



**CONFERENZA DEI PRESIDENTI
DELLE REGIONI E DELLE
PROVINCE AUTONOME**



**ISTITUTO SUPERIORE PER LA
PREVENZIONE E LA
SICUREZZA DEL LAVORO**

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

Manuale di buona pratica

Versione approvata il 16/12/2004¹

¹ Rivisitata in agosto 2009 alla luce del DLgs.81/2008 e del DLgs.106/2009

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 progressivamente perfezionata negli ultimi anni. 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 e sviluppato dal D.Lgs. 81/2008 con l'implementazione della 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.

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, associate con la messa a disposizione di buone prassi che contribuiscano in modo efficace ed innovativo alla riduzione dei rischi specifici, assumono quindi un ruolo fondamentale per il raggiungimento di questi obiettivi.

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, tenendo conto dell'evoluzione tecnica, scientifica, legislativa e normativa degli ultimi anni e con indicazioni univoche su tutto il territorio nazionale.

E' da rilevare che anche in questa edizione aggiornata si è deciso di lasciare il titolo originale ("Manuale di buona pratica") nella convinzione di avviare quanto prima il percorso di accreditamento previsto dal D.Lgs.81/2008 per le buone prassi e nella consapevolezza di un possibile, doveroso aggiornamento dopo tale processo.

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 primo che tratta la problematica dei criteri acustici di acquisto, mentre il secondo affronta la bonifica acustica. Il testo introduce poi il lettore al collaudo acustico in opera degli interventi di controllo del rumore e presenta la bibliografia generale. Conclude questo primo livello 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 Secondo e il Terzo Livello, per la loro natura di schede tecniche e di banche dati, sono destinati ad arricchirsi nel tempo attraverso i successivi aggiornamenti che si renderanno necessari e verranno pertanto reso disponibile solo in formato elettronico.

Il testo di questo Manuale, presentato in appositi Convegni e Seminari nazionali e locali, è inserito sul sito internet dell'ISPESL (www.ispesl.it) e su quello del Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei Luoghi di Lavoro (www.ausl.mo.it/dsp/spsal/spsal_coord_interregionale.htm) dove verrà progressivamente aggiornato secondo le novità tecniche e legislative che interverranno.

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 promosso dall'Ispesl e di un Gruppo di lavoro del Coordinamento Tecnico delle Regioni e delle Province autonome con prestigiose collaborazioni che si desidera qui pubblicamente richiamare e ringraziare.

Nel sottolineare che la prima pubblicazione del Manuale è avvenuta proprio nel 2005, anno europeo dedicato al rumore, ci auguriamo che anche queste indicazioni aggiornate siano favorevolmente accolte nel mondo produttivo e della prevenzione e le ricadute operative risultino apprezzabili nei prossimi mesi, vero e proprio banco di prova del nuovo quadro legislativo imperniato sui decreti legislativi 81/2008 e 106/2009.

Il Segretario scientifico
del Gruppo di Lavoro ISPESL

Dr. Pietro Nataletti

Il Coordinatore
del Gruppo di Lavoro
del Coordinamento Interregionale

Dr. Omar Nicolini

Il Presidente
dell'ISPESL

Prof. Antonio Moccaldi

Per il Coordinamento Tecnico
Interregionale della Prevenzione
nei Luoghi di Lavoro

Ing. Marco Masi

	Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome
	Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei Luoghi di Lavoro
	Regione Valle d'Aosta
	Regione Piemonte
	Regione Liguria
	Regione Lombardia
	Provincia autonoma di Bolzano
	Provincia autonoma di Trento
	Regione Veneto
	Regione Friuli Venezia Giulia
	Regione Emilia-Romagna
	Regione Toscana
	Regione Marche
	Regione Umbria
	Regione Lazio
	Regione Abruzzo
	Regione Molise
	Regione Campania
	Regione Puglia
	Regione Basilicata
	Regione Calabria
	Regione Sicilia
	Regione Sardegna
	Dipartimento Igiene del Lavoro Dipartimento Tecnologie di Sicurezza Dipartimento Processi Organizzativi

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

Manuale di buona pratica

Versione approvata il 16/12/2004²

**INDICE
GENERALE**

² Riveduta in agosto 2009 alla luce del DLgs.81/2008 e del DLgs.106/2009

PRIMO LIVELLO Linee Guida		
1	OBIETTIVI E DESTINATARI DELLE LINEE GUIDA	309
1.1	I COSTI DELLA MANCATA PREVENZIONE	309
1.2	DESTINATARI DEL MANUALE	310
2	DALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO ALLE STRATEGIE PER LA SUA RIDUZIONE	311
2.1	VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE	312
2.2	STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO	313
3	PRESTAZIONI ACUSTICHE E CRITERI DI PROGETTAZIONE E BONIFICA DEGLI STABILIMENTI INDUSTRIALI	317
3.1	RIDUZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO	318
3.1.1	Ubicazione dell'insediamento e aspetti normativi	318
3.1.2	Collocazione dello stabilimento e disposizione delle sorgenti interne	320
3.1.3	Disposizione delle sorgenti esterne	321
3.1.4	Isolamento acustico	322
3.2	RIDUZIONE DEL RISCHIO PER I LAVORATORI	323
3.2.1	Individuazione e caratterizzazione delle sorgenti di rumore	324
3.2.2	Spazi e caratteristiche geometriche dello stabilimento	324
3.2.3	Stima dei livelli di esposizione negli ambienti di lavoro	326
3.2.4	Definizione degli obiettivi acustici da raggiungere	327
3.2.5	Interventi sul <i>lay-out</i>	327
3.2.6	Trattamenti fonoassorbenti ambientali	330
4	PRESTAZIONI ACUSTICHE E CRITERI DI PROGETTAZIONE E BONIFICA PER SPECIFICI LUOGHI DI LAVORO	333
4.1	PARAMETRI DA CONTROLLARE E VALORI DI RIFERIMENTO	335
4.1.1	Uffici	337
4.1.2	Attività commerciali	338
4.1.3	Ambienti comunitari e di pubblico spettacolo: discoteche	340
4.1.4	Ambienti scolastici	342
4.1.5	Strutture sanitarie	344
4.2	SINTESI DEI REQUISITI E DEGLI STANDARD ACUSTICI	346

5	CRITERI ACUSTICI DI ACQUISTO DI MACCHINE, ATTREZZATURE E IMPIANTI	349
5.1	REQUISITI ACUSTICI PREVISTI DALLA LEGISLAZIONE	349
5.1.1	Provvedimenti legislativi di carattere generale	350
5.1.2	Provvedimenti legislativi di carattere specifico	352
5.2	SPECIFICHE DI ACQUISTO E DI ACCETTAZIONE	354
5.3	INDICAZIONI PER LA VIGILANZA E CONTROLLO DELLE ASL	356
6	BONIFICA ACUSTICA DI MACCHINE, ATTREZZATURE E IMPIANTI	362
6.1	CONTROLLO DEL RUMORE ALLA SORGENTE	363
6.1.1	Elementi metodologici per la bonifica	365
6.1.2	Bonifica delle sorgenti sonore primarie	366
6.1.3	Bonifica delle sorgenti sonore secondarie	367
6.1.4	Esame di un caso	368
6.2	INTERVENTI SULLA TRASMISSIONE E SULLA PROPAGAZIONE DEL RUMORE	369
6.2.1	Cabine acustiche (Coperture integrali)	371
6.2.2	Cappottature acustiche (Coperture parziali)	373
6.2.3	Schermi e barriere acustiche	373
6.2.4	Silenziatori	375
6.2.5	Interventi sulla propagazione per via solida	376
6.2.6	Interventi di controllo attivo del rumore e delle vibrazioni	378
6.2.7	Cabine per operatori	379
6.2.8	Trattamenti fonoassorbenti ambientali	380
6.3	MANUTENZIONE E CONTROLLO DELLA RUMOROSITÀ	380
7	COLLAUDO ACUSTICO IN OPERA DEGLI INTERVENTI DI CONTROLLO DEL RUMORE	381
8	BIBLIOGRAFIA	383
8.1	BIBLIOGRAFIA GENERALE	383
8.1	BIBLIOGRAFIA SPECIFICA	384
9	GLOSSARIO	389
Credits		396

SECONDO LIVELLO
Schede di approfondimento
*(solo su CD ROM, su www.ispesl.it o
www.ausl.mo.it/dsp/spsal/spsal_coord_interregionale.htm)*

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	

TERZO LIVELLO

Banche dati

(solo su CD ROM, su www.ispesl.it o
www.ausl.mo.it/dsp/spsal/spsal_coord_interregionale.htm)

A	Normativa	
A.1	Legislazione comunitaria	
A.2	Legislazione nazionale e regionale	
A.3	Normativa tecnica internazionale	
A.4	Normativa tecnica europea e nazionale	
B	Materiali	
B.1	Materiali e tecnologie per il fonoassorbimento	
B.2	Materiali e tecnologie per il fonoisolamento	
B.3	Materiali smorzanti e antivibranti	
B.4	Strumentazione e codici di calcolo previsionali per l'acustica	
C	Realizzazioni	
C.1	Interventi sulle sorgenti	
C.2	Coperture totali o parziali	
C.3	Sistemi schermanti	
C.4	Trattamenti fonoassorbenti	
C.5	Sistemi silenzianti	
C.6	Cabine per operatore	
C.7	Sistemi antivibranti	
C.8	Interventi sul <i>lay-out</i>	
C.9	Sistemi per l'edilizia	



**CONFERENZA DEI PRESIDENTI
DELLE REGIONI E DELLE
PROVINCE AUTONOME**



**ISTITUTO SUPERIORE PER LA
PREVENZIONE E LA
SICUREZZA DEL LAVORO**

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

Manuale di buona pratica

**PRIMO LIVELLO
LINEE GUIDA**

1. OBIETTIVI E DESTINATARI DEL MANUALE

1.1. I COSTI DELLA MANCATA PREVENZIONE

Come noto, purtroppo, il rumore costituisce ancora oggi, a più di venti anni dalla emanazione della direttiva 86/188/CEE, la prima direttiva europea su questo fattore di rischio lavorativo, la causa della tecnopatia denunciata all'INAIL con maggiore frequenza, con un'incidenza percentuale media, prendendo a riferimento gli ultimi anni nei quali si dispone di dati sufficientemente sedimentati, dell'ordine del 25% sul totale dei casi di malattie professionali. Come si può vedere dalla Tabella 1.1 sotto riportata, nel periodo compreso tra il 2003 e il 2007 l'INAIL ha provveduto all'indennizzo nel comparto industria, servizi, agricoltura e dipendenti conto Stato di circa 4.600 nuovi casi di ipoacusia professionale da rumore. Da notare che il dato delle ipoacusie non tabellate denunciate sopravanza quello delle tabellate³.

Il fenomeno delle *ipoacusie e sordità da rumore* è quindi ancora imponente, anche se il suo andamento generale, come riportato in Tabella 1.1, evidenzia un importante e costante contenimento passando dai 12.475 casi denunciati nel 1989 ai 5.865 casi denunciati ad oggi del 2007.

Tabella 1.1: Ipoacusie professionali manifestatesi nel periodo 2003-2007 e indennizzate a tutto il 30.04.2008 per anno – Industria e Servizi e Agricoltura. (Fonte: INAIL, Rapporto annuale 2007)

ANNO	IPOACUSIE TABELLATE		IPOACUSIE NON TABELLATE		TOTALE IPOACUSIE		TOTALE MALATTIE PROFESSIONALI	
	D.	I.	D.	I.	D.	I.	D.	I.
2003	2.438	452	4.624	628	7.062	1.080	25.220	4.740
2004	2.011	398	5.461	608	7.472	1.006	26.484	4.941
2005	1.392	306	5.610	623	7.002	929	26.628	5.111
2006	1.298	317	5.081	597	6.379	914	26.633	5.210
2007	1.073	210	4.792	437	5.865	677	28.497	4.112

Legenda. D: denunciate; I: indennizzate

Per dare un'idea dei costi sociali diretti delle ipoacusie professionali, ci pare importante evidenziare che le rendite totali in gestione dall'INAIL nell'anno 1999 ammontavano a un totale di circa 300 milioni di Euro. Per contro, a titolo di esempio, si è stimato che in un'azienda che abbia 100 lavoratori esposti a livelli di 95 dB(A), ci si debba attendere un aumento del premio assicurativo pari a 1.800 € l'anno. Queste somme potrebbero essere utilizzate per interventi di prevenzione tecnica primaria e secondaria nell'ambito di un programma aziendale di breve-medio periodo, con tutti i vantaggi in termini di riduzione drastica dell'incidenza

³ Le malattie non tabellate sono patologie lavoro-correlate per le quali spetta al lavoratore la dimostrazione del nesso causale, ai sensi della sentenza della sentenza della Corte Costituzionale n. 206/1988.

futura delle ipoacusie e la miglior qualità di lavoro ottenibile nell'ambiente silenziato.

Gli interventi tecnici di riduzione del rischio rumore, strada maestra per la riduzione dell'incidenza di questa tecnopatia, quasi mai considerano i risparmi in termini di costi sociali delle ipoacusie professionali e scontano spesso da parte delle Aziende, soprattutto quelle di piccole e medie dimensioni, una insufficiente sensibilità nella valutazione della redditività di questo tipo di investimenti in prevenzione.

Per facilitare il reperimento delle risorse economiche necessarie per la bonifica degli ambienti di lavoro, l'INAIL ha messo in atto già nel 2002 il progetto "Incentivi alla Prevenzione - Programmi di adeguamento", accollandosi gli interessi sul capitale necessario per attuare gli interventi di riduzione dei rischi aziendali, compresi quelli legati alla riduzione del rumore. Per i progetti più meritevoli, è stato previsto anche il finanziamento a fondo perduto fino al 30% in conto capitale.

Tale iniziativa è stata replicata nel 2004 e nel 2006, passando quindi dalla fase sperimentale alla istituzionalizzazione degli incentivi alle imprese, in modo da fornire un sostegno permanente agli imprenditori per mettere in atto programmi di adeguamento delle strutture e dell'organizzazione in tema di sicurezza e igiene sul lavoro e, in particolare, quanto indicato in questo Manuale anche nella certezza che la riduzione del rumore, oltre che un obbligo di natura morale e giuridica, rappresenti concretamente un investimento, quanto meno nel medio-lungo periodo.

1.2. DESTINATARI DEL MANUALE

Con le indicazioni contenute in questo Manuale, che si pongono in continuità ideale e tecnico-metodologica con le Linee Guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro pubblicate alla fine del 2000, e con le recenti indicazioni operative per l'applicazione del Titolo VIII del D.Lgs. 81/2008, si intende colmare quel vuoto di conoscenze e soprattutto di indirizzi e di indicazioni pratiche in un campo – quello delle bonifiche acustiche – ristretto a pochi esperti e dove non è facile reperire informazioni e indicazioni tecniche attendibili.

Le presenti indicazioni sono quindi indirizzate in primo luogo ai soggetti aziendali ed extra aziendali che la legislazione individua come i soggetti su cui gravano specifici obblighi per la riduzione del rischio rumore nei luoghi di lavoro. Ci si riferisce innanzitutto ai datori di lavoro, che sono i primi depositari degli obblighi di sicurezza nei confronti dei loro lavoratori, ovvero, più spesso, ai loro consulenti (progettisti, valutatori, realizzatori di bonifiche acustiche ...) o delegati (dirigenti, R-SPP: Responsabili dei Servizi di Prevenzione e Protezione ...). Inoltre, anche altre importanti figure della prevenzione quali i produttori di macchine, gli stessi Rappresentanti dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS) ed i Medici Competenti, troveranno molteplici riferimenti al loro ruolo.

Soprattutto nella stesura del testo del 1° Livello si è cercato di avere particolare attenzione, oltre che alla tradizionale realtà industriale, alle problematiche delle piccole e medie imprese, delle amministrazioni pubbliche, del terziario (come uffici, commercio, scuole e strutture sanitarie) dove, per carenza di figure professionali

specialistiche o per una solo recente apertura ai temi della sicurezza, ci è parsa più forte l'esigenza di indirizzi operativi.

D'altra parte, in ottemperanza alla missione istituzionale dell'ISPESL quale organo tecnico-scientifico del Servizio Sanitario Nazionale e a riprova del ruolo primario del Coordinamento tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome, le indicazioni di questo Manuale sono anche rivolte ai Dipartimenti di Prevenzione delle Aziende Unità Sanitarie Locali, i cui operatori svolgono quotidianamente una azione diffusa di prevenzione e di vigilanza nei luoghi di lavoro.

L'auspicio di tutti coloro che hanno redatto le presenti indicazioni è che esse costituiscano un ausilio importante per l'attività generale di controllo svolte dai servizi di vigilanza, con l'obiettivo primario di favorire l'uniformità dei comportamenti sul territorio nazionale, anche nel caso di indagini giudiziarie e di accertamenti da effettuarsi per ipoacusie denunciate. Si reputa che le indicazioni metodologiche e le soluzioni pratiche realizzate nelle varie realtà produttive e riportate al Terzo Livello di questo Manuale saranno di particolare utilità ai fini dei provvedimenti di prescrizione e di disposizione adottati dagli ispettori di vigilanza.

Infine, le presenti indicazioni di buona tecnica costituiscono anche un valido contributo italiano all'attività dell'Agenzia Europea per la Sicurezza e la Salute nei luoghi di Lavoro di Bilbao (Spagna), di cui l'ISPESL è Focal Point per l'Italia.

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

La legislazione sul controllo del rumore nei luoghi di lavoro è andata incontro negli anni a tre fondamentali modifiche: dal 1956 al 1991 il riferimento era contenuto nel D.P.R. 303/56 sostituito, con un forte impatto sulle aziende, dall'emanazione del D.Lgs.277/91 in recepimento della prima direttiva europea sul rumore 86/188/CEE. Oggi siamo invece di fronte al recepimento della seconda direttiva 2003/10/CE, inserito nella legislazione italiana prima con il Titolo V-bis del D.Lgs.626/94, poi dal Capo II del Titolo VIII del D.Lgs.81/2008 e relative disposizioni integrative e correttive.

Tuttavia, in tema di esposizione al rischio rumore sui luoghi di lavoro, il quadro legislativo attuale discende anche da un'altra fondamentale direttiva comunitaria inerente il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro: la direttiva quadro 89/391/CEE recepita in Italia prima col D.Lgs.626/94 e poi con il Titolo I del D.Lgs.81/2008 e successive modifiche e integrazioni.

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, da ultimo, del Titolo I del D.Lgs.81/2008 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.

E' importante sottolineare la stretta connessione tra Titolo I del D.Lgs.81/2008 (norma generale di riferimento per la sicurezza sul lavoro) e Titolo VIII, Capo II (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: quello 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, i risultati ottenuti nelle realtà aziendali non sono stati particolarmente soddisfacenti e neppure si è percepita negli ultimi anni una tendenza al miglioramento della situazione.

Come discusso nel Capitolo 1, le bonifiche acustiche, oltre che un dovere morale ed un obbligo sociale penalmente sanzionato, possono rappresentare un investimento. Inoltre la loro realizzazione è spesso ostacolata da una carente informazione tecnica sia dei datori di lavoro che, purtroppo, dei loro consulenti.

Per colmare queste carenze ed in ottemperanza agli scopi istituzionali, l'ISPESL ed il Coordinamento delle Regioni e delle Province autonome hanno predisposto questo Manuale che rappresenta una ideale continuazione del precedente documento ISPESL/Coordinamento Regioni, le "Linee Guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro, la redazione dei rapporti di valutazione e la gestione degli adempimenti conseguenti". Quest'ultime dovranno essere aggiornate al recente D.Lgs.81/2008 ed essere sottoposte per la valutazione e la validazione alla Conferenza Stato-Regioni.

Ricordiamo che il presente Manuale è stato diffuso in oltre 15.000 copie ed è reperibile, nella sua versione aggiornata, presso il sito web dell'ISPESL all'indirizzo:

www.ispesl.it/Linee_guida/tecniche/ManBPrumore/indexMBP.htm

e presso il sito web del Coordinamento Tecnico delle Regioni all'indirizzo:

www.ausl.mo.it/dsp/spsal/spsal_lg_coord_interregionale.htm

2.1. VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE

In generale, la valutazione dei rischi è un processo tecnico di conoscenza finalizzato alla riduzione ed al controllo dei rischi attraverso una serie di interventi, tra i quali l'adozione di misure tecniche, organizzative e procedurali, l'effettuazione di controlli sanitari preventivi e periodici, la costante ed adeguata informazione e formazione degli addetti.

Sul versante specifico del rumore è il D.Lgs.81/2008 che, in particolare nel Titolo VIII e nei suoi Capi I e II, stabilisce le modalità esecutive ed i requisiti della valutazione del rischio e del Rapporto di Valutazione, richiamando più volte che l'obiettivo generale della valutazione del rischio è identificare le azioni che

permettano la riduzione del rischio per una sua corretta gestione (controllo del rischio).

In maniera più analitica si può sostenere che la Relazione Tecnica che sta alla base della valutazione del rischio rumore deve consentire di:

- 1) identificare le sorgenti/attività sulle quali attuare misure tecniche, organizzative o procedurali per il controllo del rischio, individuando le modalità ottimali di intervento;
- 2) definire i livelli di esposizione personale al rumore (L_{EX}) e le condizioni accentuanti il rischio (in particolare: presenza di rumori impulsivi, di lavoratori particolarmente sensibili, di sostanze ototossiche e di vibrazioni) al fine di identificare i lavoratori destinatari di protocolli specifici di prevenzione (controlli sanitari, esigenze di informazione/formazione, fornitura/obbligo d'uso dei DPI uditivi);
- 3) valutare dell'efficienza e dell'efficacia dei DPI uditivi.
- 4) identificare i luoghi di lavoro su cui si applicano protocolli specifici di prevenzione (ad esempio: segnalazione/perimetrazione dei luoghi di lavoro con livello equivalente sonoro $L_{Aeq} > 85$ dB(A) e/o livello di picco $L_{picco} > 137$ dB (C));

Ecco allora che una tale Relazione Tecnica pone realmente il datore di lavoro in condizione di decidere le azioni da intraprendere per mettere il rischio sotto controllo, indicando il programma operativo conseguente sul Rapporto di Valutazione.

In definitiva, la valutazione del rischio da rumore, secondo quanto previsto dal D.Lgs.81/2008, è innanzitutto un processo tecnico di conoscenza della rumorosità presente nella realtà produttiva oggetto della valutazione e dell'esposizione personale al rumore degli addetti che vi operano. Tale processo di conoscenza non deve però rimanere fine a se stesso, ovvero non deve consistere in una mera "fotografia" dell'esistente seguita da una serie di adempimenti minimi ed esplicitati dalla legge. Piuttosto esso deve essere finalizzato alla riduzione ed al controllo dei rischi attraverso l'adozione di specifiche misure tecniche, organizzative e procedurali che la legge non ha voluto (né avrebbe potuto) dettagliare (se non fissando principi di carattere generale quali la prevalenza delle misure alla fonte o delle misure di prevenzione collettiva rispetto a quelle di protezione sulla persona), anche per non ingerire nelle scelte tipiche del datore di lavoro.

2.2. STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO

Come noto, la riduzione del rumore può essere attuata adottando vari provvedimenti tecnici, preventivi e protettivi. Questi provvedimenti possono consistere in una riduzione del rumore alla fonte (sulle macchine, sui processi di lavorazione), sul percorso di propagazione (con cabine acustiche, schermi, trattamenti fonoassorbenti ambientali...) o con misure sull'operatore (cabine di riposo acustico, turnazioni, DPI uditivi...).

L'adozione dell'uno o dell'altro tipo di soluzione non è indifferente: la legislazione, ed in particolare l'art. 15 del D.Lgs.81/2008, fissa una sequenza inequivocabile che privilegia i provvedimenti volti all'eliminazione o alla riduzione del rischio alla fonte ed i provvedimenti di tipo collettivo su quelli individuali.

Ecco allora che i metodi di riduzione del rumore sul posto di lavoro devono sempre essere ispirati a tale percorso logico e tecnico-metodologico che corrisponde anche all'efficacia attesa del provvedimento.

È noto infatti che i vantaggi maggiori in termini di decibel si possono ottenere agendo sulle macchine, in fase progettuale o in opera, intervenendo sui meccanismi fisici di generazione del rumore oppure intercettando il rumore prima che si propaghi all'ambiente di lavoro. Tuttavia, anche le attenuazioni dei livelli sonori che si possono ottenere tramite il trattamento fonoassorbente ambientale, seppure inferiori in termini numerici rispetto ai precedenti, corrispondono a decibel "pesanti" dal punto di vista igienistico. Infatti, tali interventi consentono di ridurre i livelli sonori ambientali in tutto l'ambiente di lavoro (e quindi si ritrovano di pari entità come riduzione del livello di esposizione personale) e agiscono prevalentemente sulle componenti a media-alta frequenza, che sono quelle più pericolose per l'udito e le più fastidiose dal punto di vista ergonomico.

Solo a valle di questi interventi tecnici sulle fonti e sulle vie di propagazione del rumore, sulla base del cosiddetto rischio residuo, è corretto mettere in campo i provvedimenti di protezione dell'udito.

A seguito delle indicazioni ottenibili da una corretta valutazione del rischio, si stabiliscono gli obiettivi acustici e le possibili metodologie di intervento.

Esaminati tutti i possibili interventi tecnici in grado di garantire la riduzione della rumorosità desiderata e la loro fattibilità sulla base del grado di rispondenza alle condizioni al contorno richieste, la decisione sul tipo di intervento da adottare va maturata a valle di un confronto tecnico con lo staff aziendale della produzione, della manutenzione e della sicurezza (alla luce delle cosiddette informazioni "non acustiche") e della consultazione dei lavoratori e/o dei loro RLS. Questo processo è finalizzato alla salvaguardia sia delle esigenze funzionali e logistiche per la salute e la sicurezza degli operatori, sia della produttività e della manutenzione delle macchine e degli impianti.

A questo punto, scelta la soluzione che garantisce il migliore compromesso tra costi e benefici, si passerà così alla progettazione esecutiva ed alla realizzazione, prevedendo possibilmente anche delle verifiche intermedie.

Una volta ultimata l'opera si provvederà ad effettuare il collaudo acustico ed a verificare la riduzione del rumore così ottenuta.

Sulla base delle risultanze dell'intervento il datore di lavoro aggiornerà il Rapporto di Valutazione, se del caso rimodulando i relativi adempimenti di legge e aggiornando il programma di mantenimento e miglioramento.

In merito alla prima valutazione di fattibilità degli interventi, dato che da una corretta impostazione iniziale dipende molto spesso l'esito dell'intero intervento, si ritiene opportuno illustrare più in dettaglio le singole voci associate alle fasi summenzionate.

- **Entità della attenuazione sonora richiesta.**
Una attenta valutazione del livello di esposizione personale fornisce informazioni in merito all'attenuazione necessaria; dato che le diverse famiglie di interventi sono caratterizzate anche da diversi abbattimenti raggiungibili con ciascuna di esse, è utile definire prima la riduzione in dB che costituiscono l'obiettivo dell'intervento per poter così orientare correttamente la scelta (ad esempio: per riduzioni > 10 dB non ha senso ipotizzare un trattamento fonoassorbente ambientale). Spesso alla stessa riduzione si può pervenire attraverso strade diverse (ad esempio: una riduzione di 15 dB è ottenibile sia cambiando la tecnologia produttiva che con un intervento di chiusura della sorgente); in questo caso oltre al costo occorrerà valutare particolarmente i vincoli esistenti e quelli eventualmente associati all'intervento.
- **Vincoli esistenti.**
È indispensabile conoscere a fondo le condizioni di funzionamento dell'impianto oggetto dell'insonorizzazione in modo da non proporre soluzioni acusticamente valide ma non utilizzabili per motivi di carattere gestionale. Ad esempio: in una cabina acustica di una sorgente, un portello che viene aperto molto frequentemente inficia l'intervento; sarebbe più opportuno portare all'esterno della cabina il particolare sul quale si deve intervenire oppure prevedere un ingresso silenziato che, a fronte di una minore efficienza acustica, garantisce comunque sempre un congruo abbattimento. Per garantire una buona efficienza si consiglia di coinvolgere nel progetto oltre al costruttore, se possibile, anche gli operatori e gli addetti alla manutenzione.
- **Risorse disponibili.**
Il costo reale di un intervento insonorizzante va correttamente stimato in relazione al numero di persone che godono dei benefici indotti; occorre anche evidenziare che molto spesso si dovranno sostenere anche altri costi nascosti collegati direttamente alla scelta tecnica (ad esempio: l'eventuale aumento dei costi di fermo macchina per la manutenzione in caso di cabinatura totale della sorgente).

Infine, è indubbio che su questo processo giochino un ruolo fondamentale tanto il datore di lavoro e i suoi collaboratori quanto il tecnico incaricato della progettazione e della realizzazione degli interventi acustici. Quest'ultimo deve essere un professionista dotato di esperienza progettuale e applicativa specifica e quindi non necessariamente lo stesso che ha eseguito le misure fonometriche per la Valutazione del rumore.

Indicazioni per la scelta del consulente sono riportate nella Scheda n.7 del secondo livello.

Sulla base di queste considerazioni, di seguito si propone, con lo schema di Figura 2.1, la metodologia generale consigliata da questo manuale per la riduzione del rumore in ambiente di lavoro attraverso passaggi che saranno in dettaglio esaminati nei Capitoli seguenti e nelle Schede tecniche di approfondimento del secondo livello.

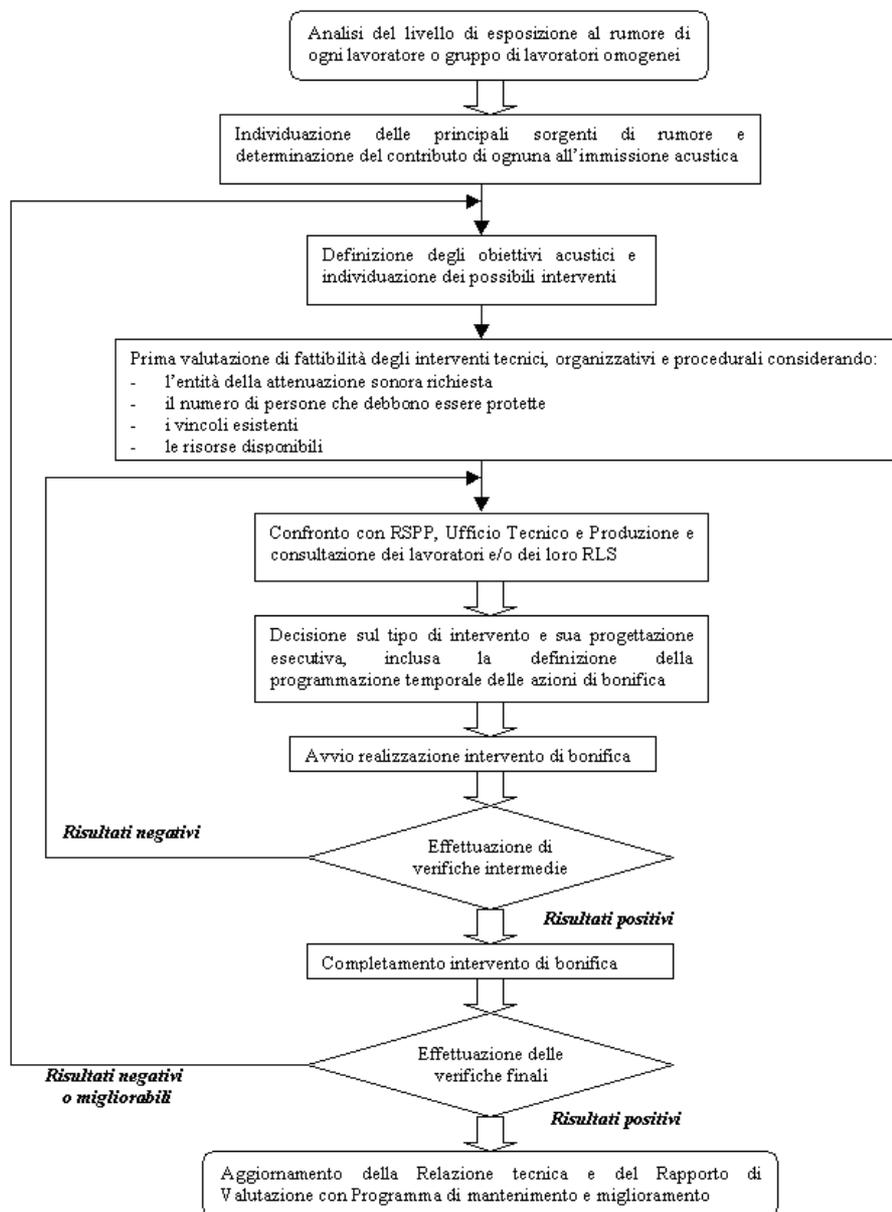


Figura 2.1: Processo di pianificazione e realizzazione delle opere di bonifica acustica

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

Nel progettare un nuovo stabilimento industriale vanno considerati numerosi fattori: dalla localizzazione dell'area dell'insediamento alla sua pianificazione, dal dimensionamento della struttura alla definizione del progetto di massima ed al suo perfezionamento sino al progetto esecutivo.

Tra i principali aspetti che concorrono a definire le caratteristiche progettuali degli edifici destinati ad attività produttive assumono una rilevanza fondamentale, da un lato l'organizzazione della produzione, dall'altro la possibilità di ampliare e modificare la struttura edilizia oggetto di progettazione.

Accanto all'attenzione tradizionalmente dedicata a questi aspetti di carattere tecnico-produttivo è però necessario rispettare anche le esigenze legate alla tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori, nonché all'integrazione dell'edificio e delle attività che vi si svolgeranno con il contesto esterno, esigenze queste definite da disposizioni di legge, da norme di buona tecnica e da conoscenze tecnico-scientifiche.

Nella moderna gestione delle imprese, le variabili sicurezza e ambiente sono riprese dai sistemi di gestione della qualità e quindi considerate anche come opportunità per recuperare ed accrescere la produttività, la qualità del bene o del servizio e, in definitiva, la competitività aziendale. Assolutamente concordi sono infatti i giudizi circa la riduzione dei costi sociali ed aziendali che si possono ottenere intervenendo sui rischi già in fase di progettazione.

È quindi evidente che la stesura di un progetto definitivo di un ambiente di lavoro debba essere frutto di un'attività multidisciplinare (ovviamente a livelli di complessità coerenti con la complessità del progetto), così come è evidente che tale progetto deve anche avvalersi delle conoscenze derivanti dall'esperienza di coloro che dell'impianto industriale costituiscono la base dirigenziale ed operativa. Per quanto riguarda la tutela della salute e della sicurezza del lavoro, come anticipato nel Capitolo 2, il confronto tecnico-operativo –ferme restando le responsabilità in capo al Datore di Lavoro, ai Dirigenti e ai Preposti– deve coinvolgere anche tutti i soggetti che hanno competenze aziendali specifiche, ed in particolare il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP) ed il Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS).

In questo Capitolo si è cercato di evidenziare, dal punto di vista acustico, gli aspetti metodologici connessi alla progettazione di una nuova attività produttiva o di ristrutturazione di aziende esistenti; infatti, molte delle considerazioni qui avanzate per i nuovi insediamenti produttivi sono utilizzabili anche per quelli esistenti, nonostante in questo caso i vincoli costituiti dalla struttura edilizia preesistente e dall'attività lavorativa che vi si svolge possono limitare il campo di applicabilità e l'efficacia degli interventi.

Negli ambienti destinati ad attività lavorative, gli aspetti del problema rumore a cui il progettista deve porre attenzione nell'elaborazione del progetto vengono tradizionalmente associati a due filoni fondamentali: la riduzione al minimo dell'impatto acustico nei confronti dell'esterno e la riduzione al minimo del rischio per i lavoratori.

I due aspetti, comunque, non dovrebbero essere affrontati in tempi differiti: dato che essi interagiscono fortemente, dovrebbero essere risolti congiuntamente. Nella Sezione C del terzo livello è riportata una rassegna di interventi di riduzione del rumore negli ambienti di lavoro industriali.

3.1. RIDUZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO

Dato per acquisito che l'azienda in progettazione si avvarrà delle macchine, attrezzature e impianti che garantiscono i minori livelli di emissione sonora, la riduzione dell'impatto acustico dell'insediamento industriale sull'ambiente circostante richiede che vengano affrontati con particolare attenzione problemi quali:

- l'ubicazione dell'insediamento;
- la collocazione dello stabilimento, la logistica e la disposizione delle sorgenti interne;
- la disposizione delle sorgenti esterne;
- l'isolamento acustico.

3.1.1. Ubicazione dell'insediamento e aspetti normativi

La "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n. 447 del 6 ottobre 1995⁴, all'articolo 8 ha introdotto l'obbligo di effettuare la valutazione preventiva di impatto acustico dei nuovi insediamenti produttivi.

A questo proposito, il primo aspetto da considerare a livello progettuale è l'individuazione del clima acustico dell'area di insediamento e di quella circostante al fine del rispetto dei valori limite assoluti di emissione (misurati in prossimità delle sorgenti e in corrispondenza dei ricettori) e di immissione (misurati in prossimità dei ricettori) prescritti dalla vigente normativa e riportati in Tabella 3.1.

Tabella 3.1: Valori limite assoluti di immissione prescritti dall'art. 3 del D.P.C.M. 14/11/97

Classe del territorio	Limite diurno L_{Aeq} dB(A)	Limite notturno L_{Aeq} dB(A)
I - aree particolarmente protette	50	40
II - aree prevalentemente residenziali	55	45
III - aree di tipo misto	60	50
IV - aree di intensa attività umana	65	55
V - aree prevalentemente industriali	70	60
VI - aree esclusivamente industriali	70	70

La valutazione di compatibilità acustica dell'insediamento dovrà fare riferimento al piano di zonizzazione acustica adottato dal Comune. Qualora questo piano non sia stato ancora approvato, si raccomanda di valutare la probabile classificazione che

⁴ Il D.Lgs. 194/2005 ha recepito la nuova direttiva 2002/49/CE sul rumore ambientale, ma di fatto ancora non ha modificato nulla della L.Q. 447/95 e dei decreti applicativi.

verrà adottata per l'area di insediamento e per le aree limitrofe, sulla base del piano regolatore comunale e della destinazione d'uso delle aree stesse. Ciò in quanto, come si evince dalla Tabella 3.2, non necessariamente i limiti provvisori di zona (tratti dall'art. 6 del D.P.C.M. 01/03/91) coincideranno con i limiti di zona valevoli a seguito dell'adozione da parte del Comune della zonizzazione acustica. In particolare va sottolineato che i limiti provvisori assegnati a "tutto il territorio nazionale", coincidendo con i limiti della classe V "aree prevalentemente industriali", risultano incompatibili con quelli delle aree a carattere residenziale (classe II) e a intensa attività umana (classe IV).

Tabella 3.2: Confronto tra classificazione acustica prescritta dalla vigente normativa e limiti provvisori applicabili in attesa che i Comuni provvedano alla zonizzazione acustica

Classe del territorio (art.3, D.P.C.M. 14/11/97)	Classificazione provvisoria (art.6, D.P.C.M. 01/03/91)	Limite diurno L_{Aeq} dB(A)	Limite notturno L_{Aeq} dB(A)
III - aree di tipo misto	zona B	60	50
IV - aree di intensa attività umana	zona A	65	55
V - aree prevalentemente industriali	tutto il territorio nazionale	70	60
VI - aree esclusivamente industriali	zona esclusivamente industriale	70	70

Si può quindi sintetizzare affermando che l'area per l'insediamento va scelta considerando:

- a) il piano di classificazione acustica comunale (approvato o previsto);
- b) i valori limite assoluti di immissione (fissati o prevedibili) per detta area e per le aree limitrofe;
- c) il rumore prodotto da eventuali altri insediamenti caratterizzanti acusticamente l'area in esame.

Il rumore emesso dallo stabilimento in via di realizzazione dovrà poi rispettare i limiti riportati nella Tabella 3.3. Detti limiti si applicano a tutte le aree del territorio circostanti l'insediamento in oggetto secondo la loro classificazione acustica.

Per tutte le aree, ad eccezione di quelle esclusivamente industriali, occorrerà inoltre prevedere il rispetto (nel funzionamento a regime) dei valori limite differenziali, definiti dallo stesso D.P.C.M. 14/11/97, che impongono che il rumore ambientale (complessivo) non superi il rumore residuo (presente durante la disattivazione della sorgente disturbante) di oltre 5 dB(A) in periodo diurno e di oltre 3 dB(A) in periodo notturno.

Nel valutare il rispetto dei limiti suddetti si dovrà infine porre attenzione alla presenza di eventuali caratteristiche impulsive, tonali o di bassa frequenza che, secondo lo stesso D.P.C.M. 14/11/97, penalizzano il rumore prodotto.

Come ultima annotazione si rammenta che i limiti di immissione e di emissione, misurati all'esterno delle abitazioni, riguardano l'intero periodo di riferimento (diurno 06-22, notturno 22-06), mentre i limiti differenziali, misurati all'interno

delle abitazioni a finestre aperte e/o chiuse, si riferiscono ad un periodo rappresentativo del fenomeno in esame.

Tabella 3.3: Valori limite di emissione prescritti dalla vigente normativa (art. 2, D.P.C.M. 14/11/97)

Classe del territorio	Limite diurno L_{Aeq} dB(A)	Limite notturno L_{Aeq} dB(A)
I - aree particolarmente protette	45	35
II - aree prevalentemente residenziali	50	40
III - aree di tipo misto	55	45
IV - aree di intensa attività umana	60	50
V - aree prevalentemente industriali	65	55
VI - aree esclusivamente industriali	65	65

3.1.2. Collocazione dello stabilimento e disposizione delle sorgenti interne

Una volta che l'area per l'insediamento sia già definita, compatibilmente con i vincoli urbanistici è opportuno allontanare il più possibile lo stabilimento dai ricettori sensibili potenzialmente disturbati quali abitazioni, scuole, ospedali, altre aziende ecc. Ad esempio, se è prevista una palazzina uffici annessa allo stabilimento, questa può essere interposta tra lo stabilimento e i ricettori, come riportato nella Figura 3.1.

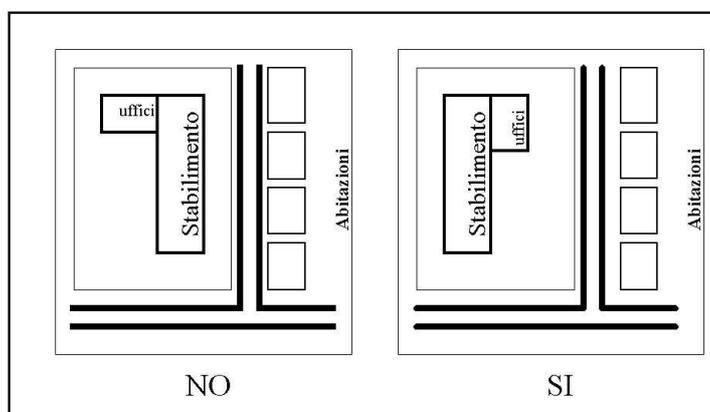


Figura 3.1: Interposizione della palazzina uffici tra lo stabilimento e le abitazioni

Inoltre, anche se la modalità ottimale di controllo della propagazione acustica è di intervenire potenziando l'isolamento acustico degli involucri, in tutti i casi in cui questo è possibile, la distribuzione delle sorgenti all'interno dello stabilimento è opportuno venga realizzata in modo che l'impatto acustico verso i ricettori sia il più possibile contenuto: i reparti in cui si svolgeranno le attività più disturbanti (es.: martellamento) o in cui saranno installate le macchine più rumorose (es.: magli, presse, telai, ...) andranno più opportunamente collocati nella zona opposta a quella

in cui si affacciano i ricettori. Tutto ciò a maggior ragione se si pensa di operare (anche parzialmente, nella stagione estiva o per la movimentazione dei materiali) con i portoni dello stabilimento aperti.

3.1.3. Disposizione delle sorgenti esterne

Per minimizzare le emissioni sonore, particolare attenzione va posta nella disposizione delle sorgenti di rumore all'esterno dello stabilimento.

Le sorgenti di tipo fisso (impianti di trattamento dell'aria, compressori, pompe, torri evaporative ecc.) vanno preferibilmente collocate il più lontano possibile dai ricettori prossimi (vedi Figura 3.2) ed il loro impatto acustico va valutato preventivamente sulla base di modelli matematici. Qualora queste previsioni evidenzino possibili superamenti dei valori limite (di immissione, di emissione, differenziali) occorrerà intervenire sulle sorgenti acquistando macchinari a bassa emissione sonora o intervenendo con adeguate bonifiche (schermi o barriere, silenziatori, ecc.).

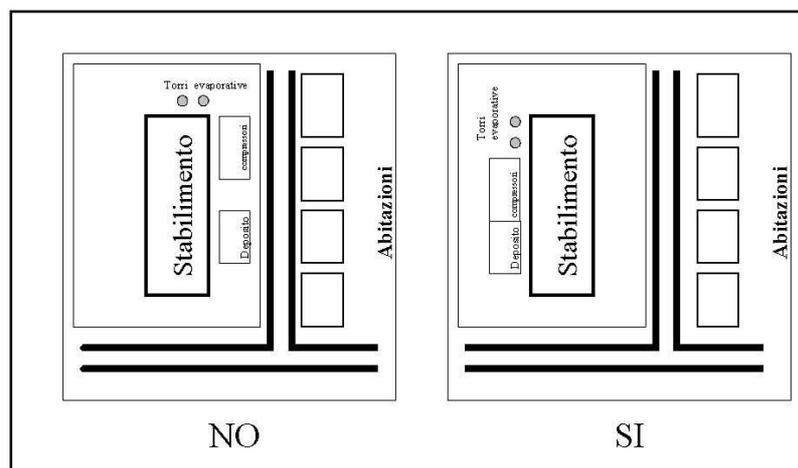


Figura 3.2: Esempio di interposizione dello stabilimento tra sorgenti fisse esterne e ricettori potenzialmente disturbati

Oltre alle sorgenti di tipo fisso, nella localizzazione e nell'orientamento dello stabilimento vanno considerate anche le attività svolte all'esterno che possono rappresentare importanti fonti di inquinamento acustico e principalmente:

- eventuali attività svolte all'aperto associate al ciclo produttivo (lavori di demolizione; collaudi, manutenzione e pulizia di macchinari e impianti; smerigliatura, martellatura ...);
- attività di movimentazione, carico, scarico, deposito di materie prime e rifiuti;
- traffico indotto.

Anche per tali attività andrà effettuata una valutazione preventiva di impatto acustico prevedendo eventualmente bonifiche acustiche, in accordo con quanto sopra esposto per le sorgenti fisse.

In Figura 3.3 è riportato un esempio di ottimizzazione delle vie d'accesso allo stabilimento.

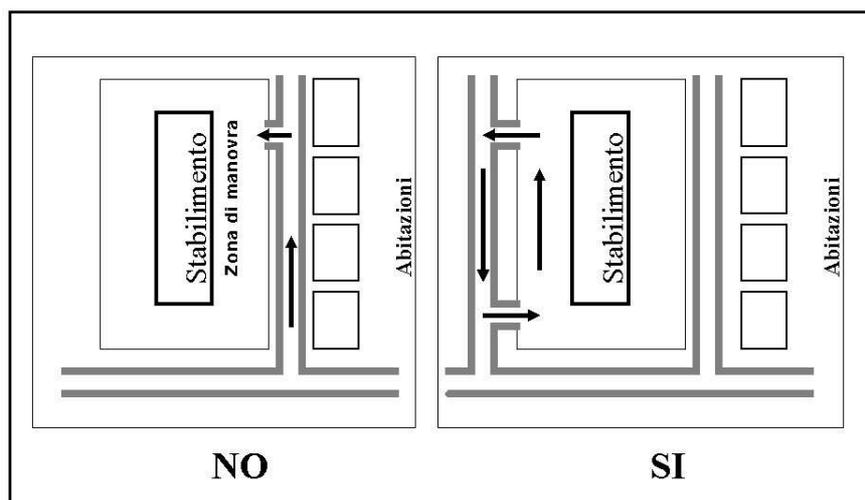


Figura 3.3: Esempio di pianificazione delle zone di manovra per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dal traffico indotto dalle attività industriali

3.1.4. Isolamento acustico

Nella normalità dei casi (insediamenti produttivi non eccessivamente rumorosi realizzati in lottizzazioni dedicate, circondati da aree acusticamente omogenee, nel rispetto delle distanze dai confini ...) l'isolamento acustico che deve essere fornito dagli involucri dell'edificio non dovrebbe presentare particolari esigenze progettuali. Qualora, invece, gli involucri siano destinati ad ospitare lavorazioni molto rumorose e/o ci si trovi di fronte a situazioni di prossimità con ricettori particolarmente esigenti quanto a livelli di rumore, il controllo del rumore prodotto all'interno dell'ambiente di lavoro e immesso all'esterno richiede un'accurata progettazione esecutiva del fabbricato. Di seguito è riportata la metodologia da seguire.

- Identificazione dei valori acustici da rispettare in corrispondenza del confine e dei ricettori.
- Stima, mediante tecniche di previsione basate su calcolo numerico e modelli di simulazione al computer, dei livelli di rumorosità massima che si possono propagare dallo stabilimento.
- Conoscenza dei livelli di emissione dei macchinari installati.

- d) Scelta delle caratteristiche fonoisolanti e delle dimensioni dei materiali costruttivi e dei vari componenti edilizi (coperture, tamponamenti, porte, portoni, serramenti, ecc.). Tale scelta dei componenti è effettuata sulla base dei criteri di valutazione dell'isolamento acustico prescritti dalle norme di buona tecnica (la norma UNI EN 12354-4:2003, la UNI EN ISO 140-5:2000).
- e) Progettazione tale da impedire la creazione di ponti acustici e la trasmissione del suono per via solida verso l'esterno causata da aperture nell'edificio o da intercapedini comunicanti verso l'esterno o per inadeguatezza dei basamenti.

Per chi si avvicina per la prima volta al problema dell'isolamento acustico, come regole generali, va tenuto presente quanto segue.

- a) L'isolamento del rumore trasmesso per via aerea determinato da divisori a parete singola dipende essenzialmente dalla loro massa; in genere un raddoppio della massa comporta un incremento di isolamento di circa 6 dB.
- b) A parità di massa, le pareti doppie possono presentare, se adeguatamente progettate, un isolamento superiore di circa 10 dB rispetto a quello delle pareti singole. A questo proposito va individuata la distanza ottimale tra le due pareti, vanno evitati collegamenti rigidi tra le stesse e vanno inseriti adeguati pannelli fonoassorbenti nell'intercapedine risultante.
- c) Rispetto alle pareti, le porte e le finestre forniscono generalmente un minor isolamento acustico.
- d) Nella stima dell'isolamento acustico determinato dalle pareti si deve tenere conto del fatto che il rendimento effettivo è quasi sempre inferiore al rendimento intrinseco delle pareti utilizzate ricavato dai certificati di laboratorio, a causa della trasmissione sonora laterale.

Nella Sezione B2 del terzo livello è riportata una ampia rassegna dei materiali e tecnologie per il fonoisolamento.

3.2. RIDUZIONE DEL RISCHIO PER I LAVORATORI

Come già più volte affermato, l'adozione di tutti gli accorgimenti necessari per ridurre il rumore o comunque l'esposizione degli addetti è contenuta negli obblighi generali previsti dagli articoli 15, 182 e 192 del D.Lgs.81/2008, tanto per la fase di progetto quanto per quella di conduzione di edifici ed aree destinate alla permanenza di lavoratori. In questo modo, relativamente alle caratteristiche acustiche dei locali, rientrano nelle disposizioni da rispettare le raccomandazioni di buona tecnica disponibili, ed in particolare le norme delle serie UNI EN ISO 11690 "Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario...".

Richiamato nuovamente l'assunto che l'azienda in fase di progettazione si avvarrà delle macchine, attrezzature e impianti che garantiscono i minori livelli di emissione sonora, la riduzione del rischio per i lavoratori richiede che vengano affrontati i seguenti aspetti:

- l'individuazione e la caratterizzazione delle sorgenti di rumore;
- l'analisi delle caratteristiche geometriche dello stabilimento;
- la stima dei livelli di esposizione personale dei lavoratori;

- la definizione degli obiettivi acustici;
- gli interventi di riduzione dell'esposizione.

3.2.1. Individuazione e caratterizzazione delle sorgenti di rumore

L'analisi della futura realtà lavorativa deve partire dall'individuazione delle sorgenti di rumore che determineranno significative emissioni sonore. Le stesse andranno poi caratterizzate acusticamente, acquisendo i dati necessari alle stime successive.

In generale, per ogni sorgente significativa, occorre conoscere i livelli di pressione sonora ed i livelli di picco che la stessa determina nel/nei posti di lavoro nonché il suo livello di potenza sonora. Ove possibile si rivela spesso utile disporre della direttività e dello spettro in frequenza della sorgente (in alcuni casi queste informazioni sono indispensabili).

Le informazioni di base sono desumibili da:

- i dati forniti dal costruttore (inseriti nel manuale d'uso previsto dalla direttiva macchine);
- misurazioni dirette sulle sorgenti sonore che saranno inserite nel nuovo ambiente di lavoro.

Fermi restando gli obblighi in capo al costruttore, qualora non fosse percorribile nessuna delle due vie precedentemente descritte, si può ovviare alla carenza ricorrendo a:

- misurazioni su sorgenti sonore acusticamente simili;
- dati ricavati dalla letteratura tecnica o da banche dati validate.

Ovviamente la precisione dei risultati che si consegue con queste seconde modalità è inferiore.

3.2.2. Spazi e caratteristiche geometriche dello stabilimento

Come noto, l'addensamento delle lavorazioni è una delle cause principali degli elevati livelli sonori presenti negli ambienti produttivi ed è da rilevare come l'ovvia contromisura di distanziare le macchine e gli impianti si scontri con l'esigenza di contenere al massimo gli spazi occupati dall'azienda.

Senza volerci addentrare più di tanto in questo (talvolta apparente) conflitto d'interessi, va evidenziato come nel caso di attività rumorose sia irrinunciabile tutelare gli spazi necessari alla bonifica acustica (esigenza particolarmente importante quando gli interventi sono sulla propagazione: cabine, cappottature ...) di tutte le principali sorgenti di rumore. La difesa dell'integrità uditiva dei lavoratori deve essere conseguita con le stesse attenzioni della tutela della sicurezza, dell'ergonomia e della salute da ogni altro rischio; ecco allora che l'aver eccessivamente avvicinato macchine o linee produttive non avendo tenuto conto dell'esigenza di bonificare acusticamente le sorgenti rumorose, configura l'infrazione delle norme sull'igiene e la sicurezza nei luoghi di lavoro.

Questo tipo di attenzione deve sempre essere presente nei progettisti e nei datori di lavoro che si accingono a definire le caratteristiche di un nuovo insediamento produttivo o di un ampliamento, ma non può sfuggire a chi:

- utilizza macchine con $L_{pA} > 80 \text{ dB(A)}$;
- occupa lavoratori con $L_{EX} > 80 \text{ dB(A)}$.

La pratica della valutazione presso le ASL dei nuovi insediamenti produttivi (ex art. 67, D.Lgs.81/2008) può contribuire a rendere prassi questi principi.

Le caratteristiche geometriche degli edifici produttivi che possono avere gli effetti più apprezzabili sui livelli di esposizione a rumore sono la forma della pianta e del soffitto. Ambienti di forma particolare, diversa dai parallelogrammi, sono da privilegiare in quanto consentono effetti acustici positivi di schermatura: ad esempio locali con pianta a L (Figura 3.4a) o a C (Figura 3.4b) di fatto determinano ambienti sostanzialmente separati (anche se in modo imperfetto) con indubbi vantaggi sotto il profilo della propagazione acustica.

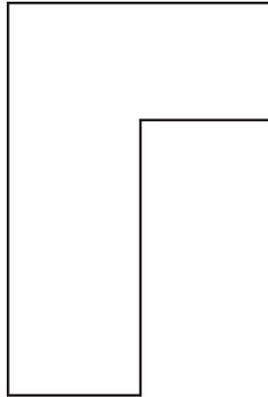


Figura 3.4a: Pianta di stabilimento a L

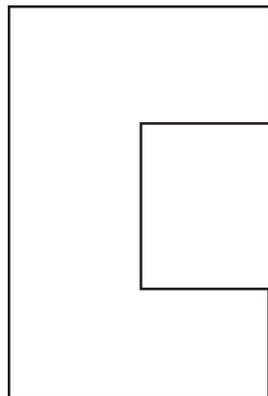


Figura 3.4b: Pianta di stabilimento a C

Relativamente alla forma del soffitto possono essere svolte le seguenti considerazioni:

- Il soffitto a volta (Figura 3.5a) è in generale da escludere, in quanto le riflessioni delle onde sonore possono determinare concentrazioni di rumore in particolari zone dell'ambiente.
- Preferibile è il soffitto piano orizzontale (Figura 3.5b) o, meglio ancora, inclinato (Figura 3.5c), poiché non causa anomale distribuzioni del livello sonoro.
- Più apprezzabili sono le soluzioni che consentono effetti di diffusione sonora (poiché presentano spigoli e configurazioni non regolari); tipico esempio è il soffitto a denti di sega (*sheds*) (Figura 3.5d).

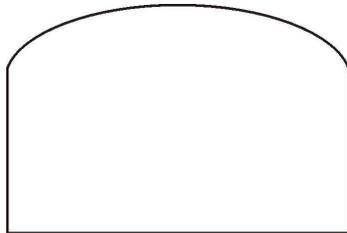


Figura 3.5a: Soffitto a volta

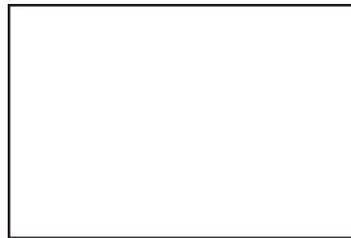


Figura 3.5b: Soffitto piano orizzontale

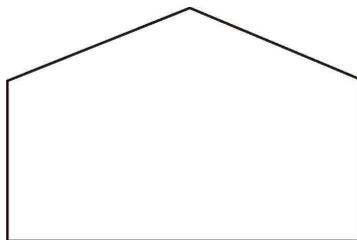


Figura 3.5c: Soffitto a doppia falda

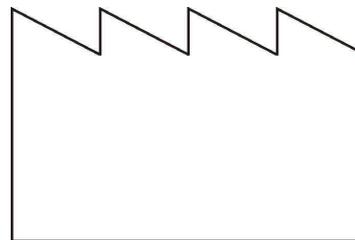


Figura 3.5d: Soffitto a denti di sega (*sheds*)

La forma del soffitto assume tanto meno importanza quanto più la zona sottostante è ingombra (es.: di tubazioni, strutture metalliche, ecc.), poiché in tal modo diminuisce il contributo delle riflessioni determinate dal soffitto e cresce l'effetto diffondente di tali elementi.

La forma del soffitto ha un effetto molto meno rilevante nel caso in cui sia previsto un trattamento fonoassorbente dello stesso, ad esempio un controsoffitto o un sistema di assorbimento costituito da pannelli sospesi (*baffles*).

3.2.3. Stima dei livelli di esposizione negli ambienti di lavoro

Sulla base dei dati acustici relativi alle sorgenti sonore e alle caratteristiche degli ambienti di lavoro, è possibile desumere, attraverso calcoli semplificati o modelli

matematici più complessi, il livello sonoro cui saranno esposti i lavoratori nelle varie aree dello stabilimento o impegnati nelle diverse attività.

Le formule più utilizzate per calcolare il livello di pressione sonora L_p esistente in un dato punto r di un ambiente industriale, richiedono la conoscenza del livello di potenza acustica della sorgente L_w , della sua direttività Q_0 , delle caratteristiche assorbenti del locale e della sua geometria (vedi le Schede n.1, 2 e 24 del secondo livello per maggiori dettagli).

Negli ultimi anni sono divenuti disponibili in commercio numerosi codici (modelli) di calcolo previsionale (una rassegna di quelli attualmente disponibili in commercio è riportata nella sezione B.4 del terzo livello), che permettono valutazioni più raffinate e in qualsiasi tipo di ambiente di lavoro (dal punto di vista della forma e degli ingombri). Si veda al riguardo la Scheda n.2 del secondo livello.

Una volta ottenuti i livelli di pressione sonora esistenti nell'ambiente è agevole ricostruire la futura esposizione dei lavoratori e ciò consente anche di individuare le priorità degli interventi.

3.2.4. Definizione degli obiettivi acustici da raggiungere

Ai fini della definizione degli obiettivi acustici da raggiungere nel nuovo insediamento produttivo o nella sua bonifica acustica si riportano di seguito i valori ottimali dei livelli equivalenti sonori ambientali e/o di esposizione al rumore consigliati dalla UNI EN ISO 11690-1:1998, paragrafo 7.1, e che si ritiene siano utilizzabili nella grande maggioranza dei casi:

- a) ambienti di lavoro di tipo industriale, da 75 a 80 dB(A);
- b) per lavoro d'ufficio o di routine, da 45 a 55 dB(A);
- c) per compiti che richiedono concentrazione, da 35 a 45 dB(A).

E' tuttavia da rilevare che in taluni settori produttivi o attività particolarmente problematiche (ad esempio: industria del ferro, industria del vetro, tessile, smerigliatura...) occorre necessariamente fare i conti con lo stato dell'arte dell'insonorizzazione delle macchine, attrezzature, impianti dello specifico settore che in alcuni casi non consente di raggiungere i valori sopracitati.

In questo Manuale sono analizzati i principali interventi di controllo del rumore che permettono il rispetto degli obiettivi prima richiamati. Ovviamente, l'accurata valutazione sulla percorribilità di ciascuna opzione tecnica diviene sempre più importante man mano che i livelli di esposizione salgono e non può certamente essere disattesa al superamento dei valori superiori di azione (85 dB(A) di L_{EX} e/o 137 dB(C) di picco).

3.2.5. Interventi sul lay-out

Una volta stabilito che occorre intervenire per contenere i livelli di esposizione dei lavoratori, sono disponibili diverse opportunità tecniche.

In questo paragrafo si tratteranno solo gli interventi di controllo del rumore che riguardano il *lay-out*; i trattamenti acustici ambientali sono discussi al successivo punto 3.2.6 e le macchine/attrezzature/impianti nel Capitolo 6.

a) Separazione delle attività non rumorose da quelle rumorose

Le attività non rumorose vanno separate da quelle particolarmente rumorose; a tal proposito si ricorda che ha pienamente valore giuridico il principio di tutela dalle esposizioni indebite sancito dall'Allegato IV, punto 2.1.4, del D.Lgs.81/2008.

In genere numerosi sono i lavoratori indebitamente esposti a rumore pur non essendo associati operativamente a macchine o attività rumorose. Si tratta di lavoratori che, in ambienti ad elevata rumorosità, svolgono attività ausiliarie caratterizzate, invece, da un basso livello di rumore, quali la pulizia, la manutenzione e la riparazione di singoli elementi, la pianificazione della produzione, l'imballaggio, la verifica o il collaudo del prodotto, ecc.

Al fine di limitare tale esposizione indebita si può:

- segregare le aree occupate dalle macchine rumorose;
- segregare le aree occupate dai lavoratori indebitamente esposti a rumore fin quasi a prefigurare cabine di riposo acustico multiutente (purché, ovviamente, di dimensioni accettabili e confortevoli, particolarmente quanto a ventilazione e illuminazione).

Dette segregazioni, particolarmente efficaci quanto più sporadici sono gli interventi sul ciclo produttivo nelle sue aree rumorose, vanno realizzate con pareti caratterizzate da un adeguato isolamento acustico - assorbimento acustico e particolare cura va posta nell'impedire la creazione di ponti acustici e la trasmissione del suono attraverso aperture e intercapedini. Anche le porte e/o i portoni di tali locali devono possedere caratteristiche fonoisolanti sufficienti ad impedire la propagazione del suono per via aerea.

Nell'impossibilità di segregare conviene concentrare macchine e attività rumorose in aree periferiche del reparto (ad esempio in prossimità di un'unica parete eventualmente rivestita di materiale fonoassorbente).

b) Schermatura di attività rumorose

Alcune attività particolarmente rumorose possono essere acusticamente isolate dal resto dell'ambiente di lavoro, pur dello stesso capannone, assicurando comunque una adeguata ventilazione, illuminazione e accesso. Questa soluzione si presta particolarmente per attività quali la pressatura, la molatura, la saldatura, il taglio e la trancitura, che hanno bisogno di rimanere collegate con le aree produttive vicine (ad es.: per carico/scarico con carri ponte). L'isolamento delle sorgenti dal resto dell'ambiente e/o il loro isolamento reciproco può essere realizzato mediante schermi acustici fonoisolanti-fonoassorbenti, fissi o mobili, che circondino, quanto più possibile la sorgente. Se le posizioni da separare acusticamente sono a ridosso delle pareti, gli schermi assumono in pianta, la forma a L o a T (Figura 3.6). In questo caso, l'interno delle pareti deve avere buon potere fonoassorbente (è normalmente da prevederne un trattamento acustico). In generale, l'efficacia della schermatura di sorgenti sonore è ottimale quanto più le condizioni acustiche ambientali sono

prossime a quelle di campo sonoro libero. Ciò significa che il trattamento acustico ambientale dell'area del soffitto sovrastante le zone schermate è quasi sempre una necessaria misura integrativa. Come schermi di separazione tra zone più rumorose e zone meno rumorose si possono utilizzare anche le aree di stoccaggio dei materiali (Figura 3.7). Per ulteriori approfondimenti vedi Scheda n.19.

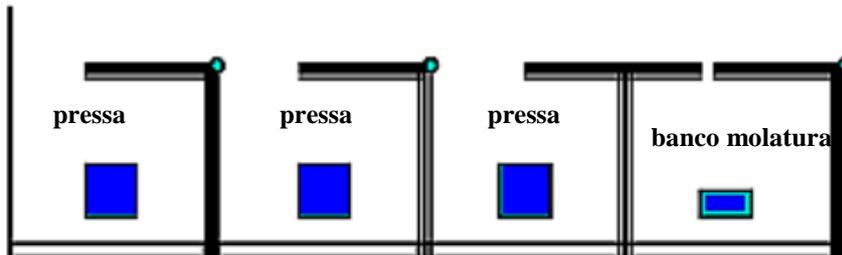


Figura 3.6: Schermi a forma di L o T

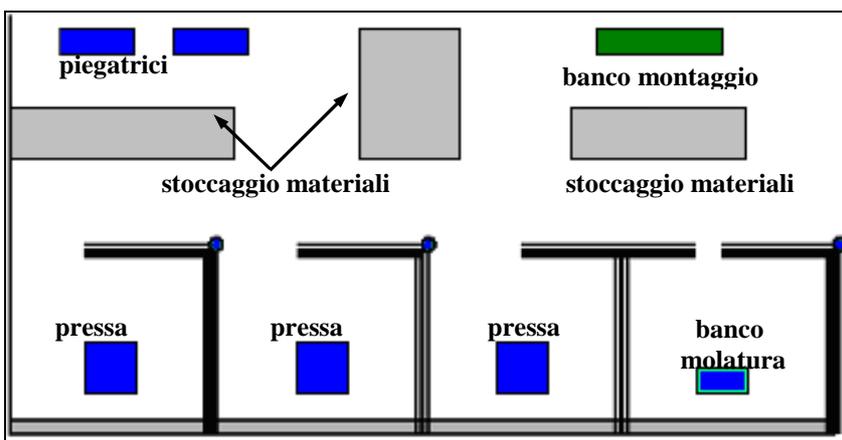


Figura 3.7: Aree di stoccaggio dei materiali utilizzate come schermi

c) Collocazione delle macchine rumorose

Va evitato di collocare sorgenti sonore in prossimità di una singola parete o peggio in corrispondenza dell'angolo formato da due pareti, con ciò indirizzando tutta l'energia acustica irradiata dalla sorgente nel solo spazio disponibile ove, quindi, si riscontreranno livelli di rumore più elevati.

Il rumore irradiato da una sorgente sonora è incrementato se questa è posta in prossimità di superfici acusticamente riflettenti; ovviamente il problema viene ridotto se le superfici riflettenti vengono rivestite con materiale fonoassorbente.

d) Automazione (allontanamento dell'operatore dalle sorgenti)

L'automazione in sé non abbassa i livelli di rumore nell'ambiente di lavoro; può invece contribuire a ridurre i livelli di esposizione in quanto permette di allontanare operatori da postazioni a rischio.

Tutte le volte in cui è possibile, si dovrebbero quindi utilizzare sistemi di comando a distanza o sistemi che permettano all'operatore di allontanarsi maggiormente dalla sorgente di rumore. Questa soluzione è particolarmente adatta ai casi in cui l'operatore staziona normalmente in una cabina di riposo acustico.

Inoltre, anche l'automazione delle lavorazioni (es.: effettuare una demolizione con una macchina operatrice piuttosto che con un martello demolitore manuale) consente l'allontanamento dell'operatore dalla sorgente rumorosa e la conseguente riduzione dell'esposizione. Nel caso in esempio alla riduzione dell'esposizione a rumore si può accompagnare la riduzione dell'esposizione a molti altri rischi per la salute, ed in particolar modo quelli da vibrazioni e polveri.

e) Uffici interni agli stabilimenti

Come criterio generale, non si devono porre gli uffici a ridosso di zone e/o macchine rumorose. In caso contrario occorre mettere in campo un'attenzione supplementare alle soluzioni e materiali affinché questi garantiscano il comfort acustico necessario per l'attività prevista.

Per tali ambienti occorrerà, quindi, rispettare i requisiti acustici indicati nel successivo paragrafo 4.1, fatto salvo che la prossimità di sorgenti particolarmente rumorose non richieda prestazioni maggiori.

Per concludere, si consideri che alcuni di questi interventi (con particolare riferimento ai punti a) e c)), troppo spesso trascurati, sono a basso costo, soprattutto se realizzati in fase di progettazione.

3.2.6. Trattamenti fonoassorbenti ambientali

I trattamenti fonoassorbenti ambientali sono un intervento la cui adozione va attentamente valutata.

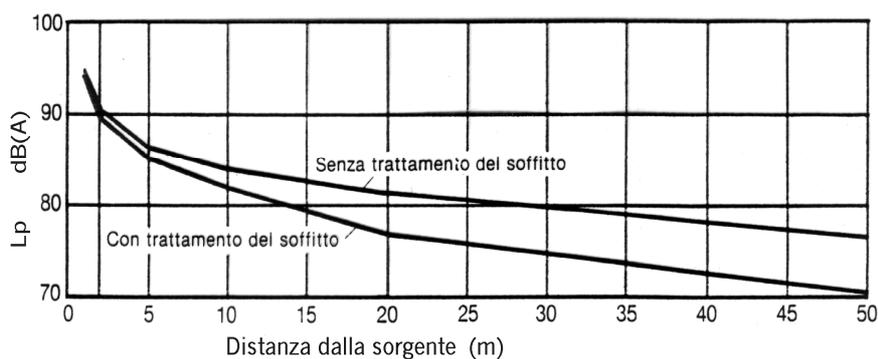


Figura 3.8: Curve di decremento del livello sonoro in funzione della distanza dalla sorgente misurate in un capannone industriale prima e dopo il trattamento del soffitto con pannelli fonoassorbenti sospesi (*baffles*)

Sia la teoria della propagazione del suono negli spazi confinati che i risultati sperimentali (vedi Figura 3.8) dimostrano infatti che nei comuni ambienti industriali le modificazioni apportabili al campo sonoro esistente al loro interno, attraverso i trattamenti fonoassorbenti delle superfici, comportano vantaggi apprezzabili (in termini di riduzione dei livelli sonori) solo a distanze significative dalla sorgente. Nel cosiddetto campo sonoro vicino (ossia in prossimità delle sorgenti) le differenze risultano spesso trascurabili.

Infatti, per gli operatori che lavorano a diretto contatto con le macchine, il livello di rumore a cui sono esposti è determinato in misura prevalente dall'energia sonora irradiata per via diretta dalla propria macchina; risulta invece generalmente poco influente il contributo dell'energia riflessa dalle superfici rigide non trattate del locale.

D'altra parte, studi sperimentali effettuati negli ultimi anni hanno dimostrato che in ambienti in cui l'altezza è molto inferiore alle dimensioni in pianta del locale (ambienti "bassi e vasti", come molti edifici industriali), l'efficacia dei trattamenti fonoassorbenti ambientali è superiore a quanto prefigurato dall'acustica teorica da cui è tratto il diagramma di Figura 3.8. Inoltre, come già detto nel Capitolo 2, occorre considerare che i guadagni ottenibili con il fonoassorbimento seppure inferiori in termini numerici rispetto agli interventi sulle sorgenti, corrispondono a guadagni in termini di decibel che si trasferiscono interamente sui L_{EX} e agiscono prevalentemente sulle componenti a media-alta frequenza, che sono quelle più pericolose per l'udito e le più fastidiose dal punto di vista ergonomico. Un ulteriore vantaggio dei trattamenti fonoassorbenti ambientali è che quasi mai interagiscono con le modalità produttive, che possono mantenere così i propri gradi di flessibilità. Prima del trattamento particolare cura dovrà essere posta nel verificare l'illuminamento e la circolazione dell'aria nel locale.

Fatte queste considerazioni, si possono individuare almeno le seguenti situazioni ambientali in cui il ricorso ai trattamenti fonoassorbenti superficiali può costituire una misura utile, anche se raramente risolutiva (per ulteriori approfondimenti vedi [Scheda n.20](#)).

1. Presenza in uno stesso ambiente, con gli addetti distribuiti in quasi tutte le aree, di molteplici sorgenti di rumore, ciascuna con basso tempo di utilizzo (es.: linee di montaggio con uso saltuario di avvitatori o sbavatrici da banco). In un tale ambiente il guadagno sui livelli di esposizione può risultare sensibile perché è dominante il contributo dei rumori provenienti da lavorazioni in distanza.
2. Presenza in uno stesso ambiente di sorgenti molto rumorose, ad esempio due o tre macchine utensili di grandi dimensioni, poste a sensibile distanza l'una dall'altra. In questo tipo di situazione il trattamento fonoassorbente del soffitto può risultare vantaggioso per gli operatori che in questo modo evitano di subire la rumorosità, se non della propria macchina, almeno di gran parte di quella prodotta dalle altre macchine distanti.
3. Sistemazione obbligatoria di una macchina nelle immediate vicinanze di più superfici riflettenti, ad esempio nell'angolo di un locale, il cui soffitto è basso

(es.: situato ad un'altezza inferiore a 5 metri). In questo caso l'adozione di rivestimenti fonoassorbenti può comportare una diminuzione di circa 3 dB del livello sonoro esistente nella postazione di lavoro.

4. Presenza in un capannone industriale di macchine che generano un rumore con forti componenti impulsive, ad esempio presse o magli. In questo caso le grandi dimensioni determinano, generalmente, un'elevata riverberazione ambientale che comporta, ad ogni impatto, il persistere nel locale di elevati livelli sonori. La capacità dei rivestimenti fonoassorbenti superficiali di "assorbire" rapidamente l'energia sonora che si propaga nell'ambiente dopo ogni impatto evita tale persistenza, riducendo talvolta in modo significativo il rumore a cui sono esposti i lavoratori.
5. Necessità di installare nell'ambiente considerato degli schermi acustici, la cui efficacia, come si è accennato al punto 3.2.5 e si riprenderà nel paragrafo 6.3, è ottimale quanto più le condizioni acustiche ambientali sono prossime a quelle di campo sonoro libero. In un locale molto riverberante, infatti, l'effetto barriera viene totalmente vanificato dal gran numero di riflessioni che scavalcano lo schermo (Figura 3.9). L'adozione di trattamenti superficiali fonoassorbenti diviene quindi in questo caso un indispensabile complemento all'impiego delle barriere.

Nell'individuazione dell'opportunità di un trattamento fonoassorbente vanno inoltre tenuti presenti i seguenti aspetti:

- a) il costo di un intervento deciso in fase progettuale è inferiore a quello di un intervento realizzato a insediamento produttivo in essere, con le macchine installate e funzionanti, data la maggior complessità di modificare ambienti esistenti e le possibili interferenze con la produzione;
- b) negli ambienti molto vasti (come sono la gran parte degli stabilimenti industriali) l'unica superficie che può essere utilmente resa fonoassorbente è il soffitto (poiché la gran parte delle riflessioni acustiche avvengono tra pavimento e soffitto e il pavimento non è generalmente oggetto di possibile modifica);
- c) qualora per esigenze acustiche si intenda adottare un controsoffitto è utile ricordare anche le possibili implicazioni di risparmio energetico (infatti in tale prospettiva l'altezza del soffitto effettivo viene ridotta e nella scelta del materiale è opportuno valutare anche il suo coefficiente di isolamento termico);
- d) un rivestimento fonoassorbente sul soffitto quando questo sia già in gran parte coperto da elementi strutturali o impiantistici o di altra natura (che diffondono le onde sonore) ha una minore efficacia acustica e quindi va soppesato attentamente;
- e) l'adozione di trattamenti acustici ambientali può avere forti ripercussioni negative sull'aerazione e l'illuminazione degli ambienti di lavoro; in situazioni del genere è preferibile il ricorso a pannelli (*baffles*) sospesi al soffitto.

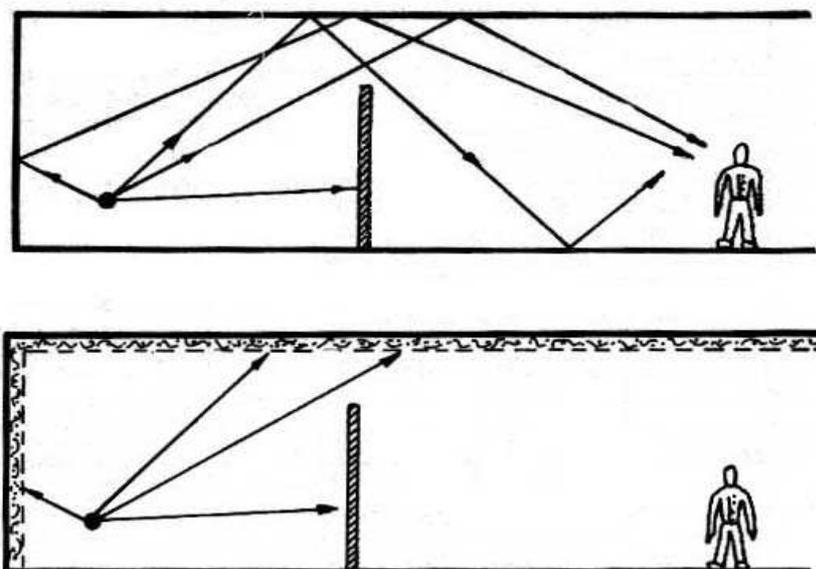


Figura 3.9: Schematizzazione dell'effetto dei trattamenti fonoassorbenti superficiali nel caso di impiego di barriere fonoisolanti in uno spazio chiuso

Nella Sezione B1 del terzo livello è riportata una ampia rassegna dei materiali e tecnologie per il fonoassorbimento.

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

Il controllo dei requisiti acustici dei locali è una delle condizioni che concorrono al benessere degli occupanti di un edificio.

Se esaminati a seconda della loro destinazione d'uso, gli ambienti di lavoro possono essere raggruppati in grandi categorie sulla base del fatto che ospitano lavoratori ed occupanti con esigenze, in prima approssimazione, simili.

In questo Capitolo verranno ripresi i principali requisiti acustici per alcune delle più importanti categorie di destinazione d'uso di locali ed edifici, escludendo i locali industriali già oggetto di specifica trattazione.

In dettaglio, saranno esaminati i requisiti acustici dei locali adibiti ad uffici, ad alcune attività commerciali ed alle discoteche, ad uso scolastico e ad uso sanitario.

Da sottolineare che le caratteristiche indicate nel seguito (e sintetizzate da ultimo in una specifica tabella) vanno, in primo luogo, ricercate in fase di progettazione dei nuovi insediamenti e delle ristrutturazioni di aziende esistenti, ma sono utilizzabili anche in fase di realizzazione di interventi di bonifica acustica.

Negli ambienti di lavoro non industriali oggetto di questo approfondimento si svolgono tipicamente attività di tipo cognitivo e relazionale, nelle quali i lavoratori

ricevono, elaborano, producono e scambiano frequentemente informazioni principalmente attraverso la voce parlata.

Pur essendo assai diversificate tra loro, le sorgenti sonore che possono causare rischio o disturbo negli ambienti di lavoro non industriali, sono riconducibili alle seguenti tipologie:

- *sorgenti esterne* il cui rumore si trasmette attraverso le pareti delimitanti l'edificio o l'ambiente. Assai frequente è il rumore proveniente dal traffico stradale, ferroviario, ecc. (clima acustico), ma può risultare rilevante anche quello di altre sorgenti sonore all'interno dell'edificio stesso (ad esempio quello derivante da processi di lavorazione per uffici adiacenti la produzione);
- *impianti tecnici dell'edificio* quali impianti di climatizzazione dell'aria e ventilazione, ascensori, condutture idrauliche, ecc., situazioni nelle quali può essere importante il contributo della trasmissione del suono per via strutturale;
- *apparecchiature funzionali all'attività* che possono essere di volta in volta generati da telefoni, fotocopiatrici, stampanti, casse, impianti di diffusione, amplificatori e apparecchiature in genere, ecc.;
- *attività antropiche* tra le quali la più ricorrente è la voce umana, ma vanno anche ricordate il canto e la musica, gli urti e i rumori impattivi legati alle attività dell'uomo.

Non deve poi essere dimenticato il problema inverso del disturbo causato dalle suddette attività alle abitazioni prossime o appartenenti allo stesso edificio; ad esempio la coesistenza di attività pur non eccessivamente rumorose esercitate però in orari particolari (es. la panificazione o l'esercizio di discoteche, ristoranti, bar, gelaterie, paninoteche ..., induce molto spesso situazioni di contenzioso col vicinato di difficile gestione amministrativa).

I livelli di esposizione sonora rilevabili in questo tipo di ambienti solitamente non sono di entità tale da causare danni all'apparato uditivo, ma possono contribuire all'insorgenza di fenomeni di disturbo (*annoyance*) e di disagio.

Ambienti eccessivamente rumorosi inducono fatica e costituiscono causa di distrazioni e di errori nello svolgimento dell'attività lavorativa; rumori impulsivi inattesi possono produrre trasalimenti e reazioni di sorpresa particolarmente sgradite quanto più il soggetto è concentrato sul proprio lavoro. D'altro canto, l'eccessiva carenza di stimoli sonori può indurre una sensazione di isolamento che, qualora ritenuta non funzionale all'attività svolta, è causa di deconcentrazione.

Per quanto riguarda gli uffici è necessario che il rumore nelle postazioni di lavoro non pregiudichi la concentrazione richiesta per lo svolgimento dell'attività, nonché l'intelligibilità e la riservatezza della conversazione, principalmente negli uffici cosiddetti a pianta aperta (*open space*).

Negli ambienti scolastici e comunitari il rumore influenza direttamente la fonazione degli insegnanti e le condizioni di ascolto degli studenti, con conseguenze sull'affaticamento dei docenti e sull'apprendimento scolastico. Solo raramente, ed in ambienti particolari (officine, alcuni tipi di laboratori, palestre, mense) i livelli sonori rilevabili raggiungono entità tale da poter causare danni all'apparato uditivo.

L'eccessivo rumore (di fondo o, ancor più, ambientale) presente all'interno degli ambienti comunitari destinati all'ascolto della parola o della musica, determina una riduzione dell'intelligibilità del messaggio vocale o della percezione del brano musicale, attraverso due meccanismi che riguardano il mascheramento uditivo e la diminuzione dell'attenzione da parte degli ascoltatori. La riverberazione, oltre a ridurre l'intelligibilità per gli ascoltatori, condiziona la regolazione del volume della voce degli oratori con conseguente affaticamento degli stessi.

Negli altri tipi di ambienti, dove vengono svolte attività principalmente non connesse con l'ascolto della musica o della parola, i requisiti acustici possono comunque svolgere un ruolo importante ai fini della fruizione degli ambienti stessi; si pensi alla situazione di stress che si prova in una mensa affollata e riverberante dove, per la difficoltà che si ha a comprendere i messaggi vocali ed a farsi comprendere, si finisce con l'alzare a propria volta il volume della voce in un crescendo che non sempre ammette soluzione. Non mancano poi ambienti i cui livelli sonori sono anche in grado di provocare danni di tipo uditivo, certamente nei lavoratori, talvolta nei frequentatori. Altro ambiente in cui si possono riscontrare problemi è quello delle discoteche, dove il rispetto delle esigenze dei frequentatori non determina parimenti anche il rispetto delle esigenze del lavoratore; infatti, il personale lavoratore (DJ, camerieri, barman), se non specificamente tutelato, può trovarsi in condizioni di rischio per la funzionalità uditiva anche nel caso di rispetto di tutte le normative nate a tutela di possibili disturbati e della salute dei frequentatori.

Nei locali di edilizia sanitaria (ospedali, case di cura, day hospital, poliambulatori) i problemi di esposizione a rumore riscontrabili nella maggior parte delle situazioni, non sono in genere legati al rischio di danno uditivo ma al disagio causato agli operatori ed agli utenti della struttura, con possibili compromissioni della qualità ed efficacia delle prestazioni sanitarie erogate.

Tra le rare eccezioni in cui può configurarsi un rischio di tipo uditivo per i lavoratori deve essere ricordato il caso degli ambienti in cui si effettua il taglio dei gessi, con livelli di rumore molto elevati anche se per periodi di tempo generalmente limitati.

In generale gli effetti del rumore nei locali adibiti ad attività di lavoro non industriali, costituiscono un problema da non sottovalutare in relazione al progressivo aumento del numero di addetti e del modificarsi sia delle tecnologie costruttive di ambienti, arredi, strumenti di lavoro, sia delle caratteristiche delle attività svolte.

4.1. PARAMETRI DA CONTROLLARE E VALORI DI RIFERIMENTO

I principali descrittori delle condizioni acustiche nella tipologia di ambienti esaminati in questo documento sono:

- il livello di esposizione: L_{EX} definito come il livello equivalente di pressione sonora cui è esposto il lavoratore riferito ad una esposizione normalizzata di 8h. Questo è il descrittore utilizzato per il rischio di ipoacusia professionale;
- il livello equivalente dell'ambiente: L_{Aeq} rilevato al posto operatore o a 10÷40 cm dal suo orecchio in condizioni operative normali, senza tener conto dei contributi dovuti alle comunicazioni interpersonali dei presenti nell'ambiente di

lavoro e riferito al tempo reale della condizione espositiva; tale livello interferisce prevalentemente con l'attenzione nei confronti del lavoro svolto;

- il rumore di fondo: L_{Aeq} rilevato nell'ambiente in assenza delle persone e dell'attività tipica del locale, ma con le infrastrutture di base in funzione (es. impianti di condizionamento dell'aria). Questo tiene conto anche del rumore che perviene dall'esterno;
- il tempo di riverberazione: T_{60} misurato in s (come definito dalla norma UNI EN ISO 3382-2:2008) ovvero, per ambienti ampi, tasso di decadimento spaziale della pressione sonora al raddoppio della distanza (DL_2 in dB, come definito dalla norma UNI-EN-ISO 11690-1:1998). Questi descrittori sono determinanti per l'intelligibilità del parlato, che a volte risulta insufficiente anche nel caso di rumore di fondo trascurabile qualora l'ambiente sia eccessivamente riverberante.

In generale, se escludiamo il caso dei valori limite di esposizione al rumore definiti dal D.Lgs.81/2008, nel panorama legislativo italiano non esistono ad oggi provvedimenti che prescrivano valori limite da rispettare per i suddetti parametri. Per quanto riguarda il rischio rumore nei luoghi di lavoro, il D.Lgs.81/2008 (art. 15, comma 1, lettera c) dichiara preliminarmente l'esigenza della *"eliminazione dei rischi e, ove ciò non sia possibile, loro riduzione al minimo in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico"*, nonché alla lettera d *"rispetto dei principi ergonomici ... nella concezione dei posti di lavoro, ..."*.

Inoltre, l'art. 63 dello stesso D.Lgs.81/2008 ed il punto 1.3.1 del relativo Allegato IV precisano che i luoghi di lavoro, a meno che non sia richiesto diversamente dalle necessità delle lavorazioni, devono essere provvisti di un isolamento acustico sufficiente tenuto conto del tipo di impresa e dell'attività dei lavoratori.

Tutto questo dà così valore alle indicazioni fornite dalle norme tecniche, dalle buone prassi, dalle linee guida e dalla letteratura pertinente.

Inoltre esistono provvedimenti legislativi che, elaborati con l'obiettivo principale della tutela della popolazione dal disturbo da rumore, stabiliscono talune prestazioni acustiche (D.P.C.M. 14/11/97 e D.P.C.M. 05/12/97 che definiscono le classi acustiche del territorio ed i requisiti acustici passivi degli edifici) il cui rispetto, anche se non garantisce automaticamente il raggiungimento delle condizioni del comfort acustico lavorativo, si è reputato concorrano a questo obiettivo e quindi significativi.

A tutto ciò si aggiungano le indicazioni desumibili dalla UNI 8199:1998 relativamente agli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione.

Oltre ai parametri già definiti, quelli ulteriormente da considerare sono quindi:

- l'indice di isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $D_{2m,nT,w}$ in dB, che descrive l'attenuazione alla trasmissione di rumore per via aerea richiesta alle pareti perimetrali per limitare tanto l'ingresso di rumori esterni, quanto l'effetto di rumori interni nei confronti di ricettori esterni;
- l'indice del potere fonoisolante apparente, R'_w in dB, che descrive l'isolamento acustico per via aerea delle pareti e dei solai di separazione

- con altre unità immobiliari. Nel caso di strutture di confine tra unità immobiliari a diversa destinazione d'uso, si applica il valore più rigoroso;
- l'indice del livello normalizzato di rumore di calpestio in opera, $L'_{nT,w}$ in dB, che indica il valore massimo del rumore di calpestio che l'ambiente in oggetto (ambiente "disturbante") può indurre in un ambiente sottostante (ambiente "disturbato");
 - il livello massimo di pressione sonora, ponderata A, con costante di tempo *slow*, $L_{AS,max}$ in dB(A), che indica il valore massimo per la rumorosità degli impianti a ciclo discontinuo quali gli ascensori e gli impianti idraulici;
 - il livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A, L_{Aeq} in dB(A), che indica il valore massimo per la rumorosità degli impianti a ciclo continuo quali gli impianti di riscaldamento, condizionamento e aerazione;
 - il livello corretto del rumore di impianto, L_{ic} in dB(A), che indica il livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A, prodotto dal solo impianto di riscaldamento, condizionamento o ventilazione, e corretto per tenere conto delle eventuali componenti impulsive e/o tonali e delle caratteristiche fonoassorbenti dell'ambiente di misura come da UNI 8199:1998.

Questi descrittori valgono sostanzialmente per tutti i tipi di locali qui considerati se pur con diverse sfumature. Ad esempio, i locali scolastici, comunitari e di pubblico spettacolo presentano esigenze acustiche estremamente differenziate che, in generale, possono essere ricondotte all'esigenza di favorire l'intelligibilità del parlato e/o dei segnali musicali. I principali descrittori delle condizioni acustiche di questi ambienti sono quindi ancora il L_{EX} (livello di esposizione), il L_{Aeq} ambientale, il rumore di fondo ma, soprattutto, il tempo di riverberazione.

La valutazione dell'influenza di tali parametri sulla intelligibilità della voce andrebbe prevista utilizzando almeno uno dei seguenti indici:

- Indice di articolazione (AI) adimensionale;
- Indice SIL, Speech Interference Level (dB);
- SII Speech Intelligibility Index (ANSI);
- STI Speech Transmission Index (IEC);
- RASTI, Rapid Speech Transmission Index (IEC).

4.1.1. Uffici

Per realizzare uffici dotati di buon comfort acustico occorre che nella progettazione siano privilegiati gli uffici a vano chiuso rispetto alle configurazioni con pareti laterali di altezza limitata al controsoffitto, per le quali la trasmissione sonora interessa aree più ampie a causa della propagazione sonora attraverso controsoffitti e/o canalizzazioni di condizionamento dell'aria.

Quando gli uffici sono ubicati in zone con clima acustico non compatibile con le attività svolte, o in prossimità di strutture produttive rumorose, il conseguimento dei requisiti acustici sopra indicati richiede un adeguato potenziamento degli interventi da attuare. È da evitare, inoltre, che l'attività svolta nell'ufficio produca immissioni sonore nei vani limitrofi non compatibili con la destinazione d'uso di questi ultimi (ad esempio appartamenti sottostanti). Il capitolato di acquisto dei principali

impianti ed apparecchiature, incluse quelle direttamente pertinenti all'attività di ufficio (fotocopiatrici, stampanti, telefoni, ecc.), dovrebbe richiedere l'indicazione della loro emissione sonora al fine di privilegiare quelli a minore emissione.

Affinché il rumore nelle postazioni di lavoro non interferisca con l'attività svolta si deve perseguire il raggiungimento delle seguenti condizioni:

- a) livello equivalente ambientale: la UNI EN ISO 11690-1:1998 indica che non debba essere superiore a 45 dB(A) per compiti che richiedono concentrazione, non superiore a 55 dB(A) in uffici singoli e per compiti di routine, e non superiori a 65 dB(A) per uffici *open-space*;
- b) rumore di fondo non superiore a 40 dB(A) per uffici singoli, non superiore a 45 dB(A) per quelli *open-space* (UNI EN ISO 11690-1:1998);
- c) livello corretto del rumore di impianto L_{ic} non superiore a 35 dB(A) per uffici singoli ad attività progettuale, non superiore a 40 dB(A) per uffici singoli ad attività di routine e non superiori a 45 dB(A) per quelli *open-space* (UNI 8199:1998);
- d) tempo di riverberazione T_{60} compreso tra 0,5 e 1 s nella gamma di frequenza da 250 Hz a 4 kHz e comunque non superiore ai valori indicati nella Tabella 4.1 di seguito riportata.

Per la tutela della riservatezza della conversazione, trattandosi di prestazioni acustiche di tramezzi interni non soggetti a limiti di alcuna legislazione, si suggerisce un valore ottimale di isolamento acustico $D = 40$ dB, desunto dal D.M. 18/12/75 sugli edifici scolastici.

Tabella 4.1: Tempo massimo di riverberazione in funzione del volume del locale (UNI EN ISO 9241-6:2001, prospetto B.2)

Volume del locale (m ³)	Tempo massimo di riverberazione raccomandato (s)	
	Conversazione	Scopo generale
50	non specificato	non specificato
100	0,45	0,8
200	0,60	0,9
500	0,70	1,1
1.000	0,80	1,2
2.000	0,90	1,3

4.1.2. Attività commerciali

Negli ambienti adibiti ad attività commerciale, in generale, è necessario realizzare condizioni di confort acustico tali da favorire l'intelligibilità del parlato, tanto per i lavoratori quanto per gli acquirenti. In prima approssimazione si deve infatti convenire che, in questa tipologia di ambienti (come per quelli ad uso scolastico e sanitario) il rispetto delle esigenze dell'acquirente (ovvero delle esigenze didattiche o delle esigenze degli utenti) determina anche il rispetto delle esigenze del lavoratore.

Per quanto riguarda più specificamente i centri commerciali, generalmente strutturati su di una prima sezione di grande superficie (supermercato con magazzini e locali di servizio), una seconda di raccordo (galleria) ed una terza di medie/piccole dimensioni (negozi), si verificano spesso i seguenti problemi:

- la tipologia dell'edificio richiede generalmente un impiego rilevante di superfici che devono essere trasparenti (vetrate) e che male si sposano con le esigenze di contenimento della propagazione sonora;
- i negozi prospicienti la galleria hanno solitamente pareti di contenimento con caratteristiche di ridotto isolamento mentre la galleria centrale presenta spesso un tetto con caratteristiche di spiccata riflessione verso il basso;
- le infrastrutture comuni (impianti di refrigerazione per apparecchiature frigorifere, impianti di condizionamento dell'aria, ecc.) sono generalmente rumorose e non sempre progettate con criteri di contenimento della rumorosità ambientale. Si verificano pertanto in opera problemi di rumore aerodinamico, vibrazioni nei condotti, rumorosità indotta da pompe, ecc.

In generale occorrerà quindi fornire al progettista dell'edificio commerciale la destinazione d'uso dei singoli negozi (o, comunque, almeno di quelli acusticamente più critici) per metterlo nelle condizioni di creare efficaci interventi progettuali.

Tutti gli interventi effettuati per conseguire il corretto tempo di riverberazione T_{60} mediante trattamento delle superfici (soffitto e pareti laterali) con materiali e/o strutture fonoassorbenti, dovranno poi utilizzare preferibilmente il solo soffitto, ricorrendo a materiali che resistano anche al fuoco, siano facilmente pulibili (particolarmente problematici i tendaggi e le moquette) avendo attenzione a salvaguardare i requisiti di illuminamento e di ventilazione delle postazioni di lavoro.

Per la definizione delle caratteristiche fonoassorbenti dei locali, del rumore degli impianti aerulici, del rumore di fondo e dei livelli di esposizione ove possibile si è invece fatto riferimento alle norme UNI EN ISO 11690-1:1998 e UNI 8199:1998 utilizzando i dati di Letteratura ed i dati sperimentali a disposizione dei componenti il Gruppo di Lavoro per i restanti valori.

Affinché il rumore nelle postazioni di lavoro non interferisca con l'attività svolta, nella normalità dei casi, si deve perseguire il raggiungimento delle seguenti condizioni:

- a) livello equivalente ambientale L_{Aeq} non superiore a 65 dB(A) per gli addetti degli alberghi ed a 70 dB(A) per le mense, ristoranti, bar, negozi;
- b) rumore di fondo non superiore a 45 dB(A);
- c) livello corretto del rumore di impianto L_{ic} non superiore ai valori evidenziati nella Tabella 4.2;
- d) tempo di riverberazione T_{60} o tasso di decadimento spaziale della pressione sonora al raddoppio della distanza DL_2 non superiori ai valori indicati nella Tabella 4.3 a seguito.

Tabella 4.2: Rumorosità massima degli impianti aeraulici, nelle condizioni di normale attività, in ambienti adibiti ad attività commerciali secondo la UNI 8199:1998 (dal prospetto 2)

Destinazione d'uso del locale	dB(A)
Hotel:	
- camere da letto	30
- sale riunioni	35
- servizi	40
- sale da pranzo	45
- cucine	65
Ristoranti, bar e negozi	45

Tabella 4.3: Caratteristiche acustiche consigliate per ambienti di lavoro in funzione del volume del locale (UNI EN ISO 11690-1:1998, prospetto 3)

Volume del locale V (m ³)	Tempo di riverberazione T ₆₀ (s)	Tasso di decadimento spaziale della pressione sonora al raddoppio della distanza DL ₂ (dB)
< 200	< 0,5 – 0,8	
200 ÷ 1.000	0,8 ÷ 1,3	
> 1.000	-	> 3 - 4

Anche in questo caso per la tutela della riservatezza della conversazione, trattandosi di prestazioni acustiche di tramezzi interni non soggetti a limiti di alcuna legislazione, si suggerisce un valore ottimale $D = 40$ dB, desunto dal D.M. 18/12/75 sugli edifici scolastici.

4.1.3. Ambienti comunitari e di pubblico spettacolo: discoteche

Si possono definire ambienti comunitari e di pubblico spettacolo gli ambienti specificamente destinati all'ascolto della parola o della musica (sale per conferenze, teatri, cinema, auditorium, discoteche ecc.) o gli ambienti pubblici chiusi destinati allo svago, alla lettura, alla preghiera (sale giochi, palestre, palasport, piscine, sale d'aspetto di stazioni o aeroporti, mense, biblioteche, pinacoteche, musei, chiese).

I livelli sonori rilevabili in questo tipo di ambienti, fatta eccezione per le discoteche, non sono solitamente di entità tale da causare danni all'apparato uditivo e, anzi, in taluni casi ci si trova di fronte ad ambienti silenziosi nei quali possono svolgersi attività ad elevata concentrazione nelle quali l'eccessivo rumore è causa unicamente di distrazione e disturbo. In altri contesti intermedi, livelli di rumore più elevati possono contribuire all'insorgenza di fenomeni di *annoyance*, ma non mancano ambienti i cui livelli sonori sono anche in grado di provocare danni di tipo uditivo, certamente nei lavoratori, talvolta nei frequentatori. Ad esempio nelle discoteche il rispetto delle esigenze dei frequentatori non determina parimenti anche il rispetto delle esigenze del lavoratore, infatti, il personale che lavora (DJ, camerieri, barman) se non specificamente tutelato, può trovarsi in condizioni di rischio per la funzionalità uditiva anche nel caso del rispetto di tutte le normative nate a tutela di

possibili disturbi e della salute dei frequentatori.

Il riferimento normativo riferito agli avventori per i luoghi di intrattenimento danzante è costituito dal D.P.C.M. n. 215 del 16/04/99 che definisce dei livelli massimi di pressione sonora consentiti, misurati in corrispondenza delle posizioni più esposte, accessibili al pubblico. Nel caso di superamento dei valori massimi devono essere adottati provvedimenti da parte dei gestori dei locali.

Il contenimento del rischio nelle discoteche deve basarsi sull'installazione di altoparlanti a bassa potenza, direzionali e con limitatori di potenza in emissione, sulla separazione acustica della postazione DJ dalla pista, realizzando box a bassa rumorosità, sul distanziamento della zona bar e comunque su una generale progettazione e organizzazione mirata degli ambienti.

Affinché il rumore nelle postazioni di lavoro non interferisca con l'attività svolta, nella normalità dei casi occorre che i valori del livello di esposizione (L_{EX}) rimangano contenuti nei 55-65 dB(A) per il personale amministrativo. Questi possono salire a 65-75 dB(A) per il personale addetto alla reception (biglietteria, guardaroba ...), raggiungere e superare gli 80 dB(A) per il personale di sala (barman, camerieri, personale della sicurezza ...).

Particolarmente problematico si presenta poi il controllo dell'esposizione del personale che esegue l'attrazione (DJ, orchestrali ...). Relativamente a questi aspetti, poiché nell'art. 198 del D.Lgs.81/2008 è previsto che sia emanata una linea guida recante orientamenti pratici per aiutare gli operatori dei settori della musica, delle attività ricreative (e dei call center) ad adempiere agli obblighi giuridici stabiliti dalla direttiva, ivi compreso il rispetto dei nuovi limiti di esposizione fissati in 87 dB(A) di L_{EX} / 140 dB(C) di $L_{picco,C}$, si rimanda alle indicazioni di tali, future, linee guida.

Di seguito, infine, vengono elencati alcuni dei principali aspetti da considerare nella progettazione di una discoteca o nella sua bonifica:

- scelta di aree con clima acustico adeguato ponendo particolare attenzione al disturbo agli insediamenti vicini anche per le movimentazioni d'accesso ai locali e al traffico indotto;
- rispetto/ripristino dei requisiti acustici passivi (attenzione alle trasmissioni di rumore per via solida), potenziandoli in ragione dei risultati dello studio di impatto ambientale dell'insediamento;
- rispetto/ripristino dei requisiti di fonoassorbimento ambientali;
- installare altoparlanti a bassa potenza, direzionali e con limitatori di potenza in emissione;
- distanziare/schermare la zona bar dalla pista;
- separare la postazione DJ e dei tavoli dalla pista avendo come obiettivo acustico: $L_{Aeq} < 80$ dB(A);
- per la tutela degli orchestrali, agire sul controllo dei tempi di esposizione in attesa delle linee guida previste dal D.Lgs.81/2008;

- tarare accuratamente il volume degli amplificatori auricolari (esempio: DJ, personale di collegamento, di sorveglianza/sicurezza...) e controllare i livelli di esposizione di chi li usa;
- formulare sempre un capitolato d'acquisto con limiti acustici per tutte le principali infrastrutture (impianti di riscaldamento, condizionamento o ventilazione, ..., vedi Scheda n.6).

4.1.4. Ambienti scolastici

Per le scuole, dalle materne alle secondarie superiori, sono praticamente ancora in vigore i requisiti stabiliti dal D.M. 18/12/75 (*"Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica"*)⁵.

In generale, negli ambienti adibiti ad attività scolastiche è necessario realizzare condizioni tali da favorire l'intelligibilità del parlato, tanto per i docenti quanto per i discenti.

In particolare l'isolamento acustico per via aerea minimo (D) fra ambienti adiacenti o sovrastanti del complesso scolastico misurato in opera, deve essere pari ad almeno 40 dB.

Dallo stesso provvedimento si desume il valore massimo del tempo di riverberazione al variare del volume dell'ambiente e della frequenza del suono, utilizzando i diagrammi di Figura 4.1.

In linea generale si deve cercare il raggiungimento delle seguenti condizioni:

- a) valori del livello di esposizione che possono rimanere contenuti nei 55-65 dB(A) per il personale amministrativo e per i docenti di materie teoriche delle scuole medie e superiori, ma possono salire sino a 65-70 dB(A) ed anche 80 dB(A) nelle scuole dell'infanzia, nelle palestre e in taluni laboratori (es.: meccanica, musica). Chi opera in questi ambienti, ovviamente anche per la presenza degli studenti, non dovrebbe comunque mai superare gli 80 dB(A) di L_{EX} . Particolarmente problematico si presenta il controllo dell'esposizione dei docenti (e degli studenti) nelle lezioni musicali pratiche, per i quali si rinnova il rimando alle linee guida previste dal D.Lgs.81/2008 (vedi punto precedente);
- b) valori del livello continuo equivalente del rumore di fondo, rilevato in assenza delle persone, non superiori a 40 dB(A) nelle aule, ma che possono salire a 45 dB(A) nelle palestre;
- c) livello corretto del rumore di impianto (L_{ic} , secondo la UNI 8199:1998) attribuibile ai soli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione non superiore a 30 dB(A) nelle aule e a 40 dB(A) nelle palestre.

⁵ In realtà, con Legge n.23 del 11 gennaio 1996 il DM 18/12/75 è stato abrogato in previsione di future normative regionali che però non sono mai intervenute. La stessa Legge 23/96 prevede comunque che in assenza di tali normative regionali restino in vigore le indicazioni del DM 18/12/75 da intendersi come indicazioni di buona tecnica.

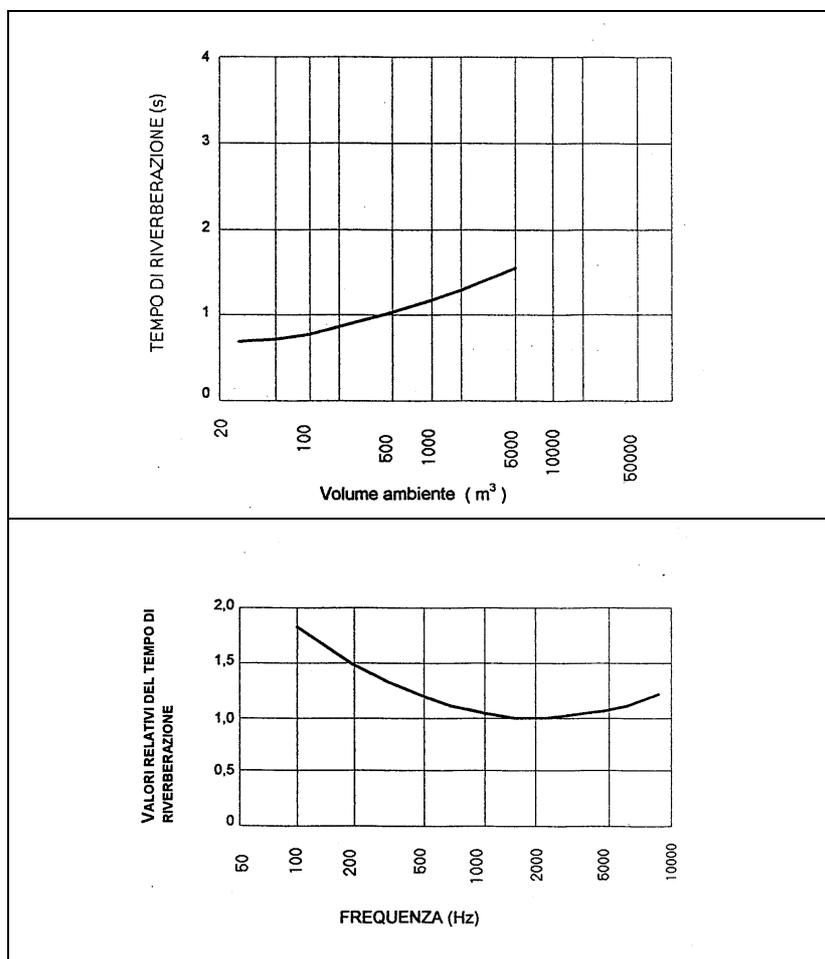


Figura 4.1. Diagrammi per il calcolo dei tempi di riverbero secondo il D.M. 18/12/75⁶

⁶ Nella Figura 4.1 è riportato il grafico del tempo di riverberazione massimo ammesso in funzione del volume dell'ambiente, riferito alla frequenza di 2000 Hz. Dalla Figura si ricavano i tempi di riverberazione massimi ammessi per le restanti frequenze procedendo in questo modo:

- si fissa sull'asse orizzontale il valore di frequenza del quale si vuole verificare il limite e sull'asse verticale si legge il valore del fattore moltiplicativo corrispondente a quella frequenza;
- moltiplicando questo fattore per il tempo di riverberazione precedentemente ricavato sull'altro grafico (riferito a 2000 Hz), si ottiene il tempo di riverberazione massimo ammesso per la frequenza in oggetto;
- si ripete l'operazione per tutte le frequenze che interessano.

Infine, alcuni dei principali aspetti da considerare nella progettazione di un edificio scolastico o nella sua bonifica, sono riportati a seguito:

- scegliere aree con clima acustico adeguato (tipicamente: Classe I) ovvero, nell'impossibilità reale, con livelli sonori comunque inferiori a 55 dB(A). Si ricorda che per questo tipo di insediamenti è richiesta una "valutazione previsionale del clima acustico" da allegare al progetto secondo l'art 8 della Legge 447/95 i cui criteri di redazione sono fissati dalle Regioni;
- rispettare/ripristinare i requisiti acustici passivi (attenzione alle trasmissioni di rumore per via solida), potenziandoli in ragione del clima acustico della zona in cui è collocato l'edificio. Particolare attenzione va posta ai requisiti di fonoassorbimento ambientale, utilizzando preferibilmente il soffitto e senza pregiudicare la pulibilità degli ambienti (problema tipico di tendaggi/moquette) e avendo attenzione alle classi di resistenza al fuoco dei materiali;
- effettuare una specifica progettazione per gli ambienti con esigenze acustiche particolari: laboratori linguistici e musicali, officine, palestre, biblioteca, aula magna, mensa ecc.;
- formulare sempre un capitolato d'acquisto con limiti acustici per tutte le principali infrastrutture (impianti RCV, impianti frigoriferi, ascensori...) (vedi Scheda n.6).

4.1.5. Strutture sanitarie

I locali di edilizia sanitaria (ospedali, case di cura, poliambulatori) presentano esigenze acustiche estremamente differenziate in dipendenza dell'uso (sale di degenza, day hospital, sale operatorie, laboratori, sale gessi, servizi ...).

Circa il clima acustico dell'area di insediamento del presidio, la vigente normativa prescrive che gli ospedali siano insediati in aree del territorio a bassa rumorosità ambientale, classificate in classe I, ove non si superino i 40 dB(A) di L_{Aeq} notturni ed i 50 dB(A) di L_{Aeq} diurni misurati alla facciata della struttura, in condizione di normale funzionamento dei macchinari. Ambulatori di diagnostica e terapia ove non sia prevista la degenza ed ove la quiete non costituisca elemento essenziale della prestazione sanitaria, quali ad esempio laboratori di analisi o servizi di radiodiagnostica, ambulatori e studi medici non collegati a presidi sanitari, possono invece essere compatibili anche con classi di destinazione d'uso III (limite diurno 60 dB(A)).

Per la tutela della riservatezza della conversazione e della tranquillità per i pazienti (camere di degenza), trattandosi di prestazioni acustiche di tramezzi interni non soggetti a limiti di alcuna legislazione, si suggerisce un valore ottimale $D = 40$ dB, desunto dal D.M. 18/12/75 sugli edifici scolastici.

Relativamente al rumore prodotto dagli impianti tecnologici, il D.P.C.M. 05/12/97 prende in esame e fissa valori limite per le seguenti tipologie d'impianti:

- servizi a funzionamento discontinuo, quali gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni e servizi igienici e la rubinetteria: 35 dB(A) L_{pAsmax} ;
- servizi a funzionamento continuo, quali gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento: 25 dB(A) L_{Aeq} ;

E' opinione diffusa che la legge preveda valori limite particolarmente restrittivi anche se tali limiti si riferiscono agli ambienti disturbati diversi da quelli in cui il rumore viene generato. Non è questo il caso della rumorosità prodotta dalle unità terminali degli impianti di ventilazione e climatizzazione dove la rumorosità è generata nell'ambiente stesso. Per tali situazioni si può fare riferimento ai valori limite prescritti dalla norma UNI 8199:1998 riportati nella Tabella 4.5.

Tabella 4.5: Livelli raccomandati dalla UNI 8199:1998 per il rumore dovuto ad impianti aeraulici in ambienti ad uso sanitario

Destinazione d'uso	dB(A)
camere di degenza	30
sale operatorie	35
Corsie	40
Corridoi	40
aree aperte al pubblico	40
servizi	40

Per la definizione delle caratteristiche fonoassorbenti dei locali, del rumore di fondo e dei livelli di esposizione si è poi fatto riferimento in particolare alle norme UNI EN ISO 11690-1:1998 e UNI 8199:1998 utilizzando invece i dati di letteratura ed i dati sperimentali a disposizione dei componenti il Gruppo di Lavoro per i restanti valori.

In linea generale si deve cercare il raggiungimento delle seguenti condizioni:

- a) livello di esposizione: è sufficiente verificare il rispetto dei valori indicati per il rumore di fondo e per il T_{60} , in quanto il livello di esposizione è determinato dalle sole attività antropiche tipiche di quell'ambiente e come tali facilmente controllabili. Solo per i servizi di diagnostica e terapia e per i laboratori d'analisi si fornisce l'indicazione più specifica di un L_{EX} non superiore a 65 dB(A);
- b) livello equivalente ambientale (L_{Aeq}) non superiore a 40 dB(A) laddove è richiesto sia possibile dormire (nelle camere di degenza, guardia medica), non superiore a 50 dB(A) laddove il compito richiede livelli di concentrazione e di attenzione particolarmente elevati (sale operatorie, ambulatori e studi medici, servizi di diagnostica e terapia) e non superiore a 60 dB(A) laddove l'attività prevede il ricorso frequente ad attrezzature (laboratori di analisi);
- c) rumore di fondo (L_{Aeq}) non superiore a 35 dB(A) nei locali a massima esigenza di comfort e di qualità nella comunicazione verbale (camere di degenza, guardia medica, sale operatorie) e non superiore a 40 o 45 dB(A) negli altri locali considerati;
- d) tempo di riverberazione T_{60} non superiore ai valori indicati nella già citata Tabella 4.3. In particolare il rispetto del requisito è richiesto per le sale mensa, gli uffici con sportelli al pubblico e sale d'attesa con considerevole affluenza di pubblico, le sale riunioni, aule didattiche, auditorium e palestre.

4.2. SINTESI DEI REQUISITI E DEGLI STANDARD ACUSTICI

Col termine “requisiti acustici” si vuol far riferimento ai parametri che possono indirizzare il progettista nel dimensionamento, nella scelta dei materiali e delle soluzioni progettuali (se desumibili da fonti legislative). Questi sono inoltre i valori che gli organi di vigilanza, sull'applicazione dei diversi tipi di provvedimenti, possono richiedere che vengano rispettati dall'utilizzatore.

Con la voce “standard acustici”, invece, ci si vuole riferire alle indicazioni delle normative di buona tecnica che, sulla base di una attenta lettura, integra e talvolta interpreta i requisiti legislativi.

In **Tabella 4.6** viene riportato il quadro, necessariamente schematico, di questi requisiti e standard acustici.

I valori indicati, pur essendo quasi sempre desunti da leggi e norme per la tutela “generica” degli occupanti l'edificio, vanno ritenuti validi anche per la tutela “specificata” dei lavoratori.

Nella lettura della Tabella, per la cui comprensione integrale si rimanda al testo del Manuale di buona pratica, si consideri che per esigenze di spazio si sono utilizzate le seguenti abbreviazioni e convenzioni grafiche:

Isolamento di facciata = indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione $D_{2m,nT,w}$;

Potere fonoisolante = indice del potere fonoisolante apparente espresso come R'_w quando desunto dal D.P.C.M. 05/12/97 e come isolamento acustico D quando desunto dal D.M. 18/12/95;

Caratteristiche fonoassorbenti = caratteristiche fonoassorbenti dell'ambiente espresse come T_{60} o DL_2 ;

Livello di calpestio = Indice del livello normalizzato di rumore di calpestio in opera $L'_{nT,w}$;

Rumore impianti = livello corretto del rumore degli impianti R_{ic} come da UNI 8199;

Rumore di fondo = livello di rumorosità in assenza delle persone e delle attività tipiche del locale;

Condizioni espositive: di volta in volta, il livello personale di esposizione al rumore riferito alla giornata standard di 8 ore (**Livello di esposizione personale**) oppure il livello di rumorosità rappresentativo delle condizioni espositive nell'effettivo tempo di esposizione (**Livello equivalente ambientale**).

Per indicare un intervallo di valori di un parametro si è utilizzato il simbolo “-”, mentre con il simbolo “/” si sono accostati valori di differente contenuto tecnico, ma che debbono essere considerati congiuntamente.

Per indicare i requisiti acustici (provenienza legislativa) si è utilizzato il **grassetto**, a differenza degli standard (provenienza normativa) scritti in corsivo normale.

Tabella 4.6: requisiti e standard acustici di luoghi di lavoro non industriali

	Isolamento facciata	Potere fonoisolante	Caratteristiche fonoassorbenti	Livello di calpestio	Rumore impianti	Rumore di fondo	Condizioni espositive
SETTORE DI ATTIVITA' Tipologia d'uso del locale	$D_{2m,nT,w}$ (dB)	R'_w / D (dB)	T_{60} (s) / DL_2 (dB)	$L'_{nT,w}$ (dB)	L_{IC} dB(A)	L_{Aeq} dB(A)	L_{EX} o L_{Aeq} dB(A)
TUTTI I SETTORI							
- Uffici singoli (att. progettuale)	42	50 / 40	UNI 9241-6 p.B.2 ⁽²⁾	55	35 ⁽³⁾	40	45
- Uffici singoli (att. routine)	42	50 / 40	UNI 9241-6 p.B.2 ⁽²⁾	55	40 ⁽³⁾	40	55
- Open space	42	50 / 40	UNI 9241-6 p.B.2 ⁽²⁾	55	45 ⁽³⁾	45	65
- Mense	42-48 ⁽¹⁾	50 / 40	UNI 11690-1 p.3 ⁽⁴⁾	55	45 ⁽³⁾	45	70
PUBBLICO SPETTACOLO e ATTIVITA' COMMERCIALI							
- Alberghi	40	50 / 40	UNI 11690-1 p.3 ⁽⁴⁾	63	30-45 ⁽³⁾	45	65
- Ristoranti, bar, negozi	42	50 / 40	UNI 11690-1 p.3 ⁽⁴⁾	55	45 ⁽³⁾	45	70
- Discoteche ⁽⁵⁾ e simili ⁽⁶⁾	42 ⁽⁷⁾	50 / 40	UNI 11690-1 p.3 ⁽⁴⁾	55	45 ⁽³⁾	45	65-75-80 ⁽⁸⁾
ATTIVITA' SCOLASTICHE							
- Aule	48	50 / 40	D.M. 18/12/75 ⁽⁹⁾	58	30 ⁽³⁾	40	65-70-80 ⁽⁸⁾
- Palestre	48	50 / 40	D.M. 18/12/75 ⁽⁹⁾	58	45 ⁽³⁾	45	60-70
ATTIVITA' SANITARIE							
- Camere di degenza	45	55 / 40	UNI 11690-1 p.3 ⁽⁴⁾	58	30 ⁽³⁾	35	55
- Guardia medica	45	55 / 40	UNI 11690-1 p.3 ⁽⁴⁾	58	30 ⁽³⁾	35	55
- Sale operatorie	45	55 / 40	UNI 11690-1 p.3 ⁽⁴⁾	58	35 ⁽³⁾	40	55
- Serv. diagnostica e terapia ⁽¹⁰⁾	45	55 / 40	UNI 11690-1 p.3 ⁽⁴⁾	58	40 ⁽³⁾	40	60
- Ambulatori, studi medici	45	55 / 40	UNI 11690-1 p.3 ⁽⁴⁾	58	40 ⁽³⁾	40	60
- Laboratori di analisi	45	55 / 40	UNI 11690-1 p.3 ⁽⁴⁾	58	40 ⁽³⁾	45	65

Note:

- ⁽¹⁾ = in funzione della destinazione d'uso prevalente dell'unità immobiliare;
- ⁽²⁾ = dato desumibile dal prospetto B.2 della norma UNI 9241-6:2001 che collega le caratteristiche acustiche fonoassorbenti richieste per gli uffici con la loro volumetria (vedi **Tabella 4.7**);
- ⁽³⁾ = valgono anche i limiti del D.P.C.M. 05/12/97 di 25 dB(A) di L_{Aeq} per gli impianti a funzionamento continuo e 35 dB(A) di $L_{AS,max}$ per gli impianti a funzionamento discontinuo (D.P.C.M. 05/12/97), misurati negli ambienti disturbati diversi da quelli in cui il rumore viene generato;
- ⁽⁴⁾ = dato desumibile dal prospetto 3 della norma UNI 11690-1:1998 che collega le caratteristiche acustiche fonoassorbenti richieste alla volumetria degli ambienti (vedi **Tabella 4.8**);
- ⁽⁵⁾ = per la tutela dei fruitori, il D.P.C.M. 215/99 stabilisce un limite di 95 dB(A) di L_{Aeq} e un limite di 102 dB(A) di $L_{AS,max}$ misurati a centro pista; questi valori sono particolarmente utili in fase di progettazione e collocazione degli impianti di diffusione sonora nonché dei relativi sistemi di controllo;
- ⁽⁶⁾ = altri pubblici esercizi che utilizzano impianti di amplificazione e diffusione sonora;
- ⁽⁷⁾ = fatte salve diverse determinazioni maturate sulla base dello studio di impatto ambientale dell'insediamento;
- ⁽⁸⁾ = vedi specifiche nel testo dei singoli paragrafi;
- ⁽⁹⁾ = dato desumibile dai diagrammi T_{60}/Hz e T_{60}/V del D.M. 18/12/75 e riportati in **Figura 4.1**;
- ⁽¹⁰⁾ = senza degenza; altrimenti, vedi "camere degenza".

Tabella 4.7: Tempo massimo di riverberazione in funzione del volume del locale (UNI-EN-ISO 9241-6:2001, prospetto B.2)

Volume del locale (m ³)	Tempo massimo di riverberazione raccomandato (s)	
	Conversazione	Scopo generale
50	non specificato	non specificato
100	0,45	0,8
200	0,60	0,9
500	0,70	1,1
1.000	0,80	1,2
2.000	0,90	1,3

Tabella 4.8: Caratteristiche acustiche consigliate per ambienti di lavoro in funzione del volume del locale (UNI-EN-ISO 11690-1:1998, prospetto 3)

Volume del locale V (m ³)	Tempo di riverberazione T ₆₀ (s)	Tasso di decadimento spaziale della pressione sonora al raddoppio della distanza DL ₂ (dB)
< 200	< 0,5 – 0,8	
200 ÷ 1.000	0,8 ÷ 1,3	
> 1.000	-	> 3 - 4

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

In Italia, purtroppo, non esiste ancora una diffusa cultura della qualità, intesa come insieme delle proprietà e delle caratteristiche di un prodotto e di un servizio che conferiscono ad esso la capacità di soddisfare esigenze espresse o implicite.

La pur crescente sensibilità della società verso la protezione della salute non è ancora stata in grado di incidere sulla generalità dei comportamenti degli acquirenti e dei produttori.

Il quadro non cambia anche se ci si riferisce ai soli rischi da rumore. Ad oltre un ventennio dall'entrata in vigore dei primi obblighi informativi per determinate macchine da cantiere i segni del cambiamento sono ancora limitati.

5.1. REQUISITI ACUSTICI PREVISTI DALLA LEGISLAZIONE

La legislazione comunitaria ed italiana in materia di controllo del rumore prodotto negli ambienti di lavoro da macchine, attrezzature e impianti si basa su provvedimenti di carattere generale che impongono di progettare, costruire, ed utilizzare macchinari aventi il più basso livello di rumore e su provvedimenti particolari inerenti macchine specifiche.

A supporto di questa legislazione esiste poi un'ampia serie di norme UNI, EN, ISO, come elencato nel terzo livello del presente manuale.

5.1.1. Provvedimenti legislativi di carattere generale

Il primo provvedimento legislativo di carattere generale da richiamare in questa sede è ovviamente il D.Lgs.81/2008 il quale prevede per i datori di lavoro l'obbligo di scegliere, al momento dell'acquisto, l'attrezzatura che produce il più basso livello di rumore.

E' indirizzata invece ai produttori la Direttiva 89/392/CE e successive integrazioni, recepita in Italia con il Decreto del Presidente della Repubblica n. 459/96, meglio conosciuta con il nome di "Direttiva Macchine"⁷. Questa direttiva rappresenta lo strumento adottato da tutti gli Stati membri dell'Unione Europea per stabilire i requisiti essenziali di sicurezza (RES) che le macchine devono possedere per essere immesse nel mercato dell'Unione Europea. La conformità alla direttiva è resa evidente all'acquirente grazie all'apposizione sul macchinario dalla targhetta di marcatura CE, oltre che dal documento di dichiarazione di conformità CE che lo accompagna.

In merito al rischio dovuto al rumore il D.P.R.459/96 obbliga il produttore a progettare e costruire una macchina avente il minor livello possibile di emissione di rumore tenuto conto del progresso tecnico, e della possibilità di limitare il rumore, in particolare alla fonte (interessanti spunti su questo argomento possono essere desunti dalla UNI EN ISO 11688-1:2000 "Suggerimenti pratici per la progettazione di macchine ed apparecchiature a bassa emissione di rumore").

I costruttori sono poi obbligati alla rilevazione di alcune grandezze relative all'emissione acustica del macchinario da indicare nel libretto d'uso e manutenzione associato. In tale libretto devono figurare indicazioni relative al:

- a) livello di pressione acustica continuo equivalente ponderato A (L_{Aeq}) nei posti di lavoro se questo supera i 70 dB(A). In caso contrario deve essere dichiarato il non superamento;
- b) in aggiunta al precedente anche il livello di potenza acustica (L_{WA}) emesso dalla macchina, quando il livello di pressione acustica continuo equivalente ponderato A nei posti di lavoro supera gli 85 dB(A)⁸. Nel caso di macchine di grandissime dimensioni è possibile sostituire l'indicazione del L_{WA} con l'indicazione dei livelli di pressione acustica continui equivalenti in appositi punti attorno alla macchina;
- c) valore massimo di pressione acustica istantanea ponderata C (livello di picco $L_{picco,C}$) nelle postazioni di lavoro, se questo supera i 130 dB(C).

⁷ È stata emanata la nuova Direttiva macchine 2006/42/CE, che sostituirà la precedente e dovrà essere recepita in Italia entro il 31/12/2009.

⁸ La nuova Direttiva macchine 2006/42/CE stabilisce questo obbligo al superamento degli 80 dB(A) di livello sonoro nei posti di lavoro.

Il D.P.R.459/96 non prevede obblighi specifici per il datore di lavoro se non quello di appurare la conformità del macchinario, verificando la marcatura CE e la dichiarazione di conformità che l'accompagna, ovviamente andando a scegliere quella macchina che, a parità di prestazioni, proponga valori inferiori di rumore emesso.

Si osservi però che tanto l'assenza palese di dispositivi di riduzione del rumore (cabine acustiche, silenziatori...) quanto l'assenza totale di informazioni sull'emissione acustica rende la macchina non conforme ed espone anche l'utilizzatore alle sanzioni previste dal D.Lgs.81/2008.

5.1.2. Provvedimenti legislativi di carattere specifico

Ogni qualvolta il rischio rumore per una data macchina è previsto da una direttiva comunitaria specifica recepita in Italia si devono applicare le indicazioni in essa contenute oltre quelle generali previste dal D.P.R.459/96.

Queste normative specifiche, che discendono dall'esigenza primaria di contenere il disturbo da rumore nell'ambiente esterno in cui sono destinate a funzionare le macchine regolamentate, fissano limiti massimi di rumorosità e obblighi informativi delle prestazioni acustiche secondo codici di misura e condizioni di funzionamento ben definiti. Ciò permette all'acquirente di essere certo di aver acquistato una macchina che, dal punto di vista della progettazione antirumore, rispecchia il cosiddetto "stato dell'arte" e gli consente di effettuare un confronto ottimale delle prestazioni offerte dai diversi macchinari in commercio.

Fino a tutto il 2002 le macchine soggette a specifica regolamentazione erano relativamente poche (motocompressori, gru a torre, gruppi elettrogeni, martelli demolitori, macchine movimento terra, tosaerba; secondo quanto previsto dai D.M. 588 e 598 del 1987 e dai D.Lgs.135, 136 e 137 del 1992).

Il compito del datore di lavoro acquirente consisteva nell'appurare la presenza di apposite targhette ("label acustiche" che, con quella normativa potevano indicare o il L_{pA} o il L_{WA}), la marcatura CE e la dichiarazione di conformità che l'accompagna, ovviamente andando a scegliere quella macchina che, a parità di prestazioni, proponeva valori inferiori di rumore emesso.

Circa i due diversi tipi di targhette prima richiamati (indicanti o il L_{pA} o il L_{WA}) occorre rilevare che benché apparentemente molto simili, esprimono concetti e grandezze molto diversificati: il primo (L_{pA}) precisa l'esposizione dell'utilizzatore della macchina o del conduttore del mezzo in termini di L_{Aeq} mentre il secondo (L_{WA}) indica la potenza acustica emessa dalla macchina e quindi permette di confrontare le emissioni di diverse sorgenti e i rischi di inquinamento ambientale.

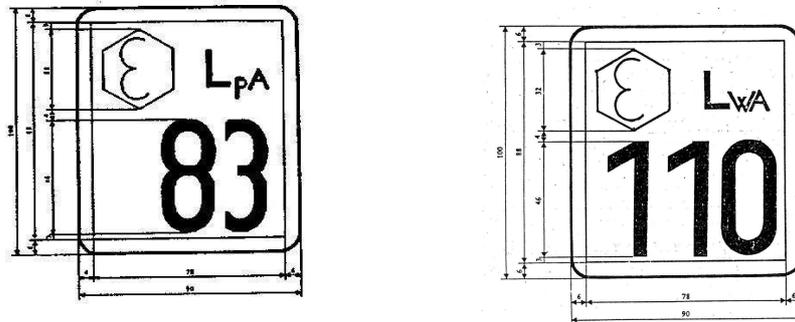


Figura 5.2: Targhette di informazione del livello di pressione sonora al posto di lavoro L_{pA} (sinistra) e di potenza sonora L_{wA} (destra) previste dalla normativa vigente fino al 31/12/02 per alcune macchine funzionanti all'aperto

Questa situazione è stata superata con l'emanazione del Decreto Legislativo 4 settembre 2002, n. 262, recepimento della Direttiva Comunitaria 2000/14/CE, pubblicato sulla GU del 21 novembre 2002 ed entrato pienamente in vigore dal 1 gennaio 2003. Dopo tale data non è infatti più consentita l'immissione in commercio o la messa in servizio dei macchinari costruiti in base alla normativa in vigore precedentemente.

Il nuovo decreto, che si riferisce comunque solo a macchine da cantiere e ad altre macchine operanti all'aperto, amplia la categoria delle macchine ed attrezzature soggette a limiti di emissione acustica e prevede che sulla targhetta (*label* acustica) sia riportata l'indicazione del solo livello di potenza sonora prodotto.

Rispetto alle direttive vigenti prima della sua pubblicazione, che abroga, non è previsto nessun rilievo e marcatura della pressione sonora al posto di lavoro (la cui dichiarazione rimane comunque obbligatoria ai sensi della Direttiva Macchine).

Di seguito viene messo a confronto il nuovo pittogramma che accompagna le macchine e attrezzature conformi alla Direttiva 2000/14/CE (sinistra) con quello precedente (destra).

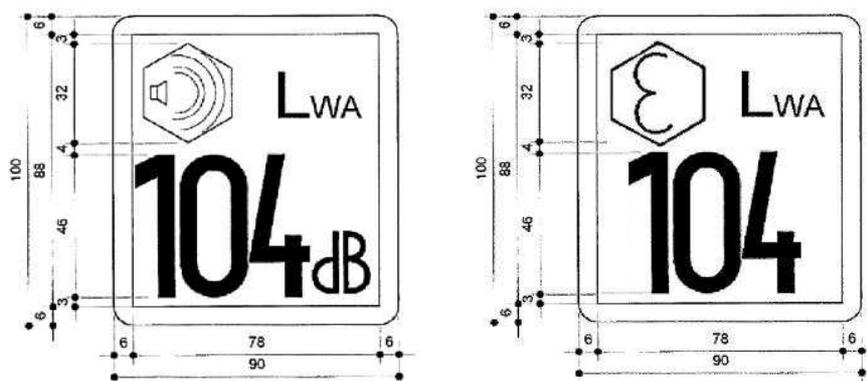


Figura 5.3: Targhette riportanti il livello di potenza sonora per una macchina o attrezzatura rispondente alla nuova normativa 2000/14/CE (sn) e a quella precedente (dx)

Nella nuova situazione legislativa, l'obbligo del produttore consiste quindi nell'immissione in commercio del prodotto subordinata al rispetto dei livelli massimi di rumorosità se previsti per quella tipologia di macchina o attrezzatura e all'apposizione sul macchinario della targhetta attestante il livello di potenza sonora garantito del macchinario determinato secondo una procedura di prova e di misura standard.

Gli obblighi specifici per il datore di lavoro restano quelli di accertare la presenza della targhetta riportante il livello di potenza sonora garantito (L_{WA}), nonché ovviamente quello di acquistare tra le diverse offerte, quella che produce meno rumore.

5.2. SPECIFICHE DI ACQUISTO E DI ACCETTAZIONE

Le informazioni minime da richiedere ai potenziali fornitori in fase di acquisto del macchinario comprendono i seguenti dati sull'emissione del rumore.

- Livelli di pressione sonora dichiarati nei posti di lavoro, L_{pA} , e il livello di picco ponderato C, $L_{pC,picco}$.
- Livello di potenza sonora ponderato A dichiarato, L_{WA} (si consideri che il costruttore è obbligato a fornire questo dato solo se il L_{pA} nel posto di lavoro supera gli 85 dB(A)).
- Riferimento alla norma (o, in sua assenza, alla procedura) utilizzata nella dichiarazione dei valori cui ai punti precedenti.

In base ad un accordo privato tra acquirente e potenziale fornitore, quest'ultimo può fornire anche dati complementari di emissione di rumore per cicli di lavorazione, montaggio e condizioni di funzionamento diversi da quelli precisati nella relativa

procedura di certificazione, in relazione alle condizioni di funzionamento di particolare interesse per l'acquirente.

Il formalizzare le richieste acustiche sul capitolato d'acquisto (compresi i limiti che si vuole che il costruttore rispetti) è quasi sempre condizione necessaria per avere il controllo della rumorosità che si determinerà nel luogo di lavoro una volta installato il macchinario.

Ai fini di cosa indicare (richiedere) sul capitolato si consideri che i livelli dichiarati dal produttore risulteranno incrementati sia dal rumore di fondo che dal riverbero acustico dell'ambiente di installazione e che le effettive condizioni di utilizzo del macchinario quasi mai coincidono con quelle di certificazione.

Infatti, i valori di emissione sonora sono caratteristiche intrinseche della sorgente sonora, ma i livelli di pressione sonora che essa determina in un certo ambiente dipendono anche dalle caratteristiche acustiche dell'ambiente di lavoro (riverberazione), dal contributo di altre sorgenti sonore e dalle reali condizioni di funzionamento della sorgente sonora.

I valori di emissione sonora dichiarati dal fabbricante sono importanti perché consentono di scegliere le macchine e le attrezzature sulla base di definiti requisiti acustici, stabilire un dialogo tecnico fra acquirente e fornitore, valutare la conformità del prodotto ai requisiti stabiliti nelle specifiche.

Essi inoltre consentono di determinare, attraverso calcoli e stime:

- i livelli di rumorosità conseguenti alla immissione di una determinata sorgente sonora in uno specifico ambiente di lavoro (vedere Schede n.1, 2 e 24 del secondo livello);
- l'ulteriore esigenza di provvedere a bonifiche acustiche nell'ambiente di lavoro.

Come si diceva, però, occorre ricordarsi che i livelli dichiarati dal produttore sono al netto del riverbero acustico dell'ambiente di installazione e risulteranno incrementati anche dal rumore di fondo in esso già esistente.

Spesso, inoltre, le effettive condizioni di utilizzo del macchinario non coincidono con quelle di certificazione acustica. Ecco allora che è interesse dell'acquirente richiedere anche i dati sull'emissione sonora nelle effettive condizioni d'utilizzo della macchina o dell'attrezzatura.

L'utilizzatore può poi anche richiedere garanzie sui livelli sonori che si determineranno in determinate postazioni di uno specifico ambiente.

Come ovvio, entrambe queste ultime condizioni richiedono una stretta collaborazione tra acquirente e fornitore, in modo che il fornitore possa conoscere le reali condizioni d'uso della macchina e/o le caratteristiche acustiche dell'ambiente cui tale sorgente è destinata.

La verifica dei valori di rumore così richiesti andrà effettuata secondo una procedura di prova concordata fra acquirente e fornitore.

La scelta della macchina meno rumorosa va effettuata per confronto, nelle stesse condizioni operative, in primo luogo (normalmente) sulla base del L_{wA} e se la potenza acustica non è indicata sulla base dei L_{pA} . E' comunque sempre importante confrontare gli L_{pA} in posizione operatore in quanto si può verificare che macchine a

maggior potenza acustica adottino soluzioni migliori a tutela del posto di lavoro che vanno premiate.

Prima di concludere questo paragrafo si ritiene importante evidenziare i comportamenti di taluni produttori che sulla base di una lettura parziale della normativa finiscono col dichiarare unicamente i livelli di rumorosità a vuoto di macchine che in condizioni operative sono fortemente rumorose. Nel merito occorre sottolineare che la “Direttiva macchine” prevede che le prove di rumorosità debbono essere ragionevolmente rappresentative delle condizioni di reale funzionamento.

Quindi, l’indicazione operativa è se qualora il produttore proponesse livelli di rumore della macchina funzionante a vuoto occorre chiedergli i dati del rumore nella condizione di lavoro in cui verrà utilizzata la macchina e, se il produttore non fornisce i dati richiesti, si consiglia di rivolgersi ad altri.

Un secondo tipo di atteggiamento da evidenziare è quello dei costruttori/venditori che propongono macchine rumorose che, nelle stesse condizioni d’uso e per le stesse applicazioni, sono in versione silenziata ed in versione non silenziata (ovviamente meno costosa). E’ evidente che un tale costruttore o venditore commette un reato e, se porta a conclusione la vendita della macchina non silenziata, induce l’acquirente a commettere un secondo reato.

E’ per combattere queste situazioni che risulta ovviamente determinante anche la presenza, in termini di vigilanza, degli organismi preposti (in primo luogo del Ministero dello Sviluppo Economico).

Un esempio di scheda tecnica relativa all’emissione di rumore che può essere utilizzata per richiedere al produttore/importatore del macchinario i dati relativi alla rumorosità da questo prodotta è riportata nella Scheda n.6 del secondo livello.

Una volta fissate le richieste acustiche sul capitolato d’acquisto occorre verificarne il rispetto in sede di accettazione della macchina.

Nel capitolato d’acquisto andrà sempre precisata la possibilità della restituzione della macchina che non rispettasse i valori previsti e le relative penali.

5.3. INDICAZIONI PER LA VIGILANZA E CONTROLLO DELLE ASL

Il controllo sull’applicazione delle normative di prodotto, quali il D.P.R.459/96, è compito in primo luogo del Ministero delle Attività produttive in collaborazione con il Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali; le Aziende USL, ed in particolare i Servizi di Prevenzione e Protezione negli Ambienti di Lavoro (SPSAL), possono però segnalare a tali Ministeri le macchine e le attrezzature di lavoro non conformi ai requisiti essenziali di igiene e sicurezza (RES) riscontrate durante la loro normale attività di vigilanza.

Ad oggi il controllo tecnico sulla conformità di macchine e attrezzature di lavoro immesse sul mercato col sistema della marcatura CE (D.P.R.459/96,

D.Lgs.475/92...), su delega del Ministero dello Sviluppo Economico, è compito affidato ai tecnici ISPESL (organo del Ministero della Sanità che in generale è centro nazionale di informazione, documentazione, ricerca e sperimentazione nonché organo tecnico-scientifico del Servizio Sanitario Nazionale e dei Servizi Sanitari Regionali) ed ai SIL (Servizio Ispezioni del Lavoro) delle Direzioni provinciali del Lavoro (C.M. 1067/99 e lettera circolare 2182 del 20/12/00).

Nel caso in cui questi controlli verifichino la non conformità di una macchina o di una attrezzatura ai requisiti di sicurezza, fatta salva la facoltà di adottare i provvedimenti ritenuti necessari nel caso di violazione di altre specifiche norme penali o amministrative, il fatto viene segnalato ai Ministeri dello Sviluppo Economico e del Lavoro, Salute e Politiche Sociali.

Solo il Ministero dello Sviluppo Economico ha tuttavia il potere di disporre il ritiro temporaneo dal mercato o il divieto di utilizzazione del macchinario non conforme su tutto il territorio nazionale.

Come detto, anche i tecnici ASL, venuti a conoscenza della mancata applicazione delle "direttive di prodotto", oltre a condurre la loro normale azione di vigilanza sul rispetto, in particolare, dell'art. 70 del D.Lgs.81/2008 possono segnalare ai Ministeri competenti.

Le segnalazioni possono essere effettuate sia per carenze palesi che per carenze occulte.

L'assenza o la carenza progettuale e realizzativa di dispositivi adeguati per la riduzione dell'emissione di rumore (es.: cabine acustiche o cappottature acustiche, silenziatori) rientrano in queste casistiche. Inoltre, poiché ogni macchina o attrezzatura deve essere accompagnata da un'opportuna documentazione (dichiarazione di conformità, manuale di istruzioni per l'uso, fascicolo tecnico), anche la carenza documentale (assenza di informazioni acustiche ovvero informazioni acustiche valutate su situazioni palesemente lontane dalle condizioni di funzionamento della macchina) può far scattare la procedura di segnalazione di non conformità.

La procedura di segnalazione prevede l'invio, ai sensi dell'art.7 comma 3 del D.P.R.459/96, di una comunicazione, di cui si allega il modello (Modello 1), ed una relazione di accertamento di non conformità (Modello 2⁹) al Ministero dello Sviluppo Economico, al Ministero del Lavoro, Salute e Politiche Sociali ed all'Assessorato alla Sanità della propria Regione.

⁹ Il Modello riportato a seguito è stato elaborato in vigenza del D.Lgs.626/94 per cui reca citazioni che vanno aggiornate al D.Lgs.81/2008 ed anche i riferimenti dei Ministeri vanno rivisti.

Modello 1- Modello di comunicazione

..... , li

**Al Ministero delle Attività Produttive
DGSPC - Ispettorato Tecnico
Ufficio F1
Via Molise,2
00187 ROMA**

**Al Ministero del Lavoro e delle
Politiche Sociali
D.G. Affari Generali - Div. VII
Coordinamento Ispettorati del Lavoro
Via Pastrengo, 22
00185 ROMA**

**e, per conoscenza All'Assessorato Sanità
Servizio Prevenzione
Via
CAP..... Città**

prot. n°
Raccomandata A.R.

**OGGETTO: Non conformità ai requisiti essenziali di sicurezza della
macchina / del componente di sicurezza.
Comunicazione effettuata ai sensi dell'art. 7 comma 3 del
D.P.R. 459/96 (regolamento di attuazione della DIRETTIVA
MACCHINE)**

In allegato alla presente si trasmette la relazione di accertamento di non conformità ai requisiti essenziali di sicurezza, di cui all'allegato I del D.P.R. 459/96 (Regolamento di attuazione della Direttiva Macchine) redatta da operatori dello scrivente Servizio.

Questa comunicazione viene inviata ai sensi dell'art. 7 comma 3 del decreto citato affinché codesti Ministeri possano iniziare le procedure di accertamento previste dalla normativa.

Si resta in attesa di conoscere gli esiti degli accertamenti espletati e degli eventuali provvedimenti adottati.

Con l'occasione si porgono distinti saluti.

Il Responsabile del Servizio
(.....)

DATI IDENTIFICATIVI A DOVE È STATA RINVENUTA

NOMINATIVO E RAGIONE SOCIALE _____

INDIRIZZO: via _____ n° ____ città _____ (_____)

TELEFONO: _____

DATA ACCERTAMENTO _____

DATI IDENTIFICATIVI DI CHI HA FATTO L'ACCERTAMENTO

ASL/ARPA _____

SERVIZIO _____

INDIRIZZO: via _____ n° ____ città _____ (_____)

TELEFONO: _____ FAX _____

OPERATORE DA CONTATTARE PER EVENTUALI CHIARIMENTI:

ACCERTAMENTO COLLEGATO AD UN INFORTUNIO? NO SÌ

se SÌ, mortale: ? NO SÌ

Informazioni sull'incidento:

Sede della lesione:

Agente:

Natura della lesione:

Gravità: - giorni di inabilità temporanea assoluta 1° certificato medico

- giorni totali di inabilità temporanea assoluta

DESCRIZIONE DELLA MACCHINA

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELLE SITUAZIONI DI PERICOLO

SEGNALAZIONE DI NON CONFORMITÀ

- La macchina è stata introdotta sul mercato in violazione alle procedure di immissione di cui al D.P.R. 459/96 per i seguenti motivi:

- La macchina non è conforme ai seguenti requisiti essenziali di sicurezza:

- allegato ____ punto _____ in quanto

- allegato ____ punto _____ in quanto

PRESCRIZIONI/NOTIZIA DI REATO ADOTTATI NEI CONFRONTI DELL'UTILIZZATORE AI SENSI DEL D.Lgs. 758/94:

Testo prescrizione e norme di legge violate:

AI SENSI DELL'ART. 6 D.Lgs. 626/94¹⁰ SONO STATI ADOTTATI PROVVEDIMENTI CONTRAVVENZIONALI NEI CONFRONTI DI ...

Costruttore e/o venditore: NO SÌ

Comunicazione ad ASL/ARPA competente? (zona del costruttore):

NO SÌ

Intervento diretto presso il costruttore?

(in zona di competenza) NO SÌ

ALLEGATI:

- 1) Dichiarazione di conformità
- 2) Istruzioni per l'uso
- 3) Fotografie

¹⁰ A seguito dell'abrogazione del D.Lgs.626/94 leggasi: "Ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.81/2008".