indossavano correttamente i protettori auricolari. Le prestazioni effettive sul campo possono essere sensibilmente minori a causa di un indossamento non corretto e della presenza di altri DPI tanto che alcuni enti americani consigliano, per tener conto del non perfetto indossamento e dei momenti in cui l'otoprotettore viene tolto per ascoltare messaggi verbali o per altri motivi, di dimezzare i valori di attenuazione sonora forniti dal costruttore del DPI nell'effettuare i calcoli con i metodi descritti.

Pur non condividendo tale posizione, si intende sottolineare l'importanza della formazione ai fini dell'affidabilità delle prestazioni "in condizioni reali" dei protettori auricolari.

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

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

5.4.2 - Metodi di calcolo della protezione fornita dall'otoprotettore

Per verificare l'idoneità di un DPI uditivo esistono vari metodi, che si basano sul grado di conoscenza delle caratteristiche del rumore ambientale e sui valori di attenuazione sonora forniti dal costruttore del dispositivo, congiuntamente alla marcatura CE.

I metodi da applicare secondo la **EN 458** sono i seguenti:

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

ed esiste infine un metodo per i rumori impulsivi.

Per i rumori non impulsivi, a seconda del metodo di calcolo scelto è necessario conoscere in maniera più o meno specifica i dati sul rumore da attenuare, infatti:

per utilizzare il è necessario conoscere
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 ($L_{Lin,eq}$)

***N.B.:** 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 dB_{Lin} .*

Normalmente questa sostituzione, che comporta una protezione finale superiore, può ritenersi accettabile ma, in alcune situazioni, può condurre ad una iperprotezione. Pertanto si ritiene che la sua applicazione debba essere considerata **da superare** provvedendo, alla prima ripetizione della valutazione del rischio, a misurare anche i livelli di rumore pesati secondo la curva C.

Inoltre, poiché la maggior parte delle indagini fonometriche hanno sinora riportato solamente i livelli equivalenti di rumore pesati secondo la curva A e non secondo la curva C, in questa linea guida si è scelto di aggiungere ai metodi prescritti dalla **EN 458** anche il metodo “**SNR corretto**” desunto da uno standard OSHA, che permette di calcolare la protezione fornita dall'otoprotettore usando i livelli equivalenti di rumore pesati secondo la curva A (L_{Aeq}). 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.

Nella pratica si è rilevato che normalmente viene utilizzato il metodo SNR (o, se è il caso, il metodo “SNR corretto”); qualora si avverta la presenza di un tono puro, il metodo preferito è quello per bande d'ottava.

I diversi metodi di valutazione consentono di stimare il livello di pressione sonora equivalente ponderato A, L'_{Aeq} , a cui sono effettivamente

esposti i lavoratori che indossano correttamente i dispositivi di protezione auricolare. La norma **EN 458** definisce un livello di azione L_{act} : “massimo livello di esposizione quotidiana personale ($L_{Aeq,8h}$) e/o livello di picco (L_{picco}) oltre il quale devono essere resi disponibili e/o indossati protettori auricolari secondo quanto stabilito dalle leggi o dalle normative nazionali, o dalle consuetudini e dalla pratica”.

Per la valutazione del grado di protezione del DPI, la norma **EN 458** prevede il seguente criterio:

Liv. 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)

Normalmente L_{act} viene fatto corrispondere a **85 dB(A)** per il livello di esposizione quotidiana personale ed a **140 dB** per il livello di picco. Per gli scopi di queste Linee Guida si ritiene comunque che il livello effettivo all'orecchio, L'_{Aeq} , non debba superare gli **80 dB(A)**.

Per l'applicazione dei metodi di calcolo consultare la **Sezione 3** dell'**Allegato R7**.

Un semplice programma per l'applicazione dei metodi di scelta dei DPI uditivi (**DiPIU**) può essere scaricato dal sito INAIL (www.inail.it) o da quello ISPESL (www.ispesl.it).

Nella **Sezione 4** dell'**Allegato R7** è riportato un il metodo di calcolo della protezione per rumori impulsivi e di impatto oltre ad un elenco di livelli di rumore relativo ad alcuni utensili ed armi di piccolo calibro.

Infine, pare importante richiamare che secondo la norma EN 458 le cuffie e gli inserti auricolari possono dare una protezione sufficiente anche in combinazione tra di loro, pur se l'attenuazione fornita dall'utilizzo congiunto non sempre corrisponde alla somma di quelle che caratterizzano i singoli protettori.

5.5 Controlli sanitari preventivi e periodici

La sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a rumore è obbligatoria ai sensi dell'art.44 del D.Lgs.277/91. Tale norma prevede che il controllo sanitario si attui per i lavoratori che hanno una esposizione quotidiana personale superiore a 85 dB(A) indipendentemente dall'uso dei mezzi individuali di protezione.

Il controllo sanitario comprende:

- *una visita medica preventiva*, integrata da un esame della funzione uditiva (audiometria) eseguita nell'osservanza dei criteri riportati nell'Allegato VII del D.Lgs.277/91, per accertare l'assenza di *controindicazioni al lavoro specifico* ai fini della valutazione dell'idoneità dei lavoratori;
- *visite mediche periodiche*, integrate dall'esame della funzione uditiva, per *controllare lo stato di salute dei lavoratori ed esprimere il giudizio di idoneità*. Esse devono tenere conto, oltre che dell'esposizione, anche della *sensibilità acustica individuale*. La prima di tali visite è effettuata non oltre un anno dopo la visita preventiva.

La frequenza delle visite successive è stabilita dal Medico Competente. Gli intervalli non possono comunque essere superiori a due anni per i lavoratori la cui esposizione quotidiana personale non supera 90 dB(A) e ad un anno nei casi di esposizione quotidiana personale superiore a 90 dB(A) e nei casi di deroga previsti dagli artt.47 e 48, D.Lgs.277/91.

Il controllo sanitario è esteso ai lavoratori la cui esposizione quotidiana personale sia compresa tra 80 e 85 dB(A) qualora i lavoratori interessati ne facciano richiesta e il Medico Competente ne confermi l'opportunità anche al fine di individuare eventuali effetti extrauditivi.

L'Allegato VII (criteri per l'esecuzione dell'esame della funzione uditiva) del D.Lgs.277/91 indica che ogni esame, effettuato conformemente alle indicazioni della Medicina del Lavoro, deve comprendere almeno un'otoscopia ed un controllo audiometrico con audiometria liminare tonale in conduzione aerea che copra anche la frequenza di 8000 Hz; il controllo audiometrico deve rispettare le disposizioni della norma ISO 6189-1983, deve essere condotto con un livello di rumore ambientale tale da permettere di misurare un livello di soglia di udibilità pari a 0 dB corrispondente alla norma ISO 389-1979 ed è buona norma che sia effettuato dopo almeno 16 ore di riposo acustico in quanto si presume che in tale periodo (tra la fine di un turno di lavoro e l'inizio del successivo) il lavoratore sia esposto solo al rumore presente nell'ambiente di vita.

L'art.7, comma 3 del D.Lgs.277/91 prescrive che il medico competente, per ogni lavoratore sottoposto a sorveglianza sanitaria, "istituisce e aggiorna una cartella sanitaria e di rischio da custodire presso il datore di lavoro con salvaguardia del segreto professionale".

Inoltre le informazioni relative ai dati personali e sanitari dei lavoratori esposti devono essere trattati nel rispetto del segreto professionale e delle disposizioni normative sulla *privacy*.

Il Medico Competente ai sensi dell'art.17 del D.Lgs.626/94 comma 1, lettera e) fornisce "informazioni ai lavoratori sul significato degli accertamenti sanitari cui sono sottoposti" e "fornisce altresì, a richiesta, informazioni analoghe ai rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza". Lo stesso articolo alla lettera f) obbliga il Medico Competente ad informare ogni lavoratore interessato sui risultati degli accertamenti sanitari effettuati e, a richiesta, rilascia copia della documentazione sanitaria.

Il D.Lgs.626/94 all'art.11 prevede la riunione periodica di prevenzione e protezione dai rischi, durante la quale il Medico Competente ai sensi dell'art.17 comma 1, lettera g) comunica ai rappresentanti per la sicurezza i risultati anonimi collettivi degli accertamenti clinici e strumentali effettuati con indicazione del significato degli stessi per la collettività lavorativa.

Si rileva che a tutt'oggi non sono stati emanati i DPCM attuativi con i modelli delle cartelle relative alla sorveglianza sanitaria degli esposti a rumore (art. 4, lettera q, D.Lgs.277/91).

Per quanto riguarda l'attività di coordinamento e controllo dell'organo di vigilanza si potrà porre particolare attenzione alle informazioni relative alle condizioni di silenziosità dell'ambiente in cui si esegue l'esame audiometrico, al rispetto del riposo acustico e alla taratura dell'audiometro.

Le eventuali verifiche potranno essere effettuate in base alle indicazioni operative fornite dai volumi n°2 e 17 della Collana Contributi della Regione Emilia-Romagna integrati con quanto previsto per i requisiti sonori dell'ambiente e la taratura dell'audiometro con le norme ISO 6189/83 e ISO 389/79, citate nell'Allegato VII del D.Lgs.277/91.

5.5.1 *Giudizio di idoneità specifica al lavoro e misure per singoli lavoratori*

Il Medico Competente per attuare la sorveglianza sanitaria ed esprimere il giudizio di idoneità dovrà:

- effettuare i sopralluoghi nell'ambiente di lavoro come prescritto dall'art.7 comma 6 del D.Lgs.277/91;

- conoscere il ciclo lavorativo, le attività ed i livelli di esposizione di ogni lavoratore;
- effettuare le visite mediche;
- effettuare o prescrivere eventuali esami integrativi (art.7, comma 1 del D.Lgs.277/91);

Per accertare eventuali controindicazioni al lavoro specifico e considerare la sensibilità acustica individuale il Medico Competente deve valutare attentamente la suscettibilità al danno da rumore.

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

Nella Tabella seguente sono inoltre riportate diverse condizioni patologiche di danno trasmissivo puro, misto trasmissivo-percettivo e percettivo puro. Per ciascuna condizione viene indicata la possibile predisposizione al danno determinato dall'esposizione a rumore.

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

Dai dati riportati nelle tabelle risulta con evidenza come sia necessario disporre di una diagnosi audiologica precisa e che tuttavia le condizioni di effettiva maggiore suscettibilità non siano numerose. Ai fini della completezza del protocollo di sorveglianza sanitaria, infatti l'audiometria deve essere integrata da consulenza otorinolaringoiatrica o audiologica e da idonei approfondimenti strumentali ogni qualvolta la sola audiometria non sia sufficiente per concludere un giudizio diagnostico e diagnostico eziologico. In caso contrario il medico si troverebbe nell'impossibilità di formulare correttamente il giudizio di idoneità e di dare indicazioni relative alle opportune misure preventive e/o protettive individuali.

Si auspica che, nel prossimo futuro, attraverso le otoemissioni acustiche si possano ottenere informazioni relative alla suscettibilità al danno da rumore. Tali informazioni non sono tuttavia attualmente disponibili in forma standardizzata. Deludente è risultato in tal senso l'utilizzo degli spostamenti temporanei della soglia (TTS).

Attualmente il principale strumento di valutazione della funzione uditiva è rappresentato dall'esame audiometrico che deve essere effettuato in conformità con la normativa già riportata.

Tuttavia le otoemissioni acustiche, che sono generate dalle OHC, si sono dimostrate capaci di fornire indicazioni relative al danno cocleare da rumore prima di ogni possibile diagnosi audiometrica, si sono cioè rivelate capaci di fornire indicazioni sul funzionamento dell'amplificatore cocleare. Esse costituiscono pertanto uno strumento per la definizione di "indici precoci di danno". Recentemente sono state fornite evidenze relative alla possibilità di ottenere dati relativi al danno da rumore mediante i test di soppressione delle otoemissioni con stimolazioni acustiche controlaterali.

Nell'attività del Medico Competente è piuttosto frequente il riscontro di soggetti esposti a rumore, nei confronti dei quali è opportuno un giudizio di idoneità condizionato. Nell'espletare questa delicata prestazione è di pertinenza del Medico Competente fornire un parere al datore di lavoro circa l'adozione di misure preventive e protettive per singoli lavoratori che tengano conto di tutte le conoscenze sanitarie acquisite e dei dati di esposizione a rumore. Il parere espresso può comprendere la riduzione dell'esposizione dei lavoratori conseguita mediante misure organizzative (art.44, comma 5 del D.Lgs.277/91).

Si ritiene opportuno che il medico competente delinea con relazione sanitaria-epidemiologica le correlazioni tra le esposizioni e i danni configurando in tal modo la dimensione del rischio a cui commisurare le idonee misure preventive (art.5, comma 1, lettera b). A tale proposito nella maggior parte delle indagini epidemiologiche pubblicate di recente si è evidenziato che il carattere impulsivo delle esposizioni a rumore causa un incremento del rischio nei confronti di condizioni che

comportino una esposizione continua di pari energia. In tema di predizione di danno si tenga inoltre presente quali siano le limitazioni all'applicazione della ISO 1999:1990 (E) di seguito riportate.

ISO 1999: 1990 (E)

4.4.2

... Nei casi in cui il rumore cambia di giorno in giorno, la norma ISO è applicabile solo se il valore continuo equivalente $sp(A)$ del giorno peggiore non supera di 10 dB il valore medio di $sp(A)$ calcolato per un periodo di durata maggiore (non superiore ad 1 anno).

Nell'ambito della sua attività ed anche ai fini dell'espressione del giudizio di idoneità il medico competente dovrà conoscere e prescrivere i DPI.

L'indicazione e/o prescrizione di idonea protezione individuale è da considerarsi solo una delle possibili soluzioni. Essa, comunque, va commisurata all'esposizione quotidiana personale al rumore, alle condizioni uditive del soggetto, alla presenza di patologie dell'orecchio e dell'apparato vestibolare, ai problemi di accettabilità del DPI da un punto di vista psicologico e ai compiti lavorativi per evitare conseguenze indesiderate da eccesso o difetto di protezione.

Il medico competente formula il giudizio di idoneità alla mansione specifica e contro tale giudizio il lavoratore e/o il datore di lavoro possono fare ricorso all'organo di vigilanza competente per territorio entro 30 giorni (art. 44, comma 6 del D.Lgs.277/91).

In caso di diagnosi, anche sospetta, di ipoacusia o sordità da rumore il medico deve consegnare il certificato INAIL di malattia professionale all'assicurato, il quale provvederà ad inoltrarlo al proprio datore di lavoro ai sensi dell'art.52 del DPR 1124/65. L'art.53 dello stesso DPR prescrive che la denuncia di malattia professionale debba essere trasmessa dal datore di lavoro all'Istituto assicuratore. Tuttavia è prassi consolidata, in molte aree, che il medico invii il certificato sia all'INAIL che al datore di lavoro.

In agricoltura, invece, ai sensi dell'art.251 del DPR 1124/65 è il medico stesso che deve provvedere alla trasmissione del certificato-denuncia all'Istituto assicuratore.

Ai sensi dell'art.139 del DPR 1124/65 è inoltre obbligo del medico la denuncia di malattia professionale alla Azienda Sanitaria competente per territorio (AUSL) e alla Direzione provinciale del lavoro (ex Ispettorato provinciale del lavoro).

Il medico deve inoltre inviare il referto all'Autorità Giudiziaria.

5.5.2 *Controllo sanitario per lavoratori esposti tra 80 e 85 dB(A)*

Il comma 4 dell'art.44 prevede che il controllo sanitario sia esteso ai lavoratori esposti a 80-85 dB(A) qualora essi ne facciano richiesta e il Medico Competente ne confermi l'opportunità.

Le decisioni del Medico Competente vanno assunte tenendo conto delle indicazioni della letteratura in merito alle stime di danno in funzione degli anni di esposizione, dei L_{EP} e delle condizioni del soggetto.

In particolare il Medico Competente deve tenere conto della possibilità di danno per esposizioni quotidiane personali tra 80 e 85 dB(A) qualora siano presenti rumori a componente impulsiva o tonale ovvero che si realizzino esposizioni anche di breve periodo ma a livelli sonori molto elevati (decollo-atterraggio di aerei, importanti sfiati di aria compressa, utilizzo di esplosivi ecc...)

Una volta stabilita l'opportunità dell'accertamento, il Medico Competente adoterà un protocollo di sorveglianza sanitaria che potrà prevedere una frequenza più dilazionata rispetto a quella prevista per esposizioni superiori anche in considerazione della condizione clinico-funzionale del soggetto.

Diversamente da quanto previsto dal D.Lgs. 277/91, l'articolo 2 comma 10 D.Lgs. 18.8.2000 n. 262 prevede il controllo sanitario obbligatorio degli adolescenti (giovani tra i 15 e 18 anni non più soggetti all'obbligo scolastico) la cui esposizione personale al rumore sia compresa tra 80 e 85 dB(A) con periodicità almeno biennale.

5.6 **Registro degli esposti ex art.49**

Nelle more dell'emanazione da parte del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale e della Sanità dei Decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri che determinano i modelli e le modalità di tenuta dei registri previsti nell'art.49 del D.Lgs.277/91, l'ISPESL ha elaborato schemi progettuali utili all'ottemperanza degli obblighi di legge previsti dal detto Decreto.

Gli schemi progettuali proposti, corredati dalle specifiche per la loro compilazione, possono rappresentare i modelli di riferimento per l'attivazione di sistemi di registrazione dei livelli individuali di esposizione a 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 reperibili presso il sito dell'Istituto all'indirizzo **www.ispesl.it** cliccando sull'icona "Registri di esposizione" e sono stati pubblicati sulla rivista "Fogli d'Informazione ISPESL" (n 1/94 monografico).

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 il livello di esposizione al rumore oltre il quale scatta l'obbligo di istituzione del registro, tenuto conto che la norma di riferimento su questo tema si presta a diverse interpretazioni (in particolare non chiarisce se il livello soglia debba essere considerato 80 o 90 dB(A)), si ritiene che un sistema di registrazione dei dati sia efficace quando mantiene livelli sufficienti di esattività e di qualità delle informazioni. D'altra parte le esigenze di natura prevenzionale consiglierebbero l'estensione del sistema di sorveglianza epidemiologica a tutti i lavoratori esposti a livelli di rischio significativi per la tutela della salute. Tenuto conto però che non sarebbe possibile garantire livelli di qualità minimali includendo nel registro tutti i lavoratori a partire da 80 dB(A), si ritiene che allo stato attuale il valore di esposizione dal quale si fa obbligo della registrazione debba essere pari a 90 dB(A). Analoghe valutazioni sono state fatte dalla Commissione Consultiva Permanente ex art.26 D.Lgs.626/94.

I registri di esposizione a rumore ex art.49 del D.Lgs.277/91, che vanno inviati all'ISPESL, possono essere correttamente indirizzati a **ISPESL - Dipartimento Medicina del Lavoro - Via Alessandria 220/E - 00198 Roma.**

5.7 Informazione e formazione

Il D.Lgs.277/91 prevede attività di informazione e formazione a carico del datore di lavoro, all'art.42, rispettivamente ai commi 1 e 2.

Definiamo di seguito più precisamente cosa si intenda per informazione e formazione dei lavoratori:

- *Informazione*: presentazione di notizie, dati e simili concernenti l'argomento di interesse in forma scritta, orale, visiva o altra;
- *Formazione*: presentazione di notizie, dati e simili concernenti l'argomento d'interesse in forma scritta, orale, visiva o altra che preveda un coinvolgimento attivo del destinatario dell'attività ed un successivo momento di verifica di quanto appreso.

L'informazione e la formazione riguardano sia argomenti di carattere generale (ad es.: i rischi derivanti all'udito dall'esposizione al rumore), che riferiti specificamente al ciclo produttivo, alle macchine ed impianti ed organizzazione del lavoro della singola azienda (ad es.: i risultati ed il significato della valutazione di cui all'art.40) e del singolo lavoratore.

È importante rilevare che, mentre l'attività di informazione specifica sul rischio rumore va fornita almeno ai lavoratori esposti a più di 80 dB(A), la formazione è obbligatoria per tutti i lavoratori la cui esposizione sia superiore a 85 dB(A). Ovviamente questi valori (80 e 85 dB(A)) ed i contenuti della formazione e dell'informazione previsti dal D.Lgs.277/91 sono indicazioni di minima da garantire comunque; nella peculiarità delle singole aziende si potrà decidere di attivare l'informazione e la formazione anche a livelli di rischio inferiori ed andranno sviluppate le ulteriori tematiche che lo specifico luogo di lavoro richieda.

Le attività di informazione e formazione devono avvenire periodicamente ed allo scopo si consiglia di effettuarle dopo che è stata compiuta la valutazione del livello di rumorosità ambientale e dopo aver dato corso ai relativi ed eventuali accertamenti sanitari sui lavoratori esposti.

I contenuti minimi dell'attività di informazione prevista dall'art.42 del D.Lgs.277/91, a carico del datore di lavoro che si può avvalere di servizi esterni all'impresa e per casi specifici del medico competente (es.: il significato ed il ruolo del controllo sanitario di cui all'art.44), possono essere così articolati:

- *Rischi derivanti all'udito dall'esposizione al rumore*: cos'è il rumore, strumenti e grandezze di misura; cos'è l'udito: nozioni di anatomia, fisiologia e patologia; ipoacusia da rumore: i sintomi soggettivi e caratteristiche audiometriche;
- *Misure adottate in applicazione al D.Lgs.277/91 e quelle di protezione cui i lavoratori devono attenersi*: bonifiche realizzate e in programma; misure organizzative e procedurali alle quali i lavoratori devono conformarsi; significato della cartellonistica e delle aree segnalate o perimetrate;
- *Funzione dei mezzi individuali di protezione, circostanze in cui ne è previsto l'uso e modalità di uso a norma dell'art.43*: tipi di DPI uditivi disponibili e loro caratteristiche di attenuazione acustica; quali sono i

mezzi personali di protezione da usare e i lavoratori soggetti all'obbligo o all'opportunità di usarli;

- *Significato e ruolo del controllo sanitario di cui all'art.44 per mezzo del medico competente*, indicando anche il significato del giudizio di idoneità alla mansione, delle misure preventive e protettive individuali adottate e delle procedure del ricorso;
- *Risultati e significato della valutazione di cui all'art.40*, precisando le principali sorgenti di rumore, le aree di lavoro e le mansioni a maggior rischio. Ogni lavoratore deve conoscere la fascia di rischio in cui si colloca e, per questo tipo di informazione, sarebbe opportuno utilizzare la forma scritta.

Per quanto riguarda la formazione, essa deve comprendere una fase di acquisizione di conoscenze ed una fase di acquisizione di capacità operative sulle misure di tutela, collettive e individuali, tecniche, organizzative e procedurali che consentano di ridurre i livelli di esposizione.

Per quanto previsto dal D.Lgs.277/91, essa deve specificamente riguardare:

- l'uso corretto dei mezzi individuali di protezione dell'udito: criteri e modalità d'uso; inconvenienti: come prevenirli o ridurli;
- l'uso corretto degli utensili, macchine, apparecchiature più rumorosi (almeno quelli con L_{Aeq} pari o superiore a 85 dB(A))

La formazione deve essere caratterizzata, oltre che da modalità didattiche che favoriscano la partecipazione e l'impegno attivo dei lavoratori, da sistemi di valutazione del grado di apprendimento dei lavoratori formati.

5.8 Nuove macchine: progettazione, costruzione e acquisto

La progettazione, la costruzione e la realizzazione di nuovi impianti, macchine ed apparecchiature devono avvenire riducendo al minimo, in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico, i rischi derivanti dall'esposizione al rumore mediante l'utilizzo di misure tecniche, organizzative e procedurali, concretamente attuabili, privilegiando gli interventi alla fonte (art.46, comma 1, D.Lgs.277/91). Da notare che il rumore è anche tra i requisiti essenziali di sicurezza del DPR 459/96 (recepimento della Direttiva "Macchine"); i progettisti/costruttori non possono pertanto limitarsi ad indicare il livello di rumore delle macchine, ma debbono adoperarsi con ogni mezzo al contenimento delle emissioni, eventualmente agendo anche sulla propagazione del rumore (es.: con cabine/schermi fonoisolanti).

I nuovi utensili, macchine ed apparecchiature che possono provocare ad un lavoratore che li utilizzi in modo appropriato e continuativo un'esposizione quotidiana personale pari o superiore ad 85 dB(A) devono essere corredati da un'adeguata informazione relativa al rumore prodotto nelle normali condizioni di utilizzazione ed ai rischi che questo comporta.

I soggetti interessati da questi obblighi sono i progettisti, i costruttori, i commercializzatori, noleggiatori ed installatori nonché coloro che cedono in locazione le macchine o apparecchiature sopradette.

In seguito al recepimento della Direttiva 89/392/CEE (DPR 459/96), ogni nuovo utensile, macchina, apparecchiatura posta in commercio dopo il 21/09/96 deve essere accompagnato da specifiche informazioni acustiche:

- il livello di pressione sonora ponderato A (L_{pA}) nei posti di lavoro se questo supera i 70 dB(A); invece, se tale livello è inferiore o pari a 70 dB(A) basta precisare il non superamento di tale soglia;
- il valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata C nei posti di lavoro se questa supera i 130 dB(C);
- il livello della potenza acustica emessa dalla macchina se il livello di pressione sonora ponderato A nei posti di lavoro supera gli 85 dB(A).

Inoltre (e con implicazioni di tipo penale: art.46, comma 2, D.Lgs.277/91), il L_{pA} deve essere disponibile (fornito contestualmente l'acquisto) per tutti gli utensili, macchine e apparecchiature progettate, prodotte o poste in commercio dopo il 11/09/91 laddove il livello di pressione sonora ponderato A è pari o superiore ad 85 dB(A).

Un'adeguata informazione sul rischio è costituita dall'indicazione del L_{pA} o L_{Aeq} in posizione operatore nelle condizioni normali di utilizzo o, in caso di macchine pluriscopo, nella condizione di massima rumorosità.

Presso il costruttore devono quindi essere disponibili i criteri riguardanti le modalità di misura riportanti, in particolare:

- la descrizione della macchina (modello/tipo) oggetto della misura;
- la specificazione della posizione di misura;
- le condizioni di installazione e montaggio;
- le condizioni operative durante la misura;
- la metodologia della misura.

In presenza di macchine con marcatura CE (gli obblighi informativi relativi all'acustica sono riportati in Allegato 1, punto 1.7.4.f del DPR 459/96) occorre accertarsi che il dato riportante le caratteristiche delle emissioni sonore sia realmente presente nel libretto d'istruzioni.

Per le macchine da cantieri edili e d'ingegneria civile soggette a speci-

fiche regole tecniche (motocompressori, gru a torre, gruppi elettrogeni, martelli demolitori, macchine movimento terra, tosaerba; vedi DM 588/87; DM 598/87; D.Lgs.135-136-137/92) la presenza di una *label* (etichetta) acustica può ritenersi esaustiva anche ai fini dell'informazione ex art.46, D.Lgs.277/91 solo nel caso questa indichi il valore del L_{pA} (e non solo L_{wA} - livello di potenza sonora ponderato A) misurato.

Occorre infine ricordare l'obbligo posto simmetricamente a carico del datore di lavoro acquirente dal comma 3 dell'art.46, di privilegiare all'atto dell'acquisto di nuovi utensili, macchine, apparecchiature, quelli che producono, nelle normali condizioni di funzionamento, il più basso livello di rumore.

E' quindi importante che il datore di lavoro effettui una ricerca fra più opzioni, che la scelta risulti validamente motivata e che sull'eventuale capitolato d'acquisto della macchina compaia il dato della pressione sonora. Naturalmente, la scelta della macchina non potrà essere rigidamente legata al solo livello di rumore emesso, ma deriverà altresì da una serie di ulteriori valutazioni (fattori di rischio diversi dal rumore, disponibilità sul mercato, vincolo ecologico/produttivo, ecc.) con una valutazione complessiva, concreta e legata alle peculiarità del caso.

5.9 Nuovi insediamenti produttivi

Così come la progettazione, la costruzione e la realizzazione di nuovi impianti, macchine ed apparecchiature, anche gli ampliamenti e le modifiche sostanziali di aziende devono avvenire riducendo al minimo, in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico, i rischi derivanti dall'esposizione al rumore mediante l'utilizzo di misure tecniche, organizzative e procedurali, concretamente attuabili, privilegiando gli interventi alla fonte (art.46, comma 1).

In effetti, i due aspetti (progettazione/realizzazione di apparecchiature e di luoghi di lavoro) sono intrinsecamente collegati: nella realizzazione di ampliamenti o di nuove sedi aziendali vi è certamente un contributo anche sensibile della struttura edile (separazione di attività, potere fonoassorbente degli involucri, ecc...) sui campi sonori generati dalle apparecchiature, dalle macchine, dagli impianti.

Occorre pertanto qui ribadire integralmente i concetti espressi al punto precedente mentre, per quanto riguarda la struttura dell'edificio ed il *layout* (art.46, comma 1) i datori di lavoro possono utilizzare tutte le potenzialità preventive offerte dai modelli di previsione acustica (e proposti dalla parte III della norma ISO 11690) in particolare soffermando l'attenzione sulle caratteristiche acustiche dei locali al fine dell'eventuale trattamento fonoassorbente e della separazione delle lavorazioni rumorose.

Analogamente, gli organi di vigilanza delle Az.USL in fase di valutazione di nuovi insediamenti produttivi (notifica ex art.48 DPR 303/56) con presumibili elevati livelli di rischio rumore, potranno richiedere fruttuosi approfondimenti basati su tali modelli previsionali.

5.10 Lavoro minorile

Il decreto legislativo n° 345 del 04/08/1999 disciplina tra l'altro l'esposizione a rumore dei minori. Il suddetto provvedimento, di attuazione della Direttiva 94/33/CEE, modifica l'art.6 della legge 17 ottobre 1967, n. 977 (Tutela del lavoro dei bambini e degli adolescenti) proponendo il divieto di adibizione dei minori alle attività che comportino un valore dell'esposizione quotidiana superiore a 80 dB(A) con la sola possibilità di derogare a tale divieto per motivi didattici o di formazione professionale (art.7, comma 2).

Il successivo D.Lgs. 18.8.2000 n. 262 consente l'esposizione degli adolescenti fino a un $L_{EP,d}$ di 90 dB(A) e prevede il controllo sanitario obbligatorio biennale se l'esposizione personale al rumore è compresa tra 80 e 85 dB(A) e annuale se è compresa tra 85 e 90 dB(A). Lo stesso decreto obbliga inoltre il datore di lavoro a fornire agli adolescenti i mezzi individuali di protezione dell'udito e una adeguata formazione sull'uso (obbligatorio) degli stessi a partire da un livello di esposizione superiore a 80 dB $L_{EP,d}$.

In conclusione, fatto salvo quanto già previsto dal D.Lgs. 277/91, il D.Lgs. 18.8.2000 n. 262 integra la previgente normativa per quanto riguarda la sorveglianza sanitaria e l'uso dei dispositivi di protezione individuale degli adolescenti esposti a rumore.

Le maggiori cautele da adottarsi nei confronti della prevenzione del danno acustico nei minori sono da porsi 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.

La circolare n. 1/2000 del Ministero del Lavoro del 5 gennaio 2000 ha chiarito che il divieto di esposizione al rumore ai sensi del D.Lgs.345/99 non opera automaticamente, ma discende dalla valutazione dei rischi effettuata sulla base delle disposizioni di cui al D.Lgs.277/91, art. 40, e scatta a partire da un livello di 80 dBA. In particolare il livello di 80 dBA deve intendersi come esposizione quotidiana personale o come esposizione media settimanale, se quella quotidiana è variabile nell'arco della settimana lavorativa e, pertanto, non va considerato come valore che non può mai essere superato nell'arco del periodo in esame.

5.11 Lavoratrici madri

- Il decreto legislativo n° 151 del 26/03/2001 "*Testo unico delle disposizioni legislative in materia di tutela e sostegno della maternità e della paternità, a norma dell'articolo 15 della legge 8 marzo 2000, n.53*", disciplina la tutela della maternità, prevedendo una serie di norme per la tutela della salute *della donna e del nascituro*, durante il periodo di gravidanza e fino a 7 mesi di età del figlio (lavoratrici madri).

In particolare, l'art.11 prevede che il datore di lavoro valuti i rischi per la salute e sicurezza delle lavoratrici madri anche per le esposizioni a rumore (Allegato C, D.Lgs.151/01).

Qualora i risultati della valutazione rivelino un rischio per la sicurezza e la salute delle lavoratrici madri, il datore di lavoro, ai sensi dell'art.12, deve adoperarsi per evitare l'esposizione al rischio, modificandone temporaneamente le condizioni o l'orario di lavoro. Ciò normalmente si realizza attraverso un cambiamento di mansione.

Ove, per motivi organizzativi o produttivi, l'eliminazione dell'esposizione al rischio non sia possibile, il datore di lavoro informa la Direzione Provinciale del Lavoro territorialmente competente che può disporre l'interdizione anticipata e/o prolungata dal lavoro.

Pur in presenza di dati scientifici contrastanti (che in alcuni casi segnalano possibili effetti sul peso neonatale per esposizioni *della madre* superiori agli 80 dB(A) e in altri negano effetti teratogeni), sulla base del D.Lgs.277/91 che rende obbligatoria la sorveglianza sanitaria per lavoratori esposti a L_{EP} maggiori di 85 dB(A) (valore confermato anche dall'attuale stesura della proposta di nuova direttiva comunitaria sul rumore: documento 9483/01 del 06 giugno 2001), si *consiglia* di attivare la procedura *sopra citata*, prevista dal D.Lgs.151/01, al superamento di tale livello. *Si vuole comunque ricordare che nel momento della valutazione del rischio, che deve essere mirato per le lavoratrici in gravidanza, il datore di lavoro deve tenere presente che l'uso dei dispositivi di protezione individuale da parte della madre non protegge il nascituro dal rischio rumore.*

Inoltre, come riportato dalla Comunicazione della Commissione Europea del 5.10.2000 nelle linee direttrici per la valutazione degli agenti chimici, fisici e biologici, nonché dei processi industriali

ritenuti pericolosi per la sicurezza o la salute delle lavoratrici gestanti, in puerperio e nel periodo di allattamento (fino a sette mesi di età del figlio) come richiesto dalla direttiva 92/85CEE.

Il documento, parlando del fattore di rischio rumore ricorda che “rumori forti possono determinare un aumento della pressione arteriosa e un senso di stanchezza, evidenze sperimentali suggeriscono che un'esposizione prolungata del nascituro a forti rumori durante la gravidanza può avere effetto sulle sue capacità uditive dopo la nascita e che le basse frequenze sono maggiormente suscettibili di provocare danno. Il rumore non pone problemi specifici alle donne che hanno partorito di recente o che allattano.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV.; *"dBA'85 - Il Rumore industriale: prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna & Az.USL di Modena, Bologna - Modena 1985;
- AA.VV.; *"dBA'90 - Rumore e vibrazioni - Valutazione, Prevenzione e bonifica"*; Ed. Regione Emilia-Romagna & Az.USL di Modena, Bologna - Modena 1990;
- AA.VV.; *"GASP - Guida A Schede sulla Prevenzione"*; Ed. L'ISOLA Roma 1999
- AA.VV.; *"La prevenzione dei danni da rumore"*, Collana Contributi n. 2; Regione Emilia-Romagna Editore, Reggio Emilia - Imola 1983;
- AA.VV.; *"Rumore e vibrazioni in ambiente di lavoro. Manuale di prevenzione"*; Ed. IEN-Istituto Elettrotecnico Nazionale G. Ferraris & Regione Piemonte Assessorato alla Sanità; Torino 1986;
- A.Callegari, O.Nicolini; *"Il rumore nei cantieri edili: misure possibili di prevenzione"* in *"dBA'94 - Rumore e vibrazioni: valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna & Az.USL di Modena, Modena 1994;
- Coordinamento di Audiologia forense; *"Linee guida per la sorveglianza sanitaria degli esposti a rumore"* in Riv. Inf. Mal. Prof. 6: 521, INAIL Editore, Roma 1993;
- A.Cosa; *"Rumore e vibrazioni"*; Maggioli Editore, Rimini 1990;
- R.Dubini; *"Rumore: rischi e prevenzione. Protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione durante il lavoro"* in *"ISL-Igiene & Sicurezza del Lavoro"* n.5; IPSOA Editore, Milano 1999;
- C.P.Fortunato; *"Valutazione del rischio acustica - Peculiarità del settore edile nell'applicazione del D.Lgs.277/91"* in *"dBA'94 - Rumore e vibrazioni: valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna & Az.USL di Modena, Modena 1994;
- C.M. Harris; *"Manuale di controllo del rumore"* ; Ed.Tecniche Nuove, Milano 1992;
- C.M. Henley, L.P. Rybak; *"Ototoxicity in developing mammals"* in *"Brain Research Reviews"* n. 20 (1): 68-90, January, 1995;
- G.Lazzaretti, O.Nicolini, A.Peretti.; *"dBA'94 - Rumore e Vibrazioni: valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna - Az.USL di Modena, Modena 1994;
- S. J. Thomson; *"Dose effect, state of knowledge, psychophysiological effects of environmental noise and dose-response relationships"* in *"EU's future noise policy-WG2"*; 1999;
- P.Knipschild, H.Meijer, H.Salle; *"Aircraft noise and birthweight"* in *"Int. Arch. Occup. Environ. Health"*; Vol. 48: pagg. 131-136; 1981;

- F.Merluzzi et altri; *"Modalità di esecuzione del controllo dell'udito in lavoratori esposti a rumore"*; Nuovo Arch. Ital. Otol. 7: 695-714, 1979;
- F.Merluzzi, M. Di Credico; *"Determinazione dei criteri per la scelta e l'utilizzazione dei mezzi personali di protezione acustica"*; Med. Lav. 84: marzo-aprile: 162-167, 1993;
- F.Merluzzi; *"Il giudizio di idoneità alla mansione specifica per il rischio da esposizione a rumore"* in *"dBA'98 - Dal rumore ai rischi fisici: valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna - Az.USL di Modena - ISPESL, Modena 1998;
- 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"* in *"Atti del Congresso Nazionale AIDII"*, Faenza 1997;
- P.Nataletti, A.Callegari, O.Nicolini; *"Attuazione della valutazione del rischio rumore nei cantieri temporanei o mobili"* in *"Fogli di informazione ISPESL"* n.1, Roma 1998;
- O.Nicolini, G.Lazzaretti, P.Nataletti, A.Peretti; *"dBA'98 - Dal rumore ai rischi fisici: valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna - Az.USL di Modena - ISPESL, Modena 1998;
- O.Nicolini, P.Nataletti, A.Peretti, G.Lazzaretti; *"dBaincontri'99 - Rumore e vibrazioni negli ambienti di lavoro: dalla valutazione alla bonifica"*; Ed. Regione Emilia-Romagna - Az.USL di Modena - ISPESL - AIA-Gaa, Modena 1999;
- O.Nicolini, P.Nataletti, A.Peretti; *"dBaincontri'2000 - Rumore e vibrazioni Linee guida per la corretta applicazione della legislazione negli ambienti di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna - Az.USL di Modena - ISPESL - AIA-Gaa, Modena 1999;
- O.Nicolini, P.Nataletti, A.Peretti, D.Ferrari; *"dBA2002 - Rumore, vibrazioni, microclima, illuminazione, onde elettromagnetiche - Valutazione, prevenzione e bonifica negli ambienti di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna - Az.USL di Modena - ISPESL - INAIL, Modena 2002;

- J.Pekkarinen; “*Noise, impulse noise and other physical factors: combined effects on hearing*” in “Occupational Medicine” n. 10 (3): 561-575, July-August 1995;
- A.Peretti, R.Pompoli, O.Nicolini, G.Lazzaretti; “*Rumore e vibrazioni: certificazione delle macchine*”; Ed. AIA-Gaa; Modena 1993;
- D.Prasher, W.Sulkowski; “*The role of otoacoustic emission in screening and evaluation of noise damage*” in “Am. J. Ind. Med.” n. 37 (1): 112-120, January 2000;
- G.Rossi; “*Lineamenti ed appunti di audiologia industriale*”; Minerva Medica Editore, Torino 1980;
- A.Spinazzola e coll.; “*Malattie da rumore e otopatie e lavoro*” in “Medicina del lavoro - II Edizione”; Monduzzi Editore, Bologna 1996;
- B.Thieme; “*La riduzione del rumore negli ambienti di lavoro*”; Ed. Regione Lombardia - Clinica del Lavoro “L.Devoto” di Milano; Milano 1978.
- S.Curcuruto, P.Nataletti, O.Nicolini; “Il rumore negli ambienti di vita e di lavoro”; EPC Libri, Roma 2001;
- Dossier Ambiente n.54; “Il rumore nei luoghi di vita e di lavoro”; Trimestrale della Associazione Ambiente e Lavoro; Milano 2° trimestre 2001;
- R.Spagnolo; “Manuale di acustica”; UTET, Torino 2001;
- O.Nicolini, A.Peretti, F.De Pasquale; “NIP 2001 - Nuovi Insediamenti Produttivi. Requisiti e standard prestazionali degli edifici destinati a luoghi di lavoro”; Ed. Regione Emilia-Romagna-Az. USL di Modena-ISPEL-INAIL; Modena 2001

ALLEGATI alle linee guida per la valutazione del rischio da rumore negli ambienti da lavoro

All. Lista controllo

- All. R1** Elenchi di attività e mansioni con L_{EP} **normalmente minore di 80 dB(A)**
- All. R2** Guida alla valutazione delle **incertezze di misura**
- All. R3** Schema della **Relazione tecnica** sull'esposizione a rumore ex D.Lgs.277/91
- All. R4** **Rapporto di Valutazione** in aziende senza addetti esposti a $L_{EP} > 80$ dB(A)
- All. R5** **Rapporto di Valutazione** in aziende con addetti esposti a $L_{EP} > 80$ dB(A)
- All. R6** Modello per la **Comunicazione ex art.45** D.Lgs.277/91
- All. R7** Descrizione dei metodi per la scelta dei **DPI uditivi**

ALLEGATO R1

ELENCHI DI ATTIVITÀ E MANSIONI CON L_{EP} NORMALMENTE MINORI DI 80 DB(A)

Di seguito vengono riportati due elenchi che rappresentano le conoscenze disponibili all'atto di pubblicare queste Linee Guida.

Le fonti di detti elenchi sono:

1. l'Allegato n°2 alla **Circolare n°45/92** dell'Assessorato Sanità-Igiene-Ambiente della Regione Lazio avente per oggetto: "Primi indirizzi applicativi del Decreto Legislativo n° 277 del 15 agosto 1991", pubblicata in data 27 luglio 1992;
2. il testo delle "Linee Guida per la collocazione indicativa di attività e mansioni ai fini della definizione dell'obbligo di misurazione strumentale del rumore" concordato dal Dipartimento di Prevenzione dell'Az.USL di Modena con le locali associazioni imprenditoriali CNA - LAPAM-Federimpresa - Confcommercio - Confesercenti e CLAAI, pubblicato in data 13/04/2000.

Si ritiene che il presente Allegato sia destinato ad arricchirsi nel tempo in quanto si consolideranno le conoscenze dei livelli di rischio derivanti dalle molteplici misurazioni acustiche effettuate in questi anni.

All. R1

1. Allegato estratto dalla circolare 45/92 della Regione Lazio

Aziende interessate alla valutazione senza misure

- Uffici con l'uso di:
 - Fotocopiatrici fino a 60 copie al minuto
 - Macchine da scrivere elettriche (fino a quattro in uso contemporaneo)
 - Personal computer con stampante (fino a quattro in uso contemporaneo)
- Attività commerciali con:
 - Attrezzature tipo ufficio
 - Registratori di cassa
- Ristoranti e cucine di comunità escluse la preparazione industriale dei pasti
- Lavanderie a secco artigianali
- Tipografie con macchine tipo-lito con velocità di stampa fino a 6000 copie/ora (massimo tre macchine e con esclusione delle confezionatrici pneumatiche)
- Parrucchiere ed estetiste
- Elettrauto ed officine di riparazione auto con uso della svitatrice pneumatica inferiore a quindici minuti al giorno
- Autotrasporti con automezzi e trattrici recenti.

2. Estratto dalle linee guida di CNA - LAPAM-FEDE-RIMPRESA - CONFCOMMERCIO - CONFESERCENTI - CLAAI e dell'Az.Usl di Modena

Pur avendo a mente tutta la delicatezza di un'operazione finalizzata a distinguere le attività e le mansioni che generalmente non superano gli 80 dB(A) da quelle che generalmente tale valore superano, il Dipartimento di Prevenzione dell'Az.USL di Modena e le Associazioni d'impresa della provincia hanno tuttavia finito col convenire sulla prevalenza dei vantaggi nel fornire queste indicazioni.

Si è così deciso di concretizzare l'approfondimento realizzando una Tabella contenente una serie di attività e mansioni che, quando collocate nella colonna di sinistra indicano che i dati di esperienza e di letteratura permettono, in prima approssimazione, di ritenere che i L_{EP} dei lavoratori non superino gli 80 dB(A). Simmetricamente, per le attività e mansioni collocate nella colonna di destra, le evidenze sono per un generalizzato superamento degli 80 dB(A) di L_{EP} .

Come già evidenziato, l'appartenenza di un'attività o di una mansione esercitata nell'ambito di una specifica azienda ad una delle categorie elencate nella colonna di sinistra della Tabella a seguito, non è di per sé una garanzia assoluta di non superamento degli 80 dB(A) di L_{EP} ; quanto detto vale ovviamente in maniera simmetrica per le attività e mansioni della colonna destra.

Per ridurre le probabilità dei possibili errori nell'applicazione del protocollo a seguito esposto si consiglia comunque alle aziende di:

- verificare la propria collocazione avendo a mente le attività e le mansioni esercitate dall'addetto maggiormente esposto nella settimana più rumorosa dell'ultimo anno;
- definire quanto tempo sono utilizzate le attrezzature di lavoro più rumorose della propria azienda considerando che bastano anche pochi minuti di uso di macchine o utensili rumorosi per superare gli 80 dB(A) di L_{EP} .

Per avere $L_{EP} > 80$ dB(A) bastano:	Livello di rumore tipico di:
30 minuti a 92 dB(A)	saldatori, uso di mazze con scalpelli per lavori edili, trattori non cabinati ...
15 minuti a 95 dB(A)	avvitadadi, smerigliatrici di testa, seghe circolari per taglio alluminio...
8 minuti a 98 dB(A)	smerigliatrici angolari a disco, martelli demolitori, taglio jolly ceramici...

Il datore di lavoro che, in ragione delle peculiarità della propria azienda, ritenesse di non riconoscersi nell'assegnazione effettuata, potrebbe verificare le proprie convinzioni affidando ad una persona competente il mandato di testare strumentalmente solamente una o alcune situazioni-limite, riservandosi solo successivamente di commissionare l'eventuale intera valutazione (prevista dal D.Lgs.277/91) con misurazioni.

Occorre comunque sottolineare che, in linea di massima, chi ha già effettuato precedenti valutazioni mediante misurazioni, può attenersi con tranquillità alle risultanze delle stesse e, se tutti i L_{EP} erano ad esempio inferiori ai 77-78 dB(A), non è necessario né utile che richieda nuove campagne di misurazione, salvo l'introduzione di attività / macchine / mansioni più rumorose. Viceversa, chi aveva lavoratori documentati come esposti a L_{EP} maggiori di 80 dB(A), è opportuno che, anche se solo per la prima volta, si cauteli verificando strumentalmente l'avvenuto rientro al di sotto degli 80 dB(A).

Prima di addentrarsi nella Tabella che rappresenta la sintesi di questo approfondimento resta da segnalare che "in corso d'opera", si sono anche evidenziate talune attività per le quali le conoscenze attualmente disponibili non consentono un inquadramento definito. Tutte queste attività sono state raggruppate in una colonna centrale, e saranno oggetto nei limiti del possibile di approfondimenti futuri; naturalmente, in questi casi, l'onere della valutazione (anche con misure) è riconsegnato totalmente alle aziende ed ai loro consulenti.

**Tabella di classificazione di attività e mansioni
ai fini dell'obbligo di misurazione strumentale**

Attività che generalmente non superano gli 80 dB(A) e per le quali generalmente non ricorre l'obbligo della misurazione strumentale	Attività per le quali le conoscenze attualmente disponibili non consentono un inquadramento predefinito	Attività che generalmente superano gli 80 dB(A) e per le quali generalmente ricorre l'obbligo della misurazione strumentale
---	---	---

ABBIGLIAMENTO		
<ul style="list-style-type: none"> • Confezione in tessuto • Confezione di maglieria • Lavanderie al pubblico, tintura capi • Modelliste, figuriniste • Produzione calzature (escluso montaggio e suolatura) • Riparazione calzature • Riparazione capi in pelle • Sarti • Ricamo a mano • Stampa su tessuto per applicazione a caldo • Stirerie • Taglio, ripasso, imbusto • Asolatura, applicazione bottoni • Produzione tessuti a mano, decorazioni su tessuti senza macchine 	<ul style="list-style-type: none"> • Cardatura • Confezioni borse, cinture in pelle • Lavorazione e produzione pellicce • Stampa serigrafica 	<ul style="list-style-type: none"> • Concerie, tintorie pellame • Finissaggio • Roccatura • Tessitura (rettilinee, circolari, cotton) • Lavorazione e produzione pelli • Produzione di bottoni • Produzione occhiali, ombrelli, penne • Ricamifici • Tintorie • Lavanderie industriali

ACCONCIATORI		
<ul style="list-style-type: none"> • Acconciatori • Estetiste, manicure 		

AGRICOLTURA		
		<ul style="list-style-type: none"> • Esercizio macchine agricole

AII. R1

AGROALIMENTARE		
<ul style="list-style-type: none"> • Disossatura manuale • Produzione artigianale di pasta • Gelaterie • Fornai • Pasticcerie • Rosticcerie, friggitorie e produzione pizze al taglio • Stagionatura prosciutti 	<ul style="list-style-type: none"> • Allevamenti non di suini e bovini • Lavorazione e confezionamento spezie • Produzione caffè, estratti, lievito • Produzione grassi • Produzione industriale pasta • Lavorazione budella • Produzione industriale di pane, piadine, biscotti • Caseifici 	<ul style="list-style-type: none"> • Allevamenti suini e bovini • Disossatura con macchine • Imbottigliamento in vetro (acqua, vini, liquori ...) • Lavorazione e conservazione prodotti alimentari in genere (pomodori, ortaggi...) • Macellazione • Mulini • Preparazione di pasti ad uso industriale • Produzione aceto, alcool, vino • Produzione di insaccati e lavorazione carni • Produzione mangimi

ARTISTICO		
<ul style="list-style-type: none"> • Liutai, costruzione artigianale di strumenti a corda • Restauro strumenti musicali • Intagliatori di legno a mano • Lavorazione artistica di cuoio e pelle • Orologiai • Riparazione oreficeria, bigiotteria • Restauri d'arte (dipinti, cornici, mobili, stucchi) 	<ul style="list-style-type: none"> • Lavorazione pietre preziose • Produzione oreficeria 	<ul style="list-style-type: none"> • Lavorazione ardesia e marmo

AUTOTRASPORTI		
<ul style="list-style-type: none"> • Autorimesse • Autoscuole • Espurgo pozzi • Facchini e stivatori • Noleggio • Trasporti su strada 		

CERAMICA E VETRO		
<ul style="list-style-type: none"> • Decorazioni su ceramica • Allestimento campionari di piastrelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Installazione del vetro • Produzione e lavorazione artistica del vetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Produzione manufatti ceramici • Taglio piastrelle • Taglio del vetro

CHIMICA		
<ul style="list-style-type: none"> • Biomedicale: solo assemblaggio 	<ul style="list-style-type: none"> • Biomedicale: produzione e trattamento prodotti biomedicali 	<ul style="list-style-type: none"> • Lavorazione gomma e materie plastiche • Lavorazione vetroresina • Produzione e confezionamento di prodotti chimici

COMMERCIO E PUBBLICI ESERCIZI		
<ul style="list-style-type: none"> • Alberghi • Bar • Benzinai • Lavaggio auto • Commercio al minuto • Commercio all'ingrosso • Mense, ristoranti, pizzerie • Ambulanti • Edicole 		<ul style="list-style-type: none"> • Discoteche

EDILIZIA		
<ul style="list-style-type: none"> • Imbianchini 	<ul style="list-style-type: none"> • Intonacatori 	<ul style="list-style-type: none"> • Carpenteri edili • Costruttori edili, muratori • Costruzione prefabbricati • Lavorazione terracotta (fornaci) • Lavori stradali • Levigatori • Marmisti • Lavorazione lapidei • Pavimentatori, piastrellisti • Perforazioni suolo, pozzi

AII. R1

GRAFICA E FOTOGRAFI		
<ul style="list-style-type: none"> • Copisterie • Decorazioni murali e su tela • Legatoria a mano • Fotocomposizione • Neonisti • Registrazioni video e fonografiche • Studi grafici e pubblicitari • Eliografia • Fotografi • Fotolaboratori 	<ul style="list-style-type: none"> • Cartellonisti • Costruzione plastici • Serigrafia 	<ul style="list-style-type: none"> • Cartotecnica • Legatoria editoriale • Stampa offset • Tipografia, litografia • Lavorazione clichè in zinco

LEGNO		
<ul style="list-style-type: none"> • Montaggio cornici • Tappezzeri 	<ul style="list-style-type: none"> • Montaggio scale, infissi, pareti e pavimenti 	<ul style="list-style-type: none"> • Abbattimento piante • Lavorazioni di falegnameria • Segherie, produzione imballaggi • Verniciatori

METALMECCANICA		
<ul style="list-style-type: none"> • Antennisti • Elettrauto • Carburatori • Meccanici riparatori di auto e moto (Prestare particolare attenzione per l'estrema variabilità della casistica!) • Assemblaggio componenti elettronici • Installatori e riparatori impianti idraulici, termosanitari, elettrici, gas • Installatori antinfortunio e antincendio • Ascensoristi • Radiatoristi • Riparazione e assemblaggio biciclette • Riparazione impianti frigoriferi • Riparazione radio, tv, elettrodomestici 	<ul style="list-style-type: none"> • Trattamenti superficiali 	<ul style="list-style-type: none"> • Carpenterie • Carrozzerie • Affilatura utensili • Elettromeccanica • Fonderie • Lattonieri • Meccanica di produzione • Verniciatori • Gommisti • Sabbatura • Saldatura (escluso "stagno") • Lavorazione alluminio • Montaggio e assemblaggio

SERVIZI E TURISMO		
<ul style="list-style-type: none"> • Decorazione con fiori • Derattizzazione • Gestione imprese turistiche, noleggio di mezzi di trasporto • Imprese di pulizia • Odontotecnici • Ottici (riparazione occhiali) • Podologi, masso-fisioterapisti, massaggiatori • Servizi di informatica • Tecnici ortopedici • Uffici e servizi amministrativi • Vendita e toelettatura animali 	<ul style="list-style-type: none"> • Disinfestazione 	

In chiusura si ricorda ancora che l'elenco sopra riportato vuole avere un carattere indicativo: resta ferma la responsabilità del datore di lavoro nello stabilire se, nello specifico caso, i livelli di esposizione L_{EP} (dipendenti sia dai livelli di rumore che dai tempi di esposizione) possano ragionevolmente ritenersi inferiori a 80 dB(A).

ALLEGATO R2

GUIDA ALLA VALUTAZIONE DELLE INCERTEZZE DI MISURA

PREMESSA

Il D.Lgs.277/91 stabilisce che la misurazione del rumore deve essere effettuata in osservanza ai criteri riportati nell'Allegato VI.

Quest'ultimo, a sua volta, prevede che di ogni misurazione sia indicata anche l'incertezza di cui la medesima è affetta (errore casuale).

Normalmente, per errore casuale si intende lo scarto quadratico medio (deviazione standard) su di un numero significativo di campionamenti. In attesa di auspicabili puntualizzazioni a livello centrale, si consiglia di continuare ad applicare le consolidate norme di buona tecnica (UNI 9432 del 2002) 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 ogni caso, la scelta dei tempi e delle metodologie di misura devono avere come obiettivo la stabilizzazione del L_{Aeq} del fenomeno acustico rappresentativo delle condizioni di esposizione del/dei lavoratori.

Ai valori di L_{Aeq} così misurati si può associare, in mancanza dei dati di taratura relativi allo specifico fonometro, un errore casuale pari a 0,7 dB, corrispondente alla tolleranza ammessa dalle norme IEC 651/79 e IEC 804/85 (CEI EN 60651/82 e CEI EN 60804/99) per i fonometri di classe 1. In questo modo si rispetta formalmente la legge, ma dal punto di vista tecnico-scientifico il metodo non è corretto e può portare a sottostimare in modo significativo l'entità dell'errore casuale.

Di seguito si riporta un metodo per la valutazione e l'utilizzo dell'errore casuale nelle misurazioni del rumore, tratto dalla recente letteratura scientifica e normativa in materia.

1. Introduzione

In questa sede si propone un metodo per il calcolo dell'incertezza sui L_{Aeq} , sui tempi di esposizione e sul $L_{EP,d}$ globale, basato sui criteri consigliati dallo standard ISO 9612 (1997). Un semplice programma (**Lepdw_Error**) per l'applicazione di tale metodo può essere scaricato dal sito ISPESL (www.ispesl.it). Attualmente esiste anche una guida ISO, recepita in Italia come Guida UNI CEI 9 (1997) "Guida all'espressione dell'incertezza di misura", che può essere utilizzata. Trattasi però di un testo assolutamente generale per la valutazione dell'incertezza di un generico misurando, e di non facile applicazione per i non addetti ai lavori. Lo standard ISO 9612 ("*Acoustics - Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment*"), invece, riguarda specificatamente il rumore in ambiente di lavoro e, a nostro avviso, meglio si adatta alla valutazione del rischio rumore secondo le prescrizioni del D.Lgs.277/91.

Una stima dell'incertezza associata al valore misurato o calcolato di una grandezza è un elemento essenziale in quanto 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 di misura.

Viene definita incertezza sulla quantità y la quantità $\varepsilon(y)$ data dalla deviazione standard della distribuzione di probabilità dei valori assunti dal risultato della misura di y . Vanno calcolate separatamente tre tipi di incertezze: una componente di tipo "strumentale"; una di tipo "ambientale", dovuta alla incompleta campionatura della distribuzione dei livelli sonori; una componente "temporale" dovuta alla variabilità dei tempi di esposizione.

2. Incertezze strumentali

Le incertezze strumentali vanno dedotte dalle indicazioni fornite dal costruttore, dalle informazioni ricavabili dal certificato di taratura SIT o WECC dello strumento, o, ove queste manchino, dalle tolleranze ammesse dagli standards IEC 651/79 e IEC 804/85 per i fonometri di classe 1. In assenza di qualsiasi informazione sulla distribuzione di probabilità, come accade nella maggior parte dei casi, l'ipotesi più ragionevole è che tale distribuzione sia rettangolare (probabilità costante) con intervallo totale di variabilità pari al massimo scostamento, dato ricavabile dalle informazioni a disposizione o dalle tolleranze.

Assumendo che le singole componenti dell'incertezza strumentale siano mutuamente indipendenti, i singoli contributi possono essere combinati quadraticamente nell'incertezza strumentale totale.

Le principali componenti dell'incertezza strumentale sono le seguenti:

- accuratezza del calibratore;
- non perfetta linearità della risposta del fonometro a diversi livelli di rumore (la calibrazione è effettuata normalmente ad un'unica frequenza e livello sonoro);
- scarti della curva di pesatura A del fonometro rispetto a quella standard;
- risposta in frequenza non simmetrica rispetto ai vari angoli di incidenza del suono;
- variazione della risposta del fonometro nel caso si usi un fondo scala diverso da quello di riferimento;
- variazione della risposta del fonometro al variare della pressione atmosferica statica;
- variazione della risposta del fonometro al variare della temperatura ambiente;
- variazione della risposta del fonometro al variare dell'umidità;
- variazione del valore misurato di L_{eq} in caso di pressione sonora variabile nel tempo rispetto alla misura del L_{eq} di un evento sonoro di livello costante e di uguale contenuto energetico;
- possibile deriva della risposta del fonometro per misure prolungate nel tempo.

Nel certificato di taratura SIT o WECC del fonometro può essere riportato il valore dell'incertezza strumentale ε_s dell'apparecchio.

Questo valore può essere utilizzato tenendo conto che si tratta di un valore riferito a condizioni standard di laboratorio (temperatura, pressione, umidità controllate): quindi deve intendersi come valore minimo dell'incertezza strumentale.

Viceversa, basandosi solo sulle tolleranze ammesse per i fonometri di classe 1 si può stimare, per le situazioni più comuni di utilizzo sul campo, un'incertezza complessiva massima dovuta ai contributi sopra elencati pari a 0.7 dB.

3. Incertezze ambientali

3.1. Campionamento del livello equivalente

Un segmento di attività di durata T_i che si svolge all'interno di un ambiente acusticamente omogeneo (ambiente nel quale i livelli di rumore misurati in prelievi successivi non differiscono di molto), può essere esaminato col metodo del "campionamento": effettuando cioè N misure indipendenti di livello equivalente di durata individuale T_{ij} i cui risultati vengono indicati con L_{ij} . Il livello equivalente relativo al periodo T_i è dato dalla relazione:

$$L_{Aeq,T_i} = 10 \log \left(\frac{\sum_{j=1}^N 10^{0,1L_{ij}}}{N} \right) \equiv \bar{L}_i + 0,115s^2$$

dove

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

è la media aritmetica dei livelli, e

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

è la deviazione standard della distribuzione dei livelli stessi.

L'incertezza relativa alla componente ambientale vale:

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

dove l'ultimo termine a destra è un fattore di correzione dovuto alla dimensione finita della popolazione da cui viene estratto il campione analizzato (cioè alla durata finita T_i del periodo); al denominatore compare la media aritmetica dei tempi di campionamento T_{ij} .

Dal punto di vista pratico, si consiglia di effettuare un numero di campionamenti N pari a 3, generalmente sufficiente, mentre un numero di campionamenti superiore a 5 non fornisce un significativo aumento della precisione della misura.

L'incertezza totale sul livello equivalente vale:

$$\varepsilon(L_{Aeq,T_i}) = (\varepsilon_s^2 + \varepsilon_A^2(L_{Aeq,T_i}))^{1/2}$$

3.2. Misura diretta del livello equivalente

Nel caso in cui viene eseguita una misura “diretta” del livello equivalente L_{Aeq,T_i} , per tutta la durata T_i del periodo di tempo acusticamente omogeneo, per quanto detto al punto precedente l'incertezza “ambientale” è in questo caso nulla, e pertanto a tale valore va associata una incertezza puramente strumentale.

$$\varepsilon(L_{Aeq,T_i}) = \varepsilon_S$$

Nella Tabella delle misure della **Relazione tecnica** di cui all'**Allegato R3**, nella colonna “Errore casuale” vanno riportati i valori degli errori casuali sui livelli equivalenti, $\varepsilon(L_{Aeq,T_i})$, come sopra definiti.

E' chiaro, quindi, che una misura di livello equivalente sonoro non può essere esente da errore: quest'ultimo sarà più o meno elevato, a seconda della tecnica di misura scelta, ma non può essere inferiore all'incertezza strumentale.

4. Incertezza sui tempi di esposizione

Anche i tempi di esposizione T_i sono generalmente affetti da una incertezza di cui va tenuto conto. L'incertezza sul tempo di esposizione $\varepsilon(T_i)$ può essere calcolata con i classici metodi appropriati alle distribuzioni normali. Nel caso non si disponga di alcuna informazione per utilizzare una procedura di questo tipo, possono essere calcolati valori indicativi mediante la formula:

$$\varepsilon(T_i) = 0,04 T_i$$

con un valore minimo di 2,5 minuti.

E' bene ricordare l'importanza della corretta valutazione dei tempi di esposizione alle singole mansioni e/o fasi lavorative e delle rispettive incertezze, in quanto, come vedremo nel paragrafo successivo, questi parametri contribuiscono in maniera decisiva alla determinazione dell'incertezza complessiva sul livello di esposizione personale.

5. Incertezza sul livello di esposizione personale

Nonostante il D.Lgs.277/91, nell'Allegato VI, parli solo di errore casuale sui livelli equivalenti misurati, in questa sede si è ritenuto utile fornire una metodologia di calcolo dell'incertezza complessiva sul livello di esposizione personale. Considerato infatti che è l' $L_{EP,d}$ il risultato finale della misura della esposizione professionale a rumore, anche ad esso può essere associata una incertezza. Tale quantità permetterà di stabilire se un certo limite di esposizione è, o può essere, superato e regolare di conseguenza i relativi adempimenti di legge.

L'incertezza sul livello di esposizione personale giornaliero può essere ottenuta applicando il modo opportuno la legge di propagazione degli errori alle incertezze sui livelli equivalenti e sui tempi di esposizione visti nei paragrafi precedenti. Si calcola dapprima la componente dovuta ai fattori "ambientali", $\varepsilon_A(L_{EP,d})$:

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

a questa si aggiunge poi la componente dovuta ad effetti strumentali, ε_s , per ottenere l'incertezza complessiva sul $L_{EP,d}$:

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

Per sinteticità si è posto $L_i = L_{Aeq,T_i}$, $\varepsilon_i = \varepsilon_A(L_{Aeq,T_i})$, $\varepsilon_{T_i} = \varepsilon(T_i)$ ed M è il numero di periodi in cui si effettuano misure di livello equivalente. Come si può vedere, sono soltanto le componenti "ambientali" delle incertezze, $\varepsilon_A(L_{Aeq,T_i})$, che compaiono effettivamente nella propagazione dell'incertezza complessiva sul livello di esposizione personale, mentre il termine strumentale ε_s viene inserito a valle della procedura, in quanto si riferisce ad un effetto sistematico che non viene ridotto dal numero di periodi nei quali si articola la giornata lavorativa.

(N.B. Le formule utilizzate in questo paragrafo valgono se si effettuano tutte le misure con lo stesso fonometro, cosa che avviene nella generalità dei casi. Se si utilizzano più fonometri occorre utilizzare un'altro formalismo).

All. R2

Operando in modo analogo, a partire dall'incertezze sugli m livelli di esposizione personale giornalieri, si può calcolare l'incertezza sul valore del $L_{EP,w}$ che vale:

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

$$\varepsilon_A(L_{EP,w}) = \frac{\left[\sum_{k=1}^m 10^{0,2L_k} \varepsilon_k^2 \right]^{1/2}}{\sum_{k=1}^m 10^{0,1L_k}}$$

è la componente "ambientale" dell'incertezza sul $L_{EP,w}$, e per sinteticità si è posto $L_k = (L_{EP,d})_k$, $\varepsilon_k = \varepsilon_A (L_{EP,d})_k$.

Quindi, nel **Rapporto di Valutazione** del rischio ex articolo 40 del D.Lgs.277/91 potrà essere riportato, per ogni operatore esposto, il livello di esposizione personale con associata la relativa incertezza:

$$L_{EP,d} \pm \varepsilon (L_{EP,d});$$

$$L_{EP,w} \pm \varepsilon (L_{EP,w})$$

Si pone infine il problema di quale significato concretamente attribuire al calcolo dell'incertezza nel classificare i livelli di esposizione del personale. A questo riguardo, si raccomanda l'adozione di criteri cautelativi nell'individuazione delle misure di prevenzione e protezione, nello spirito prevenzionistico del D.Lgs.277/91, in particolare nelle situazioni che mostrano valori del livello di esposizione personale al limite della attribuzione alla fasce di esposizione superiori di 80, 85 e 90 dB(A).

A titolo esemplificativo, supponiamo che per un lavoratore sia stato calcolato un $L_{EP,d}$ pari a $84,0 \pm 1,5$ dB(A). Allora due sono le possibilità: o questo lavoratore viene assegnato cautelativamente alla fascia di rischio corrispondente a 85÷90 dB(A), con tutti gli adempimenti conseguenti; oppure, si aumenta la precisione della determinazione del $L_{EP,d}$ tramite, ad esempio, un maggior numero di campionamenti e/o misure dirette e/o una migliore determinazione dei tempi di esposizione. In tal modo, si riducono le componenti che contribuiscono all'incertezza complessiva $\varepsilon (L_{EP,d})$, e si fa rientrare l'intervallo di variabilità del livello di esposizione personale all'interno della fascia di rischio inferiore (ad es. ottenendo un nuovo $L_{EP,d}$ pari a: $84,0 \pm 0,8$ dB(A).

ALLEGATO R3

SCHEMA DELLA RELAZIONE TECNICA SULL'ESPOSIZIONE A RUMORE EX D.LGS. 277/91

Carta intestata del personale competente

**Relazione tecnica per la valutazione
dell'esposizione quotidiana personale dei lavoratori al rumore**

N _____ del ____/____/____

Committente:

Ditta	_____ (Ragione sociale)	
esercente l'attività di	_____	
sede legale in via	_____ n _____	
CAP	Comune	Prov.
sede unità produttiva in via	_____ n _____	
CAP	Comune	Prov.
tipologia produttiva (codice ISTAT)	_____	

Lavoratori occupati n _____, di cui:

- n _____ (mansione) _____;
- n _____ (mansione) _____;
- n _____ (mansione) _____.

Si riporta in allegato la **piantina dell'unità produttiva** con il *lay-out* aggiornato delle macchine e degli impianti, in cui sono indicate le postazioni di lavoro, le sorgenti di rumore e i punti di misura.

Strumentazione impiegata per i rilievi fonometrici

Tipo	Marca e modello	N° matricola	Tarato il	Certificato taratura n°
Fonometro integratore				
Microfono				
Calibratore				
Altro				

La strumentazione è di Classe 1, conforme alle Norme IEC 651/79 e 804/85 (CEI EN 60651/82 e CEI EN 60804/99).

All. R3

Prima e dopo ogni serie di misure è stata controllata la calibrazione della strumentazione mediante calibratore in dotazione (verificando che lo scostamento dal livello di taratura acustica non sia superiore a 0.3 dB) [Norma UNI 9432/2002].

Criteri e modalità di misura e di valutazione

Dopo un'attenta analisi del ciclo di produzione, dell'organizzazione e delle procedure di lavoro, delle 'giornate lavorative tipo', degli ambienti di lavoro e delle caratteristiche del rumore, sono stati individuati, sulla base dei seguenti criteri di valutazione (*risultati di misurazioni anche estemporanee, confronti con situazioni analoghe, dati di letteratura, etc.*) _____

n ____ lavoratori con $L_{EP,d/w} \leq 80 \text{ dB(A)}$, distribuiti come segue:

- n ____ (mansione) _____;
- n ____ (mansione) _____;
- n ____ (mansione) _____.

In data/e _____ sono stati effettuati, ai sensi dell'art.40 comma 2 del D.Lgs.277/91, i rilievi strumentali secondo i criteri di misura riportati nell'allegato VI del D.Lgs.277/91 e nella norma UNI 9432, nelle seguenti condizioni:

☐ nelle normali condizioni di lavoro;

☐ nelle specifiche condizioni a seguito descritte: _____

_____ (indicare eventuali particolarità, quali, per esempio, attività temporanee o mobili; rilievi tramite strumenti fissati alla persona, addetti a macchine portatili/mobili o a servizi presso diversi ambienti di lavoro o diverse unità produttive, etc.).

Tabella delle misure

N° misura	1	2				
Punto di misura								
Sorgente di rumore								
Condizione di misura								
Tempo di misura [__]								
L_{Aeq} [dB(A)]								
Errore casuale [dB(A)]								
L_{picco} [dB]								

I livelli di esposizione personale al rumore, riportati nell'ultima colonna della precedente tabella, sono stati ricostruiti sulla base dei tempi di esposizione dichiarati dall'Azienda e dei livelli sonori misurati, secondo le formule riportate nell'articolo 39 del D.Lgs.277/91 e nella Norma UNI 9432.

All. R3

Risultati della valutazione

$L_{EP,d/w}$ individuali

Matricola	Cognome e nome	Mansione	$L_{EP,d} \pm \epsilon$ [dB(A)]	$L_{EP,w} \pm \epsilon$ [dB(A)]	L_{picco} [dB]	Classe rischio *

Elenco delle macchine/attrezzature con $L_{Aeq} \geq 85$ dB(A):

N° Misura	Macchina/attrezzatura	Marca	Mod.	Note

Conclusioni

Sulla base del presente monitoraggio acustico aziendale:

- si forniscono le seguenti indicazioni tecniche, utili ai fini dell'individuazione delle misure tecniche, organizzative e procedurali concretamente attuabili: _____

_____;

- si consiglia di ripetere la valutazione entro ____ anni.

La presente **Relazione tecnica** è composta da n pagine e Allegati.

Il Personale Competente

* Classe di rischio/Fascia di esposizione:

0. Esposizione personale inferiore o uguale a **80** dB(A)
1. Esposizione personale superiore a **80** e minore o uguale a **85** dB(A)
2. Esposizione personale superiore a **85** e minore o uguale a **90** dB(A)
3. Esposizione personale superiore a **90** dB(A), oppure $L_{picco} > 140$ dB

ALLEGATO R4

RAPPORTO DI VALUTAZIONE IN AZIENDE SENZA ADDETTI ESPOSTI A $L_{EP} > 80$ dB(A)

Carta intestata della Ditta

Rapporto di Valutazione del rumore ex D.Lgs.277/91

Il Sottoscritto _____
(Nome e Cognome)

in qualità di datore di
lavoro dell'impresa _____
(Ditta/Ragione sociale)

esercente l'attività di _____
con sede operativa in via _____ n _____
CAP _____ Comune _____ Prov. _____
e con sede legale in via _____ n _____
CAP _____ Comune _____ Prov. _____

consapevole della responsabilità che assume
ai sensi del D.Lgs.277/91 e dell'art.485 del c.p.

DICHIARA:

- ⇒ di aver effettuato/aggiornato la Valutazione del rumore
in data ____/____/____ avvalendosi del personale competente
Sig. _____
- ⇒ di aver consultato in data ____/____/____ il/i seguenti RLS o, in loro
assenza, i lavoratori:

Sig. _____

Sig. _____

mediante:

e di averlo/i informato/i dei risultati mediante:

- ⇒ che gli occupati in azienda e l'organizzazione del lavoro rispondo-
no al seguente schema, per un **totale di n ____ occupati**:

All. R4

1. _____
2. _____
... _____
(mansione) (n. addetti) (note)

⇒ di aver potuto escludere il superamento degli 80 dB(A) di L_{EP} sulla base:

- ☐ della palese assenza di sorgenti rumorose
- ☐ di riscontri bibliografici
- ☐ delle informazioni acustiche fornite dal/dai costruttore/i
- ☐ di misurazioni in situazioni analoghe
- ☐ della **Relazione tecnica allegata**
- ☐ altro (specificare) _____

⇒ che per ridurre il rischio da esposizione a rumore sono già in atto le seguenti misure tecniche, organizzative e procedurali:

1. _____
2. _____
... _____

(eventualmente)

⇒ che per migliorare le condizioni di salute e sicurezza sul rischio rumore saranno messe in atto le seguenti azioni nei tempi a fianco riportati:

1. _____ entro il:
__/__/__

2. _____ entro il:
__/__/__

... _____ entro il:
__/__/__

⇒ che la Valutazione in oggetto, **salvo l'obbligo di ripeterla ad ogni variazione consistente delle condizioni di esposizione al rumore**, verrà ripetuta con **periodicità** _____

ALLEGA:

- ⇒ Piantina con layout
- ⇒ Elenco macchine / attrezzature di lavoro
- ⇒ Lavorazioni effettuate
- ⇒ **(eventualmente) Relazione tecnica**

Città _____ li __/__/__

Il Legale Rappresentante

per presa visione
l'RLS o, in sua assenza, i lavoratori

ALLEGATO R5

RAPPORTO DI VALUTAZIONE IN AZIENDE CON ADDETTI ESPOSTI A $L_{EP} > 80 \text{ dB(A)}$

Carta intestata della Ditta

**Rapporto di Valutazione del rumore
ex D.Lgs.277/91**

Il Sottoscritto _____

(Nome e Cognome)

in qualità di datore di
lavoro dell'impresa _____

(Ditta/Ragione sociale)

esercente l'attività di _____

con sede operativa in via _____ n _____

CAP _____ Comune _____ Prov. _____

e con sede legale in via _____ n _____

CAP _____ Comune _____ Prov. _____

consapevole della responsabilità che assume
ai sensi del D.Lgs.277/91 e dell'art.485 del c.p.

DICHIARA:

- ⇒ di aver effettuato/aggiornato la Valutazione del rumore
in data ____/____/____ avvalendosi del personale competente
Sig. _____ che ha prodotto la **Relazione tecnica**
n _____ del ____/____/____ riportata in allegato, contenente anche i
dati aziendali e del personale, i criteri, i metodi, i dati misurati ed i
parametri utilizzati (ed in particolare i tempi di esposizione) per il
computo dei L_{EP}
- ⇒ di aver consultato in data ____/____/____ il/i seguenti RLS o, in loro
assenza, i lavoratori:

Sig. _____

Sig. _____

All. R5

mediante:

e di averlo/i informato/i dei risultati mediante:

⇒ che gli occupati in azienda e l'organizzazione del lavoro rispondono al seguente schema, per un **totale di n ____ occupati**:

1. _____

2. _____

... _____

(mansione)

(n. addetti)

(note)

⇒ che il quadro di sintesi degli esposti a rumore è il seguente:

$L_{EP,d/w} > 90 \text{ dB(A)}$ o $L_{picco} > 140 \text{ dB}$ = n ____ occupati

$L_{EP,d/w}$ tra 85 e 90 dB(A) = n ____ occupati

$L_{EP,d/w}$ tra 80 e 85 dB(A) = n ____ occupati

$L_{EP,d/w} \leq 80 \text{ dB(A)}$ = n ____ occupati

⇒ che esistono n ____ aree con $L_{Aeq} > 90 \text{ dB(A)}$, come evidenziato nella piantina allegata

⇒ che per ridurre il rischio da esposizione a rumore sono già in atto le seguenti misure tecniche, organizzative e procedurali:

1. _____

2. _____

... _____

⇒ che per migliorare le condizioni di salute e sicurezza sul rischio rumore saranno messe in atto le seguenti azioni nei tempi a fianco riportati:

1. _____ entro il:

__/__/__

2. _____ entro il:

__/__/__

... _____ entro il:

__/__/__

⇒ che sono già operativi i protocolli di sicurezza previsti dalla legge in funzione dei livelli di rischio riscontrati, e in particolare:

- controllo sanitario a cura del medico competente Dr. _____;
- informazione / formazione dei lavoratori;
- disponibilità / obbligo all'uso dei DPI uditivi;
- comunicazione ex art.45 sul superamento dei 90 dB(A) di L_{EP} ;
- registro degli esposti ex art.49;

⇒ che la Valutazione in oggetto, **salvo l'obbligo di ripeterla ad ogni variazione consistente delle condizioni di esposizione al rumore, verrà ripetuta con periodicità _____**

ALLEGA:

⇒ Piantina con *layout* e l'indicazione delle eventuali aree con $L_{Aeq} > 90$ dB(A)

⇒ Elenco macchine / attrezzature di lavoro

⇒ Lavorazioni effettuate

⇒ **Relazione tecnica**

⇒ Elenco nominativo dei lavoratori con $L_{EP} > 80$ dB(A)

Città _____ lì ____/____/____

**per presa visione
il Medico Competente**

Il Legale Rappresentante

**per presa visione
l'RLS o, in sua assenza, i lavoratori**

ALLEGATO R6

MODELLO PER LA COMUNICAZIONE EX ART.45 D.LGS.277/91

Carta intestata della Ditta

Spett. ASL di _____
Dipartimento di Prevenzione - SPSAL
Indirizzo----- n ----
CAP----- Città-----

Città _____ li ____/____/____

OGGETTO: Comunicazione ex art.45, D.Lgs.277/91

La presente per comunicare che a seguito della **Valutazione del rischio rumore** del ____/____/____, **di cui si allega copia**, nonostante l'adozione delle misure concretamente attuabili, n ____ addetti di questa ditta permangono esposti ad oltre 90 dB(A) di L_{EP} ovvero ad oltre 140 dB di L_{picco} .

Si segnala che, oltre a quanto previsto dal D.Lgs.277/91 sul versante della valutazione del rischio, dei DPI uditivi, dei controlli sanitari e dell'informazione/formazione contro il rischio rumore, per tale personale questa ditta sta attuando le misure tecniche, organizzative e procedurali a seguito riportate:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
- ... _____

Del contenuto della presente comunicazione sono stati informati i lavoratori / il RLS.

Distinti saluti.

**per presa visione
l'RLS / x i lavoratori**

Il Datore di Lavoro

ALLEGATO R7

SCELTA DEI DPI UDITIVI

Sezione 1 - Criteri di selezione dell'otoprotettore

1.1 Marcatura di certificazione

Occorre scegliere solo DPI dotati di marcatura di certificazione di conformità (marcatura CE).

1.2 Attenuazione sonora

Secondo la **EN 458** (inserita, come Allegato 1, nel **DM 02/05/01**) ogni protettore auricolare deve essere accompagnato dai dati di attenuazione sonora forniti dal fabbricante, espressi in 3 modi:

- **APV**: esprime con una serie di valori, in dB, l'attenuazione sonora del DPI per lo spettro di frequenza in banda d'ottava che va da 125 Hz a 8kHz (a volte viene inclusa anche la frequenza di 63 Hz); nel caso in cui vengano forniti sia i valori medi dell'attenuazione sia quelli presunti (espressi come differenza tra l'attenuazione media e la deviazione standard) occorre usare per i calcoli i valori di protezione presunti;
- **H,M,L**: esprime con 3 valori, in dB, l'attenuazione sonora del DPI per le frequenze alte (H), medie (M) e basse (L); il fabbricante ricava quest'ultimi dai valori in banda d'ottava;
- **SNR**: esprime con un solo valore, in dB, l'attenuazione sonora semplificata (*Simplified Noise Reduction*) del DPI; il fabbricante ricava quest'ultima dai valori in banda d'ottava.

L'attenuazione deve essere tale da non generare una protezione insufficiente o, viceversa, una iperprotezione; lo spettro di attenuazione dovrebbe essere scelto in funzione sia dello spettro del rumore da cui proteggere che delle modalità di espletamento del lavoro; nel seguito verranno illustrati i metodi per calcolare la protezione fornita dall'otoprotettore.

1.3 Confortevolezza del DPI uditivo

Le norme non specificano un modo per misurare l'indice di confortevolezza del DPI.

Sono importanti la massa, i materiali di costruzione, la pressione dell'archetto, la regolabilità delle cuffie, la facilità di inserimento e di estrazione degli inserti ed altri aspetti ancora definiti nelle EN 352, ma la valutazione complessiva, in primo luogo, va ovviamente richiesta all'utilizzatore. Il D.Lgs. 277/91 prevede infatti che la scelta dei DPI uditivi avvenga previa consultazione dei lavoratori o dei loro RLS.

1.4 Ambiente di lavoro e attività lavorativa

In generale, oltre che essere adatti al singolo lavoratore, i DPI uditivi devono risultare adeguati alle condizioni di lavoro (art. 43, D.Lgs. 277/91).

Il lavoro fisico in condizioni ambientali sfavorevoli (alte temperature e/o alti tassi d'umidità e polverosità) può provocare sudorazione e irritazioni cutanee sotto le cuffie. Per ovviare a tali inconvenienti si possono utilizzare delle sottili coperture per i cuscinetti; in tal caso è necessario conoscerne le caratteristiche acustiche per calcolare la perdita di attenuazione della cuffia. Esistono oggi in commercio cuffie studiate per ambienti termici severi caldi, come fonderie e vetrerie, dotate di cuscinetti imbottiti di glicerina che consentono di conservare una temperatura confortevole all'interno delle coppe. In alternativa si possono utilizzare gli inserti auricolari, che solitamente sono meglio tollerati dagli utilizzatori, tenendo conto della ridotta attenuazione acustica rispetto alle cuffie e della loro maggiore criticità per quanto riguarda il corretto inserimento nel meato acustico esterno, pena una ulteriore perdita di attenuazione sonora, e degli aspetti igienici.

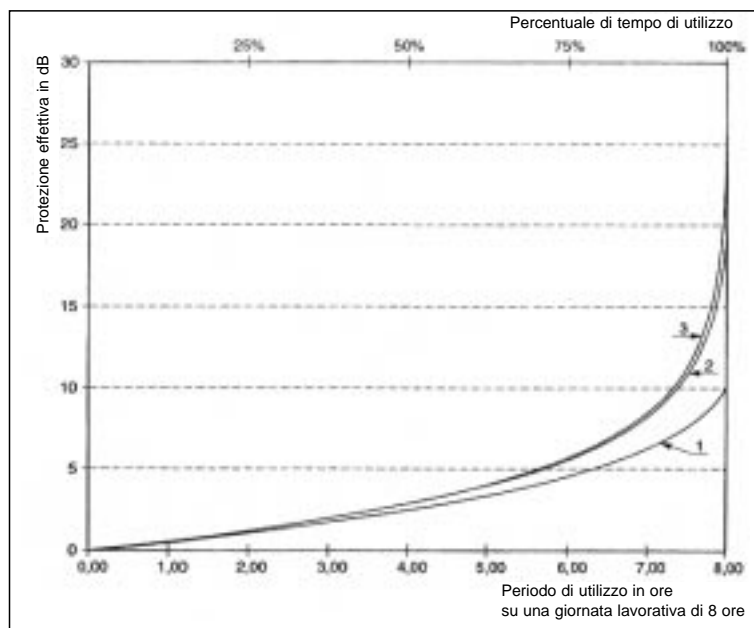
Nel caso di esposizione ripetitiva a rumori di breve durata, sono preferibili le cuffie o gli inserti auricolari con archetto, perché facili da mettere e togliere.

Per quanto riguarda l'udibilità di messaggi verbali e/o di avvertimento e di allarme, regolati da una specifica norma, la EN 457 del 1992, sono preferibili DPI con attenuazione uniforme in tutto lo spettro di frequenza. Esistono oggi in commercio cuffie elettroniche ad attenuazione controllata, con amplificazione delle frequenze del parlato (400 ÷ 3000 Hz) regolabile dall'utilizzatore e con un sistema di limitazione elettronica dei rumori impulsivi a 82 dB(A). Queste cuffie consentono quindi al lavoratore di comunicare agevolmente pur essendo in presenza di rumori dannosi per l'udito.

1.5 Disturbi per la salute

Prima di prescrivere un certo tipo di otoprotettore, è opportuno che il medico competente verifichi se l'utilizzatore soffre o ha sofferto di disturbi auricolari quali: irritazioni del canale uditivo, otalgia, ipoacusia, e via dicendo; in caso affermativo, è opportuno che il datore di lavoro segua il parere del medico in merito ad eventuali controindicazioni verso l'utilizzo di un certo tipo di otoprotettori.

Sezione 2 - Riduzione della protezione effettiva fornita da un otoprotettore in funzione del tempo d'utilizzo



Curva 1 - otoprotettore che assicura un'attenuazione di 10 dB

Curva 2 - otoprotettore che assicura un'attenuazione di 20 dB

Curva 3 - otoprotettore che assicura un'attenuazione di 30 dB

Sezione 3 - Applicazione dei metodi di calcolo per ottenere la protezione fornita da un DPI dell'udito

3.1 Il metodo per bande d'ottava

Per applicare questo metodo occorre conoscere i livelli di rumore per banda d'ottava misurati sul luogo di lavoro ed i dati di attenuazione per banda d'ottava del protettore auricolare sottoposto a valutazione. Per ottenere i livelli in frequenza (o spettro) del rumore con un fonometro integratore dotato di pacco filtri a bande d'ottava o un analizzatore di frequenza in tempo reale; in entrambi i casi detti strumenti devono soddisfare i requisiti delle norme IEC 651/79, IEC 804/85 e IEC 1260/95. Il valore di L'_{Aeq} si ottiene dalla formula seguente:

$$L'_{Aeq} = 10 \log \sum_f 10^{0,1(L_f + A_f - APV_f)}$$

dove:

- f** rappresenta la frequenza centrale di banda d'ottava dello spettro compreso tra 125 e 8000 Hz;
- L_f** è il livello di rumore in dB nella banda d'ottava **f**;
- A_f** è la ponderazione in frequenza della curva A in dB nella banda d'ottava **f**;
- APV_f** è il valore di protezione presunto del protettore auricolare in dB nella banda d'ottava **f**.

Calcolato L'_{Aeq} confrontarlo con il livello di azione L_{act} per valutare l'idoneità dell'otoprotettore.

3.2 Il metodo HML

Per applicare il metodo HML occorre conoscere i valori di livello equivalente di rumore sul luogo di lavoro ponderati secondo le curve A e C, L_{Aeq} e L_{Ceq} ed i tre valori di attenuazione H, M e L del protettore auricolare sottoposto a valutazione, riportati sulla scheda tecnica fornita dal costruttore. Le fasi di calcolo da eseguire sono le seguenti:

Fase 1: calcolare la differenza $L_{Ceq} - L_{Aeq}$;

Fase 2: calcolare la riduzione prevista del livello di rumore (PNR, *Predicted Noise Reduction*) secondo una delle due equazioni:

$$PNR = M - \frac{H - M}{4} (L_{Ceq} - L_{Aeq} - 2)dB \quad \text{per } L_{Ceq} - L_{Aeq} \leq 2 \text{ dB}$$

$$PNR = M - \frac{H - L}{8} (L_{Ceq} - L_{Aeq} - 2)dB \quad \text{per } L_{Ceq} - L_{Aeq} > 2 \text{ dB}$$

e arrotondare al numero intero più prossimo.

Fase 3: calcolare il livello effettivo all'orecchio L'_{Aeq} secondo l'equazione:

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - PNR$$

Fase 4: confrontare L'_{Aeq} con il livello di azione L_{act} per valutare l'idoneità dell'otoprotettore.

Come si può vedere questo metodo non richiede necessariamente la rilevazione dello spettro di frequenza del rumore sul luogo di lavoro e, poiché normalmente un fonometro integratore di classe 1 dispone di entrambi le ponderazioni in frequenza A e C, è possibile misurare direttamente i livelli L_{Ceq} e L_{Aeq} richiesti dal metodo.

3.3 Il controllo HML

Il controllo HML rappresenta una semplificazione del metodo HML. In generale, non è necessario conoscere il livello di rumore ponderato secondo la curva C, L_{Ceq} , ma solo il livello ponderato secondo la curva A, L_{Aeq} ; questa è l'unica misura quantitativa prevista dal controllo HML, che per il resto si basa sulla valutazione empirica del tipo di rumore presente sul luogo di lavoro ed è quindi meno affidabile.

Fase 1: decidere, mediante un controllo d'ascolto, se il rumore appartiene alla classe HM (rumori di frequenza medio-elevata), oppure alla classe L (rumori di frequenza dominante bassa); ci si può aiutare consultando la lista degli esempi di sorgenti di rumore. In genere per i rumori di classe HM risulta essere $L_{Ceq} - L_{Aeq} \leq 5 \text{ dB}$, per i rumori di classe L risulta essere $L_{Ceq} - L_{Aeq} > 5 \text{ dB}$. Se il rumore appartiene alla classe L, passare alla fase 2, se appartiene alla classe HM passare direttamente alla fase 3.

Fase 2: sottrarre il valore L dal livello di pressione acustica ponderato A.

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - L$$

Se $L'_{Aeq} > L_{act}$ la protezione è insufficiente; occorre provare un DPI con un'attenuazione maggiore.

Se $L'_{Aeq} \leq L_{act}$ la protezione è sufficiente, la verifica è terminata.

Se $L'_{Aeq} > L_{act} - 15 \text{ dB}$, la protezione è accettabile o buona, la verifica è terminata.

Fase 3: sottrarre il valore M dal livello di pressione acustica ponderato A.

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - M$$

Se $L'_{Aeq} > L_{act}$ passare alla fase 4.

Se $L'_{Aeq} \leq L_{act}$ la protezione è sufficiente, la verifica è terminata.

Se $L'_{Aeq} > L_{act} - 15 \text{ dB}$, la protezione è accettabile o buona, la verifica è terminata.

Fase 4: sottrarre il valore H dal livello di pressione acustica ponderato A.

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - H$$

Se $L'_{Aeq} > L_{act}$ la protezione è insufficiente; occorre provare un DPI con un'attenuazione maggiore.

Se $L'_{Aeq} \leq L_{act}$ il DPI può essere appropriato, però occorre acquisire altre informazioni sul rumore ed utilizzare uno degli altri metodi.

3.3.1 Due liste di esempi di sorgenti di rumore

Lista di esempio 1: Sorgenti di rumore della classe di rumore HM - rumori di frequenza da media a elevata $L_{Ceq} - L_{Aeq} \leq 5$ dB

- | | |
|---|---|
| • Taglio alla fiamma | • Piegatrici/bordatrici |
| • Presse rotative ad alta velocità alimentate da bobine | • Filatoi |
| • Motori diesel | • Sbavatrici |
| • Formatrici a scossa e compressione | • Macchine per maglieria |
| • Macchine per rivestimento di zucchero | • Macchine per finitura |
| • Utensili ad urto | • Troncatrici alla mola |
| • Ugello ad aria compressa | • Macchine per la lavorazione del legno |
| • Rettificatrici | • Telai meccanici |
| • Chiodatrici pneumatiche | • Pompe idrauliche |
| • Magli per fucinatura | • Centrifughe |
| | • Levigatrici |

Lista di esempio 2: Sorgenti di rumore della classe di rumore L - rumori di frequenza dominante bassa, $L_{Ceq} - L_{Aeq} > 5$ dB

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| • Escavatori | • Macchine per pressofusione |
| • Gruppi compressori (a pistone) | • Forni di ricottura |
| • Gruppi convertitori | • Macchine movimento terra |
| • Convertitori | • Altoforni |
| • Forni di fusione elettrici | • Macchine per pulitura a getto |
| • Cubilotti | • Frantumatori meccanici |
| • Forni a combustione | |

3.4 Il metodo SNR

È il metodo più semplice. Il livello effettivo all'orecchio L'_{Aeq} può essere calcolato sulla base del livello equivalente ponderato C (L_{Ceq}) misurato sul luogo di lavoro secondo la relazione:

$$L'_{Aeq} = L_{Ceq} - SNR$$

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

3.5 Il metodo “SNR corretto”

Poiché spesso non si dispone del livello equivalente pesato secondo la curva C (L_{Ceq}), bensì solo di quello pesato secondo la curva A (L_{Aeq}), una raccomandazione OSHA consiglia, utilizzando quest'ultimo valore, di diminuire di 7 dB il valore di SNR; la formula precedente diventa allora:

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

e si confronta L'_{Aeq} con il livello di azione L_{act} per valutare l'idoneità dell'otoprotettore.

3.6 Confronto tra la curva di pesatura A e la curva di pesatura C

Riportiamo di seguito i valori dei coefficienti di pesatura da aggiungere al rumore misurato in dB(Lin) per ottenere i valori pesati secondo la curva A (L_A) e la curva C (L_C), dove:

- f** rappresenta la frequenza centrale di banda d'ottava dello spettro compreso tra 125 e 8000 Hz;
- A_f** è la ponderazione in frequenza della curva A in dB nella banda d'ottava **f**;
- C_f** è la ponderazione in frequenza della curva C in dB nella banda d'ottava **f**;

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

Dalla tabella si evince come la curva A attenui fortemente il rumore alle basse frequenze, mentre la curva C si discosta molto poco dalla misura lineare, e solo per le alte frequenze.

3.7 Esempio di applicazione dei metodi di calcolo

Prendiamo una postazione di lavoro in un ambiente rumoroso la cui analisi in frequenza eseguita con un fonometro integratore dotato di pacco filtri a bande d'ottava ha dato i seguenti risultati:

f (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
L _r (dB)	84	86	88	97	99	97	96

Applicando i coefficienti di pesatura della curva A e della curva C, e sommando logicamente i contributi delle singole frequenze, otteniamo:

- livello equivalente globale ponderato A $L_{Aeq} = 104 \text{ dB(A)}$
- livello equivalente globale ponderato C $L_{Ceq} = 103 \text{ dB(C)}$
- $L_{Ceq} - L_{Aeq} = -1 \text{ dB}$

Secondo l'articolo 43 del D.Lgs.277/91, vi è l'obbligo di far utilizzare al lavoratore addetto alla postazione di lavoro in cui è stato effettuato il rilievo un mezzo individuale di protezione dell'udito. Scelto un protettore auricolare che si ritiene possa essere adeguato, questi sono i dati riportati nella scheda tecnica fornita dal produttore del DPI:

f (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
APV _r (dB)	7,0	11,4	15,7	19,4	24,4	32,6	29,7

H (dB)	25
M (dB)	19
L (dB)	13

SNR (dB)	21
----------	----

Nota bene: i valori **HML** e **SNR** sono calcolati dal costruttore a partire dai valori in banda d'ottava, in conformità alla norma **ISO 4869-2**, e non sono ottenuti dalla semplice somma energetica dei valori di **APV_r** alle varie frequenze; da quest'ultima avremmo infatti ottenuto una attenuazione complessiva pari a 35 dB.

All. R7

a) Metodo per bande d'ottava

Fase 1: calcolo di L'_{Aeq}

Frequenza in Hz	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Livelli di pressione misurati in dB (riga 1)	84,0	86,0	88,0	97,0	99,0	97,0	96,0
Ponderazione A in dB (riga 2)	- 16,1	- 8,6	- 3,2	0	+ 1,2	+ 1	- 1,1
Sommare la riga 2 alla riga 1 (riga 3)	66,9	77,4	84,8	97	100,2	98	94,9
Valori APV del protettore (riga 4)	7,0	11,4	15,7	19,4	24,4	32,6	29,7
Sottrarre la riga 4 dalla 3 e dividere per 10	6,09	6,6	6,91	7,76	7,58	6,54	6,52

$$L'_{Aeq} = 10 \log (10^{6.09} + 10^{6.6} + 10^{6.91} + 10^{7.76} + 10^{7.58} + 10^{6.54} + 10^{6.52}) = 81 \text{ dB(A)}$$

Fase 2: valutazione

Assumendo come livello di azione $L_{act} = 85 \text{ dB(A)}$ il valore di L'_{Aeq} trovato è da considerare, secondo la **EN 458**, "accettabile"

$$(L_{act} - 5 < L'_{Aeq} \leq L_{act});$$

Si può quindi ritenere adeguato il protettore auricolare; in caso di iperprotezione (se cioè avessimo trovato un valore di $L'_{Aeq} < 70 \text{ dB(A)}$) o di protezione insufficiente ($L'_{Aeq} > 85 \text{ dB(A)}$) avremmo dovuto prendere un altro protettore auricolare e ripetere la procedura. È importante notare che la valutazione dell'attenuazione acustica del protettore non dipende tanto dalla sua attenuazione complessiva ma dall'andamento in frequenza dell'attenuazione rispetto a quello del rumore sul luogo di lavoro. Nell'esempio in questione, il rumore ambientale ha un andamento in frequenza crescente, con un massimo intorno a 2 kHz; analogo è l'andamento dell'attenuazione del protettore acustico in esame, per cui l'efficacia del dispositivo per questo tipo di sorgente è molto buona. Sarebbe facile ripetere l'esempio con lo stesso protettore ed un altro tipo di rumore, a contenuto spettrale massimo nella regione medio-bassa di frequenze, per dimostrare facilmente che il livello sonoro effettivo, L'_{Aeq} , sarebbe maggiore e potrebbe non rientrare più nei limiti di accettabilità. Fortunatamente, per questo tipo di sorgenti esistono oggi in commercio delle cuffie con una eccellente attenuazione nelle basse e medie frequenze, utilizzate ad esempio per gli elicotristi, nelle sale motori, nelle sale generatori.

b) Metodo HML

Fase 1: calcolo della differenza $L_{Ceq} - L_{Aeq}$;

$$L_{Ceq} - L_{Aeq} = 103 - 104 = -1 \text{ dB}$$

Fase 2: calcolo del PNR (*Predicted Noise Reduction*)

$$PNR = M - \frac{H - M}{4}(L_{Ceq} - L_{Aeq} - 2) = 19 - \frac{25 - 19}{4}(-1 - 2) = 19 + 4.5 = 23.5 \text{ dB}$$

arrotondiamo PNR a 24 dB

Fase 3: calcolo di L'_{Aeq}

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - PNR = 104 - 24 = 80 \text{ dB(A)}$$

Fase 4: valutazione

Assumendo come livello di azione $L_{act} = 85 \text{ dB(A)}$ il valore di L'_{Aeq} trovato è da considerare, secondo la EN 458, "accettabile" ($L_{act} - 5 < L'_{Aeq} \leq L_{act}$), tenuto conto dell'approssimazione in eccesso del PNR;

c) Controllo HML

Fase 1: identificazione della classe di rumore

Identifichiamo il tipo di rumore come appartenente alla classe HM ($L_{Ceq} - L_{Aeq} \leq 5 \text{ dB}$); passiamo quindi direttamente alla Fase 3.

Fase 3: calcolo di L'_{Aeq} sulle medie frequenze

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - M = 104 - 19 = 85 \text{ dB(A)}$$

L'_{Aeq} è uguale a L_{act} , al limite della sufficienza, per precauzione passiamo alla verifica della Fase 4.

Fase 4: calcolo di L'_{Aeq} sulle alte frequenze.

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - H = 104 - 25 = 79 \text{ dB(A)}$$

Essendo $L'_{Aeq} < L_{act}$ il DPI può essere appropriato, però occorre acquisire altre informazioni sul rumore ed utilizzare uno degli altri metodi.

All. R7

d) Metodo SNR

Fase 1: calcolo di L'_{Aeq}

$$L'_{Aeq} = L_{Ceq} - SNR = 103 - 21 = 82 \text{ dB(A)}$$

Fase 2: valutazione

Assumendo come livello di azione $L_{act} = 85 \text{ dB(A)}$ il valore di L'_{Aeq} trovato è da considerare, secondo la **EN 458**, “accettabile” ($L_{act} - 5 < L'_{Aeq} < L_{act}$);

e) Metodo “SNR corretto”

Fase 1: calcolo di L'_{Aeq}

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - (SNR - 7) = 104 - 14 = 90 \text{ dB(A)}$$

Fase 2: valutazione

Assumendo come livello di azione $L_{act} = 85 \text{ dB(A)}$ il valore di L'_{Aeq} trovato è da considerare, secondo la **EN 458**, “insufficiente” ($L'_{Aeq} > L_{act}$);

3.8 Considerazioni finali

Dagli esempi di calcolo si evince che, cambiando metodo, il medesimo protettore può risultare a volte adatto ed a volte inadatto ad ottenere la protezione desiderata: questo fatto non deve stupire più di tanto, poiché più si semplifica il metodo di valutazioni più pesano le approssimazioni; è pertanto opportuno applicare quando più possibile il metodo per bande d'ottava, che è il più rigoroso.

A margine si raccomanda, in fase di effettuazione delle misure di rumorosità negli ambienti di lavoro, di far rilevare oltre al valore di livello equivalente pesato A del rumore anche il livello equivalente pesato C; con i moderni fonometri integratori di classe 1, che dispongono di entrambe le curve di ponderazione, ciò non comporta assolutamente maggior esborso in termini di tempo e di denaro, in quanto i livelli L_{Ceq} e L_{Aeq} vengono memorizzati in contemporanea dallo strumento e possono essere visualizzati in rapida successione da chi effettua le misure.

Sezione 4 - Rumore impulsivo

4.1 Calcolo della protezione fornita dall'otoprotettore nel caso di rumore impulsivo

Il livello di picco L_{picco} che, secondo il **D.Lgs. 277/91**, si rileva con costante di tempo "*Peak*" inferiore a 100 ms e ponderazione in frequenza lineare "*Lin*", va determinato insieme ai livelli massimi ($L_{\text{fast,max}}$) ponderati C e A con costante di tempo "*Fast*" (125 ms). Qualora la differenza tra i livelli $L_{\text{Cfast,max}}$ e $L_{\text{Afast,max}}$ rilevati risulta inferiore a 5 dB, si può dedurre che il rumore è composto prevalentemente da frequenze medio-alte, e il livello di picco effettivo di esposizione L'_{picco} si calcola tramite la relazione:

$$L'_{\text{picco}} = L_{\text{picco}} - M \quad \text{dB(Lin)}$$

dove M è l'attenuazione alle medie frequenze del dispositivo di protezione auricolare fornito dal costruttore.

Se la differenza tra i livelli $L_{\text{Cfast,max}}$ e $L_{\text{Afast,max}}$ rilevati risulta superiore a 5 dB, il rumore impulsivo è composto prevalentemente da frequenze basse come quelle generate da armi di grosso calibro e da cariche esplosive; per questi rumori non esiste attualmente, secondo la norma EN 458, un metodo affidabile per la valutazione delle caratteristiche di attenuazione sonora.

Le ricerche attuali suggeriscono comunque che sia le cuffie sia gli inserti auricolari o una loro combinazione, possano dare una protezione sufficiente.

4.2 Livelli di picco per alcune sorgenti di rumore impulsive

Sorgente sonora	L_{picco} (dB)	$L_{\text{Cfast,max}} - L_{\text{Afast,max}}$ (dB)
• Fuochi d'artificio	168	1
• Fucile automatico	160	1
• Pistola	160	0
• Pistola a salve	159	-1
• Pistola chiodatrice	159	-1
• Dispositivo di raddrizzatura	152	-1
• Maglio per fucinatura pesante	144	-1

Si ricorda che un semplice programma per l'applicazione dei metodi di scelta dei DPI uditivi (**DiPIU**) può essere scaricato dal sito INAIL (www.inail.it) da quello ISPESL (www.ispesl.it).