

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Piacenza

Dipartimento di Sanità Pubblica
U.O. Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro

**LINEE GUIDA
PER L'APPLICAZIONE DEL D. Lgs. 81/08
N. 09**

**MISURAZIONE DELL'ESPOSIZIONE E
VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE
Titolo VIII Capo II D. Lgs. 81/08**

Responsabile dell'emissione:

Claudio Arcari *Claudio Arcari*



Data di emissione: 21 giugno 2011

GRUPPO DI LAVORO:

ARCARI Claudio
BOSI Anna
CELLA MariaTeresa
MAZZARI Mariacristina
POMPINI Alessandra

*Redazione del documento a cura di:
Claudio Arcari, Mariacristina Mazzari e Alessandra Pompini*

INDICE

- 1. PREMESSA**
- 2. LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO E LA MISURAZIONE NELLA
NORMATIVA**
- 3. LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE SENZA MISURAZIONE**
- 4. LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE CON MISURAZIONE**
- 5. DALLA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE ALLA
VALUTAZIONE DEL RISCHIO**
- 6. BIBLIOGRAFIA**

1. PREMESSA

La valutazione dei rischi, così come definita dall'art. 2 del D. Lgs. 81/08 “valutazione globale e documentata di tutti i rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori”, è uno strumento essenziale, per “.... individuare le adeguate misure di prevenzione e di protezione e ... elaborare il programma delle misure ...”, concetto che viene ulteriormente ribadito all'art. 28 c.2 del D. Lgs. 81/08 che indica il documento di valutazione come strumento di pianificazione degli interventi aziendali di prevenzione.

L'art 28 del D. Lgs. 81/08, nell'affermare che la valutazione deve riguardare tutti i rischi per la sicurezza e la salute, considera parte integrante del documento di cui all'art. 17 anche la valutazione del rischio per gli agenti fisici e prevede inoltre il dover esplicitare nel documento di valutazione il percorso metodologico seguito per quantificare il rischio; per quanto riguarda il rumore, criteri e contenuti della valutazione vengono definiti nell'art. 190.

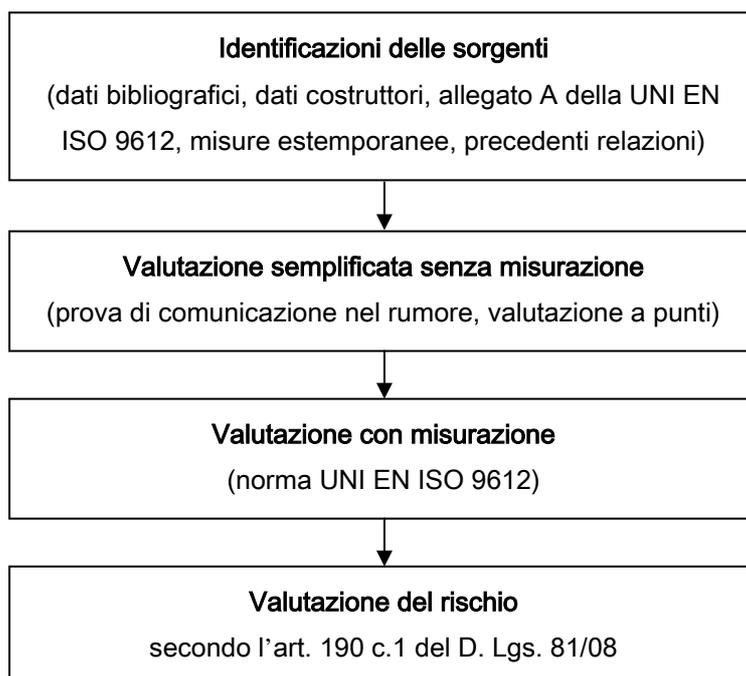
L'articolo 28 recita infatti:

Il documento di cui all'art. 17 comma 1 lettera a), redatto a conclusione della valutazione, ... deve ... contenere:

- a) una relazione sulla valutazione di tutti i rischi per la sicurezza e la salute durante l'attività lavorativa, nella quale siano specificati i criteri adottati per la valutazione stessa. La scelta dei criteri di redazione del documento è rimessa al datore di lavoro che vi provvede con criteri di semplicità, brevità e comprensibilità, in modo da garantire la completezza e l'idoneità quale strumento operativo di pianificazione degli interventi aziendali e di prevenzione; (...).*

L'obiettivo del percorso che parte dalla identificazione dei pericoli, passa attraverso la loro valutazione, sino a giungere alla pianificazione degli interventi tecnici e organizzativi di riduzione, è quello di proteggere i lavoratori dai rischi per la salute e sicurezza.

L'intento di questa linea guida è creare un percorso “guidato” da impiegarsi per la valutazione del rischio rumore, utilizzando criteri di semplicità, brevità e comprensibilità nel rispetto dei dettami di legge. Lo schema sottostante ripropone in sintesi le tappe suggerite.



2. LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO E LA MISURAZIONE NELLA NORMATIVA

Obbligo fondamentale per il datore di lavoro, come previsto dall'art. 17 del D. Lgs. 81/08, è la valutazione dei rischi, che resta tale anche ai sensi del Titolo VIII.

L'art. 190 a tal proposito prevede:

- al comma 1 che il datore di lavoro **valuti** il rumore durante il lavoro;
- al comma 2 che il datore di lavoro **misuri** i livelli di rumore a cui sono esposti i lavoratori, **se si può fondatamente ritenere che i valori inferiori di azione possano essere superati**;
- al comma 5 che **la valutazione** e le relative **misure di prevenzione e protezione siano documentate** in conformità all'articolo 28, comma 2;

tenendo anche conto che:

- la misurazione costituisce il riferimento su cui effettuare la valutazione dei rischi, **ma che non è la valutazione dei rischi**;
- per effettuare la misurazione è necessario possedere conoscenze tecniche e strumentazione adeguata.

In sintesi, gli obblighi relativi alla valutazione del rischio possono essere così riassunti:

- **la valutazione del rischio derivante dall'esposizione al rumore è obbligatoria per tutte le aziende in cui prestino la propria opera "lavoratori" così come definiti dal Titolo I del D. Lgs. 81/08;**
- **dal comma 1 dell'art. 190 risulta chiaro che il datore di lavoro deve effettuare la valutazione del rischio rumore indipendentemente dal livello di rumore, dall'attività svolta e dal numero di lavoratori;**
- **la valutazione del rischio è un atto di esclusiva responsabilità del datore di lavoro, atto che non può essere delegato, ma che è effettuato coinvolgendo il servizio di prevenzione e protezione, il medico competente (ove è previsto) e consultando il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza;**
- **se, a seguito della valutazione, risulta che i valori inferiori di azione possono essere superati, il datore di lavoro deve provvedere (comma 2 dell'art. 190) a fare effettuare la misurazione dei livelli di rumore cui i lavoratori sono esposti;**
- **le misurazioni sono atti tecnici posti in essere da personale adeguatamente qualificato;**
- **i risultati delle misurazioni dovranno essere riportati in una relazione tecnica, firmata dal responsabile delle misurazioni, che costituirà la base della valutazione dei rischi redatta dal datore di lavoro.**

La misurazione dei livelli di esposizione al rumore professionale è una operazione che può essere lunga e complessa. Non sempre si è nella necessità di dover misurare, ma si può arrivare ad

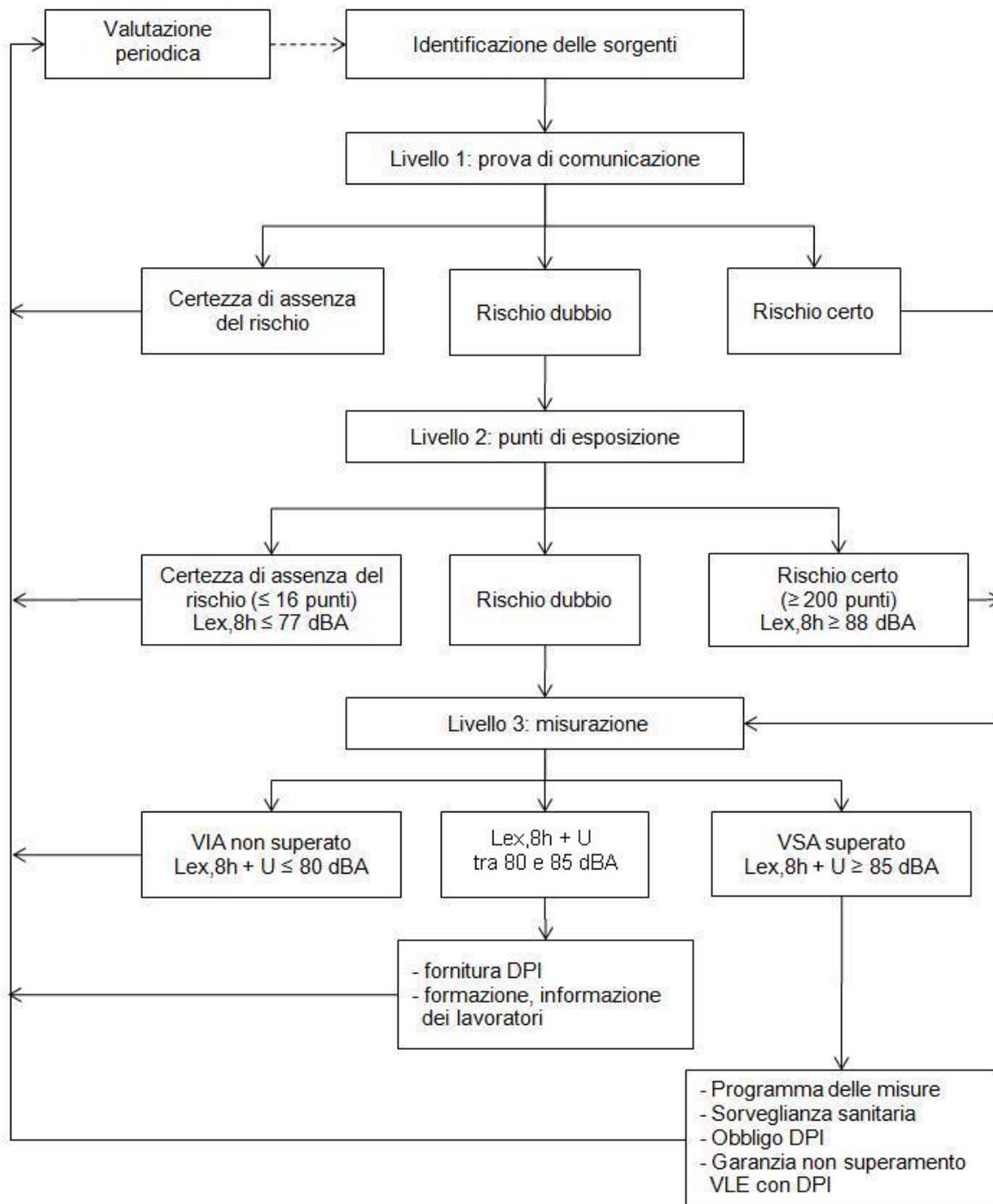
assegnare un livello espositivo di rischio utilizzando metodi di stima. Allo scopo, si propone il percorso riportato in Fig. 1, dove si mostra come la valutazione del rischio può essere realizzata adattando gradualmente i metodi proposti: due di stima (descritti nel capitolo 3) e uno di misurazione (presentato nel capitolo 4).

- Stima sommaria del rischio: senza alcuna misurazione, si fonda su un questionario molto semplice da utilizzare relativo alla **possibilità di comunicare nel rumore**.
- La valutazione semplificata: quando si dispone di un'indicazione sui livelli di rumore e sulla durata delle fasi di esposizione, il **metodo** proposto "**dei punti d'esposizione**" fornisce immediatamente un'idea sull'ampiezza del rischio rumore.
- **La misurazione d'esposizione standardizzata**: questo metodo è conforme alla norma di misurazione e deve essere applicato quando è necessario un risultato preciso. Impone la misurazione di campioni rappresentativi e precisa come valutare l'incertezza

E' utile impiegare questi tre metodi in modo gerarchico per economizzare gli sforzi di misurazione e concentrare l'attenzione su quelle situazioni dove i primi due metodi non permettono di arrivare a conclusioni certe.

I criteri utilizzati e il percorso seguito devono essere sempre riportati nel documento di valutazione.

Figura 1: Diagramma del processo di valutazione del rischio che può essere attuato adattandolo gradualmente ai metodi disponibili



Legenda:

- VIA = Valore Inferiore di Azione
- VSA = Valore Superiore di Azione
- VLE = Valore Limite di Esposizione

3. LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE SENZA MISURAZIONE

Prima di intraprendere qualsiasi valutazione del rischio rumore è necessario effettuare l'analisi del lavoro, allo scopo di individuare i lavoratori e stabilire quali sono le aree e le mansioni che contribuiscono maggiormente all'esposizione dei lavoratori al rumore. Essa deve fornire informazioni necessarie per:

- conoscere l'organizzazione del lavoro;
- identificare i lavoratori e le loro mansioni;
- individuare i compiti che costituiscono le mansioni;
- identificare le aree, le attività e le attrezzature rumorose;
- identificare eventuali eventi rumorosi significativi (allo scopo vedere la tabella 2);
- acquisire informazioni del costruttore delle attrezzature e degli impianti;
- acquisire lay out aziendale.

3.1 IDENTIFICAZIONE DELLE SORGENTI

Per identificare le sorgenti possono essere considerati dati disponibili: dati bibliografici, informazioni fornite dal costruttore, misure estemporanee, dati di precedenti relazioni.

3.1.1 DATI BIBLIOGRAFICI

Nel sito www.suva.ch/waswo/86005 ⁽¹⁾ è possibile consultare dati bibliografici di esposizione al rumore professionale per settore di attività e per lavoro. In ogni lista viene riportata, per singola attività individuata, il tipico livello continuo (Leq in postazione operatore – colonna “AP” delle schede) di pressione sonora della fonte di rumore indipendentemente dal tempo di esposizione; solo in alcuni casi, l'esposizione al rumore viene anche espressa come Lex, per una attività tipica durante un anno di lavoro (2000 ore).

Naturalmente i valori di queste tabelle sono indicativi, per l'uso corretto dei criteri è necessario considerare la specificità del caso in esame (addensamento di macchine/lavorazioni, vetustà e condizioni di manutenzione della macchina, riverbero dell'ambiente ...) in grado di modificare sensibilmente il livello finale dell'esposizione a rumore. Queste informazioni, abbinate ai quesiti sulla possibilità di comunicare nel rumore, possono essere utilizzate per stabilire una stima sommaria del rischio.

⁽¹⁾ *per scaricare il documento copiare il link nella barra degli indirizzi*

3.1.2 MISURE ESTEMPORANEE

A supporto della prova di comunicazione nel rumore, possono essere effettuate misure estemporanee di rumore con l'uso di fonometri semplici.

3.1.3 DATI DEL COSTRUTTORE

Nella direttiva macchine, la protezione dal rumore è uno dei Requisiti Essenziali di Sicurezza; essa impone ai progettisti di realizzare macchine che emettano il minimo livello sonoro possibile perché gli interventi in fase di progettazione risultano essere i più efficaci per la riduzione del rumore.

Rimane compito del datore di lavoro acquirente scegliere, all'atto dell'acquisto, la macchina che emette il minimo livello di rumore analizzando i dati forniti dal costruttore già in sede di offerta. E' ovvio che, l'esposizione al rumore di un lavoratore non dipende solamente dal rumore emesso dalla macchina ma anche dal modo in cui la stessa è stata installata, dalle modalità di utilizzo, dalle caratteristiche acustiche del luogo di lavoro, dalla presenza di altre fonti di rumore, dalla posizione della persona rispetto alla sorgente e, infine, dal tempo di esposizione.

La normativa impone al costruttore di riportare nelle istruzioni d'uso, che accompagnano la macchina, il livello di rumore aereo emesso. Le informazioni rintracciabili possono essere diverse in relazione all'anno di costruzione della macchina. Nella tabella 1 si riporta il confronto tra i dati dichiarati di emissione acustica relativi alla **Direttiva 89/382/CEE** (codificata dalla Direttiva 98/37/CE) recepita dal D.P.R. 459/96 e alla nuova **Direttiva 2006/42/CE** recepita dal D. Lgs. 17/10 che sostituisce la precedente dal 6 marzo 2010.

Conoscere il livello di pressione sonora al posto operatore, consente in prima approssimazione di esprimere un giudizio sul superamento o meno del valore inferiore di azione, ma non può rappresentare la effettiva esposizione del lavoratore perché non calata nella realtà aziendale, ma determinata solo in condizioni standard.

Tabella.1: Confronto dei contenuti riscontrabili nelle istruzioni, relativi a rumore

Direttiva 2006/42/CE	Direttiva 98/37/CE
Livello di pressione acustica dell'emissione ponderato A nei posti di lavoro, se supera i 70 dBA; se tale livello non supera 70 dBA deve essere indicato	Livello di pressione acustica continuo equivalente ponderato A nei posti di lavoro, se supera i 70 dBA; se tale livello non supera 70 dBA deve essere indicato
Il valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata C nei posti di lavoro, se supera 63 Pa (130 dB rispetto a 20μPa)	Il valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata C nei posti di lavoro, se supera 63 Pa (130 dB rispetto a 20μPa)
Il livello di potenza acustica ponderato A emesso dalla macchina, se il livello di pressione acustica dell'emissione ponderato A nei posti di lavoro supera 80 dBA	Il livello di potenza acustica emesso dalla macchina, se il livello di pressione acustica continuo equivalente ponderato A nei posti di lavoro supera 85 dBA

3.1.4 IDENTIFICAZIONE EVENTI SONORI SIGNIFICATIVI

Un'adeguata analisi del lavoro deve consentire di individuare tutti gli eventi acustici a cui sono esposti i lavoratori, senza tralasciare eventi brevi ma di forte intensità che possono incidere in modo significativo sui livelli di esposizione. Per questo riproponiamo una breve lista di controllo tratta dalla UNI EN ISO 9612:2011, che ha lo scopo di mettere in evidenza particolari situazioni che necessitano di essere ulteriormente indagate.

Tabella 2: UNI EN ISO 9612:2011 – Allegato A – Esempio di una lista di controllo che assicuri la rilevazione di eventi sonori significativi durante l’analisi del lavoro

<p>Si verificano alcune delle seguenti situazioni ?</p> <ul style="list-style-type: none"> - uso di getti d’aria compressa - rilasci di aria compressa - martellamento - impatti intensivi - uso saltuario di macchine e utensili molto rumorosi - passaggio di veicoli rumorosi
<p>Vi sono operazioni molto rumorose durante fasi particolari?</p> <ul style="list-style-type: none"> - all’inizio del turno - alla fine del turno - durante le fasi di aggiustamento e fornitura - durante le attività di avviamento e chiusura o produzione - durante le fasi di pulizia - altre situazioni
<p>Ci sono attività molto rumorose nelle postazioni adiacenti?</p> <ul style="list-style-type: none"> - tipo : _____ - postazioni di lavoro esposte

3.2 - LIVELLO 1: PROVA DI COMUNICAZIONE

Una volta evidenziate le sorgenti di rumore, si possono effettuare dei controlli iniziali per stabilire se i valori inferiori che fanno scattare l’azione possano prevedibilmente essere oltrepassati. Questi metodi non quantificano puntualmente l’esposizione ma, con sufficiente garanzia, permettono di identificare “determinate situazioni”: quelle dove in modo ovvio non ci sono rischi, e quelle dove il rischio è certo; in quest’ultimo caso, prima di procedere a una misurazione accurata, è buona prassi verificare se sono state adottate tutte le misure di prevenzione di carattere generale previste all’art. 182 del D. Lgs. 81/08.

Naturalmente, tra questi due casi, quando il rischio è dubbio, sarà indispensabile passare al 3° livello dove è prevista la misurazione.

Conoscere il livello di esposizione è il primo step della valutazione del rischio da rumore ma non l’unico, altre informazioni devono essere raccolte e considerate per un giudizio complessivo del rischio. La presenza contemporanea di altri fattori, come possono essere le sostanze ototossiche che esplicano un effetto sinergico con il rumore agendo sullo stesso organo, implica, anche per esposizioni inferiori a 80 dBA e in soggetti sensibili, l’opportunità di provvedere alla sorveglianza sanitaria.

Anche la presenza di componenti impulsive, pur occasionali, deve essere considerata con attenzione nell’espressione del giudizio sull’esposizione, portando, se necessario, ad intraprendere azioni di controllo.

Quando non si conosce nulla sul rischio legato all’esposizione professionale al rumore, si raccomanda di cominciare da una “stima sommaria”. E’ definita *sommatoria* perché non implica la realizzazione di alcuna misurazione precisa del rumore. Si basa su questioni relative alla possibilità di comunicare nel rumore, o su dati disponibili; se pur sommaria, può identificare, fra vari gruppi di lavoratori, quali sono quelli per i quali si impone una stima più precisa.

Un primo giudizio di non superamento del valore inferiore di azione è dato dalla sussistenza contemporanea delle seguenti condizioni:

- è possibile comunicare facilmente a voce normale con altri lavoratori posti a 1 metro di distanza;
- sono assenti “eventi sonori significativi” e intensi sul luogo di lavoro (allarmi di macchine, scarichi di aria compressa, ecc.).

Questo criterio è spendibile solo per confermare una situazione già visibilmente “certa” dove non sono presenti sorgenti in grado di produrre livelli di rumore superiori a 80 dBA e pertanto utile a valutare il rischio in realtà come uffici, imprese di pulizia, piccole attività commerciali e altre realtà simili.

Nell’applicarlo a operatori che svolgono più compiti all’interno della propria mansione o si muovono in più ambienti (es. addetti alle pulizie, impiegati tecnici, ecc), per ciascuna delle situazioni di lavoro deve essere verificata la sussistenza delle condizioni sopra indicate e nel caso una delle circostanze non sia garantita, si ricadrà in un “rischio dubbio”.

La prova, molto semplice, è basata sulla possibilità di comunicare nel rumore, dipende dalla distanza tra due interlocutori e dal livello della voce, permette di identificare le situazioni a “rischio certo” e quelle dove “l’assenza di rischio è certa”.

Tabella 3 – Tratta da ED6035 - INRS - Prova basata sulla possibilità di comunicare nel rumore. Permette di valutare l’ampiezza del rumore.

Test	Interpretazione dei termini	Esempi
Dover gridare o avere molta difficoltà a farsi comprendere da una persona situata a meno di 1 metro di distanza	Livello 2 rischio certo*	Laboratorio di falegnameria quando molte macchine per il legno sono in funzione, molatura, discoteca
Dover gridare o avere molta difficoltà a farsi comprendere da una persona situata a 2 metri di distanza	Livello 1 rischio dubbio	Laboratorio di lavorazione (tipo fresa). Trapano
Poter comunicare normalmente con una persona situata a 0,5 metri di distanza	Livello 0 certezza di assenza di rischio	Laboratori di assemblaggio senza macchine rumorose Via animata con circolazione

* si può considerare che questa prova corrisponda a un livello di rumore superiore a 90 dBA circa

E’ possibile qualificare il livello di rischio secondo la tabella 3, quando nella giornata lavorativa le situazioni d’esposizione al rumore sono continuative, costanti o quasi, e prive di componenti impulsive.

Al contrario il rischio deve essere considerato “dubbio” e, in caso di componenti impulsive, “certo” anche se la durata quotidiana di utilizzo è limitata ad alcuni minuti, quando si è in presenza di un evento acustico intenso (uso del martello o impiego di alcune attrezzature estremamente rumorose, flessibili, ecc).

Se si accerta, attraverso la stima di primo livello, la presenza di rumori impulsivi occorre procedere alla misurazione per verificare il rispetto dei valori di azione e del valore limite di esposizione.

Lo schema di figura 2 può aiutare, in un primo momento, ad identificare sommariamente la possibilità di superamento dei valori di picco a partire dai livelli di pressione di picco tipici di fonti impulsive senza però escludere la necessità di misurare.



Figura 2: livelli di pressione di picco tipici di fonti impulsive

3.3 - LIVELLO 2: METODO DEI PUNTI DI ESPOSIZIONE

Questa valutazione del rischio è basata sui *punti di esposizione* e riprende il metodo proposto da INRS nel documento ED6035. Può essere applicato anche quando il lavoro è suddiviso in fasi d'esposizione, ciascuna caratterizzata da un livello di rumore noto e da una durata quotidiana. Si tratta di un metodo semplificato, facile da utilizzare, applicabile con dati iniziali limitati. Fornisce un risultato che permette immediatamente di sapere se è necessaria la misurazione.

L'applicazione del metodo permette di ottenere:

- una stima dell'esposizione giornaliera;
- una classificazione delle singole fasi d'esposizione, utili per identificare le priorità nelle azioni di riduzione del rischio;
- l'apporto di un "evento sonoro significativo" nell'esposizione personale a rumore.

Anche questo metodo permette di identificare le situazioni dove la "soglia inferiore di azione" viene superata e quelle dove la stessa non viene *presumibilmente* superata. Nelle situazioni intermedie o in presenza di rischio certo, sarà necessario procedere alla misurazione.

a) Stima dell'esposizione giornaliera

Quando il giorno di lavoro di un operatore comprende molte fasi di esposizione al rumore, la valutazione semplificata si applica, utilizzando la tabella 4, con la seguente sequenza:

- scomporre il giorno di lavoro nelle sue fasi di esposizione;
- assegnare ad ogni fase di esposizione un livello di rumore in dBA acquisito da: dati bibliografici, misure estemporanee, dati precedenti, dati del costruttore;
- definire la durata della singola fase, ottenuta analizzando attentamente la durata di quella attività;
- entrare nella tabella 4 partendo dal livello di rumore sino ad incrociare la colonna del tempo corrispondente alla durata quotidiana della fase in esame e leggerne il punteggio ottenuto, corrispondente a quella fase. In presenza di frazioni orarie, si può sommare o nel caso, sottrarre il punteggio delle durate disponibili in tabella sino ad arrivare alla durata temporale utile;
- sommare i punti di tutte le fasi di lavoro;
- entrare nella colonna "8 ore" con il punteggio totale ottenuto e leggere il corrispondente Lex_{8h} .

Si riporta di seguito un esempio, per meglio chiarire l'uso della valutazione a punti.
 Un lavoratore è esposto a un livello di 86 dBA per 7 ore.
 Il punteggio relativo a 7 ore sarà dato dalla differenza tra i punteggi di 8 ore e di 1 ora [(130-16) = 114].
 Il Lex_{8h} del lavoratore si troverà compreso tra 85 e 86 dBA.

La tabella 4, basata sul punteggio a “semaforo”, permette immediatamente, determinato il punteggio finale, di conoscere se il valore inferiore di azione viene superato. Le tre fasce di colore riportate, hanno il seguente significato :

zona verde: la dose di rumore equivalente a 80 dBA durante le otto ore non è superata

zona arancio: la dose di rumore è intermedia tra le due precedenti è necessario approfondire con misure

zona rossa: la dose di rumore equivalente a 85 dBA durante le otto ore può essere superata

In prossimità immediata delle soglie di azione (80 e 85 dBA) la stima non può essere considerata esaustiva della valutazione ma bisognerà procedere alla misurazione.

USO INCERTEZZA DELLA VALUTAZIONE A PUNTI - INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Il risultato di una valutazione semplificata può essere interpretato in termini di non superamento o di superamento del valore inferiore di azione.

L'INRS propone un criterio d'interpretazione basato su valori indicativi e come tali dotati di un margine di errore suscettibile di essere allargato a seconda della valutazione in esame.

A partire dalla somma dei punti di tutte le fasi di lavoro analizzate, solo se il risultato ottenuto è inferiore a 16 o superiore a 200, è possibile esprimere un giudizio certo.

Se il numero totale quotidiano dei punti è compreso tra 16 e 200, il risultato della valutazione semplificata è prossimo, vicino a 3 dBA, alle due soglie dei valori di azione inferiore e superiore pertanto si dovrà passare al livello 3 (misurazione).

Tabella 5 – Tratta da ED6035 - INRS: Sintesi del criterio di valutazione

Criterio	Interpretazione
Numero totale di punti ≤ 16 cioè $Lex_{8h} \leq 77$ dBA	Quasi certezza d'assenza di rischio
Numero totale di punti ≥ 200 cioè $Lex_{8h} \geq 88$ dBA	Rischio quasi certo

Niveau de bruit dB(A)	Durée quotidienne de la phase de travail								
	8 h	4 h	2 h	1 h	30 min	15 min	10 min	5 min	1 min
75	10	5	3	1	1	0	0	0	0
76	13	6	3	2	1	0	0	0	0
77	16	8	4	2	1	1	0	0	0
78	20	10	5	3	1	1	0	0	0
79	25	13	6	3	2	1	1	0	0
80	32	16	8	4	2	1	1	0	0
81	40	20	10	5	3	1	1	0	0
82	50	25	13	6	3	2	1	1	0
83	64	32	16	8	4	2	1	1	0
84	80	40	20	10	5	3	2	1	0
85	100	50	25	13	6	3	2	1	0
86	130	64	32	16	8	4	3	1	0
87	160	80	40	20	10	5	3	2	0
88	200	100	50	25	13	6	4	2	0
89	250	130	64	32	16	8	5	3	1
90	320	160	80	40	20	10	7	3	1
91	400	200	100	50	25	13	8	4	1
92	510	250	130	64	32	16	11	5	1
93	640	320	160	80	40	20	13	7	1
94	800	400	200	100	50	25	17	8	2
95	1000	510	250	130	60	32	21	11	2
96	1300	640	320	160	80	40	27	13	3
97	1600	800	400	200	100	50	33	17	3
98	2000	1000	510	250	130	60	40	21	4
99	2500	1300	640	320	160	80	50	27	5
100	3200	1600	800	400	200	100	70	33	7
101	4000	2000	1000	500	250	130	80	40	8
102	5100	2500	1300	630	320	160	110	50	11
103	6400	3200	1600	800	400	200	130	70	13
104	8000	4000	2000	1000	500	250	170	80	17
105	10000	5100	2500	1300	630	320	210	110	21
106	13000	6400	3200	1600	800	400	270	130	27
107	16000	8000	4000	2000	1000	500	330	170	33
108	20000	10000	5000	2500	1300	630	420	210	40
109	25000	13000	6400	3200	1600	790	530	270	50
110	32000	16000	8000	4000	2000	1000	670	330	70
111	40000	20000	10000	5000	2500	1300	840	420	80
112	51000	25000	13000	6300	3200	1600	1100	530	110
113	64000	32000	16000	8000	4000	2000	1300	670	130
114	80000	40000	20000	10000	5000	2500	1700	840	170
115	100000	51000	25000	13000	6300	3200	2100	1100	210
116	125000	64000	32000	16000	8000	4000	2700	1300	270
117	160000	80000	40000	20000	10000	5000	3300	1700	330
118	200000	100000	50000	25000	13000	6300	4200	2100	420
119	255000	125000	64000	32000	16000	8000	5300	2600	530
120	320000	160000	80000	40000	20000	10000	6700	3300	670

Tabella 4: Punti di esposizione per differenti livelli di rumore e differenti durate.

b) Classificazione delle singole fasi d'esposizione

L'utilizzo del calcolo semplificato dell'esposizione sonora parziale consente di quantificare il rispettivo peso di ogni fase d'esposizione, per orientare le azioni correttive. Il punteggio ottenuto da ogni singola fase è immediatamente comparabile con le altre che costituiscono la mansione e dal confronto è possibile individuare quella o quelle che contribuiscono maggiormente all'esposizione permettendo così di intervenire con azioni di prevenzione, quali la sostituzione con una macchina meno rumorosa, la modifica della tecnica di lavoro e, per ultimo, la riduzione dei tempi di esposizione.

Inoltre con lo stesso metodo è possibile simulare la riduzione, in termini di esposizione, apportata dall'azione correttiva, introducendo nel calcolo il livello di rumore della nuova macchina o processo utilizzato in sostituzione.

c) Quantificare l'apporto di un "evento sonoro significativo" nell'esposizione personale a rumore

Il metodo a punti di esposizione può essere utile anche quando il lavoro comporta un'azione che genera un rumore molto intenso ma episodico, con una durata limitata ad alcuni minuti al giorno, come può essere il caso degli "eventi sonori significativi".

Un percorso per poter identificare un "evento sonoro significativo" all'interno dell'attività in esame può essere quello riportato nella tab. 2.

Questi eventi sono difficili da quantificare in termini di livello e durata, inoltre essendo "rari" rischiano di essere dimenticati nella stima del rischio rumore, pertanto la valutazione semplificata consente di quantificare il loro impatto nel bilancio globale dell'esposizione permettendo di precisare in termini di quantità, la sottovalutazione dell'esposizione che deriverebbe da una misurazione del rumore troppo rapida e che ignora la presenza di eventi acustici rari. Dimenticare di considerare anche 5 minuti di un evento molto rumoroso porta a una sottovalutazione dell'esposizione globale, a volte anche notevole, con declassamento della fascia espositiva del lavoratore e una sottostima del rischio.

4 LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE CON MISURAZIONE

“Se, a seguito della valutazione di cui al comma 1, può fondatamente ritenersi che i valori inferiori di azione possono essere superati, il datore di lavoro misura i livelli di rumore cui i lavoratori sono esposti, i cui risultati sono riportati nel documento di valutazione.”

Articolo 190 comma 2 D. Lgs. 81/08

Il Capo II del Titolo VIII del D. Lgs. 81/08 sancisce l'obbligatorietà della misurazione dei livelli di esposizione dei lavoratori al rumore nel caso in cui sia stato valutato il superamento del Valore Inferiore di Azione di $L_{ex,8h}$ 80 dB(A) e P_{peak} 135 dB(C).

Per determinare *“il livello, il tipo, e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a rumore impulsivo”*, come indicato alla lettera a) del comma 1 dell'articolo 190 relativo alla valutazione del rischio, è necessario seguire il percorso indicato nei capitoli precedenti. Se al termine di questo primo step della valutazione si è in presenza di un *“rischio dubbio”* o di un *“rischio certo”* è necessario procedere alla misurazione dei livelli di esposizione al rumore dei lavoratori.

I dati ottenuti dalla valutazione, misurazione e calcolo dei livelli di esposizione al fine del confronto con i Valori di Azione e il Valore Limite di Esposizione costituiscono parte integrante del documento di valutazione dei rischi.

Per la misurazione la normativa fornisce inoltre indicazioni in merito ai metodi e agli strumenti da utilizzare che devono essere adeguati alle caratteristiche del rumore da misurare, alla durata dell'esposizione e ai fattori ambientali, secondo le indicazioni delle norme tecniche; tali metodi possono includere la campionatura, purché sia rappresentativa dell'esposizione del lavoratore (art. 190 comma 3) ed è specificato che il Datore di Lavoro tiene conto dell'incertezza delle misure determinate secondo la prassi metrologica (art. 190 comma 4).

In ambito normativo, l'emanazione da parte del CEN (Comitato Europeo della Normazione) della EN ISO 9612:2009 *“Acoustics – Determination of occupational noise exposure – Engineering method”* ha comportato, a seguito degli accordi vigenti, l'obbligo di recepimento di tale norma da parte dell'UNI e la contemporanea eliminazione delle norme UNI con essa in contrasto.

Conseguentemente dal 3 marzo 2011 è entrata in vigore la Norma UNI EN ISO 9612, recepimento integrale della norma europea (EN ISO 9612:2009), che descrive un metodo tecnico progettuale per la misurazione dell'esposizione al rumore dei lavoratori nell'ambiente di lavoro e il calcolo del livello di esposizione sonora, ed è stata operata la sostanziale modifica della UNI 9432:2008, ritirata e sostituita dalla UNI 9432:2011 anch'essa in vigore dalla stessa data.

Queste modifiche rendono necessario ripensare le strategie fino ad oggi messe in campo per la misurazione dell'esposizione professionale al rumore.

La UNI EN ISO 9612 introduce dei consistenti cambiamenti in particolare riguardo a:

- Strumentazione
- Determinazione dei tempi di esposizione
- Metodologia di misurazione
- Calcolo dell'incertezza

4.1 Strumentazione

Secondo la UNI EN ISO 9612 le misurazioni possono essere effettuate utilizzando i seguenti tipi di strumentazione:

- a) **misuratore personale di esposizione sonora** (dosimetro) indossato dal lavoratore soggetto della valutazione di esposizione sonora.
- b) **fonometro integratore** (classe 1 o 2) in posizione fissa o tenuto in mano mentre si segue un lavoratore in movimento.

La taratura del calibratore e del sistema strumentale deve essere eseguita ad intervalli non maggiori di due anni.

La strumentazione deve essere idonea a rilevare il livello sonoro continuo equivalente ponderato A e il livello sonoro di picco ponderato C e, ai fini della verifica dell'efficienza dei dispositivi di protezione individuali ai sensi della norma UNI EN 458 (argomento non trattato nella UNI EN ISO 9612), deve essere idonea alla rilevazione di una delle seguenti grandezze: livello sonoro continuo equivalente ponderato C e analisi in frequenza.

Fonometri

I fonometri integratori, (preferibilmente in classe 1 che dovrebbe essere utilizzata per l'esecuzione di misure a temperature molto basse o quando nel rumore vi è una presenza dominante di alte frequenze) possono essere utilizzati per le misurazioni di attività singole o multiple a postazioni di lavoro fisse o seguendo il lavoratore in movimento nello svolgimento delle attività.

Le misurazioni devono essere eseguite con il microfono posizionato nella zona occupata generalmente dalla testa del lavoratore durante la normale esecuzione delle sue mansioni. È preferibile, escludendo la presenza del lavoratore, posizionare il microfono nel piano centrale che sarebbe occupato dalla testa del lavoratore, orientato in linea con gli occhi e con l'asse parallelo alla sua visione. Se il lavoratore non può essere allontanato dal suo posto di lavoro, il microfono deve essere posizionato o tenuto ad una distanza tra 0,1 m e 0,4 m dall'entrata del canale uditivo esterno e al lato della massima esposizione.

Dosimetri

I misuratori personali dell'esposizione sonora (dosimetri), (raccomandata classe 1 che dovrebbe essere necessaria nel caso di esecuzione di misure a temperature molto basse o quando nel rumore vi è una presenza dominante di alte frequenze) devono preferibilmente essere utilizzati nell'esecuzione di misure a lunga durata per un lavoratore in movimento occupato in attività complesse o imprevedibili o dedicato allo svolgimento di tante attività di diversa natura (manutentori, carrellisti, jolly, ecc.).

Il microfono deve essere montato sulla spalla, nel lato dell'orecchio più esposto, a una distanza minima di 0,1 m dall'apertura del canale uditivo e a un'altezza di circa 0,04 m sopra la spalla stessa. Il microfono e il suo cavo devono essere fissati in maniera tale da non subire intralci o ostruzioni che potrebbero indurre falsi risultati.

E' importante che il dosimetro sia in grado di visualizzare ed analizzare tutta la serie cronologica del rumore misurato per poter convalidare il risultato globale della misurazione e individuare falsi contributi (es. urti o colpi nel microfono, grida, ecc.).

Sempre al fine di evitare falsi contributi ai livelli misurati il misuratore personale di esposizione deve essere azzerato ed avviato dopo il collegamento dello strumento di misurazione e il fissaggio

del microfono, in modo da non provocare rumori estranei durante la procedura di posizionamento dello strumento. Eventuali elevati livelli di picco registrati e non convalidati da osservazione diretta devono essere investigati e commentati nella relazione.

La scelta della strumentazione è legata alla strategia di misurazione adottata e influisce sull'accuratezza del risultato ottenuto.

Per disporre poi di tutte le informazioni necessarie a una puntuale valutazione del rischio e al fine di individuare idonei interventi tecnici di riduzione dell'esposizione può essere necessario integrare le dosimetrie con delle fonometrie e/o diverse strategia di misurazione.

4.2 Determinazione dei tempi di esposizione

I tempi di esposizione devono essere determinati da chi effettua la misurazione attraverso un'attenta analisi dei tempi di lavoro relativi alle diverse attività lavorative.

La conoscenza della realtà che si deve indagare costituisce il primo riferimento per la scelta di un'adeguata strategia di misurazione (presenza di postazioni fisse, variabilità della durata e dell'intensità delle esposizioni, prevedibilità delle attività e dei tempi, ecc.).

4.3 Metodologia di misurazione

La norma UNI EN ISO 9612:2011 individua la seguente sequenza cronologica per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori a rumore:

1. analisi del lavoro
2. selezione di una strategia di misurazione
3. pianificazione ed effettuazione delle misurazioni
4. gestione degli errori e delle incertezze
5. calcolo e presentazione dei risultati e delle incertezze

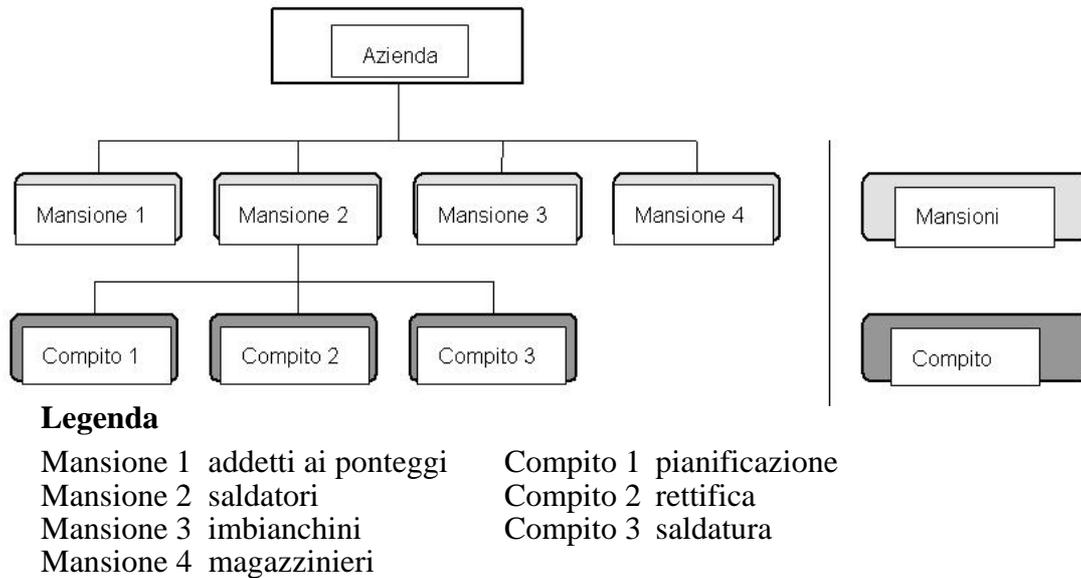
Per consentire una puntuale comprensione delle indicazioni fornite nella Norma riportiamo alcune delle definizioni di cui al punto 3 della UNI EN ISO 9612:2011.

- **“Giornata lavorativa nominale”**: giornata di lavoro nell'arco della quale si determina l'esposizione al rumore.

La giornata lavorativa nominale è determinata dall'analisi del lavoro e dipende dallo scopo delle misurazioni. Per esempio, può trattarsi di una giornata tipica durante la quale viene eseguito un lavoro rappresentativo del lavoro normalmente svolto durante diverse giornate o della giornata durante la quale si verifica l'esposizione al rumore più elevato.

- **“Compito”**: (rumore professionale) una parte distinta dell'insieme delle attività svolte dal lavoratore
- **“Mansione”**: (rumore professionale) somma complessiva delle attività svolte dal lavoratore; consiste nell'insieme dei compiti svolti durante l'arco completo della giornata lavorativa o di un turno.

UNI EN ISO 9612 - Figura 1— Un esempio illustrativo della gerarchia di mansioni e compiti



Passo 1: ANALISI DEL LAVORO

L'analisi del lavoro è richiesta in tutte le situazioni e deve fornire le informazioni necessarie per:

- descrivere le attività dell'impresa e i compiti dei lavoratori** anche previa loro consultazione
- identificare eventuali gruppi acusticamente omogenei** intesi come gruppi di lavoratori che svolgono la stessa attività e quindi hanno un'esposizione simile nell'arco della giornata lavorativa. I gruppi possono essere individuati in base alla mansione, alla funzione, all'area di lavoro o alla professione oppure attraverso l'analisi del lavoro secondo la produzione, i processi e le attività lavorative. I gruppi devono essere chiaramente identificati e, comunque, devono essere sempre verificati mediante la consultazione dei lavoratori e la valutazione dei risultati delle misurazioni: se l'incertezza legata al campionamento è superiore a 3,5 dB è necessario modificare il gruppo omogeneo o aumentare il numero delle misure.
- determinare la giornata o le giornate lavorative nominali** per ogni lavoratore o per ogni gruppo di lavoratori. Dovrà essere definita consultando i lavoratori e il datore di lavoro. Dovranno essere presi in considerazione:
 - i compiti (contenuto e durata)
 - le principali fonti di rumore e le zone lavorative rumorose
 - l'organizzazione del lavoro ed eventuali eventi rumorosi significativi (in Appendice A della UNI EN ISO 9612 è riportata una checklist per l'identificazione di questi eventi – tabella 2 di queste Linee Guida)
 - il numero e la durata delle pause

Nel caso di variabilità delle attività tra una giornata e l'altra, la giornata nominale può essere definita in base a valutazioni di più giorni.

La Norma richiede inoltre di identificare, quantificare e segnalare gli indicatori che caratterizzano il lavoro in base al rumore (tipo di produzione, materiali, quantità, spessore dei pezzi lavorati, ecc.).

- d) **identificare i compiti che costituiscono le mansioni**, se rilevanti. La scomposizione in compiti può risultare importante quando il lavoratore svolge nell'ambito della propria mansione operazioni che comportano differenti livelli di rumore: per esempio le attività di molatura, battitura e saldatura, nella mansione "carpentiere".
- e) **identificare eventuali eventi rumorosi significativi** che devono essere considerati nel piano delle misurazioni, in quanto possono essere assolutamente rilevanti ai fini della valutazione dell'esposizione quotidiana al rumore, per esempio rumori impulsivi (es. battitura lamiera) o di breve durata ma alta intensità (es. scarichi di aria compressa).
- f) **scegliere la strategia di misurazione** secondo i criteri di seguito descritti (Appendice B della UNI EN ISO 9612 "Guida alla scelta della strategia di misurazione")
- g) **definire il piano delle misure.**

Passo 2: SELEZIONE DELLE STRATEGIA DI MISURAZIONE

La Norma indica tre strategie per la determinazione dell'esposizione al rumore nel luogo del lavoro.

1. **misurazione basata sui compiti**: il lavoro svolto durante la giornata viene analizzato e diviso in un numero di compiti rappresentativi; per ogni determinato compito si eseguono separatamente le misure di pressione sonora;
2. **misurazione basata sulle mansioni**: mediante campionatura casuale si ottengono delle misure di pressione sonora durante l'esecuzione di determinate mansioni;
3. **misurazione a giornata intera**: la pressione sonora viene misurata continuamente nell'arco completo di una o più giornate lavorative.

Strategia 1 — Misurazione basata sui compiti

La misurazione basata sui compiti è più utile quando il lavoro può essere diviso in compiti ben definiti con condizioni di rumore chiaramente individuabili durante le quali è possibile effettuare le misurazioni. Si basa su una dettagliata analisi del lavoro che risulta il passaggio fondamentale per l'applicazione della strategia.

L'impiego di questa strategia comporta un notevole risparmio nei tempi delle misurazioni quando grandi gruppi di lavoratori svolgono attività dello stesso genere in ambienti acusticamente simili. Le misurazioni risultano anche maggiormente controllabili.

Se la situazione lavorativa è complessa l'analisi del lavoro può risultare dispendiosa in termini di tempo.

La suddivisione della giornata lavorativa nominale in compiti

In ogni compito, il lavoro deve essere simile e il livello di rumore ripetitivo e rappresentativo.

Deve essere determinata la durata quotidiana totale di ogni compito attraverso l'intervista dei lavoratori e del supervisore, con l'osservazione e la raccolta di informazioni sul processo di lavoro e sulle attività nei posti di lavoro vicini, ecc.

Ma non tutte le situazioni lavorative permettono di determinare in modo preciso la durata dei compiti.

Per questo la Norma consente di trattare facoltativamente la durata come variabile a partire dalla determinazione delle sue possibili variazioni:

- osservando il compito e registrandone la durata per esempio per tre ripetizioni;
- interpellando diversi lavoratori e i loro supervisori

⇒ **Durata dei compiti non ben definita:**

Nel foglio di calcolo che accompagna la Norma è prevista la possibilità di inserire diverse durate per lo stesso compito. In questo caso, il risultato include un termine d'incertezza associato alla durata dei compiti.

⇒ **Durata dei compiti ben definita:**

In questo caso, non essendo la durata considerata come variabile in occasione della raccolta dei dati, non è associata ad alcuna incertezza.

Al fine della determinazione del tempo di esposizione un'ulteriore valutazione deve essere fatta in merito alle pause, considerate come tempo di riposo durante il quale i lavoratori non sono esposti a livelli sonori elevati.

Le pause possono essere considerate come una fase di lavoro e quindi essere incluse nella definizione della giornata nominale estendendo anche ad esse la misurazione. In questo caso nella stima del livello di esposizione quotidiana $L_{EX, 8h}$ la durata T_e comprenderà anche le pause, ma la rilevante differenza tra i livelli sonori misurati in occasione delle pause e quelli rilevati durante lo svolgimento delle attività può generare un'incertezza elevata.

Se il livello del rumore $L_{p,A,eqT}$ rilevato durante le pause è inferiore di almeno 10 dB(A) rispetto a quello rilevato durante il lavoro può essere preferibile considerare le pause come una fase esclusa dalla giornata nominale; in questo caso la misurazione non include più tale periodo e il risultato finale di $L_{EX, 8h}$ deve essere valutato con una durata T_e corretta di conseguenza sottraendo la durata delle pause.

La misurazione

Per ogni compito rappresentativo dell'esposizione deve essere effettuata la misurazione.

La durata di ogni misurazione deve essere sufficientemente ampia per rappresentare il livello di pressione sonora continuo equivalente del compito svolto. Se la durata dell'attività risulta più breve di 5 minuti, la durata di ogni misurazione deve essere uguale alla durata dell'attività stessa. Per attività di più lunga durata, ogni misurazione deve durare almeno 5 minuti

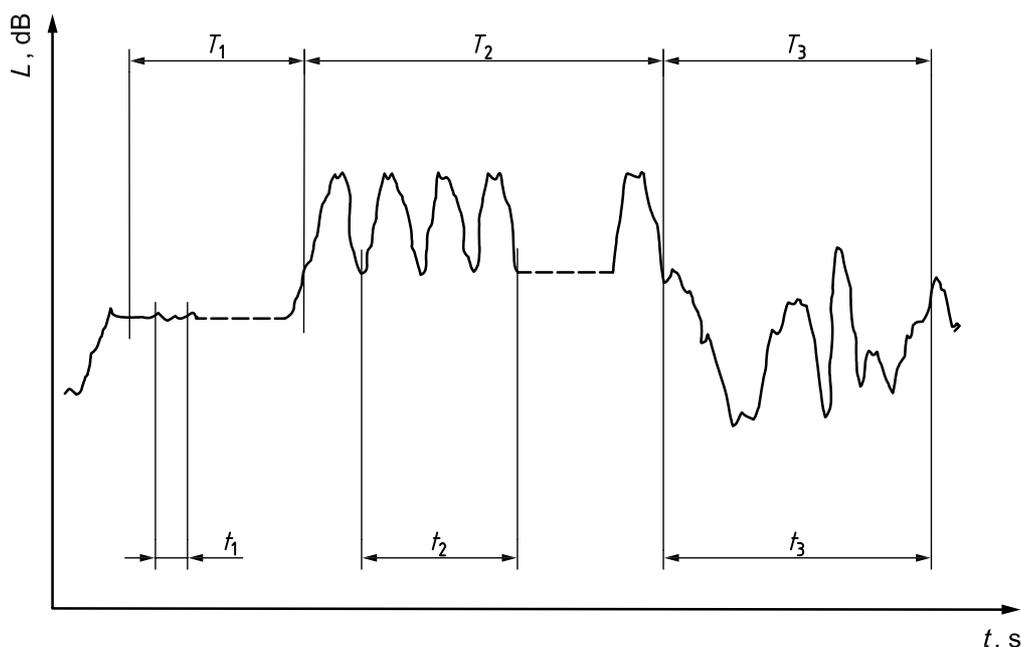
Se il rumore durante l'attività è **ciclico**, ogni misurazione deve comprendere la durata di **almeno tre cicli** ben definiti. Se la durata di tre cicli è inferiore a 5 minuti, ogni misurazione deve durare almeno 5 minuti. La durata di ogni misurazione deve sempre corrispondere alla durata di un numero intero di cicli.

In caso di **fluttuazioni casuali** del rumore durante l'esecuzione dell'attività, la durata di ogni misurazione deve essere sufficientemente lunga da assicurare che il $L_{p,A,eqT,m}$ è rappresentativo dell'intero compito.

UNI EN ISO 9612 - Figura 2 — Esempio di tre periodi con diverse situazioni di rumore e durata effettiva di ogni misurazione.

Legenda

L	Livello di rumore in funzione del tempo	t	Tempo
T_1	Durata del compito 1	t_1	durata della misura 1: rumore quasi costante
T_2	Durata del compito 2	t_2	durata della misura 2: rumore ciclico fluttuante
T_3	Durata del compito 3	t_3	durata della misura 3: rumore casuale fluttuante



Per ogni compito, è necessario eseguire almeno tre misure. Per tener conto delle reali variazioni nel livello di rumore, nella Norma si raccomanda di misurare a tempi diversi durante l'attività o su diversi lavoratori di un gruppo

Se le tre misure di un compito dovessero portare a risultati che differiscono di 3 dB o oltre:

- a) eseguire tre o più misure addizionali; o
- b) suddividere il compito in più compiti; o
- c) aumentare la durata di ogni misurazione.

In sintesi:

DURATA	Rumore Costante e ripetibile	Almeno 5 minuti o per tutto il compito	
	Rumore ciclico	Almeno 5 minuti e almeno tre cicli	
	Rumore fluttuante	Misurazione rappresentativa dell'intero compito	
NUMERO	Per tutte le tipologie di rumore	Tre misurazioni per compito in tempi diversi o su diversi lavoratori	Accettabili con differenze < 3 dB
STRUMENTAZIONE	Fonometro Integratore	Per compiti singoli o multipli in postazioni di lavoro fisse	
	Dosimetro	Per misure di lungo periodo	

Per verificare che tutte le sorgenti di rumore siano state incluse nella misurazione è possibile integrare le misurazioni basate sui compiti con misure a giornata intera.

Strategia 2 – Misurazione basata sulle mansioni

La misurazione basata sulle mansioni è più utile quando è difficile descrivere i tipici modelli di lavoro e i compiti e comporta un minore sforzo per l'analisi del lavoro.

Può risultare più dispendiosa in termini di tempo a causa della durata richiesta per le misurazioni ma produce un'incertezza minore nel risultato ottenuto.

Non vengono fornite informazioni sul contributo all'esposizione giornaliera al rumore prodotto dai diversi compiti all'interno di una mansione, in quanto non si tiene conto delle diverse attività svolte. Se l'indagine è finalizzata anche alla bonifica può essere necessario integrare i dati con delle fonometrie mirate.

Questa strategia di misurazione è basata sul principio del **prelievo di campioni casuali** dell'esposizione al rumore durante l'esecuzione delle mansioni identificate durante l'analisi del lavoro, partendo dal presupposto che ciascun elemento del gruppo omogeneo abbia la stessa esposizione nelle diverse giornate lavorative a meno di una variabilità calcolabile attraverso le incertezze di misurazione.

Numero, durata e distribuzione delle misure

Dalle diverse mansioni identificate, si stabiliscono i gruppi acusticamente omogenei.

Per ognuno dei gruppi omogenei:

- a) si determina dal Prospetto 1 la minima **durata cumulativa** in base al numero di lavoratori (n_G) che costituiscono il gruppo acusticamente omogeneo.
- b) si definisce la durata di ogni campione ed il **numero di campioni, almeno cinque**, in maniera da assicurare che la durata cumulativa sia uguale o superiore alla durata minima definita al punto precedente.
- c) si pianifica il prelievo di **campioni casualmente distribuiti fra i membri del gruppo e nell'arco dell'intera giornata lavorativa**.

UNI EN ISO 9612 - Prospetto 1 — Specifiche per la durata minima totale delle misurazioni da applicare ad un gruppo acusticamente omogeneo di dimensioni n_G

Numero di lavoratori nel gruppo acusticamente omogeneo n_G	Durata minima cumulativa della misurazione da distribuirsi sull'intero gruppo acusticamente omogeneo
$n_G \leq 5$	5 h
$5 < n_G \leq 15$	$5 \text{ h} + (n_G - 5) \times 0,5 \text{ h}$
$15 < n_G \leq 40$	$10 \text{ h} + (n_G - 15) \times 0,25 \text{ h}$
$n_G > 40$	17 h o dividere il gruppo

L'esigenza di una ripartizione casuale comporta, evidentemente, il divieto di un raggruppamento di tutte le misure, sia nel tempo, sia su un solo membro del gruppo dei lavoratori interessati.

Si garantirà al contrario di disperdere il più possibile le misure, allo stesso tempo durante il giorno nominale di lavoro e fra i membri del gruppo omogeneo, tenuto conto di costrizioni pratiche.

Se il contributo all'incertezza dovuta al campionamento risulta maggiore di 3,5 dB, è necessario modificare il gruppo acusticamente omogeneo o incrementare il numero di misure al fine di ridurre l'incertezza.

La scelta della strumentazione sarà legata alla modalità lavorativa messa in atto dai lavoratori (postazioni fisse o variabili) e alla durata dei prelievi da effettuare.

Strategia 3 – Misurazione a giornata intera

La misurazione a giornata intera, come la misurazione basata sulle mansioni, ha la sua massima utilità quando vi è difficoltà nel descrivere i modelli di lavoro e i compiti, l'esposizione al rumore dei lavoratori non è conosciuta o è imprevedibile e complessa da determinare.

Richiede ancora meno sforzo nell'analizzare il lavoro ma, se la situazione lavorativa è semplice, questa strategia può comportare un tempo di misurazione superiore.

La misurazione a giornata intera può anche essere utile per verificare che tutti i maggiori contributi di rumore siano stati compresi nell'indagine e misurati.

La misurazione a giornata intera si esegue generalmente con misuratori personali dell'esposizione sonora o strumentazione simile indossata dall'operatore.

Le giornate in cui effettuare la misurazione devono essere rappresentative della situazione lavorativa e la misurazione deve coprire la maggiore parte possibile della giornata, comprendendo tutti i periodi di rilevante esposizione sonora e le pause.

Un'attenta osservazione dei lavoratori durante le misurazioni dovrebbe consentire di escludere dai dati rilevati eventuali falsi contributi (colpi nel microfono, grida e altre interferenze). Se questo non è possibile è necessario verificare le misure **mediante una delle seguenti azioni**:

- a) colloqui con i lavoratori ed i loro supervisori informando dello scopo della misurazione e spiegando la condotta da tenere per evitare questi errori;
- b) esecuzione di misurazioni puntuali per verificare i livelli riscontrati mediante l'utilizzo di misuratori personali dell'esposizione sonora;
- c) valutazione dell'esposizione di alcuni selezionati lavoratori utilizzando le misurazioni in base ai compiti;
- d) esame congiunto da parte del lavoratore e del tecnico delle misure, del registro temporale del misuratore personale di esposizione sonora alla fine del turno per poter identificare le diverse attività e i diversi eventi. Per questo motivo si raccomanda particolarmente l'adozione di misuratori personali dell'esposizione sonora dotati della funzione di registrazione.

La misurazione

Si eseguono tre misure a giornata intera in rappresentazione dell'esposizione sonora dei lavoratori. Se i risultati delle tre misure differiscono di meno di 3 dB si deve procedere al calcolo del livello di pressione sonora continuo equivalente ponderato A durante la giornata lavorativa nominale come la media energetica di tutte le misure.

Se i risultati delle tre misure differiscono di 3 dB o oltre si prendono almeno due misurazioni ulteriori a giornata intera e si calcola il livello di pressione sonora continuo equivalente ponderato A durante la giornata lavorativa nominale come la media di tutte le misure.

Guida alla scelta della strategia di misurazione

Nell'Appendice B della Norma UNI EN ISO 9612 (da cui è tratto il prospetto seguente) è consultabile la "Guida alla scelta della strategia di misurazione". Nel prospetto vengono indicate le strategie applicabili in base alle diverse tipologie e modalità di lavoro.

Prospetto B.1 — Selezione di una strategia basilare di misurazione

Tipologia o modalità di lavoro	Strategia di misurazione		
	Strategia 1 misurazione basata sui compiti	Strategia 2 misurazione basata sulle mansioni	Strategia 3 misurazione a giornata intera
Postazione di lavoro fissa —Attività unica o semplice	✓*	—	—
Postazione di lavoro fissa —Attività multiple o complesse	✓*	✓	✓
Lavoratore in movimento — Modalità prevedibile — Ridotto numero di attività	✓*	✓	✓
Lavoratore in movimento — Modalità prevedibile — Elevato numero di attività o modalità di lavoro complesso	✓	✓	✓*
Lavoratore in movimento — Modalità di lavoro imprevedibile	—	✓	✓*
Lavoratore stazionario o in movimento — Attività multiple con durate delle attività non specificate	—	✓*	✓
Lavoratore stazionario o in movimento — Attività non assegnate	—	✓*	✓
✓ La strategia può essere utilizzata. * Strategia consigliata			

Passo 3: LE MISURAZIONI

Le misurazioni devono essere effettuate secondo le indicazioni fornite per la strategia scelta e devono rispondere ai requisiti di cui al punto 4.1 “Strumentazione” di queste Linee Guida (capitolo 12 della UNI EN ISO 9612).

Contemporaneamente alla misurazione del livello sonoro continuo equivalente ponderato A è necessario rilevare anche il livello di pressione acustica di picco ponderato C al fine del confronto con i Valori di Azione e il Valore Limite di Esposizione previsti dal D. Lgs. 81/08.

Passo 4: GESTIONE DEGLI ERRORI E DELLE INCERTEZZE

Gli **errori di misura sistematici** comportano una sovrastima o una sottostima dell’esposizione al rumore dei lavoratori. Per evitare questi errori è necessario rispettare la procedura standardizzata definita dalla UNI EN ISO 9612, in particolare:

- rispettare la posizione corretta del microfono,
- evitare i falsi contributi (urti o getti d’aria sul microfono) proteggendo il microfono con un dispositivo antivento o togliendo dal registro della misurazione eventuali artefatti (questa operazione deve essere indicata e giustificata nella relazione di misura),
- controllare attraverso un’attenta analisi del lavoro di aver ricompreso nella misurazione tutti gli eventi acustici significativi.

L’**incertezza di misura** qualifica l’effetto aleatorio delle fluttuazioni relative al processo che si misura.

La norma UNI EN ISO 9612 impone di tenere conto di quattro fonti di incertezza:

- a) **variazioni nel lavoro quotidiano**, condizioni operative, incertezze nel campionamento, etc. Dipende dalla complessità della situazione lavorativa (*incertezza sul livello di rumore*);
- b) **variazioni nell’esecuzione dei compiti**, con durata variabile e di difficile determinazione (*incertezza sulla durata di ogni compito*). Se la durata del compito è ben definita si può non considerare questa variabile.
- c) **strumentazione** e calibrazione. Dipende dal tipo di strumento utilizzato e dalla sua classe di precisione (*incertezza strumentale*). Tale incertezza è definita dalla norma secondo la seguente tabella:

Tipo di strumentazione	Incertezza standard dB
Fonometro conforme alla IEC 61672-1:2002, classe 1	0,7
Misuratore personale dell’esposizione sonora conforme alla IEC 61252	1,5
Fonometro conforme alla IEC 61672-1:2002, class 2	1,5

- d) **posizionamento del microfono** dovuta agli effetti di schermo e riflessione creati dal corpo dell’operatore (pari a 1 dB).

L’Appendice C dalla norma fornisce le indicazioni per la valutazione dell’incertezza di misura; in allegato alla norma viene poi fornito un foglio di calcolo (scaricabile dal sito dell’INRS a questo

indirizzo: www.inrs.fr/actus/calculettesbruit.html) per agevolare il calcolo dei risultati di misura (calcolo di $L_{EX,8h}$) e delle incertezze associate.

Le incertezze associate alla misurazione da considerare variano anche in considerazione della strategia di misurazione adottata come illustrato nel prospetto C.1 della norma:

UNI EN ISO 9612 - Prospetto C.1: Fonti di incertezza considerate nella determinazione dell'incertezza estesa nei livelli di pressione sonora continui equivalenti ponderati A o i livelli di esposizione al rumore normalizzati a una giornata lavorativa di 8h

Fonte d'incertezza	Applicazione
Campionamento dei livelli di rumore per i compiti	Misurazione basata sui compiti
Stima delle durate dei compiti	Misurazione basata sui compiti
Campionamento dei livelli di rumore per le mansioni	Misurazione basata sulle mansioni
Strumentazione	Tutte le strategie
Posizionamento del microfono	Tutte le strategie

L'incertezza associata al livello di pressione sonora di picco ponderata C, secondo quanto indicato nella Norma UNI EN ISO 9612, non è determinabile a causa di insufficienti dati di fondo; nella maggior parte dei casi si può considerare maggiore dell'incertezza per il livello di pressione sonora continuo equivalente ponderato A.

Passo 5: CALCOLO E PRESENTAZIONE DEI RISULTATI E DELLE INCERTEZZE

Il risultato finale della determinazione dell'esposizione professionale al rumore deve, ai sensi della Norma, riportare il valore di $L_{EX,8h}$, il più elevato $L_{p,Cpicco}$ e l'incertezza associata al $L_{EX,8h}$ "dichiarata per un intervallo unilaterale di confidenza del 95%".

Come previsto dal D. Lgs. 81/08 il datore di lavoro ha l'obbligo di tenere conto dell'incertezza delle misure determinate secondo la prassi metrologica (art. 190 comma 4). Considerare l'incertezza è necessario al fine di provare (al 95%) il non superamento dei Valori di Azione e del Valore Limite di Esposizione; pertanto **il confronto con questi valori dovrà essere effettuato sommando a $L_{EX,8h}$ l'incertezza associata ($L_{EX,8h} + U$).**

Il punto 15 della Norma riporta le ulteriori informazioni che devono essere inserite nel rapporto sulle misurazioni di esposizione al rumore.

5. DALLA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

La valutazione dell'esposizione, con o senza la misurazione, non esaurisce il percorso di valutazione del rischio che deve essere attuato dal Datore di Lavoro ai sensi dell'art. 28 del D. Lgs. 81/08, percorso che, per quanto concerne l'esposizione al rumore, viene dettagliato all'art. 190 comma 1:

Nell'ambito di quanto previsto dall'articolo 181, il datore di lavoro valuta l'esposizione dei lavoratori al rumore durante il lavoro prendendo in considerazione in particolare:

- a. il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a rumore impulsivo;*
- b. i valori limite di esposizione e i valori di azione di cui all'articolo 189;*
- c. tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore, con particolare riferimento alle donne in gravidanza e i minori;*
- d. per quanto possibile a livello tecnico, tutti gli effetti sulla salute e sicurezza dei lavoratori derivanti da interazioni fra rumore e sostanze ototossiche connesse con l'attività svolta e fra rumore e vibrazioni;*
- e. tutti gli effetti indiretti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni fra rumore e segnali di avvertimento o altri suoni che vanno osservati al fine di ridurre il rischio di infortuni;*
- f. le informazioni sull'emissione di rumore fornite dai costruttori dell'attrezzatura di lavoro in conformità alle vigenti disposizioni in materia;*
- g. l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre l'emissione di rumore;*
- h. il prolungamento del periodo di esposizione al rumore oltre l'orario di lavoro normale, in locali di cui è responsabile;*
- i. le informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese, per quanto possibile, quelle reperibili nella letteratura scientifica;*
- l. la disponibilità di dispositivi di protezione dell'udito con adeguate caratteristiche di attenuazione.*

Il rischio è infatti determinato non solo dal livello di rumore a cui i lavoratori sono esposti ma anche dal contesto lavorativo in cui si verifica l'esposizione e dalla contemporanea presenza di altri fattori di rischio. Quella che viene richiesta è, ancora una volta, una valutazione "globale" dei rischi che consideri complessivamente la realtà in cui opera il lavoratore al fine di individuare adeguate misure di prevenzione e protezione. Queste misure (da adattare in presenza di persone particolarmente sensibili al rischio) implicano non solo interventi di riduzione del rumore a cui i lavoratori sono esposti ma anche interventi tesi a controllare le interazioni con altri fattori di rischio presenti che possono favorire l'insorgere del danno uditivo (sostanze ototossiche e vibrazioni) o creare condizioni di insicurezza (segnali di avvertimento).

Nel caso di superamento del Valore Superiore di Azione gli interventi individuati andranno definiti all'interno di uno specifico programma degli interventi tecnici e organizzativi.

5.1 Lavoratori particolarmente sensibili

L'identificazione di lavoratori particolarmente sensibili è necessaria per consentire al Datore di Lavoro di adattare le misure di riduzione del rischio anche alle esigenze di questi soggetti, come indicato all'art. 183 del D. Lgs. 81/08.

La normativa contiene già delle indicazioni relative alle particolari tutele da adottare per le lavoratrici madri (D. Lgs.151/2001) e per i lavoratori minori (D. Lgs. 262/2000).

Per individuare altri lavoratori maggiormente suscettibili sarà indispensabile la collaborazione del medico competente. Rientrano infatti in questa categorie soggetti affetti da alcune patologie, da fattori congeniti o sottoposti a particolari terapie che producono un effetto sinergico col rumore creando le condizioni di ipersuscettibilità.

Il capitolo 5 delle “Linee Guida per la prevenzione dei danni uditivi da rumore in ambiente di lavoro” della SIMLII tratta in maniera approfondita i “Fattori favorevoli al danno uditivo”.

5.2 Rumore e sostanze ototossiche

Un agente ototossico viene definito come una sostanza che può danneggiare le strutture e/o la funzione dell'orecchio interno (apparato uditivo e vestibolare) e le vie neurali collegate.

L'effetto combinato delle sostanze chimiche ototossiche (per inalazione o contatto cutaneo) e dell'esposizione al rumore è particolarmente dannoso per l'udito. La presenza di sostanze chimiche causa uno stato anormale dell'orecchio interno, rendendolo particolarmente vulnerabile ai danni meccanici dovuti al rumore.

Sono ototossici professionali alcuni solventi organici (toluene, stirene, xilene), solfuro di carbonio, monossido di carbonio, cianuri, metilmercurio, pesticidi. Nella tabella seguente (tratta dalla Guida non vincolante di buone prassi per l'applicazione della direttiva 2003/10/CE) riportiamo un elenco **non esaustivo**^(*) di sostanze ototossiche e degli ambiti professionali di utilizzo:

agente chimico	Industria
Tricloroetilene	Sgrassatori di metalli industriali
Xilene	Settore chimico, petrolifero, trasporti, vernici
Stirene	Molte industrie di trasformazione (alimentare, chimica, gomma e materie plastiche ecc.), commercio, servizi, trasporti, costruzioni
Toluene	Industria delle vernici, gomma e materie plastiche, stampa
Acido cianidrico	Industria estrattiva, galvanoplastica, industria chimica, acciaio, metallurgia, trasformazione (fibre sintetiche, plastiche, coloranti, pigmenti, nylon)
Disolfuro di carbonio	Industria tessile, agricoltura
Piombo	Settore minerario, elettricità
Ossido di carbonio	Trasporti (motori a scoppio), lotta antincendio, acciaio, metallurgia, pasta di cellulosa e carta...

^(*) nel documento dell'OSHA “*Combined exposure to noise and ototoxic substances*” (pag 24 Tab. 2) un elenco più esteso ed aggiornato.

Per effettuare una puntuale valutazione del rischio è necessario che venga individuata la presenza di queste sostanze nell'ambito dell'attività svolta dal lavoratore esposto a rumore.

5.3 Rumore e vibrazioni

Le Linee Guida SIMLII riferiscono di studi sull'uomo in cui è stata dimostrata l'insorgenza di ipoacusia neurosensoriale permanente da interazione tra rumore (100 dB) e vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (0,125 kHz a livello di accelerazione di 2 m/sec²) mentre l'esposizione contemporanea a rumore (90 dB) e vibrazioni trasmesse al corpo intero (2-10 Hz a 10 m/sec²) hanno effetto sinergico nella patogenesi del danno uditivo (effetto maggiormente pronunciato alle alte temperature).

In considerazione della possibile interazione tra esposizione a rumore ed esposizione a vibrazioni meccaniche è necessario segnalare la compresenza dei rischi nell'ambito della valutazione.

PROPOSTA PER LA VALUTAZIONE DELL'INTERAZIONE TRA RUMORE E SOSTANZE OTOTOSSICHE E RUMORE E VIBRAZIONI

Guida non vincolante di buone prassi per l'applicazione della Direttiva 2003/10/CE Considerazioni sull'interazione tra rumore e sostanze ototossiche e rumore e vibrazioni

Allo stato non disponiamo di relazioni quantitative esatte fra dosi e reazioni, nemmeno per le sostanze ototossiche iscritte a elenco, e vi sono conoscenze molto scarse per quanto riguarda le interazioni fra rumore e vibrazioni. Al momento è impossibile stabilire norme pragmatiche di valutazione del rischio con limiti soglia per queste interazioni e servono nuove ricerche, ad es. col sostegno di conferenze scientifiche a livello di Stati membri e di Unione Europea. Per garantire l'adozione di misure preventive anche in assenza di conoscenze scientifiche sulle relazioni fra dosi e reazioni, **alcuni esperti consigliano di abbassare i valori che fanno scattare un'azione di vigilanza sanitaria (esami audiometrici) di 5 dB per le esposizioni combinate a rumore e sostanze ototossiche o a rumore e a un alto livello di vibrazioni oltre al valore che fa scattare l'azione sulle vibrazioni.** Gli studi scientifici mostrano che interagiscono col rumore sia le vibrazioni della mano e del braccio sia le vibrazioni dell'intero corpo. Non sono però note le relazioni esatte fra dosi e reazioni.

Sulla base delle considerazioni espresse nel documento della Commissione Europea, proponiamo, a partire dalle informazioni di cui dispone il datore di lavoro nel Documento di Valutazione dei Rischi, una modalità operativa in grado di andare oltre alla semplice segnalazione dell'interazione tra i rischi considerati e arrivare ad una vera e propria graduazione del rischio su cui pilotare le azioni conseguenti di sorveglianza sanitaria.

Le **sostanze ototossiche** presenti nell'ambiente di lavoro sono agenti chimici pericolosi pertanto il percorso valutativo previsto dal Titolo IX del D. Lgs. 81/08 mette in condizione il Datore di Lavoro di quantificare, se misurata, l'esposizione dei lavoratori all'agente chimico considerato. Valutando il rapporto tra la concentrazione dell'agente chimico a cui è esposto il lavoratore e il TLV di riferimento, è possibile graduare il rischio secondo la scala seguente:

RUMORE E SOSTANZE OTOTOSSICHE		
Cesp/TLV	Graduazione del Rischio	Azione di Sorveglianza Sanitaria
Tra 1 e 0,5	+++	VIA 75 dBA – VSA 80 dBA
Tra 0,5 e 0,1	++	VIA 78 dBA – VSA 83 dBA
< 0,1	+	---

Ugualmente in presenza di un rischio di esposizione a **vibrazioni**, soggetto ad uno specifico percorso di valutazione (Capo III del D. Lgs. 81/08), sarà possibile, arrivare ad una graduazione del rischio prendendo come riferimento il valore di azione e il valore limite di esposizione previsto nella normativa come proposto nella seguente tabella:

RUMORE E VIBRAZIONI				
HAV		WBV		Azione di Sorveglianza Sanitaria
Tra 5 e 2,5 m/sec ²	+++	Tra 1 e 0,5 m/sec ²	+++	VIA 75 dBA – VSA 80 dBA
Tra 2,5 e 1 m/sec ²	++	Tra 0,5 e 0,25 m/sec ²	++	VIA 78 dBA – VSA 83 dBA
< 1 m/sec ²	+	< 0,25 m/sec ²	+	---

5.4 Rumore e segnali di avvertimento

Per evitare un rischio di infortunio o di incidente i segnali di avvertimento (sirena antincendio, avvisatori acustici dei mezzi in movimento, segnali di allarme presenti su macchine e impianti, ecc.) devono essere sempre chiaramente udibili dai lavoratori indipendentemente dalle condizioni acustiche presenti nell'ambiente di lavoro e tenendo conto dell'attenuazione fornita dai dispositivi di protezione dell'udito utilizzati.

I sistemi acustici e visivi di pericolo e i segnali di informazione sono specificati all'interno della UNI EN 981:2009 che, in merito ai metodi di prova sui segnalatori acustici, richiama la UNI EN ISO 7731:2006.

La UNI EN ISO 7731:2006 "Segnali di pericolo per i luoghi pubblici e aree di lavoro – segnali acustici di pericolo" definisce i criteri applicabili alla riconoscibilità del segnale acustico di pericolo.

Per essere udibile un segnale di pericolo deve superare la soglia effettiva di mascheramento definita come il "*livello del segnale acustico di pericolo appena udibile al di sopra del rumore ambiente, tenendo conto dei parametri acustici sia del rumore ambiente nell'area di ricezione del segnale, sia di una ridotta capacità uditiva (protettori auricolari, ipoacusia e altri effetti di mascheramento)*".

Per garantire l'udibilità il livello di pressione sonora ponderato A del segnale non deve essere inferiore a 65 dB [il livello massimo non dovrebbe essere maggiore di 118 dB(A)] e deve essere soddisfatto almeno uno dei tre criteri che fornisce la norma:

- **metodo a:** la differenza tra i due livelli di pressione sonora del segnale e del rumore ambiente (*qualsiasi suono nell'area di ricezione del segnale non emesso dal trasmettitore del segnale di pericolo*) deve essere maggiore di 15 dB;
- **metodo b:** il livello di pressione sonora del segnale in una o più bande di ottava deve essere maggiore della soglia effettiva di mascheramento di almeno 10 dB nella banda di ottava considerata;
- **metodo c:** il livello di pressione sonora del segnale in una o più bande di terzo di ottava deve essere maggiore della soglia effettiva di mascheramento di almeno 13 dB nella banda di terzo di ottava considerata.

Nell'Appendice B (normativa) della UNI EN ISO 7731 viene indicato il "Calcolo della soglia effettiva di mascheramento" e in Appendice D vengono forniti alcuni esempi applicativi anche in presenza di dispositivi auricolari indossati (esempio 6 in D.7).

Le valutazioni fatte sui segnali di avvertimento devono essere riportate nel documento di valutazione dei rischi.

5.5 Attrezzature di lavoro

Le informazioni fornite dai costruttori delle attrezzature di lavoro devono essere prese in considerazione nel percorso di valutazione dei rischi. E' bene ricordare che la valutazione va effettuata già all'atto della scelta di attrezzature di lavoro come previsto all'art. 28 comma 1 del D. Lgs. 81/08 e la conoscenza dei valori di emissione delle macchine è sicuramente uno dei parametri da prendere in considerazione nell'ambito di una adeguata procedura di acquisto.

Per quanto riguarda le informazioni fornite dai costruttori in merito alle emissioni di rumore delle macchine si rimanda a quanto riportato nel capitolo 3.1.3 di queste Linee Guida.

5.6 Dispositivi di protezione individuale

Il datore di lavoro deve tenere conto dell'attenuazione fornita dai dispositivi di protezione dell'udito solo ai fini di valutare la loro efficienza e il rispetto del Valore Limite di Esposizione, ai sensi dell'art. 193 del D. Lgs. 81/08.

Questa valutazione deve essere condotta secondo la norma tecnica UNI EN 458:2005 (a cui si rimanda) che contiene le raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione dei protettori auricolari.

L'indicazione del metodo adottato per la verifica dell'efficienza dei dispositivi di protezione dell'udito, i risultati della verifica e il rispetto del Valore Limite di Esposizione devono essere riportati nel documento di valutazione dei rischi.

6. BIBLIOGRAFIA

UNI EN ISO 9612:2011 - Acustica – Determinazione dell’esposizione al rumore negli ambienti di lavoro. Metodo tecnico progettuale.

Il Foglio di calcolo della EN ISO 9612:2009 è scaricabile (in francese, inglese e tedesco) dal sito dell’INRS a questo indirizzo: www.inrs.fr/actus/calculettesbruit.html

“**Évaluer et mesurer l’exposition professionnelle au bruit**” – INRS – ED6035 -Settembre 2009
(per scaricare il documento inserire ED6035 nel campo “ricerca” del sito <http://www.inrs.fr>)

“**Guida non vincolante di buone prassi per l’applicazione della Direttiva 2003/10/CE**”
(per scaricare il documento <http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=4388&langId=it>)

“**Criteria for a recommended standard – Occupational Noise Exposure**” – NIOSH
(revised criteria 1998)

“**Linee guida per la prevenzione dei danni uditivi da rumore in ambiente di lavoro**” – SIMLII
2008

ISO 1999:1990 - Acoustic – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment

“**Combined exposure to noise and ototoxic substances**”
http://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/combined-exposure-to-noise-and-ototoxic-substances

UNI EN ISO 7731:2006 – Ergonomia – Segnali di pericolo per i luoghi pubblici e aree di lavoro – Segnali acustici di pericolo

UNI EN 458:2005 – Protettori dell’udito – Raccomandazioni per la selezione, l’uso, la cura e la manutenzione - Documento guida.

SUVA - Elenco delle tabelle del rumore generali www.suva.ch/waswo/86005