

Esposizione a rumore di lavoratori che impiegano dispositivi di ricezione

A. Peretti^{a,b}, F. Pedrielli^c, M. Baiamonte^a, F. Mauli^d, A. Farina^e

^a Peretti e Associati, Padova

^b Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, Università di Padova

^c Imamoter, CNR, Ferrara

^d Medico competente e coordinatore sanitario del Gruppo Banco Popolare di Verona e Novara (BPVN), Verona

^e Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Parma

1. Premessa

Il rischio a cui sono esposti i lavoratori che impiegano dispositivi di ricezione (cuffie, cornette telefoniche, ecc.) è stato sino ad ora scarsamente considerato. Probabilmente perché le modalità di misurazione e valutazione del rumore sono in questo caso complesse e certamente difformi da quelle usualmente impiegate. A questa sottovalutazione può aver contribuito il fatto che i colloqui telefonici sono sostanzialmente comunicazioni verbali (anche se amplificate), operazioni queste talmente naturali che difficilmente si associa ad esse un rischio per l'udito. Rimane comunque il fatto che il numero di soggetti esposto a questo tipo di rumore è rilevante, che le lamentele degli addetti sono senz'altro diffuse e che in alcune sedi è stata fatta l'ipotesi che tale esposizione possa essere responsabile di deficit uditivi.

A quest'ultimo proposito la letteratura scientifica riporta dati tra loro contrastanti. Gli studi di Glorig et al. [1], Alexander et al. [2], Juan et al. [3], tutti effettuati su operatori telefonici, sembrano escludere che per questi addetti sussista un rischio dovuto all'esposizione lavorativa. Di contro, i risultati delle ricerche di Chiusano et al. [4] sul personale del Dipartimento della Difesa americano, di Ianniello [5] su operatori telefonici e di Dajani et al. [6] sugli addetti alla manutenzione delle linee telefoniche e sugli addetti aeroportuali fanno presupporre che il rischio sussista.

Nel corso degli ultimi dieci anni gli autori di questo lavoro hanno svolto quattro indagini sperimentali riguardanti i lavoratori che impiegano dispositivi di ricezione [7]: il primo presso il reparto dimafonia di un giornale, il secondo e il terzo presso un centralino telefonico, il quarto presso una banca telefonica. In questa relazione viene effettuata una sintesi delle diverse ricerche, al fine di giungere a dati il più possibile rappresentativi.

2. Legislazione e normative di riferimento

In Europa la Direttiva 86/188/CEE (art. 2, punto 1 e allegato 1, punto 3.2) e in Italia il Decreto Legislativo 277/91 (art. 39, comma 1 e allegato 6, punto 3.1) prevedono che la misura del rumore ai fini della valutazione del rischio sia effettuata in corrispondenza dell'orecchio, in assenza del lavoratore al fine di evitare qualsiasi perturbazione del campo sonoro. In alternativa, se la presenza dell'addetto è necessaria, il microfono deve essere posto ad una distanza (10 cm) dalla testa del soggetto che riduca per quanto possibile gli effetti della diffrazione sul livello misurato. Qualora il microfono debba essere collocato vicinissimo al corpo, si dovrebbero apportare opportune modifiche al valore misurato, per tener conto della perturbazione del campo. In quest'ultimo caso la direttiva e il decreto fanno riferimento al fatto che il corpo collocato in un campo sonoro perturba il campo stesso: il livello sonoro che si rileva in un punto sul corpo è differente da quello che si rileverebbe nello stesso punto in assenza del corpo [5].

Nel caso dei dispositivi di ricezione è errato seguire la prima indicazione, ossia rilevare il rumore in assenza del soggetto ponendo il microfono vicino al dispositivo di ricezione; in tali condizioni, infatti, non si tiene assolutamente conto dello stretto accoppiamento che si viene a creare tra sorgente sonora e orecchio del soggetto esposto. D'altra parte è ovviamente del tutto assurdo seguire la seconda indicazione, ossia rilevare il rumore in presenza del soggetto a 10 cm dall'orecchio, esternamente al dispositivo; in questo caso si rileverebbe essenzialmente il rumore di fondo dell'ambiente. Va quindi seguita la terza indicazione che prevede la misura del rumore in posizione vicinissima al corpo e la correzione del valore rilevato. Nel caso specifico si tratta di misurare la pressione sonora all'interno del sistema costituito dal dispositivo di ricezione e dall'orecchio ad esso accoppiato; in pratica la pressione sonora va rilevata in corrispondenza della conca del padiglione o all'interno del condotto uditivo.

A questo proposito vanno considerate due norme ancora allo stato di progetto (ISO/DIS 11904-1 e 2) [8,9] che definiscono, appunto, le modalità di determinazione del rumore emesso da sorgenti sonore poste in prossimità dell'orecchio. Il primo progetto di norma si basa sull'impiego di un microfono miniaturizzato posto all'ingresso o all'interno del condotto uditivo del soggetto in esame, oppure sull'uso di una sonda; il secondo si basa invece sull'impiego di un manichino dotato di simulatori di orecchio muniti di microfoni. Elaborando lo spettro sonoro misurato, è possibile stimare il rumore all'esterno dell'orecchio che produrrebbe all'interno dello stesso il rumore rilevato; più precisamente, elaborando lo spettro sonoro misurato, è possibile stimare il corrispondente rumore in assenza del soggetto o del manichino. Tale elaborazione tiene conto dell'amplificazione esercitata dall'orecchio: allo spettro rilevato in corrispondenza del condotto va quindi sottratto, frequenza per frequenza, il guadagno esercitato dall'orecchio stesso, ovvero la sua *risposta in frequenza* (per effetto della risonanza il condotto uditivo amplifica il suono in corrispondenza dei 2500 Hz, mentre la conca amplifica il suono in corrispondenza dei 5000-6000 Hz; le singole amplificazioni sono pari a circa 10 dB [10,11]).

3. Indagine sperimentale

3.1 Ambienti di lavoro

Sono stati esaminati quattro ambienti di lavoro:

- il reparto dimafonia di un giornale a diffusione nazionale, in cui gli addetti, mediante cornette a volume di ricezione fisso, ascoltano gli articoli giornalistici dettati per telefono dai corrispondenti e, mediante cuffie sovra-aurali a volume regolato dall'operatore, ascoltano gli stessi articoli registrati su nastro magnetico;
- il centralino telefonico di un ente pubblico, in cui gli addetti, mediante cornette a volume fisso, nonché mediante cuffie sovra-aurali e inserti auricolari a volume regolato dall'operatore su 3 livelli, ricevono le telefonate dall'esterno e le smistano ai vari numeri interni;
- il centralino di cui sopra, dopo l'ampliamento del locale e l'adozione di nuove cuffie sovra-aurali dotate di limitatore di livello sonoro a volume regolato dall'operatore su 3 livelli;
- una banca telefonica, in cui gli operatori, mediante cuffie sovra-aurali dotate di limitatore di livello sonoro a volume regolato dall'operatore, ricevono le telefonate dall'esterno, alle quali rispondono mentre operano sul computer, leggendo i dati riportati sul monitor.

3.2 Strumentazione e modalità di misura

È stato utilizzato il manichino Bruel & Kjaer 4128 (cfr. fig. 1) munito di simulatori di orecchio destro e sinistro in grado di rilevare i livelli sonori in corrispondenza della membrana timpanica. I microfoni e i relativi preamplificatori installati nel manichino sono stati collegati all'alimentatore microfonico Bruel & Kjaer 5935. I segnali in uscita sono stati misurati mediante l'analizzatore digitale di frequenza bicanale Larson Davis 2900. Le linee di misura sono state calibrate mediante la sorgente di riferimento Bruel & Kjaer 4230 munita di supporto Bruel & Kjaer UA 1043.

Gli impianti telefonici esaminati sono dotati di due uscite del segnale o comunque possono essere muniti di specifiche connessioni a Y per l'uscita. Mentre l'operatore svolgeva normalmente il suo lavoro impiegando il proprio dispositivo di ricezione collegato ad una delle due uscite dell'impianto, all'uscita rimanente veniva collegato un dispositivo di ricezione identico a quello dell'addetto in esame. Tale dispositivo veniva applicato al manichino (cfr. fig. 1). In genere i rilievi hanno riguardato comunicazioni telefoniche (e le pause tra una comunicazione e la successiva) che si verificavano in intervalli di tempo predefiniti (10-30 minuti) durante periodi di traffico telefonico medio o intenso. Complessivamente la durata dei rilievi è stata di 18 ore.

3.3 Elaborazione dei dati

Agli spettri rilevati all'interno dei simulatori di orecchio sono state applicate dapprima la risposta in frequenza e successivamente la curva di ponderazione A. A titolo esemplificativo, nella figura 2 sono riportati i tre spettri (quello misurato, quello modificato applicando la risposta in frequenza e quello ponderato A) riguardanti un rilievo effettuato presso la banca telefonica. Dopo aver effettuato queste elaborazioni, le componenti di ciascun spettro sono state sommate tra loro in termini energetici. Si è così ottenuto il livello del rumore virtuale all'esterno dell'orecchio che determinerebbe all'interno dello stesso i livelli strumentalmente rilevati. Tale livello virtuale è quello da considerare ai fini igienistici e delle disposizioni di legge.

Per quanto riguarda la risposta in frequenza, sono state considerate le curve fornite dal costruttore del manichino e dal progetto di norma ISO 11904-2 [9], definite per il campo diffuso e per il campo libero caratterizzato da onde piane incidenti frontalmente. Come appare evidente dalla figura 3, sostanzialmente tali curve differiscono tra loro al massimo di 2-3 dB, ad esclusione delle frequenze superiori a 6300 Hz dove la differenza è molto più elevata, ma che non interessano la presente ricerca dato che la banda passante telefonica risulta compresa tra 300 e 3400 Hz (cfr. fig. 2).

Inoltre, si è proceduto a determinare sperimentalmente la risposta in frequenza del manichino per verificare di quanto essa potesse differire da quelle tabulate. I rilievi sono stati eseguiti in due differenti capannoni di tipo industriale, senza particolare attenzione nei confronti del campo sonoro. Si è posto il manichino di fronte ad una cassa acustica che emetteva rumore rosa e si sono rilevati i livelli sonori in bande di 1/3 di ottava all'interno dei simulatori di orecchio. Successivamente sono stati rilevati i corrispondenti livelli ponendo al posto della testa del manichino un normale microfono Bruel & Kjaer 4165 rivolto verso la sorgente. Sottraendo ai livelli rilevati all'interno degli orecchi, i livelli rilevati in corrispondenza della testa, si è determinata la risposta in frequenza del manichino. Le due curve sperimentali presentano lo stesso andamento in frequenza di quelle tabulate.

3.4 Limitatore di livello sonoro

Nel corso dell'indagine, particolare attenzione è stata rivolta al limitatore di livello sonoro impiegato nel centralino II. L'efficacia del limitatore è stata verificata in laboratorio inviando direttamente al limitatore, e quindi alla cuffia sovra-aurale fatta indossare al manichino, diversi tipi di segnale prodotti via *software* mediante Cool Edit e opportuna scheda sonora (Event Layla). I segnali rilevati dai microfoni dei simulatori di orecchio sono stati trasmessi alla stessa scheda sonora e analizzati mediante il medesimo software.

4. Risultati e osservazioni

Il rumore a cui sono esposti gli operatori esaminati è dovuto, generalmente in misura via via decrescente:

- alla voce degli interlocutori al telefono il cui volume dipende essenzialmente dall'interlocutore stesso (in alcuni casi sono stati riscontrati livelli associati alla voce degli interlocutori superiori di 20-30 dB a quelli medi) ed eventualmente dal grado di amplificazione regolato dall'operatore;
- alla voce degli stessi operatori che "ritorna in cuffia" tramite il microfono del dispositivo di ricezione; presso la

banca telefonica il livello della voce dell'operatore (che ritorna in cuffia) è risultato superiore a quello dell'interlocutore in 3 casi e sostanzialmente analogo in 2 casi (su 11);

- al rumore di fondo del locale determinato in genere da tutti gli operatori che parlano al telefono; il rumore di fondo può avere un'influenza diretta e/o indiretta: non solo può entrare in cuffia, ma può soprattutto indurre l'operatore ad amplificare il volume della voce dell'interlocutore. Da ciò l'esigenza che le postazioni di lavoro siano schermate o per quanto possibile lontane tra loro e che l'ambiente presenti caratteristiche fonoassorbenti;
- ad eventuali disturbi in linea, peraltro decisamente diminuiti negli anni grazie a tecnologie telefoniche sempre più affidabili;
- ai segnali telefonici di "fax" (due toni puri a 1600 e 2000 Hz), nonché di "linea libera", "chiamata" e "occupato" (un tono puro a 400 Hz).

Nella tabella 1 sono riportati i livelli equivalenti elaborati mediante l'applicazione della risposta in frequenza fornita dal costruttore per il campo diffuso e ponderati A. Si è optato per il campo diffuso sulla base delle osservazioni di Ianniello [5], Dajani et al. [6] (secondo i quali i criteri di rischio impiegati in igiene del lavoro riguardano livelli sonori rilevati in condizioni di campo diffuso) e di Brammer et al. [12]. Dalla tabella 1 emerge che i livelli equivalenti a cui sono esposti gli operatori (ai fini igienistici e di legge) sono molto variabili: da un minimo di 50 dB(A) ad un massimo di 87 dB(A). In 16 casi (17 %), tutti relativi al centralino I, viene superato il livello di 80 dB(A). Si può quindi concludere che, in determinate condizioni, sussiste il rischio di danno uditivo per gli operatori. Dalla tabella 1 emerge inoltre che un volume di amplificazione crescente eleva nettamente i livelli equivalenti (una regolazione troppo alta dell'amplificazione della voce dell'interlocutore comporta quindi una maggiore esposizione). Dal confronto tra i livelli del centralino I e II si evince che il limitatore ha una notevole efficacia in quanto contiene il livello massimo entro i 77 dB(A).

Si è inoltre proceduto a calcolare i livelli applicando le risposte in frequenza fornite dal costruttore per il campo libero e dal progetto di norma ISO 11904-2 per il campo libero e per il campo diffuso. Considerando tutti i 96 rilievi sperimentali e i valori assoluti delle differenze tra i livelli ottenuti applicando la risposta in frequenza fornita dal costruttore per il campo diffuso e i corrispondenti livelli ottenuti applicando le altre tre risposte in frequenza, è risultato che le differenze sono sempre contenute entro 1.7 dB (differenza media rispettivamente di 0.35, 0.58, 0.40 dB). Si può quindi concludere che le differenze di figura 3 non hanno in pratica effetti sui livelli sonori da considerare per l'esposizione degli operatori.

Per quanto riguarda il limitatore di livello sonoro esaminato in laboratorio inviando allo stesso diversi tipi di segnali, si è rilevato che qualora il livello in ingresso al limitatore superi i 100 dB, il segnale in uscita, che giunge in cuffia e da qui all'orecchio, è bloccato sotto i 100 dB nel primo ms, è ridotto di 1-4 dB nei 10-15 ms seguenti, è mantenuto a meno 1-4 dB per altri 180 ms ed è ridotto di altri 9 dB negli 80-100 ms successivi. In pratica, il livello in cuffia non supera mai i 100 dB e passa da 100 dB a meno di 90 dB in circa 0.3 s.

5. Conclusioni

Anche se nella letteratura esaminata [1,2] non sono stati evidenziati deficit uditivi negli operatori che impiegano dispositivi di ricezione, si può comunque affermare che questi operatori, in determinate condizioni, possono essere esposti a rischio. Tale rischio va quindi valutato con attenzione. Qualora i livelli di esposizione risultassero maggiori di 80 dB(A) si dovrà intervenire adottando limitatori di livello sonoro, riducendo il rumore di fondo dell'ambiente di lavoro e informando gli addetti sul corretto uso dei dispositivi di ricezione.

Bibliografia

- 1] Glorig A., Whitney L.H., Flanagan J.L., Guttman N. "Hearing studies of telephone operating personnel". Journ. of Speech and Hearing Research, Vo. 12, 1969, 169-178
- 2] Alexander R.W., Koenig A.H., Cohen H.S., Lebo C.P. "The effects of noise on telephon operators". Journ. of Occupational Medicine, Vo. 21, 1, 1979, 21-25
- 3] Juan P.A., Cano-Cortes J.R. "Medida del ruido impulsivo en el auricular de operador". Medicina Seguridad Trabajo, Vo. 27, 107, 1979, 14-27
- 4] Chiusano S.V., Lees P.S.J., Breyse P.N. "An occupational noise exposure assessment for headset-wearing communications workers". Appl. Occup. Environ. Hyg., Vo. 10, 5, 1995, 476-481
- 5] Ianniello C. "Valutazione dei livelli di esposizione al rumore di operatori telefonici con un microfono nella conca del padiglione auricolare". Rivista Italiana di Acustica, Vo. 20, 1-2, 1996, 37-46
- 6] Dajani H., Kunov H., Seshagiri B. "Real-time method for the measurement of noise exposure from communication headsets". Applied Acoustics, Vo. 49, 3, 1996, 209-224
- 7] Peretti A., Pedrielli F., Baiamonte M., Mauli F., Farina A. "Rumore in cuffia: valutazione del rischio a cui sono esposti i lavoratori che impiegano dispositivi di ricezione" Atti del Convegno Nazionale "dB(A) 2002 - Rumore, vibrazioni, microclima, illuminazione, onde elettromagnetiche: valutazione, prevenzione e bonifica negli ambienti di lavoro". Modena 25-27 settembre 2002, 583-605
- 8] ISO/DIS 11904-1 (2000). "Acoustics - Determination of sound immissions from sound sources placed close to the ears - Part 1: Technique using microphones in real ears (MIRE-technique)"
- 9] ISO/DIS 11904-2 (2000). "Acoustics - Determination of sound immissions from sound sources placed close to the ears - Part 2: Technique using a manikin (manikin-technique)"
- 10] Kuhn G.F., Guernsey R.M. "Sound pressure distribution about human head and torso". J. Acoust. Soc. Am. Vo. 73, 1, 1983, 95-105
- 11] Yost W.A., Nielsen D.W. "Le basi della funzione uditiva". Piccin Nuova Libreria, Padova 1986
- 12] Brammer A.J., Piercy J.E. "Monitoring sound pressures within the ear: application to noise exposure". J. Acoust. Soc. Am. Vo. 61, 3, 1977, 731-738



Figura 1 - Manichino con cuffia

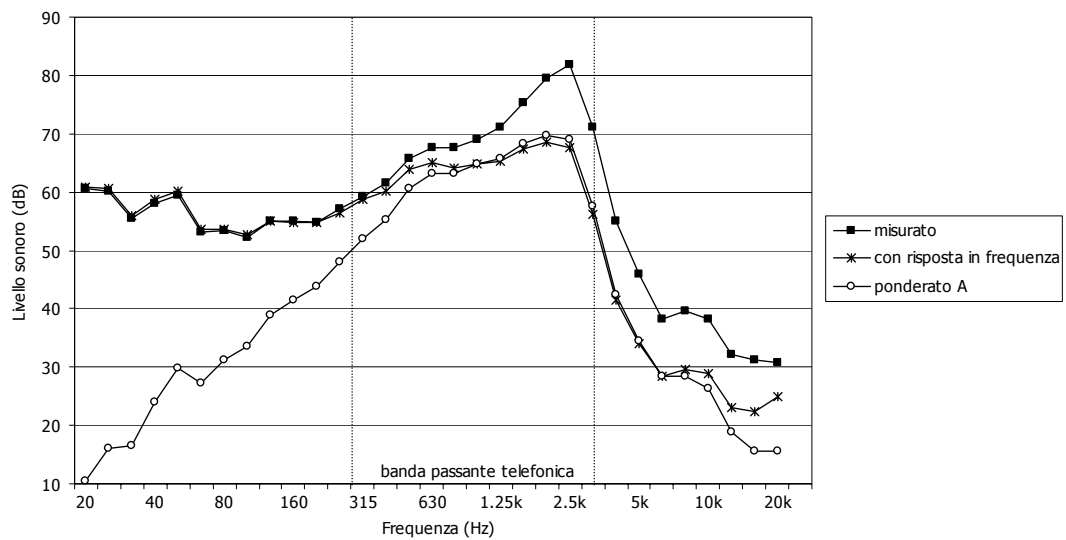


Figura 2 - Modifiche spettrali determinate dalla risposta in frequenza e dalla ponderazione A su un rilievo effettuato presso la banca telefonica

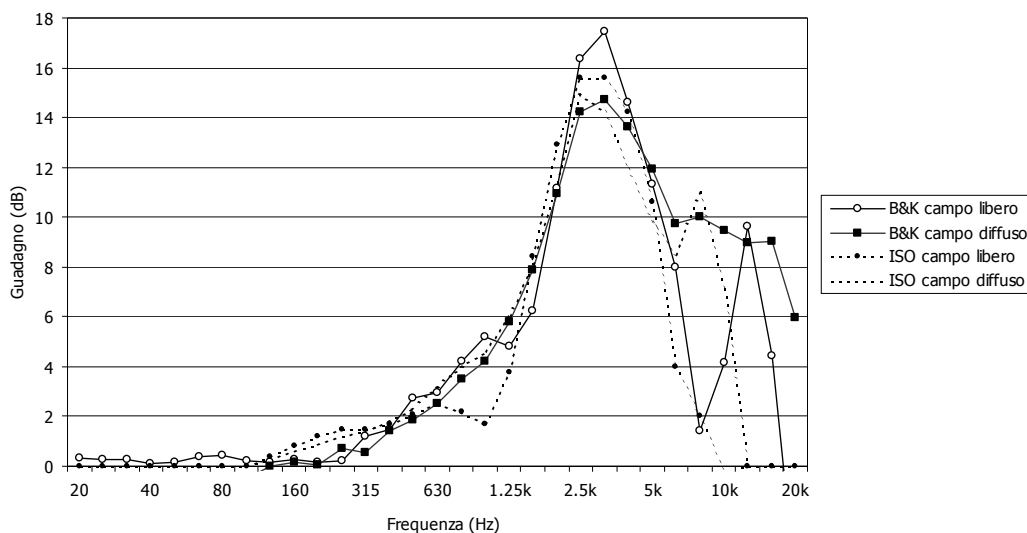


Figura 3 - Risposte in frequenza fornite dalla Bruel & Kjaer per il manichino 4128 C e definite dal progetto di norma ISO 11904-2, in condizioni di campo diffuso e di campo libero caratterizzato da onde piane incidenti frontalmente

Tabella 1 - Livelli sonori equivalenti stimati all'esterno dell'orecchio degli operatori impiegando la risposta in frequenza fornita dal costruttore del manichino per il campo diffuso

indag.	n. rilievi	n. postaz. di lavoro	dispositivo di ricezione	volume di amplificazione	livello sonoro in dB(A)			
					medio	dev.std	min.	max.
rep. dimaf.	5	3	cornetta classica	fisso	66.8	8.1	58.2	79.7
	6	1	cornetta Siemens	fisso	67.4	5.2	61.9	76.3
	17	3	cuffia sovra-aurale	regolato dall'operatore	63.3	5.6	50.0	73.2
centra lino I	6	3	cornetta classica	fisso	76.6	1.7	74.4	79.0
	3	2	cuffia sovra-aurale	livello I	71.8	1.9	69.7	73.5
	6	4	cuffia sovra-aurale	livello II	77.8	1.7	75.9	80.7
	6	4	cuffia sovra-aurale	livello III	81.8	1.7	79.9	84.1
	3	2	inserto	livello I	77.3	1.3	75.9	78.5
	6	4	inserto	livello II	80.3	2.3	76.7	83.0
	6	4	inserto	livello III	84.2	1.7	82.4	87.0
centra lino II	8	3	cuffia sovra-aurale con limitatore di livello	livello a	69.5	1.8	67.8	73.1
	6	2	cuffia sovra-aurale con limitatore di livello	livello b	75.2	1.0	73.7	76.2
	6	2	cuffia sovra-aurale con limitatore di livello	livello c	75.7	0.6	74.9	76.6
banca	12	12	cuffia sovra-aurale con limitatore di livello	regolato dall'operatore	73.0	2.7	68.3	76.7