

**CERTIFICAZIONE ACUSTICA E VIBRAZIONALE DI ATTREZZATURE PNEUMATICHE PORTATILI – UN CASO APPLICATIVO**

Patrizio Lubrini  
EST srl, Grassobbio (BG)

**1. Introduzione**  
Si illustra un caso applicativo di certificazione acustica e vibrazionale di due attrezzature manuali portatili:  
a) Un applicatore pneumatico per l'estrusione di siliconi e sigillanti  
b) Una pistola per grassaggio.  
Entrambe le attrezzature presentano funzionamento pneumatico, tramite connessione ad una rete di aria compressa.  
Per le misure acustiche è stata applicata la norma UNI EN ISO 15744:2008 "Utensili portatili non elettrici - Procedura per la misurazione del rumore - Metodo tecnico progettuale (grado 2)".  
Per le misure vibrazionali è stata applicata la norma UNI EN ISO 20643:2012 "Vibrazioni meccaniche - Macchine portatili e condotte a mano - Principi per la valutazione della emissione di vibrazioni".

**2. Apparecchiature provate e condizioni di prova**  
Sono state provate le seguenti apparecchiature, entrambe prodotte dalla P.M.T. srl di Antegnate (BG):  
a) **CSG/400 RP - Applicatore pneumatico per l'estrusione di siliconi e sigillanti in sacchetti standard.**  
La sorgente sonora principale dell'apparecchiatura è costituita dallo sfianto dell'aria compressa situato nella parte posteriore. Lo sfianto dell'aria compressa situato nella parte posteriore costituisce anche la sorgente vibrante principale dell'apparecchiatura. Lo sfianto d'aria si verifica al momento del rilascio della leva di comando da parte dell'operatore, con una frequenza temporale che non è quindi definibile a priori, in quanto dipende dalle modalità di applicazione del materiale contenuto. A titolo cautelativo, durante le prove è stata applicata una frequenza di comando corrispondente a circa 1 sfianto d'aria ogni 5 secondi. L'apparecchiatura è stata collocata su un'apposita struttura metallica di prova (si vedano le foto di seguito riportate), in grado di assicurare sia il supporto meccanico di appoggio, sia la connessione alla rete di aria compressa, completa di manometro per la misura della pressione. Durante la prova l'apparecchiatura è stata alimentata con aria compressa a 7 bar.

b) **B-MATIC AIR – Pistola per grassaggio.**  
La sorgente sonora principale dell'apparecchiatura è costituita dal moto alternativo dell'organo erogatore. Il moto alternativo dell'organo erogatore si verifica durante l'azionamento della leva di comando da parte dell'operatore. A titolo cautelativo, durante le prove la leva di comando dell'apparecchiatura è stata mantenuta costantemente azionata. L'apparecchiatura è stata collocata su un'apposita struttura metallica di prova (si vedano le foto di seguito riportate), in grado di assicurare sia il supporto meccanico di appoggio, sia la connessione alla rete di aria compressa, completa di manometro per la misura della pressione. Durante la prova l'apparecchiatura è stata alimentata con aria compressa a 6 bar.

**3. Metodologia e strumentazione**  
Le apparecchiature da provare risultano soggette alla Direttiva Macchine, in quanto rientranti nella definizione di "macchina" riportata all'art. 2 del DLgs 17/2010: *insieme equipaggiato o destinato ad essere equipaggiato di un sistema di azionamento diverso dalla forza umana o animale diretta, composto di parti o di componenti, di cui almeno uno mobile, collegati tra loro solidamente per un'applicazione ben determinata.*  
Trattandosi di macchine, è stata inizialmente svolta una ricerca tra le norme armonizzate il cui elenco è periodicamente pubblicato sulla GUCE tramite specifiche Comunicazioni della Commissione nell'ambito dell'applicazione della direttiva 2006/42/CE.  
Nel caso specifico si applica la UNI EN ISO 11148-1:2012 "Utensili portatili non elettrici - Requisiti di sicurezza - Parte 1: Utensili per l'assemblaggio di elementi di collegamento meccanici non filettati".  
Per quanto concerne la misura e la dichiarazione dei valori di emissione sonora, la norma sopracitata rimanda alla ISO 15744.  
Per quanto concerne la misura e la dichiarazione del valore totale della vibrazione, la norma sopracitata rimanda invece alla ISO 20643, con un richiamo alla EN 12096 per quanto concerne la dichiarazione dei valori di emissione vibratoria e della sua incertezza.

**a. Misure acustiche**  
La norma UNI EN ISO 15744:2008 fornisce metodi per la misurazione, la determinazione e la dichiarazione dei livelli di emissione sonora delle macchine utensili portatili non elettrici.  
In specifico la norma definisce le condizioni in cui è possibile determinare:  
a) Il livello di potenza sonora  
b) Il livello di pressione sonora al posto operatore.  
L'uso della norma può essere esteso anche alle apparecchiature non esplicitate al punto 4.1 della norma stessa, a condizione che i loro criteri di funzionamento siano concordi con i criteri generali di funzionamento di apparecchiature idrauliche e pneumatiche.  
Per l'esecuzione delle misure è stato impiegato un fonometro LARSON DAVIS mod. 831 con calibratore di suono LARSON DAVIS mod. CAL 200.

**b. Misure di vibrazioni**  
La norma UNI EN ISO 20643:2012 specifica i requisiti di base per elaborare procedure per prove di vibrazioni su macchine portatili e condotte a mano. Essa prevede la determinazione delle vibrazioni trasmesse alle mani in termini di valore di accelerazione quadratica media (o valore efficace r.m.s.) ponderata in frequenza. Per macchine per le quali non esiste una specifica procedura di prova delle vibrazioni essa può anche essere usata per determinare i valori di emissione in quanto contiene sufficienti informazioni per elaborare una prova appropriata allo scopo.  
Per l'esecuzione delle misure è stato impiegato un misuratore dell'esposizione umana alle vibrazioni LARSON DAVIS mod. HVM - 100, con accelerometro triassiale PCB PIEZOTRONICS mod. SEN020.  
Secondo quanto previsto al punto 6 della norma UNI EN ISO 20643:2012, l'accelerometro è stato fissato sull'impugnatura dell'apparecchiatura soggetta a prova, misurando contemporaneamente l'ampiezza delle vibrazioni (valore r.m.s.) sui tre assi x, y, z.

**4. Ambiente acustico di prova e postazioni di misura acustica**  
**a. Dati generali**  
L'ambiente dove si sono svolte le misure è costituito da un locale di forma irregolare, ricavato all'interno di un magazzino, avente il pavimento in cemento liscio, sovrapposto a prefabbricato di cemento con travature e lucernari.  
L'area totale delle superfici di delimitazione del locale (Sv) è pari a circa 350 m<sup>2</sup>.

**b. Idoneità dell'ambiente e correzione ambientale locale**  
Per la valutazione di idoneità dell'ambiente di prova la UNI EN ISO 15744:2008 rimanda alla ISO 3744:1994.  
Si applicano quindi le indicazioni contenute nella Appendice A della UNI EN ISO 3744:1997.  
In base alle caratteristiche dell'ambiente di prova il fattore di assorbimento medio  $\alpha$  viene considerato pari a 0.25 (prospetto A.1).  
In base a quanto descritto al punto 5.3.2 della UNI EN ISO 15744:2008, l'area della superficie di misurazione S è calcolata come segue:  
 $S = \text{area della superficie di misurazione} = 4\pi = 12,56 \text{ m}^2$   
La correzione ambientale locale è stata calcolata secondo la formula riportata nella Appendice A della UNI EN ISO 3744:1997.  
 $K_{2A} = 10 \lg [1 + 4 (S/A)] \text{ dB}$  dove:  
A è l'area equivalente di assorbimento sonoro della camera a 1 kHz, in m<sup>2</sup>;  
 $A = \alpha \cdot Sv = 0,25 \times 350 = 87,5 \text{ m}^2$   
 $S = 4 \pi = 12,56 \text{ m}^2$   
In conclusione:  
 $K_{2A} = 10 \lg [1 + 4 (12,56 / 87,5)] \text{ dB}$   
 $K_{2A} = 1,97 \text{ dB} \approx 2 \text{ dB}$   
 $K_{2A}$  risulta conforme al requisito previsto nel prospetto 0.1 della UNI EN ISO 3744:1997 e l'ambiente di prova è quindi da ritenersi idoneo.

**c. Correzione per il rumore di fondo**  
Per il calcolo del fattore di correzione del rumore di fondo  $K_{1A}$  la UNI EN ISO 15744:2008 rimanda alla ISO 3744:1994.  
Si applicano quindi le indicazioni contenute al punto 8.3 della UNI EN ISO 3744:1997.  
 $K_{1A} = -10 \lg [1 - 10^{-0,1 \Delta L}] \text{ dB}$   
 $\Delta L$  = differenza tra i livelli sonori, misurati in una specifica posizione, con apparecchiatura in funzione e con apparecchiatura spenta.  
Se  $\Delta L < 6 \text{ dB}$  la misurazione non è valida.  
Se  $\Delta L > 15 \text{ dB}$  non viene effettuata alcuna correzione.  
All'inizio delle misurazioni si è svolta una rilevazione del rumore di fondo nel locale di prova (rumore con apparecchiatura in prova spenta), il cui livello è risultato pari a 44,5 dB(A).  
Con  $\Delta L > 15 \text{ dB}$  non è quindi stata effettuata alcuna correzione e si è posto  $K_{1A} = 0$  per tutte le misurazioni svolte.

**d. Postazioni microfoniche**  
Le postazioni microfoniche sono state definite in accordo con quanto previsto al punto 5.2 della UNI EN ISO 15744:2008, che definisce i punti di misura descritti in tabella ed in figura.

**5. Dati sul rumore**  
In ciascuna delle 5 postazioni di misura è stato rilevato il livello equivalente di pressione sonora.  
Secondo quanto previsto al punto 5.2 della UNI EN ISO 15744:2008 il livello di potenza sonora  $L_{WA}$  si calcola come segue:  
 $L_{WA} = L_{pIA} + 10 \log (S/S_0)$   
dove:  
 $L_{pIA} = 10 \lg \left( \frac{1}{S} \sum_{i=1}^5 10^{0,1 L_{pIAi}} \right) - K_{1A} - K_{2A}$

S = area della superficie di misurazione =  $4\pi = 12,56 \text{ m}^2$   
 $S_0 = 1 \text{ m}^2$   
 $L_{pIA}$  = livello di pressione sonora misurato nel punto i-esimo  
 $K_{1A}$  = correzione del rumore di fondo  
 $K_{2A}$  = correzione ambientale locale  
Secondo quanto previsto al punto 6.1 della UNI EN ISO 15744:2008 il livello di pressione sonora ponderato A al posto di lavoro ( $L_{PA}$ ) si calcola come segue:  
 $L_{PA} = L_{WA} - Q$  dove:  
 $Q = 11 \text{ dB}$ .

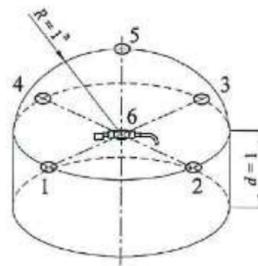
Secondo quanto previsto ai punti 9 e 12 della UNI EN ISO 15744:2008, l'incertezza di misura è stata valutata come segue:  
 $\sigma_R$  = scarto tipo di riproducibilità per  $L_{PA}$  e  $L_{WA} = 1,5 \text{ dB}$   
 $K_{PA}$  = Incertezza estesa relativa a  $L_{PA} = 3 \text{ dB}$   
 $K_{WA}$  = Incertezza estesa relativa a  $L_{WA} = 3 \text{ dB}$   
Il riassunto dei risultati ottenuti per le due apparecchiature provate è riportato nella tabella a lato.  
I risultati delle prove acustiche sono stati presentati tramite una dichiarazione di emissione sonora del tipo riportato nel riquadro.

**6. Dati sulle vibrazioni**  
La valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio si basa principalmente sul calcolo del valore totale dell'accelerazione quadratica media  $a_{hv}$  (r.m.s.), calcolato come radice quadrata della somma dei quadrati (valore totale) dei valori quadratici medi delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali ( $a_{hwX}$ ,  $a_{hwY}$ ,  $a_{hwZ}$ ) conformemente alle norme UNI EN ISO 5349-1 e UNI EN ISO 5349-2.  
Secondo quanto previsto al punto 10 della norma UNI EN ISO 20643:2012, nonché dalla UNI EN 12096:1999, il valore di emissione delle vibrazioni  $a_h$  si calcola come media aritmetica dei singoli valori delle vibrazioni  $a_{hv}$  misurati.  
Secondo quanto previsto al punto 3.2 della norma UNI EN ISO 20643:2012, sono inoltre stati calcolati lo scarto tipo  $S_{N-1}$  ed il coefficiente di variazione  $C_v$  della serie di misurazioni di  $a_{hv}$ :

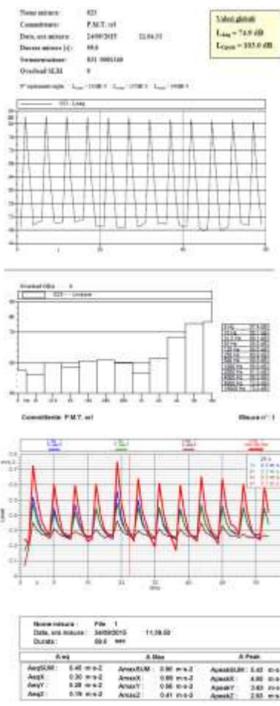
$C_v = \frac{S_{N-1}}{a_{hv}}$   
dove:  
 $S_{N-1} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (a_{hv_i} - \bar{a}_{hv})^2}$  è lo scarto tipo;  
 $\bar{a}_{hv}$  è il valore medio della serie, in metri al secondo quadro;  
 $a_{hv_i}$  è il valore i-esimo misurato in metri al secondo quadro;  
N è il numero di valori misurati.

I valori di  $S_{N-1}$  e di  $C_v$  sono risultati compatibili con i requisiti previsti al punto 9.1 della norma UNI EN ISO 20643:2012.  
Secondo quanto previsto al punto 3.2 della norma UNI EN ISO 20643:2012, nonché dal punto B.2 della norma UNI EN 12096:1999, l'incertezza di misura K è stata valutata come segue:  
 $K = 1,65 \sigma_R$  dove:  
 $\sigma_R$  = scarto tipo di riproducibilità =  $S_{N-1}$   
Il riassunto dei risultati ottenuti per le due apparecchiature provate è riportato nella tabella a lato.  
I risultati delle prove vibrazionali sono stati presentati tramite una dichiarazione di emissione vibratoria del tipo riportato nel riquadro.

**7. Osservazioni e conclusioni**  
Sulla base dei risultati ottenuti possono essere svolte le seguenti considerazioni:  
- La definizione iniziale delle migliori modalità di svolgimento delle prove, comprendente la ricerca delle norme tecniche applicabili, può presentarsi non immediata, e richiede una conoscenza di base della normativa generale riguardante la sicurezza dei prodotti, ossia delle Direttive di Prodotto, con particolare riguardo alla Direttiva Macchine.  
- Nei casi in cui, per una determinata macchina o apparecchiatura, non esista una specifica norma tecnica che definisce le modalità di misurazione del rumore e delle vibrazioni emesse, è necessario ricorrere a norme tecniche più generali. Ciò comporta per il misuratore la necessità di definire autonomamente le condizioni di utilizzo delle apparecchiature, impiegando criteri necessariamente cautelativi.  
- Nel caso specifico delle attrezzature soggette a prova, si segnalano come potenzialmente critiche la definizione univoca della pressione di alimentazione (di rete) e della frequenza di azionamento del comando manuale di avvio dell'attrezzatura. E' quindi necessario che, prima di procedere con i rilevamenti previsti dalle norme tecniche, vengano eseguite misurazioni preliminari finalizzate ad individuare le criticità dei diversi parametri di utilizzo, definendo in modo opportunamente cautelativo le modalità di impiego delle attrezzature da seguirsi durante le prove.  
- E' necessario che le condizioni di esercizio (nel caso specifico frequenza di comando e pressione di alimentazione) vengano chiaramente riportate nella "Dichiarazione di emissione sonora" e nella "Dichiarazione di emissione vibratoria".



Postazione microfonica	Descrizione
1, 2, 3, 4	n. 4 posizioni tra loro distanziate regolarmente, tutte situate a 1 m dal centro geometrico dell'apparecchiatura, tutte collocate su un piano parallelo al pavimento alla quota di 1 m
5	A distanza di 1 m sopra il centro geometrico dell'apparecchiatura



Grandezza	Descrizione	U.M.	Applicatore pneumatico per l'estrusione di siliconi e sigillanti	Pistola per grassaggio
$L_{pAm}$	Media logaritmica Leq	dB(A)	77,4	72,7
$K_{1A}$	Correzione rumore di fondo	dB(A)	0	0
$K_{2A}$	Correzione ambientale	dB(A)	2	2
$L_{pIA}$	$L_{pAm} - K_{1A} - K_{2A}$	dB(A)	75,4	70,7
$L_{WA}$	Livello di potenza sonora	dB(A)	86,4	81,7
$L_{PA}$	Livello di pressione sonora al posto di lavoro	dB(A)	75,4	70,7
$\sigma_R$	Scarto tipo di riproducibilità per $L_{PA}$ e $L_{WA}$	dB(A)	1,5	1,5
$K_{PA}$	Incertezza estesa relativa a $L_{PA}$	dB(A)	3	3
$K_{WA}$	Incertezza estesa relativa a $L_{WA}$	dB(A)	3	3

Grandezza	Descrizione	U.M.	Applicatore pneumatico per l'estrusione di siliconi e sigillanti	Pistola per grassaggio
$a_h$	Media aritmetica dei valori $a_{hv}$	m/s <sup>2</sup>	0,39	5,71
$S_{N-1} (\sigma_R)$	Scarto tipo di riproducibilità	m/s <sup>2</sup>	0,03	0,24
$C_v$	Coefficiente di variazione	---	0,08	0,04
K	Incertezza di misura	m/s <sup>2</sup>	0,05	0,39

DICHIARAZIONE DI EMISSIONE VIBRATORIA	
<b>NORMA TECNICA DI RIFERIMENTO</b>	UNI EN ISO 20643:2012
<b>APPARECCHIATURA SOTTOPOSTA A PROVA</b>	
<b>Costruttore</b>	P.M.T. srl
<b>Tipo</b>	Applicatore pneumatico per l'estrusione di siliconi e sigillanti in sacchetti standard
<b>Modello</b>	CSG/400 RP
<b>Matricola (lotto)</b>	36-2015
<b>Anno di fabbricazione</b>	2015
<b>CONDIZIONI DI ESERCIZIO</b>	
<b>Modalità di impiego</b>	Frequenza di comando 1 sfianto ogni 5 secondi
<b>Pressione di alimentazione</b>	7 bar
<b>EMISSIONE VIBRATORIA</b>	
<b>Valore di emissione vibratoria misurato, a</b>	0,39 m/s <sup>2</sup>
<b>Incertezza, K</b>	0,05 m/s <sup>2</sup>
<i>Nota 1: Valori determinati in conformità alle procedure per prove di vibrazioni contenute nella ISO 20643, utilizzando come norme di base la ISO 5349-1 e la ISO 5349-2.</i>	
<i>Nota 2: La somma di un valore di emissione vibratoria misurato e della relativa incertezza rappresenta il limite superiore del campo di valori verosimilmente riscontrato nelle misurazioni.</i>	

DICHIARAZIONE DI EMISSIONE SONORA	
<b>NORMA TECNICA DI RIFERIMENTO</b>	UNI EN ISO 15744:2008
<b>APPARECCHIATURA SOTTOPOSTA A PROVA</b>	
<b>Costruttore</b>	P.M.T. srl
<b>Tipo</b>	Applicatore pneumatico per l'estrusione di siliconi e sigillanti in sacchetti standard
<b>Modello</b>	CSG/400 RP
<b>Matricola (lotto)</b>	36-2015
<b>Anno di fabbricazione</b>	2015
<b>CONDIZIONI DI ESERCIZIO</b>	
<b>Modalità di impiego</b>	Frequenza di comando 1 sfianto ogni 5 secondi
<b>Pressione di alimentazione</b>	7 bar
<b>EMISSIONE SONORA</b>	
<b>Livello di potenza sonora ponderato A, <math>L_{WA}</math></b>	86,4 dB
<b>Incertezza, <math>K_{WA}</math></b>	3 dB
<b>Livello di pressione sonora ponderato A al posto di lavoro, <math>L_{PA}</math></b>	75,4 dB
<b>Incertezza, <math>K_{PA}</math></b>	3 dB
<i>Nota 1: Valori determinati in conformità alle procedure per prove di rumorosità contenute nella ISO 15744, utilizzando come norme di base la ISO 3744 e la ISO 11203.</i>	
<i>Nota 2: La somma di un valore di emissione sonora misurato e della relativa incertezza rappresenta il limite superiore del campo di valori verosimilmente riscontrato nelle misurazioni.</i>	



EST S.r.l.  
Via Marconi 14,  
24050 GRASSOBBIO (BG)  
TEL. +39 035 335638  
FAX +39 035 335630  
www.estambiente.it