

INDAGINE SPERIMENTALE SUL RUMORE EMESSO DA UN DISPOSITIVO DI PULIZIA AD USO DOMESTICO MEDIANTE INTENSIMETRIA

C. Buratti, E. Moretti, M. Urbani

Università degli Studi di Perugia - Dipartimento di Ingegneria Industriale

1. Introduzione

Nella ricerca del benessere globale all'interno di ambienti confinati, siano essi domestici o lavorativi, è di fondamentale importanza limitare la presenza di sorgenti di rumore indesiderate, che possano provocare disturbo agli occupanti. Tra gli elettrodomestici presenti nelle moderne abitazioni, sicuramente i dispositivi di pulizia rappresentano una delle sorgenti di rumore più potenti.

In tale ambito si colloca il presente lavoro, avente per oggetto la caratterizzazione acustica di un dispositivo di pulizia ad uso domestico, al fine di limitarne l'emissione di rumore, che raggiunge valori di livello di potenza acustica maggiori di 90 dB(A). L'importanza di una dettagliata caratterizzazione acustica risiede nella complessità della sorgente stessa: un'unità di aspirazione si presenta infatti come una fonte di rumore molto potente in cui, nonostante le ridotte dimensioni, si concentrano emissioni di diversa origine; si può distinguere un rumore di origine aerodinamica, causato dall'insorgere di forti turbolenze nell'interazione dell'aria col ventilatore e nei condotti all'interno dell'apparecchio, come pure si evidenziano emissioni di origine meccanica ed elettromagnetica dovute al funzionamento del motore elettrico che governa l'unità di aspirazione. Le indagini sull'apparecchio e la campagna di misure hanno avuto come obiettivo quello di individuare le cause specifiche del rumore prodotto, al fine di valutare possibili soluzioni di intervento, in relazione anche alle esigenze della casa produttrice del dispositivo.

Accanto alle misure in campo libero dei livelli di potenza sonora (UNI EN ISO 3744), si sono effettuate delle misure intensimetriche ai sensi della UNI EN ISO 9614-1, per realizzare delle mappe dei livelli di intensità sonora ed individuare le criticità acustiche.

2. Descrizione del dispositivo di pulizia

Il dispositivo di pulizia ad uso domestico oggetto di indagine è in grado di aspirare polveri, vapore e liquidi; è in grado inoltre di produrre vapore, grazie alla presenza di

una caldaia in acciaio, che presenta una pressione di 500 kPa. Il motore elettrico, che consente la rotazione di un ventilatore centrifugo che lavora sullo stesso albero del motore, funziona a 4 diverse velocità e ha una potenza massima di 1200 W, con una depressione massima di lavoro pari a 2400 mm H₂O. L'aria all'ingresso nel dispositivo, dopo aver percorso un tratto nel tubo flessibile dell'accessorio di pulizia, viene convogliata verso un serbatoio d'acqua, che rappresenta un primo filtro per la depurazione; dopo due filtraggi intermedi, lungo il suo cammino all'interno del dispositivo, entrambi prima del passaggio nel motore, è scaricata nell'ambiente mediante un condotto che parte dal motore e si conclude con un filtro antistatico in tessuto e uno sportellino con alette di deviazione del flusso. Inoltre, sul fondo dell'involucro, sono presenti aperture di ridotte dimensioni per il raffreddamento ad aria del motore elettrico.

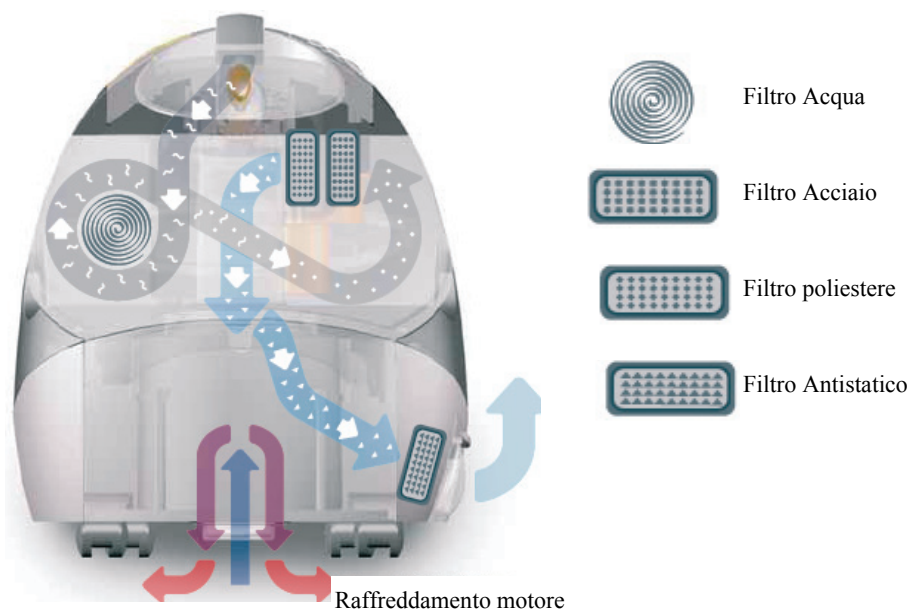


Figura 1 - Schema del percorso del flusso d'aria all'interno del dispositivo

3. Caratterizzazione dei livelli di potenza sonora a diverse velocità

Per una prima caratterizzazione del dispositivo si è effettuata una misura del livello di potenza sonora, L_w , mediante il rilievo del livello di pressione in campo libero su un piano riflettente ai sensi delle norme europee CEI EN 60704-1 e CEI EN 60704-2-1 e della UNI EN ISO 3744, per ognuna delle 4 velocità di funzionamento. Il campo delle frequenze analizzate comprende tutte quelle dell'udibile, ovvero tra i 20 Hz e i 20 kHz.

Come indicato dalla CEI EN 60704-2-1, prima delle misure di rumore l'apparecchio equipaggiato con il suo beccuccio pulente standard è stato fatto funzionare per un periodo totale di 2 ore, in modo da assicurare un rodaggio adeguato, regolato alla massima velocità di funzionamento e con il beccuccio collocato a 0,10 m al di sopra del pavimento, per evitare una qualsiasi riduzione del flusso d'aria di immissione.

Per le misure si sono impiegate le seguenti strumentazioni: fonometro 01 dB, modello Solo; software dBati32 di 01 dB per l'acquisizione ed elaborazione di segnali.

I risultati ottenuti (Fig. 2) mostrano che i livelli di potenza emessi sono proporzionali alla velocità di rotazione imposta, soprattutto per le frequenze superiori ai 315 Hz: la rumorosità emessa aumenta con la velocità di rotazione del rotore del motore elettrico,

raggiungendo valori maggiori ai 90 dB(A) per la velocità di funzionamento massima. I livelli risultano essere notevolmente elevati se confrontati con quelli emessi da apparecchi analoghi in commercio. Inoltre, facendo riferimento ai criteri indicati per il marchio europeo ECO – LABEL, si evidenzia la notevole distanza dai limiti massimi di rumorosità consigliati per dispositivi di pulizia domestici, pari a 76 dB(A).

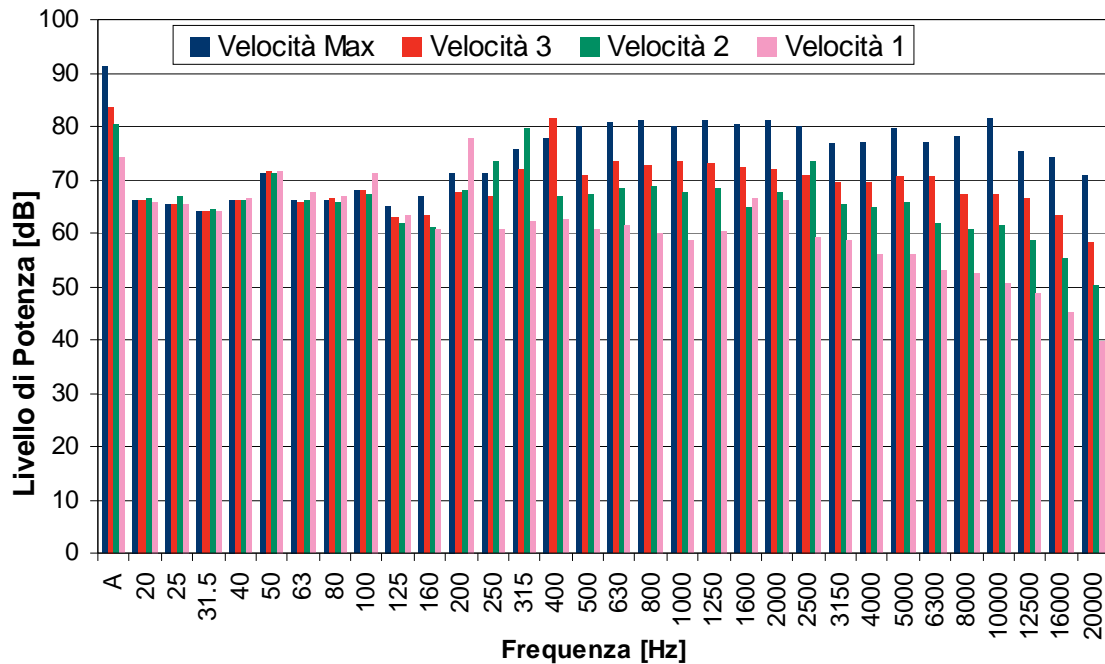


Figura 2 - Livelli di potenza acustica alle quattro velocità di funzionamento

4. Mappe intensimetriche del dispositivo

Per individuare le zone critiche di emissione di rumorosità del dispositivo di pulizia si è eseguita una misura di intensità sonora ai sensi della UNI EN ISO 9614-1, nel range 100 – 5000 Hz. I rilievi sono stati effettuati sulle facce di un parallelepipedo, di dimensioni 1,5m x 1,5m x 1m, che racchiude l'apparecchio. Per determinare univocamente la posizione dei punti di misura è stata costruita un'apposita griglia posizionata attorno alla sorgente. Ciascuna faccia laterale del dispositivo che costituisce la griglia è stata suddivisa in 15 sottoaree di dimensione 0,3 m x 0,33 m, mentre la faccia superiore in 25 sottoaree di dimensione 0,3 m x 0,3 m, per un totale di 85 sottoaree; il centro di ciascuna sottoarea corrisponde ad un punto di misura (fig. 3.a). Al fine di identificare in maniera più precisa i punti critici di emissione sonora, successivamente è stata effettuata un'indagine più approfondita, infittendo il reticolo della griglia di misura, sia sulla faccia superiore che su quelle laterali.

Per le misure si sono impiegate le seguenti strumentazioni: sistema di acquisizione Modello Symphonie della 01dB; sonda intensimetrica, modello 50AI-B della G.R.A.S. Sound & Vibration con microfoni (½ pollice di diametro) in configurazione faccia-faccia, spaziatori 8 mm e 12 mm; software dBFA32 di 01 dB-Stell per l'acquisizione ed elaborazione di segnali.

Le mappe intensimetriche relative al livello globale ponderato A per le diverse facce che racchiudono l'apparecchio sono rappresentate in fig. 3.

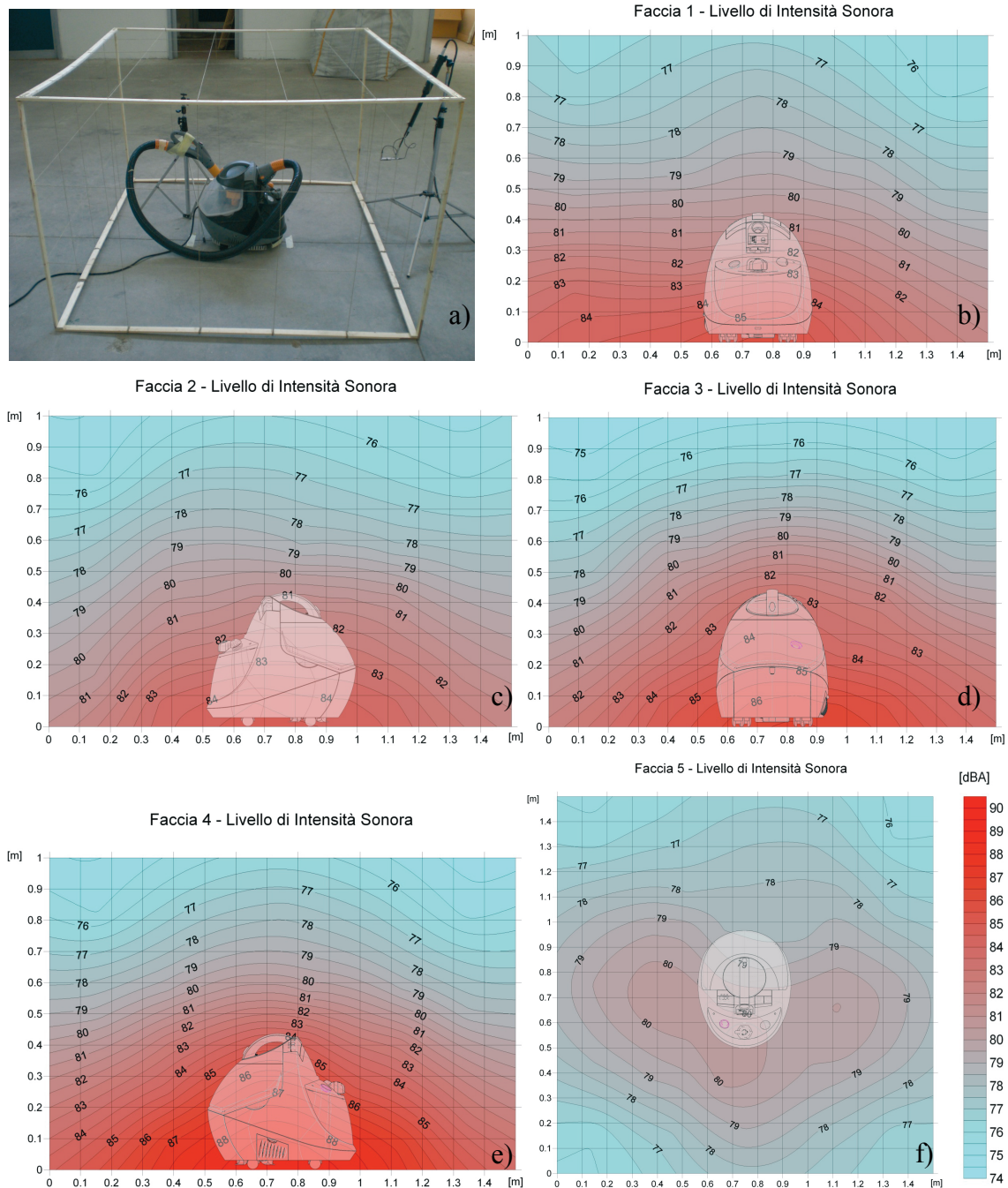


Figura 3 - Dispositivo di misura (a) e mappe dell'intensità sonora per le diverse facce (b, c, d, e)

Le mappe di intensità acustica mostrano che il massimo contributo alla rumorosità proviene dalla parte inferiore dall'apparecchio, dove il valore del livello dell'intensità è compreso tra 84 e 90 dB(A): in particolare, l'emissione di rumore è concentrata in corrispondenza del lato dove è posizionato lo scarico di uscita dell'aria aspirata dalla girante (fig. 3.e). Il livello di intensità sonora nell'intorno della bocca di scarico (fig. 3.a) è particolarmente elevato e prossimo agli 88 – 90 dB(A), mentre è pari a 84 dB(A) sul lato opposto (fig. 3.c) e 85 – 86 dB(A) sui lati frontale e posteriore (figg. 3.b e 3.d). I risultati

ottenuti denotano la presenza di rumore di origine aerodinamica non-rotazionale, causato dal flusso di aria ad alta velocità proveniente dal motore e convogliato nel condotto di uscita verso l'esterno dell'involucro plastico (Fig. 1) e da quello entrante nell'apparecchio aspiratore tramite il tubo di aspirazione. Dalle mappe intensimetriche in frequenza, non riportate per brevità di trattazione, si evidenzia che tale comportamento si manifesta anche per frequenze basse, fino ad 800 Hz; per le frequenze comprese tra 1 kHz e 2,5 kHz si perde invece tale singolarità ed i valori dei livelli di intensità sonora tendono ad uniformarsi su tutto lo spazio circostante la parte inferiore dell'apparecchio, dove sono posizionati l'ingresso e lo scarico dell'aria di raffreddamento del motore elettrico: in tale range di frequenze questa componente del dispositivo rappresenta un'importante sorgente di rumore. Diventa di nuovo evidente una concentrazione di emissione di rumore sul lato dello scarico del dispositivo alla frequenza dei 5000 Hz, che rappresenta la frequenza caratteristica della girante.

5. Conclusioni

Nell'ottica di una maggiore sensibilità ed attenzione nella ricerca del benessere applicato ad ogni aspetto del vivere quotidiano, viene rimarcata l'importanza della qualità dell'ambiente domestico anche da un punto di vista acustico. In questa ottica è stato sviluppato il presente lavoro, che ha riguardato la caratterizzazione acustica di un dispositivo di pulizia ad uso domestico.

L'indagine acustica preliminare dell'apparecchio, ai sensi della UNI EN ISO 3744, ha portato a riscontrare una evidente discrepanza tra i valori di rumorosità emessi dal dispositivo, espressi in livello di potenza acustica, pari a 91,1 dB(A), rispetto al limite indicato di 76 dB(A) dal marchio di certificazione Europeo Eco-Label, per i migliori prodotti a minor impatto ambientale, preso come riferimento.

Successivamente, al fine di individuare zone critiche per l'emissione di rumorosità dal dispositivo, si è eseguita una campagna di misure di intensità sonora ai sensi della UNI EN ISO 9614-1. La realizzazione di mappe intensimetriche in frequenza ha permesso di evidenziare come sia lo scarico dell'aria uscente dal ventilatore sia quello dell'aria di raffreddamento del motore elettrico rappresentino due principali sorgenti di rumore. L'origine di questo è sia aerodinamica, causata dalla turbolenza che si instaura nel moto dell'aria ad alta velocità che incontra ostacoli fissi sul suo percorso, sia meccanica ed elettromagnetica, poiché i due condotti rappresentano evidentemente dei ponti per le onde acustiche dall'interno dell'involucro, dove è posta l'unità di aspirazione, verso l'ambiente esterno.

I risultati ottenuti pongono le basi per avanzare proposte di miglioramento per il dispositivo esaminato, nonché elaborare linee guida per il contenimento delle emissioni sonore da applicare allo sviluppo di un nuovo prodotto.

Bibliografia

- [1] M. Čudina, J. Prezelj, *Noise generation by vacuum cleaner suction units Part I. Noise generating mechanisms – An overview*, Applied Acoustics 68 (2007) 491-502.
- [2] M. Čudina, J. Prezelj, *Noise generation by vacuum cleaner suction units Part II. Effect of varied diffuser on noise characteristics*, Applied Acoustics 68 (2007) 503-520.
- [3] M. Čudina, J. Prezelj, *Noise generation by vacuum cleaner suction units Part II. Contribution of structure-borne noise to total sound pressure level*, Applied Acoustics 68 (2007) 521-537.

- [4] UNI EN ISO 3744 *Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante misurazione della pressione sonora. Metodo tecnico progettuale in un campo essenzialmente libero su un piano riflettente*, 1997.
- [5] CEI EN 60704-1 *Apparecchi elettrici per uso domestico e similare - Codice di prova per la determinazione del rumore aereo*, 1998.
- [6] CEI EN 60704-2-1 *Apparecchi elettrici per uso domestico e similare - Codice di prova per la determinazione del rumore aereo. Norme particolari per aspirapolvere*, 2002.
- [7] UNI EN ISO 9614-1 *Determinazione dei livelli di potenza delle sorgenti di rumore mediante il metodo intensimetrico. Misurazione per punti discreti*, 1997.
- [8] V. Lori, G. Cesini, F. Serpilli, N. Gaudiano, G. Fraternali, *Studio per la riduzione delle emissioni acustiche di un tumble dryer*, Associazione Italiana di Acustica 34° Convegno Nazionale Firenze, 13-15 giugno 2007.
- [9] P. Maggiorana, G. L. Rossi, N. Morettini, F. Marinelli, U. Morgante, *Measurement and Modelling Techniques to Approach the Problem of Noise Reduction of Domestic Range Hood*, Euronoise, Napoli, 2003.
- [10] F. Serpilli, E. Mattei, V. Lori, G. Fraternali, N. Gaudiano, *Caratterizzazione acustica di elettrodomestici mediante tecnica intensimetrica*, Associazione Italiana di Acustica 33° Convegno Nazionale, Ischia, 10-12 maggio 2006.
- [11] V. Lori, G. Cesini, E. Mattei, N. Gaudiano, G. Fraternali, *Controllo passivo del rumore negli elettrodomestici*, Associazione Italiana di Acustica 33° Convegno Nazionale, Ischia, 10-12 maggio 2006.