

# Dalla valutazione del rischio le strategie per la riduzione dell'esposizione

di **Pietro Nataletti**

Coordinatore Laboratorio Agenti Fisici del Dipartimento Igiene del Lavoro, Centro Ricerche di Monte Porzio Catone (RM) - ISPESL

## ISPESL

In generale, la valutazione dei rischi è un processo tecnico di conoscenza finalizzato alla riduzione e 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 e adeguata informazione e formazione degli addetti.

Sul versante specifico del rumore, dal 1991 fino alla pubblicazione del D.Lgs. 10 aprile 2006, n. 195, è stato il D.Lgs. n. 277/1991 che, all'art. 40 e nell'Allegato VI, ha stabilito le modalità esecutive e i requisiti della valutazione del rischio e del rapporto di valutazione.

### Osservatorio a cura dell'Ufficio Relazioni con il Pubblico

Il D.Lgs. n. 195/2006, che ha recepito la nuova direttiva rumore n. 2003/10/CE, ha introdotto un nuovo Titolo V-bis nell D.Lgs. n. 626/1994, «Protezione da agenti fisici», che sostituisce completamente il Capo IV, D.Lgs. n. 277/1991. In particolare:

- l'art. 49-*quater* stabilisce nuovi valori limite di esposizione e valori di azione;
- l'art. 49-*quinquies* dispone nuovi criteri di valutazione del rischio rumore;
- l'articolo 49-*sexies* introduce nuovi obblighi in merito agli interventi di prevenzione tecnica e di protezione del rischio rumore.

Sulla base di questi articoli si può affermare che la relazione tecnica deve consentire di:

- identificare le sorgenti/attività sulle quali attuare misure tecniche, organizzative o procedurali per il controllo del rischio, individuando le modalità ottimali di intervento;
- identificare i luoghi di lavoro su cui si applicano protocolli specifici di prevenzione [per esempio, il programma di bonifiche in caso di superamento dei valori superiori di azione  $L_{EX} > 85$  dB(A) e/o livello di picco  $L_{peak} > 137$  dB(C)];
- identificare i lavoratori destinatari di protocolli specifici di prevenzione [definizione dei livelli di esposizione personale ( $L_{EX}$ ) ai fini dei controlli sanitari, esigenze di

informazione/formazione, fornitura/obbligo d'uso dei DPI uditivi];

- valutare il rischio "residuo" ai fini della scelta dei corretti DPI uditivi.

Una relazione tecnica di questo tipo 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.

#### La valutazione del rischio

In definitiva, la valutazione del rischio da rumore, secondo quanto previsto negli ultimi quindici anni dall'art. 40, D.Lgs. n. 277/1991, ora confermato dal nuovo articolo 49-*quinquies*, D.Lgs. n. 626/1994, 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. Questo processo di conoscenza, però, non deve 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, deve essere finalizzato alla riduzione e al controllo dei rischi attraverso l'adozione di specifiche misure tecniche, organizzative e procedurali che il D.Lgs. n. 277/1991 non specificava, fissando solo i principi di carattere gene-

rale, quali la prevalenza delle misure alla fonte o delle misure di prevenzione collettiva rispetto a quelle di protezione sulla persona. Ora il D.Lgs. n. 626/1994, all'articolo 49-*sexies*, è entrato maggiormente nel dettaglio in merito alle possibili misure di prevenzione tecnica che il datore di lavoro deve mettere in atto per ridurre il rumore.

#### Provvedimenti tecnici di riduzione

Una efficace e duratura riduzione del rumore può essere attuata solo adottando corretti 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 ecc.) o con misure sull'operatore (cabine di riposo acustico, turnazioni, DPI uditivi ecc.).

L'adozione dell'uno o dell'altro tipo di soluzione non è indifferente; la legislazione, in particolare gli artt. 3, D.Lgs. n. 626/1994, 41, D.Lgs. n. 277/1991 (ora abrogato) e 49-*sexies*, D.Lgs. n. 626/1994 che lo ha fatto sostituire, fissano una sequenza inequivocabile che privilegia sia i provvedimenti volti all'eliminazione o alla riduzione del rischio alla fonte, sia i provvedi-

menti di tipo collettivo su quelli individuali. Ne consegue che i metodi di riduzione del rumore sul posto di lavoro devono sempre essere ispirati a questo percorso logico e tecnico-metodologico che corrisponde anche all'efficacia attesa del provvedimento. Infatti, 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. Questi interventi consentono di ridurre i livelli sonori ambientali in tutto l'ambito lavorativo (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, quindi, 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 alla progettazione esecutiva e alla realizzazione prevedendo, possibilmente, anche delle verifiche intermedie.

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

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

In merito alla prima valutazione di fattibilità degli interventi, poiché da una corretta impostazione iniziale dipende mol-

---

**Una efficace e duratura  
azione sul rumore  
è attuata adottando  
corretti provvedimenti tecnici  
preventivi e protettivi  
destinati  
alla riduzione del rischio alla fonte  
sul percorso di propagazione  
o  
con misure sull'operatore**

---

to spesso l'esito dell'intero intervento, si ritiene opportuno illustrare più in dettaglio le singole voci associate alla fase.

#### **Entità della attenuazione sonora richiesta**

Un'attenta valutazione del livello di esposizione personale dei lavoratori ( $L_{EX}$ ) fornisce informazioni in merito all'attenuazione necessaria; poiché le diverse famiglie di interventi sono caratterizzate anche da diversi abbattimenti raggiungibili con ciascuna di esse, è utile definire, in primo luogo, la riduzione in dB che costituiscono l'obiettivo dell'intervento per poter così orientare correttamente la scelta (per esempio, per riduzioni > 10 dB non ha senso ipotizzare un trattamento fonoassorbente ambientale). Spesso, alla stessa riduzione si può per-

venire attraverso strade diverse (per esempio, una riduzione di 15 dB è ottenibile sia cambiando la tecnologia produttiva sia adottando un intervento di chiusura della sorgente); in questo caso si sceglierà quella con il più vantaggioso rapporto costo-rendimento.

#### **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 (per 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 un abbattimento).

#### **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, come l'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.

#### **Prevenzione tecnica: il ruolo delle buone prassi**

Nella UE il 28% dei lavoratori (oltre 60 milioni di persone) risulta essere esposto a livelli di rumore elevati tali, per esempio, da rendere difficile una conversazione. Quasi 40 milioni di lavoratori (l'equivalen-

te della popolazione della Spagna) sono costretti ad alzare la voce al di sopra dei normali *standard* di conversazione per essere uditi e questo per almeno la metà del loro orario di lavoro.

Per questo motivo il 2005 è stato nominato dalla Commissione Europea anno europeo sul rumore che ha ispirato tutte le iniziative e le pubblicazioni promosse dall'Agencia Europea di Bilbao e dagli Stati membri durante l'anno trascorso e, in particolare, durante la Settimana europea per la sicurezza<sup>[1]</sup>. Inoltre, secondo una tendenza oramai consolidata, l'Agencia Europea e i *Focal Point* nazionali hanno stimolato la realizzazione di buone prassi considerate uno strumento fondamentale per la diffusione delle soluzioni concretamente attuabili per ridurre il rischio<sup>[2]</sup>.

In Italia il problema rumore è particolarmente evidente rispetto al contesto europeo. Dal punto di vista degli effetti sulla salute, purtroppo, il rumore costituisce ancora oggi, a più di quindici anni dalla emanazione del D.Lgs. n. 277/1991, la causa della tecnopatia denunciata all'INAIL con maggiore frequenza<sup>[3]</sup>.

Come contributo italiano alla Settimana Europea 2005, il Dipartimento Igiene del Lavoro dell'ISPESL e il Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione

nei Luoghi di Lavoro delle Regioni e delle Province autonome si sono fatti promotori della realizzazione di un manuale di buona pratica, dal titolo «*Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro*», con lo scopo di fornire indicazioni operative per la gestione e la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro<sup>[4]</sup>.

In naturale continuità con l'esperienza precedente delle linee guida per la valutazione del rischio rumore<sup>[5]</sup>, questo manuale di buona pratica è stato ideato con l'obiettivo di fornire uno schema di riferimento concettuale, tecnico-metodologico e pratico che orientasse tutti gli addetti ai lavori a una risposta corretta agli adempimenti fissati dalla legge relativamente al rischio rumore, in particolare relativamente agli artt. 41 e 46, D.Lgs. n. 277/1991. Ora, alla luce del nuovo Titolo V-bis, D.Lgs. n. 626/1994, che riduce di 3 dB il valore limite di esposizione, il manuale assume ancor più una rilevanza e una attualità straordinaria.

### Il manuale di buona pratica ISPESL

Il testo del manuale di buona pratica 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; 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 e alle macchine. I capitoli 3 e 4 entrano nel merito dell'applicazione delle linee guida nei luoghi di lavoro, con il primo che introduce i criteri acustici generali di progettazione e bonifica degli edifici industriali stabiliti dalle attuali norme tecniche e di legge, e il secondo 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. Il capitolo 5 tratta la problematica dei criteri acustici di acquisto, mentre il 6 affronta la bonifica acustica. Il testo introduce, poi, al collaudo acustico in opera degli interventi di controllo del rumore e presenta la bibliografia generale. Conclude questo primo livello il glossario, di ausilio alla comprensione dei termini e dei concetti utilizzati nel testo.

[1] Tra le pubblicazioni più significative prodotte sul tema del rumore dall'European Agency for Safety and Health at Work di Bilbao nel 2005, scaricabili dal sito <http://agency.osha.eu.int>, si citano le seguenti:

- Reducing the risks from occupational noise;
- Magazine n. 8, Noise at work;
- Facts Sheet n. 56, An introduction to noise at work;
- Facts Sheet n. 57, The impact of noise at work;
- Facts Sheet n. 58, Noise control and reduction.

[2] L'European Agency for Safety and Health at Work di Bilbao ha selezionato una serie di buone prassi provenienti da tutti i Paesi della UE, raccolte nella pubblicazione *Prevention of risks from occupational noise in practice*, presentata al Closing Event della Settimana Europea 2005 svoltosi il 12 dicembre 2005 a Bilbao (Spagna).

In Italia sono state selezionate le seguenti buone prassi, presentate al convegno di chiusura della Settimana europea 2005, svoltosi il 24 ottobre 2005 presso l'INAIL di Roma:

- Travertini Caucci SpA - CNR/IDAC Roma - INAIL, D.R. Lazio, CONTARP - Il taglio silenziato nel comparto lapideo per una efficace protezione acustica dei lavoratori;
- Catanzaro Costruzioni Srl - Progetto Arredo Sas - Uso dei dispositivi di protezione individuale equipaggiati con idoneo sistema di comunicazione a distanza;
- Vitale Barberis Canonico Spa - Cabine insonorizzanti per telai a getto d'aria; la riduzione del rischio di inquinamento acustico nel lanificio di Pratrivero (Bi);
- Metalmeccanica Fracasso Spa - Lisa Servizi Srl - Schermatura da rumore con pannello in plexiglas.

[3] INAIL, Rapporto statistico 2004.

[4] Manuale di buona pratica "Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro", ISPESL, Dipartimento Documentazione, Informazione e Formazione, 2005, disponibile a breve anche all'indirizzo [www.ispesl.it](http://www.ispesl.it).

[5] Linee guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro, ed. 2005, ISPESL, Dipartimento Documentazione, Informazione e Formazione, 2005, disponibile anche all'indirizzo [www.ispesl.it/linee\\_guida/fattore\\_di\\_rischio/rumore.htm](http://www.ispesl.it/linee_guida/fattore_di_rischio/rumore.htm).

Il secondo livello è articolato in 27 schede destinate all'approfondimento tecnico e gestionale degli argomenti trattati nel primo livello; si citano, per 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 e quella sulla scelta del consulente tecnico.

Infine, il terzo livello contiene una serie di banche dati raccolte alla data di conclusione dei lavori (luglio 2005) 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 e i codici di calcolo per l'acustica, circa 50 bonifiche effettuate sul territorio e 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, pertanto, sono disponibili solo in formato elettronico.

Il manuale di buona pratica è il frutto del lavoro intenso e dell'esperienza scientifica e professionale dei membri del Gruppo di Lavoro nazionale, istituito a questo scopo dall'ISPESL, di concerto con il Coordinamento delle Regioni e delle Province autonome, provenienti dagli Enti pubblici e privati, dalle ASL, dalle Università e dalle associazioni scientifiche. Era stato pensato, inizialmente, come una linea guida pratica per le bonifiche acustiche negli ambienti industriali ma, nel corso dei lavori, si è trasformato in un vero e proprio manuale di buona pratica di acustica applicata, con una visione "integrata" dell'acustica e della riduzione del rumore, la cui filosofia è stata ispirata ai seguenti elementi:

- ubicazione degli insediamenti produttivi;
- requisiti acustici e bonifica degli ambienti di lavoro;
- requisiti acustici e bonifica delle macchine, delle attrezzature e degli impianti;

- personale competente e collaudi acustici delle opere di bonifica;
- attenzione anche agli ambienti "non industriali" quali, per esempio, scuole, ospedali, uffici;
- esempi, approfondimenti tecnici e normativi;
- banche dati (norme, materiali per l'acustica, strumenti di misura e di previsione del rumore, bonifiche).

Vista la complessità dell'opera e la vastità degli argomenti trattati, si rimanda alla lettura del manuale di buona pratica per una lettura completa degli argomenti trattati, in questa sede si riportano a titolo esemplificativo due esempi di possibili interventi tecnici di prevenzione tratti dal manuale.

---

**La valutazione dei rischi  
è un processo tecnico  
mirato  
alla riduzione e al controllo  
dell'esposizione  
attraverso  
l'adozione di misure tecniche  
un'adeguata sorveglianza sanitaria  
e  
la costante formazione degli addetti**

---

**Esempio 1:  
il taglio silenziato**

L'attuale tecnologia disponibile per il taglio silenziato nel settore lapideo permette, tramite idonee modifiche costruttive delle lame, la riduzione del rumore da esse emesso. Le lame silenziate sono utilizzate principalmente per pietre cavate, quali granito, pietre dure, travertino ecc., ma la loro disponibilità sul mercato è ancora ridotta; in media circa il 24% delle lame commercializzate da una stessa ditta è di tipo silenziato. Questa tipologia di taglio si propone, tramite idonee modifiche costruttive delle lame, di ridurre il rumore emesso dalla lama stessa durante il taglio. La riduzione ottenuta, normalmente, varia tra il 10 e il 30% rispetto a una lama tradizionale.

Le tecniche costruttive adottate partono dalla considerazione che il rumore prodotto dalla lama è generato dai suoi denti nell'urto con il materiale da tagliare. Il rumore così prodotto viene trasmesso al resto della lama che lo amplifica tramite i suoi modi vibrazionali, soprattutto quelli trasversali al piano di taglio. L'obiettivo, pertanto, è di limitare il rumore emesso senza inficiare la capacità di taglio, riducendo il rumore vibrazionale mediante specifici interventi, tesi essenzialmente a creare effetti di dissipazioni meccaniche e smorzamenti nel meccanismo di propagazione sonora. Questo si ottiene con l'introduzione, nella struttura della lama, di opportuni materiali e di appropriate discontinuità. Le tipologie degli interventi sono essenzialmente tre:

- silenziazione mediante anima di tipo *sandwich* (tipo SW);
- silenziazione mediante intagli (tipo A);
- silenziazione mediante inserti in rame (tipo DELONO).




La struttura a *sandwich* (SW) è composta da due lame uguali e sottili incollate tra loro con una resina epossidica, avente effetti smorzanti, oppure con l'interposizione di un sottile disco di rame. Questa tipologia consente abbattimenti maggiori del rumore (fino al 30%), ma rende la lama molto più pesante (quasi il doppio). Pertanto, è applicabile solo per lame di piccolo diametro (massimo 400 mm).

La struttura a intagli richiede uno studio preliminare sui modi vibratorii della lama in modo che gli intagli siano eseguiti mediante *laser* e secondo opportune geometrie, nei punti di maggior vibrazione trasversale al piano di taglio della lama stessa, lungo tutta la sua superficie laterale. Le incisioni sono riempite con delle specifiche sostanze viniliche che contribuiscono a limitare la rumorosità del disco durante il suo funzionamento. Questa tecnica è meno efficace ai fini della riduzione del rumore ma, alleggerendo la lama, è utilizzata per quelle di maggior diametro (fino a 1200 mm).

In merito alla tipologia DELONO, questa consiste nella presenza di opportuni cilindretti in rame inseriti immediatamente al di sotto delle asole di separa-

## Intervento di sostituzione di frese

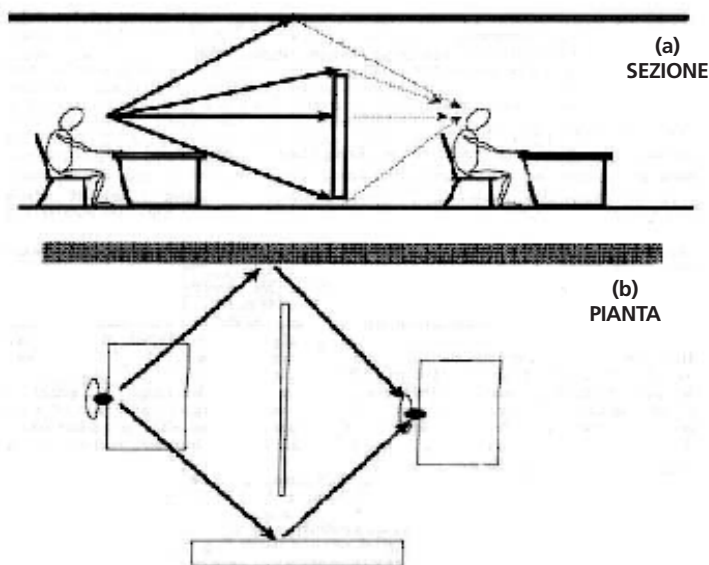
Figura 1

<b>Comparto produttivo:</b> lavorazione del travertino	<b>Tipo di intervento:</b> attenzione del rumore emesso da frese attestatrici	<b>Scheda n.</b>	<b>C13</b>
<b>Descrizione della problematica:</b>	Il rumore emesso dalle frese attestatrici per lastre di travertino a lama circolare costituisce un serio problema in molti laboratori, in quanto può spesso comportare livelli sonori di esposizione giornaliera superiori a 90 dB(A) e inoltre, in molti casi, si è rivelato impraticabile il ricorso a tecniche di incapsulamento acustico.		
<b>Descrizione dell'intervento:</b>	Attenuazione della rumorosità tramite sostituzione del disco tradizionale di 350 mm di diametro con anima piena di metallo con disco silenziato utilizzando la tecnologia a sandwich, in cui l'anima è costituita da due parti di metallo incollate a uno strato di rame.		
			
<b>Disco tradizionale pieno</b>		<b>Disco silenziato tipo sandwich</b>	
			
<b>Risultati acustici:</b>	Livello di potenza sonora $L_{WA}$ : disco tradizionale nuovo: 116,3 dB(A) disco silenziato nuovo: 111,7 dB(A)  Livello di pressione sonora $L_{Aeq}$ al posto operatore: disco tradizionale nuovo: 95,6 dB(A) disco silenziato nuovo: 90,8 dB(A)		
<b>Fattori di criticità:</b>	Nessuno		
<b>Costi approssimativi:</b>	€ 350,00		
<b>Intervento progettato da:</b> CNR - IDAC "O.M. Corbino" e ISPESL di Roma	<b>Intervento realizzato da:</b> CNR - IDAC "O.M. Corbino" e ISPESL di Roma		
<b>Intervento di tipo:</b>	standard [X]	prototipo [ ]	

Fonte: Scheda C1.3 tratta dal Terzo Livello del Manuale di buona pratica ISPESL-Regioni "Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro".

## Rappresentazione schematica di un open space

Figura 2



(a) Effetto fonoassorbente del soffitto ed effetto fonoassorbente e fonoisolante dei pannelli divisorii sui raggi sonori

(b) Effetto riverberante delle pareti non trattate sui raggi sonori

zione dei tasselli del disco. Questa silenziatura è completata da opportuni tagli di geometria differente rispetto a quelli del tipo A. Sebbene questo tipo di silenziatura sia prodotto e commercializzato per tutti i diametri, è maggiormente utilizzato per dischi di grandi dimensioni.

Nella figura 1, tratta dal manuale di buona pratica, è riportato un intervento di sostituzione di frese a disco tradizionali per il taglio del travertino con

frese a disco diamantate di tipo silenziato, realizzate con la tecnologia a *sandwich*<sup>[6]</sup>.

### Esempio 2: gli open space

Gli uffici tipo *open space* negli ultimi anni sono sempre più diffusi, soprattutto nel settore dei servizi (ministeri, uffici, poste, banche, *call center* ecc.), per la loro praticità ed economicità legata alla possibilità di impiegare un maggior numero di lavoratori a parità di superficie e per i ridotti

costi di realizzazione. Di contro, se non si osserva una adeguata progettazione e realizzazione di questi ambienti, si possono verificare situazioni di disagio dal punto della vivibilità, sia per i lavoratori, sia per i frequentatori, dovute a condizioni acustiche inadeguate (rumore di fondo elevato, scarsa intelligibilità del parlato, mancata riservatezza delle comunicazioni).

Per realizzare gli ambienti destinati a *open space* in modo acusticamente ergonomico, occorre agire soprattutto su due versanti:

- gli arredi;
- l'ambiente (si veda la figura 2).

Per quanto riguarda gli arredi, gli schermi utilizzati per separare le singole postazioni di lavoro devono soddisfare i seguenti requisiti:

- l'altezza non deve essere inferiore a 1,7 m;
- la larghezza deve essere almeno 1,8 m;
- il lato inferiore è opportuno che appoggi interamente sul pavimento, se sollevato l'altezza da terra non deve superare i 100 mm;
- l'indice di valutazione del suo potere fonoisolante non deve essere inferiore a 25 dB;
- l'indice di valutazione globale dell'assorbimento acustico ( $\alpha$ ) deve essere superiore a 0,6.

Per quanto riguarda l'ambiente di lavoro, occorre che le pareti dell'*open space* e, soprattutto, il suo soffitto siano rivestiti con materiali fonoassorbenti per evitare che le riflessioni delle onde sonore incidenti vanifichino gli effetti di schermatura acustica delle barriere.

Rispettando queste condizioni è possibile una riduzione del livello di rumore di fondo sul posto di lavoro compresa tra gli 8 e i 10 dB, ottenendo una buona intelligibilità e una adeguata riservatezza delle comunicazioni (Indice di Articolazione AI<sup>[7]</sup> compreso tra 0,2 e 0,5) e un rumore di fondo non superiore a 35÷45 dB(A). ●

[6] Per maggiori informazioni, si veda, di Giovanni Brambilla, Pietro Nataletti, Giuseppe Rosci, Il taglio silenziato nel comparto lapideo come misura per la protezione del lavoratore, Atti del 4° Seminario nazionale CONTARP, Assisi, 2005.

[7] Indice di articolazione (AI, Articulation Index): grandezza correlata alla intelligibilità della comunicazione tra parlatore e ascoltatore posti frontalmente a una certa distanza. Il valore varia da 0 (intelligibilità nulla) a 1 (intelligibilità massima). È applicabile in ambienti poco riverberanti.