



**Istituto Superiore per la Prevenzione
E la Sicurezza del Lavoro**



**COORDINAMENTO
TECNICO
INTERREGIONALE
DELLA PREVENZIONE
NEI LUOGHI DI LAVORO**

**Coordinamento delle Regioni
e delle Province autonome**

**METODOLOGIE E INTERVENTI TECNICI
PER LA RIDUZIONE DEL RUMORE
NEGLI AMBIENTI DI LAVORO**

Manuale di buona pratica

Versione luglio 2004

INDICE GENERALE

PRESENTAZIONE

PREFAZIONE

PRIMO LIVELLO (Linee Guida)

1. OBIETTIVI E DESTINATARI DELLE LINEE GUIDA

- 1.1. I COSTI DELLA MANCATA PREVENZIONE
- 1.2. DESTINATARI DEL MANUALE

2. DALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO ALLE STRATEGIE PER LA SUA RIDUZIONE

- 2.1. VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE
- 2.2. STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO

3. PRESTAZIONI ACUSTICHE E CRITERI DI PROGETTAZIONE E BONIFICA DEGLI STABILIMENTI INDUSTRIALI

3.1. RIDUZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO

- 3.1.1. Ubicazione dell'insediamento e aspetti normativi
- 3.1.2. Collocazione dello stabilimento e disposizione delle sorgenti interne
- 3.1.3. Disposizione delle sorgenti esterne
- 3.1.4. Isolamento acustico

3.2. RIDUZIONE DEL RISCHIO PER I LAVORATORI

- 3.2.1. Individuazione e caratterizzazione delle sorgenti di rumore
- 3.2.2. Spazi e caratteristiche geometriche dello stabilimento
- 3.2.3. Stima dei livelli di esposizione negli ambienti di lavoro
- 3.2.4. Definizione degli obiettivi acustici da raggiungere
- 3.2.5. Interventi sul *lay-out*
- 3.2.6. Trattamenti fonoassorbenti ambientali

4. PRESTAZIONI ACUSTICHE E CRITERI DI PROGETTAZIONE E BONIFICA PER SPECIFICI LUOGHI DI LAVORO

4.1 - PARAMETRI DA CONTROLLARE E VALORI DI RIFERIMENTO

- 4.1.1. Uffici
- 4.1.2. Attività commerciali
- 4.1.3. Ambienti comunitari e di pubblico spettacolo: discoteche
- 4.1.4. Ambienti scolastici
- 4.1.5. Strutture sanitarie

4.2. SINTESI DEI REQUISITI E DEGLI STANDARD ACUSTICI

5. CRITERI ACUSTICI DI ACQUISTO DI MACCHINE, ATTREZZATURE E IMPIANTI

5.1 REQUISITI ACUSTICI PREVISTI DALLA LEGISLAZIONE

- 5.1.1. Provvedimenti legislativi di carattere generale
- 5.1.2. Provvedimenti legislativi di carattere specifico

5.2 SPECIFICHE DI ACQUISTO E DI ACCETTAZIONE

5.3. INDICAZIONI PER LA VIGILANZA E CONTROLLO DELLE ASL

6. BONIFICA ACUSTICA DI MACCHINE, ATTREZZATURE E IMPIANTI

6.1. CONTROLLO DEL RUMORE ALLA SORGENTE

- 6.1.1. Elementi metodologici per la bonifica
- 6.1.2. Bonifica delle sorgenti sonore primarie
- 6.1.3. Bonifica delle sorgenti sonore secondarie
- 6.1.4. Esame di un caso

6.2. INTERVENTI SULLA TRASMISSIONE E SULLA PROPAGAZIONE DEL RUMORE

- 6.2.1. Cabine acustiche (Coperture integrali)
- 6.2.2. Cappottature acustiche (Coperture parziali)
- 6.2.3. Schermi e barriere acustiche
- 6.2.4. Silenziatori

- 6.2.5. Interventi sulla propagazione per via solida**
- 6.2.6. Interventi di controllo attivo del rumore e delle vibrazioni**
- 6.2.7. Cabine per operatori**
- 6.2.8. Trattamenti fonoassorbenti ambientali**
- 6.3. MANUTENZIONE E CONTROLLO DELLA RUMOROSITÀ**

7. COLLAUDO ACUSTICO IN OPERA DEGLI INTERVENTI DI CONTROLLO DEL RUMORE

8. BIBLIOGRAFIA

- 8.1. BIBLIOGRAFIA GENERALE**
- 8.2. BIBLIOGRAFIA SPECIFICA**

9. GLOSSARIO

SECONDO LIVELLO (Schede di approfondimento)

SCHEDA	ARGOMENTO
1	Propagazione del rumore in ambienti chiusi: aspetti fisici
2	Propagazione del rumore in ambienti industriali: modellizzazione
3	Isolamento acustico: aspetti fisici
4	Isolamento al calpestio e basamenti galleggianti
5	Comprensione del messaggio verbale e dei segnali di pericolo
6	Capitolato di acquisto di una macchina
7	Criteri di scelta del consulente acustico
8	Urti e impatti: emissione sonora e criteri di bonifica
9	Microurti: emissione sonora e criteri di bonifica
10	Attrito e inerzia
11	Moto di liquidi: turbolenza, cavitazione, colpo d'ariete. Emissione sonora e criteri di bonifica
12	Risonanza meccanica
13	Materiali e tecnologie per l'isolamento e lo smorzamento delle vibrazioni
14	Trasmissione del rumore per via aerea e per via strutturale
15	Radiazione acustica di superfici vibranti
16	Controllo attivo del rumore e delle vibrazioni
17	Coperture totali e parziali di sorgenti sonore
18	Cabine silenziose per operatori
19	Schermature di sorgenti sonore e di aree rumorose
20	Trattamenti fonoassorbenti
21	Propagazione del rumore nelle condotte d'aria
22	Silenziatori dissipativi e reattivi
23	Silenziatori per getti d'aria
24	Misura e valutazione del livello di potenza sonora
25	Criteri generali di collaudo di una bonifica acustica
25.1	Coperture fonoisolanti
25.2	Schermi e barriere fonoisolanti
25.3	Silenziatori
25.4	Trattamenti fonoassorbenti ambientali
25.5	Cabine fonoisolanti per operatori
25.6	Requisiti acustici passivi degli edifici
25.7	Impianti di climatizzazione e ventilazione
26	Verifica dello stato di applicazione del D.Lgs.277/91, Capo IV°
27	Modulistica per la raccolta d'informazioni acustiche nei nuovi insediamenti produttivi o nelle loro ristrutturazioni

Legenda: le schede da 1 a 5 sono schede di acustica generale, la cui lettura è consigliata a tutti;
 le schede da 6 a 7 sono indirizzate soprattutto ai datori di lavoro;
 le schede da 8 a 23 sono indirizzate soprattutto ai progettisti e ai consulenti;
 le schede 24 e 25 sono indirizzate soprattutto ai consulenti e ai tecnici che eseguono le rilevazioni fonometriche.
 la scheda 26 e 27 sono indirizzate soprattutto ai tecnici degli organi di vigilanza, ma possono essere lette anche come lista di controllo dei principali adempimenti richiesti al Datore di lavoro.

3° LIVELLO (Banche dati)

	ARGOMENTI	BANCA DATI
A	Normativa	
A1		Legislazione comunitaria
A2		Legislazione nazionale e regionale
A3		Normativa tecnica internazionale
A4		Normativa tecnica europea e nazionale
B	Materiali	
B1		Materiali e tecnologie per il fonoassorbimento
B2		Materiali e tecnologie per il fonoisolamento
B3		Materiali smorzanti e antivibranti
B4		Strumentazione e codici di calcolo previsionali per l'acustica
C	Realizzazioni	
C1		Interventi sulle sorgenti
C2		Coperture totali o parziali
C3		Sistemi schermanti
C4		Trattamenti fonoassorbenti
C5		Sistemi silenzianti
C6		Cabine per operatore
C7		Sistemi antivibranti
C8		Interventi sul <i>lay-out</i>
C9		Sistemi per l'edilizia

PRESENTAZIONE

Come noto, le malattie professionali e in particolare le ipoacusie, che costituiscono in Italia ancora la prima tecnopatia, sono un problema rilevante non solo dal punto di vista umano, ma anche sotto il profilo sanitario, sociale ed economico.

L'attenzione alle problematiche relative alla salute nei luoghi di lavoro si è poi progressivamente perfezionata negli ultimi anni. Per quanto riguarda il rumore si va infatti imponendo la consapevolezza dell'importanza e della necessità di ridurre il rumore non solo per prevenire i danni uditivi nei settori industriali tradizionali, ma più in generale per realizzare ambienti di lavoro ergonomici dato che il rumore è certamente uno dei parametri che maggiormente contribuiscono a caratterizzare negativamente la fruibilità dei luoghi di lavoro, soprattutto nelle tipologie di ambienti (uffici, scuole, ...) dove si svolgono attività che richiedono concentrazione, intelligibilità delle conversazioni ed al contempo riservatezza e non interferenza delle comunicazioni stesse.

Il rinnovato impegno sui temi del controllo del rumore nei luoghi di lavoro trae forza anche dallo sviluppo della normativa in materia: dalla tutela contro i rischi per l'udito prevista dal D.Lgs. 277/91 che ha recepito la direttiva europea sul rumore 188/86/CEE, al principio del miglioramento continuo delle condizioni di lavoro introdotto dal D.Lgs.626/94, alla nuova direttiva europea sul rumore 2003/10/CE che, secondo una prassi consolidata di progressivo innalzamento degli standard di sicurezza e salute dei lavoratori, prevede una serie di significative novità tra cui, ad esempio, la riduzione di 3 dB del valore limite di esposizione al rumore.

Per dare piena attuazione alla legislazione in materia e fornire risposte concrete alle aspettative del mondo del lavoro occorre anche mettere in campo interventi tesi a far crescere la cultura della prevenzione e della sicurezza, sia nel mondo del lavoro che fra le giovani generazioni in quanto futuri lavoratori e futuri imprenditori. Le attività di informazione, di formazione, di documentazione e di assistenza nei confronti di tutti i soggetti coinvolti nei processi e nelle problematiche di igiene e sicurezza negli ambienti di lavoro assumono quindi un ruolo fondamentale per il raggiungimento di questi obiettivi.

Non a caso, tanto il Piano Sanitario Nazionale quanto le indicazioni programmatiche a livello periferico indicano, tra le strategie di intervento che devono essere privilegiate al fine di ridurre l'incidenza degli infortuni e delle malattie professionali, la promozione e il potenziamento di iniziative che favoriscano la circolazione dell'informazione, delle attività di formazione, aggiornamento e documentazione dei principali soggetti della prevenzione.

Il Manuale di Buona Pratica "Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro" qui presentato, si pone in naturale continuità con le Linee Guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro pubblicate nel 2000, fornendo lo stato dell'arte sugli aspetti tecnici della prevenzione dei rischi da esposizione a rumore, con particolare attenzione al tema della bonifica, che continua a mostrare carenze e ritardi nelle diverse realtà lavorative, ed a due temi ad essa direttamente correlati e spesso trascurati: la progettazione acustica ex novo degli insediamenti produttivi ed i collaudi acustici degli interventi di bonifica.

Il Manuale si propone di mettere a disposizione della comunità nazionale informazioni, metodologie e interventi realizzati sul campo, normalmente reperibili solo in un ristretto ambito di addetti ai lavori e di esperti di acustica, utili per garantire il pieno controllo del rischio rumore in tutti i principali comparti produttivi.

Esso rappresenta lo schema di riferimento proposto dall'ISPESL e dal Coordinamento Tecnico delle Regioni e delle Province autonome, nell'adempimento dei rispettivi compiti istituzionali, per orientare le aziende, i loro consulenti ed anche gli organi di vigilanza verso una corretta risposta agli adempimenti fissati dall'attuale normativa e della sua prossima revisione, tenendo conto dell'evoluzione tecnica, scientifica, legislativa e normativa degli ultimi anni e con indicazioni univoche su tutto il territorio nazionale.

La realizzazione di questo Manuale è stata resa possibile grazie all'esperienza ed alla competenza messa a disposizione da alcuni tra i maggiori esperti pubblici e privati che operano in questo campo nell'ambito di un Gruppo di Lavoro nazionale i cui componenti si desidera qui pubblicamente richiamare e ringraziare.

Componenti Ispesl:

- ? Giuseppe Spagnoli (Dipartimento Igiene del Lavoro), con funzioni di Presidente del gruppo di lavoro;
- ? Pietro Nataletti (Dipartimento Igiene del Lavoro); con funzioni di Vice Presidente e Segretario scientifico del gruppo di lavoro;
- ? Renato Gurin (Dipartimento Igiene del Lavoro), con funzioni di Segretario amministrativo del gruppo di lavoro
- ? Nicolina Mucci (Dipartimento Documentazione, Formazione e Informazione);
- ? Aldo Pieroni (Dipartimento Igiene del Lavoro);
- ? Marco Pirozzi (Dipartimento Tecnologie di Sicurezza).

Componenti esterni:

- ? Fabrizio Avenati (CIADI, Associazione Costruttori Impianti ed Apparecchiature di Insonorizzazione di Milano);
- ? Paolo Bisio (ASL22 di Novi Ligure (AL), Dipartimento di Prevenzione);
- ? Giovanni Brambilla (CNR di Roma, Istituto di Acustica "O.M. Corbino");
- ? Angelo Chiattella (Istituto Elettrotecnico Nazionale "G. Ferraris" di Torino);
- ? Giuseppe Elia (Modulo Uno di Torino / Presidente della Commissione Acustica dell'UNI);
- ? Michele Fumagalli (Presidente dell'Assoacustici di Milano);
- ? Luigi Maffei (Seconda Università degli Studi di Napoli, Facoltà di Architettura);
- ? Federico Patanè (Università "La Sapienza" di Roma, Dipartimento di Ingegneria);
- ? Mario Patrucco (Politecnico di Torino, Dipartimento Georisorse e Territorio);
- ? Alessandro Peretti (Associazione Italiana di Acustica, Coordinatore del Gruppo di Acustica Ambientale);
- ? Andrea Poggi (ARPAT di Firenze, Unità Operativa di Fisica Ambientale);
- ? Marco Vigone (IEC di Torino / Presidente della Commissione Sicurezza dell'UNI).

Componenti Coordinamento Regioni e Province autonome:

- ? Omar Nicolini (Az.USL Modena, Dipartimento di Sanità pubblica), per la Regione Emilia-Romagna con funzione di coordinatore e componente del Gruppo di Lavoro Ispesl;
- ? Iole Pinto (AUSL n.7 di Siena, Dipartimento di Prevenzione) per la Regione Toscana e componente del Gruppo di Lavoro Ispesl;
- ? Bruno Barbera (ARPA Piemonte, Dipartimento di Ivrea) per la Regione Piemonte;
- ? Sandra Bernardelli (Az.USL Bologna Nord – Dipartimento di Sanità pubblica), per la Regione Emilia-Romagna;
- ? Maurizio Boffelli (ASL provincia di Bergamo – Dipartimento di Prevenzione), per la Regione Lombardia;
- ? Paola Forconi (ASL n.9 Macerata – Dipartimento di Prevenzione), per la Regione Marche
- ? Walter Perini (ASL n.9 Macerata – Dipartimento di Prevenzione), per la Regione Marche
- ? Franco Zanin (ASSL n.6 di Vicenza, Dipartimento di Prevenzione) per la Regione Veneto

Collaboratori:

- ? Ivaldo Bernardini (ASL Bologna Città – SPSAL)
- ? Stefano Casini (INAIL, CONTARP Sicilia)
- ? Salvatore Curcuruto (APAT di Roma)
- ? Patrizio Fausti (Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara);
- ? Francesco Furnari (Società IEC di Torino);
- ? Andrea Guerzoni (ASL Ferrara – SPSAL)
- ? Alessandro Lunghi (ISPESL Roma)
- ? Luigi Marangoni (CIADI, Torino);
- ? Giuseppe Miccoli (CNR di Ferrara, Istituto IMAMOTER);
- ? Andrea Perini (ARPAT di Firenze, Unità Operativa di Fisica Ambientale)
- ? Francesco Pompoli (Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara);
- ? Nicola Prodi (Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara);
- ? Claudia Rocchietta (ARPA Piemonte - Dipartimento di Ivrea)

Ci auguriamo che le indicazioni di questo Manuale di buona pratica, siano favorevolmente accolte nel mondo produttivo e le ricadute operative siano apprezzabili sin dai prossimi mesi.

Il Presidente dell'ISPESL

Prof. Antonio Moccaldi

per il Coordinamento Tecnico
delle Regioni e delle Province autonome
in tema di Prevenzione nei Luoghi di Lavoro

Ing. Marco Masi

PREFAZIONE

La pubblicazione delle linee guida per la valutazione del rischio da rumore negli ambienti di lavoro - presentate in anteprima a Modena nel Convegno "dBaincontri2000" e poi ufficialmente al Servizio Sanitario Nazionale, a tutte le strutture pubbliche e alle parti sociali nell'ambito del Seminario nazionale "Linee Guida ISPESL sull'esposizione professionale a rumore e vibrazioni" svoltosi a Roma il 30 gennaio 2001 - ha suscitato grande interesse e apprezzamento da parte di tutti i soggetti pubblici e privati che operano nel vasto ambiente della prevenzione.

Il Dipartimento Igiene del Lavoro dell'ISPESL e il Coordinamento Tecnico interregionale della prevenzione nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome, si sono quindi fatti promotori di una seconda fase del progetto prevedendo la definizione di indicazioni operative per la gestione e la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro i cui risultati sono qui a seguito presentati.

In naturale continuità con l'esperienza precedente, l'obiettivo di questo Manuale di buona pratica è quello di fornire uno schema di riferimento concettuale, tecnico-metodologico e pratico che orienti tutti gli addetti ai lavori ad una risposta corretta agli adempimenti fissati dalla legge relativamente al rischio rumore, in particolare relativamente all'articolo 41 e 46 del D.Lgs.277/91.

Il testo presentato a seguito è organizzato, per facilità di comprensione e di accesso alle informazioni, in tre livelli.

Il primo livello contiene l'articolato essenziale del Manuale di buona pratica ed è ispirato alla massima semplicità di lettura e chiarezza di contenuti; esso è rivolto alla generalità dei destinatari e non richiede particolari conoscenze di acustica. Dopo i primi due capitoli di carattere eminentemente introduttivo, il testo affronta in successione gli argomenti legati ai luoghi di lavoro ed alle macchine. I capitoli 3 e 4 entrano nel merito dell'applicazione delle linee guida nei luoghi di lavoro, con il capitolo 3 che introduce il lettore ai criteri acustici generali di progettazione e bonifica degli edifici industriali stabiliti dalle attuali norme tecniche e di legge, ed il capitolo 4 che affronta con specifici approfondimenti alcune particolari tipologie di destinazione d'uso (uffici, attività commerciali, ambienti scolastici, ambienti comunitari e di pubblico spettacolo e strutture sanitarie). In modo analogo i capitoli 5 e 6 analizzano le macchine, le attrezzature e gli impianti, con il capitolo 5 che tratta la problematica dei criteri acustici di acquisto, mentre il capitolo 6 affronta la bonifica acustica. Il primo livello prosegue con il capitolo 7, che introduce il lettore al collaudo acustico in opera degli interventi di controllo del rumore e con il capitolo 8 che presenta la bibliografia generale. Conclude il primo livello il capitolo 9 contenente il glossario per aiutare il lettore alla comprensione dei termini e dei concetti utilizzati nel testo.

Il secondo livello è articolato in 27 Schede destinate all'approfondimento tecnico e gestionale degli argomenti trattati nel primo livello; si citano ad esempio le Schede di acustica fisica generali utili per comprendere il fenomeno acustico in tutte le sue articolazioni (generazione, propagazione, assorbimento e isolamento), le Schede riguardanti i criteri di scelta e collaudo delle metodologie attualmente disponibili per la riduzione del rumore, la Scheda sulla scelta del consulente tecnico.

Infine, il terzo livello contiene una serie di banche dati raccolte alla data di conclusione dei lavori e riguardanti le normative tecniche e legislative nazionali e internazionali, i materiali e le tecnologie per il fonoassorbimento e il fonoisolamento, i materiali smorzanti e antivibranti, la strumentazione ed i codici di calcolo per l'acustica, le bonifiche effettuate sul territorio ed i risultati raggiunti in termini di efficacia acustica e di costo. Il terzo livello, per la sua natura di banche dati, è destinato ad arricchirsi nel tempo attraverso i successivi aggiornamenti che si renderanno necessari e verrà pertanto reso disponibile solo in formato elettronico.

Così come per le linee guida sulla valutazione del rischio da rumore negli ambienti di lavoro, la diffusione di questo Manuale di buona pratica sarà realizzata sia tramite pubblicazione sui canali informativi dell'ISPESL e delle Regioni e delle Province autonome (riviste e siti internet) che in appositi Convegni e Seminari.

Il testo sarà disponibile anche su CD ROM interattivo per facilitarne la lettura e la consultazione, viste le dimensioni e la complessità dell'opera, e sarà inserito sul sito internet dell'ISPESL (www.ispesl.it) dove verrà progressivamente aggiornato secondo le novità tecniche e legislative che interverranno.

Il Manuale è il frutto del lavoro intenso e del dibattito serrato e appassionato in seno al Gruppo di Lavoro nazionale istituito a tale scopo due anni fa dall'ISPESL di concerto con il Coordinamento delle Regioni e delle Province autonome, nel quale si è confrontato un nutrito e articolato gruppo di componenti in rappresentanza della migliore tradizione e competenza tecnica in Italia in materia di acustica e controllo del rumore.

A tutti costoro vanno i ringraziamenti più vivi per la disponibilità e l'impegno profuso alla riuscita di questa iniziativa.

Il Segretario scientifico
del Gruppo di Lavoro ISPESL

Dr. Pietro Nataletti

il Coordinatore
del Gruppo di Lavoro
del Coordinamento interregionale

Dr. Omar Nicolini