

# LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO PROFESSIONALE DA RUMORE PER OPERATORI MUNITI DI DISPOSITIVI DI RICETRASMISSIONE: LA REALTÀ DEI CALL CENTER E DELLE CENTRALI TELEFONICHE DI SERVIZIO

*P. De Santis\**, *P. Nataletti\*\**

\* INAIL - Direzione Regionale Lazio - Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione

\*\* ISPEL - Laboratorio Agenti Fisici - Dipartimento Igiene del Lavoro

## RIASSUNTO

Recenti studi hanno mostrato che il lavoro nei call center presenta un carattere fortemente stressante sia per la particolare organizzazione del lavoro, sia per le caratteristiche dell'ambiente fisico di lavoro. I parametri legati all'ambiente fisico sono comuni anche ad altre tipologie di lavoro: centrali telefoniche, operatori della navigazione aerea e marittima, dei servizi di soccorso e di ordine pubblico. Alcune centrali sindacali anglosassoni denunciano una certa prevalenza negli addetti di patologie dovute all'uso degli apparecchi acustici e telefonici. L'attuale normativa italiana ed europea di settore non consente un adeguato monitoraggio dei rischi suddetti. Il presente lavoro vuole illustrare la metodica di misura del rumore utilizzando un opportuno manichino dotato di orecchio artificiale. Sarà valutata la semplicità, la riproducibilità e la affidabilità del metodo al fine di poter essere facilmente impiegato anche da tecnici non specialisti e sarà illustrato come elaborare i risultati di tali misure per soddisfare le richieste della normativa vigente.

## SUMMARY

The rapid expansion of the call center industry in Europe has largely been driven by the need for organizations to adopt more cost-effective strategies for delivering services. Call center have a unique working environment characterized by working practices that can present hazards: operators use headsets to attend to inbound/outbound calls and headset use may present some risks to health and safety, relating to noise interference. Users of headsets are protected by the European Directive 86/188/CEE, however, it is difficult to apply existing guidelines to measurements of noise exposure from headsets: exposure limits defined in the directive apply to an equivalent level existing outside the ear rather than within the ear itself. This paper specifies basic frame work measurement methods for sound immissions from sound sources placed close to the ear. These measurements are carried out with a manikin, equipped with ear simulators including microphones. The technique is called manikin-technique. An experimentally determined, frequency-dependent transfer function is used to convert the level measured at the eardrum microphone to the equivalent unobstructed field level. This is the level of a sound field undisturbed by the presence of the manikin, and is referred to as the corrected noise level in this report.

## 1. PREMESSA

Il 20 aprile 2005 l'Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro ha promosso la gior-

nata internazionale per la lotta al rumore (International Noise Awareness Day). Secondo uno stereotipo comune il rumore nuocerebbe solo all'udito e sarebbero a rischio soltanto per le persone che lavorano in settori tradizionalmente "rumorosi", quali quello edile o metallurgico. Secondo l'Agenzia invece il rumore può avere un effetto diretto e devastante su milioni di persone che lavorano nel settore dei servizi in tutta Europa (ad es. i settori dell'istruzione, ricreativo, centralini telefonici, ecc.). Il numero di lavoratori che impiegano dispositivi di ricezione (cuffie e cornette telefoniche) è ad oggi rilevante ed in crescita. Ai classici centralini telefonici, alle centrali telefoniche di pronto intervento e di controllo (del volo, del traffico, ecc) ed ai reparti dimafonia di giornali si sono aggiunti negli ultimi anni i cosiddetti call center (CC) cioè organizzazioni che svolgono, all'interno di aziende ed enti o all'esterno, ma per loro conto, servizi specializzati di interazione mediante telefono e/o altri media (tipo fax, e-mail e internet) con clienti e/o utenti in modo strutturato. Si tratta di condizioni di lavoro generalmente a rischio di stress con effetti sulla salute degli operatori. Recentemente il TUC (*Trades Union Congress*) ha condotto una survey sulla condizione lavorativa nei CC istituendo con un numero verde una sorta di sportello per reclami e consulenze. In due settimane di attività, esso ha raccolto più di mille contatti (da un totale di circa 63 CC): le denunce più frequenti hanno riguardato l'eccessivo controllo operato dai supervisori (25% delle lamentele), l'assenza di pause (15,5 %), la salute e sicurezza in modo generico (il 13%) e, più specificamente, lo stress (8,5%). Tra le patologie segnalate, il TUC elenca quelle che derivano da problemi tipicamente ergonomici (dolori alla schiena, disturbi da movimenti ripetitivi, sindrome del tunnel carpale ecc.) e quelle dovute all'uso improprio dei videotermini, degli apparecchi acustici e telefonici (dolori agli occhi, perdita della voce e dell'udito). In particolare, disфонia e perdite di udito sembrerebbero interessare un 20% degli operatori addetti. L'ipoacusia può essere causata da un ambiente di lavoro assordante, dal livello della conversazione in cuffia, dal ritorno in cuffia dei rumori prodotti da apparecchi fax o da cellulari, nonché dall'intervento di uno shock acustico (ad esempio per un difetto nel sistema telefonico che produce un rumore improvviso e penetrante). Secondo uno studio condotto dallo Health and Safety Executive (HSE) inglese, il 39% degli operatori di call center intervistati dichiarano di aver contratto patologie uditive a causa del lavoro in cuffia, il 30%, in particolare, ha accusato acufeni.

Una recente ricerca condotta da Plantronics per lo Health and Safety Executive sul mercato inglese ha evidenziato che per circa il 21% dei Call Center analizzati viene superata la soglia degli 80 dB(A) mentre per il 43% dei Call Center si corre comunque il rischio di superamento della soglia del rumore essendo il livello medio di esposizione compreso tra i 75 e gli 80 dB(A). Sebbene, quindi, appaia realistica l'ipotesi che l'esposizione al

rumore in cuffia possa essere responsabile di deficit uditivo, in verità nella realtà italiana tale rischio è stato sino ad ora scarsamente considerato e raramente vengono svolte dalle aziende la valutazione del rischio e ancor più raramente viene implementata la sorveglianza sanitaria dei lavoratori, spesso precari, temporanei, in generale atipici. Le modalità di misurazione e valutazione del rumore in cuffia sono certamente difformi da quelle definite dal Decreto Legislativo 277/91, non di facile esecuzione e non accessibili alla maggioranza dei professionisti operatori nel settore. Inoltre alla sottovalutazione del problema, contribuisce il fatto che, probabilmente, si attribuisce ai colloqui telefonici, che sono sostanzialmente comunicazioni verbali (anche se amplificate), una connotazione tal-men-te naturale da non associare ad esse un rischio per l'udito.

Giova inoltre osservare come sia difficile se non impossibile avere un esatto quadro statistico della situazione (sia in termini dimensionali che di eventuali malattie professionali) dai dati ufficiali dell'INAIL. Infatti centralini, call center, sportelli informatizzati sono tutti inquadri nella voce di tariffa 0722 insieme al personale degli uffici in genere purché nello svolgimento delle proprie mansioni faccia uso diretto di videotermini e macchine d'ufficio. Così pure l'e-

servizio delle stazioni per radiocomunicazioni, radiotelefoniche e per radioguida è inquadrato nella voce di tariffa 4100 che comprende pure la produzione, la conversione e la distribuzione dell'energia elettrica. In tal modo non è possibile estrapolare i dati relativi alle patologie denunciate dal personale che fa uso di dispositivi di ricezione.

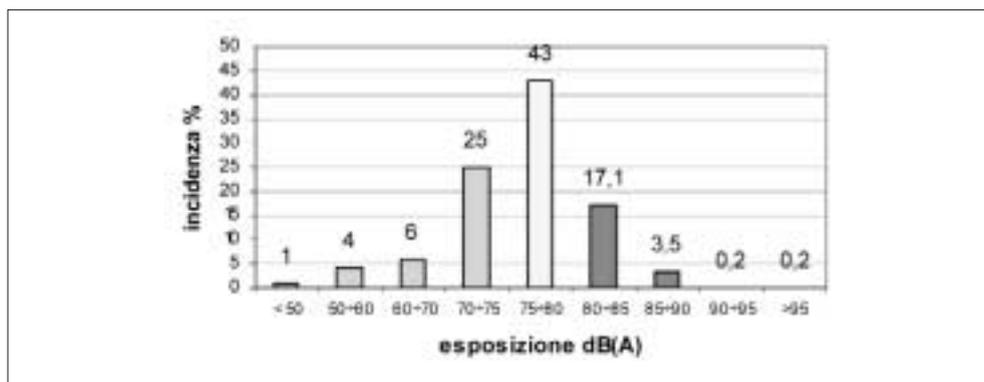


Figura1

## 2. MODALITÀ DI MISURA NELLA NORMATIVA

L'attuale normativa italiana ed europea di settore non consente un adeguato monitoraggio dei rischi suddetti. L'allegato VI del Dlgs 277, riformulando il contenuto dell'allegato n° 1 della Direttiva 188/86, detta le modalità di misura per determinare l'esposizione al rumore. In particolare esso recita: *"Le misurazioni possono essere effettuate nei posti di lavoro occupati dai lavoratori o con strumenti fissati sulla persona. La localizzazione e la durata delle misurazioni debbono essere congrue ai fini della rappresentatività dei valori ottenuti ... La misurazione della pressione acustica in presenza della persona interessata deve tenere conto delle perturbazioni causate dalla stessa al campo di pressione; si considera non perturbata la misura se potrà essere eseguita a 0,1 metri di distanza dalla testa all'altezza dell'orecchio."*

E' chiaro che per gli operatori che impiegano dispositivi ricetrasmittenti, tale metodologia è del tutto inadeguata: infatti in questo caso non è possibile né rilevare il rumore in assenza del soggetto ponendo il microfono vicino al dispositivo ricezione in quanto in tali condizioni non si tiene assolutamente conto dello stretto accoppiamento tra sorgente sonora e orecchio del soggetto esposto, né è possibile rilevare il rumore in presenza del soggetto a 10 cm dall'orecchio, esternamente al dispositivo poiché in questo caso si rileverebbe essenzialmente il rumore di fondo dell'ambiente. Occorre quindi sviluppare un metodo alternativo di misura che tenga conto dell'effettiva intensità del rumore percepita dall'operatore esposto e che permetta il correggere il valore rilevato per riportarlo alle condizioni previste dalla norma così da poterlo confrontare con i

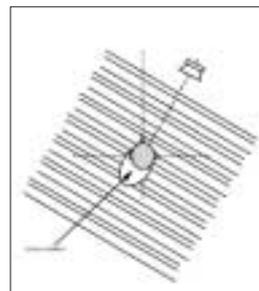


Figura2

valori di azione e limiti. 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 e successivamente, considerando gli effetti amplificativi dell'orecchio, va riportata all'esterno: in definitiva va calcolato il rumore esterno all'orecchio che produrrebbe il rumore rilevato all'interno dello stesso.

### 3. NORMA ISO/DIS 11904-1/2

Il procedimento innanzi descritto è oggetto di due progetti di norma internazionale: ISO/DIS 11904-1 e ISO/DIS 11904-2 che definiscono, appunto, le modalità di determinazione del rumore emesso da sorgenti sonore poste in prossimità dell'orecchio (cuffie per la riproduzione del parlato o della musica utilizzate per motivi di lavoro o di svago, ecc.). I due progetti possono essere applicati non solo per la valutazione dei dispositivi di ricezione, ma anche per la stima dell'esposizione negli ambienti di lavoro. Il primo progetto di norma si basa sull'impiego di un microfono miniaturizzato posto all'ingresso o all'interno del condotto uditivo, oppure sull'uso di una sonda costituita da un tubicino la cui estremità viene inserita nel condotto (l'altra estremità, esterna all'orecchio, termina con un microfono). Questa tecnica prende il nome di **MIRE technique** (dove MIRE è l'acronimo di *Microphone In Real Ear*). Il secondo progetto di norma, invece, si basa sull'impiego di un manichino dotato di un simulatore di orecchio munito di microfono (**manikin-technique**). Entrambi i metodi consentono di misurare il rumore prodotto dalla sorgente in esame in corrispondenza del condotto uditivo (reale nel caso della tecnica MIRE, artificiale nel caso del manichino). Successivamente, elaborando lo spettro rilevato, è possibile stimare il rumore all'esterno dell'orecchio che produrrebbe all'interno dello stesso il rumore rilevato (o, più precisamente, 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*. A questo proposito va sottolineato che, 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. I progetti di norma forniscono i valori della risposta in frequenza per l'orecchio reale (a seconda della posizione del microfono) in caso di campo diffuso oppure in un campo libero contraddistinto da onde piane che raggiungono frontalmente il soggetto (vedi fig. 5). Applicando la tecnica di indagine tramite manichino, occorrerà conoscere la risposta in frequenza dell'orecchio artificiale che può essere nota dal costruttore o misurata sperimentalmente in un campo diffuso o in un campo libero, impiegando una o più casse acustiche che emettono un segnale di riferimento (ad esempio un rumore rosa) poste ad una certa distanza dal manichino, ed effettuando i rilievi in presenza ed in assenza del manichino stesso. La tecnica MIRE permette di caratterizzare la reale esposizione dei singoli individui e di stimare il valore medio e la variabilità dell'esposizione della popolazione esaminata. Essa è però fortemente intrusiva e difficilmente può essere condotta per lunghi intervalli di misura senza causare disagio o rifiuto nell'operatore in esame. Inoltre presenta problemi di ordine pratico relativi al montaggio e al posizionamento del microfono o dell'estremità della sonda. La tecnica che adotta il manichino, simulando una persona con caratteristiche antropometriche medie consente invece di ottenere solo un valore rappresentativo dell'esposizione media della popolazione e presenta grosse problematiche relativamente alla consistenza e alla forma del padiglione, al posizionamento delle cuffie sullo stesso che possono indurre forti errori nella misura. Di contro, essendo per nulla invasiva, la tecnica di misura col manichino è generalmente ben accettata dagli operatori e soprattutto,

non disturbando il regolare lavoro, può essere condotta senza problemi per lunghi intervalli di misura registrando in maniera significativa la variabilità e la consistenza dei segnali in cuffia ad esempio nell'arco di un intero turno lavorativo.



Figura 3: Microfono miniaturizzato



Figura 4: Manichino B&K

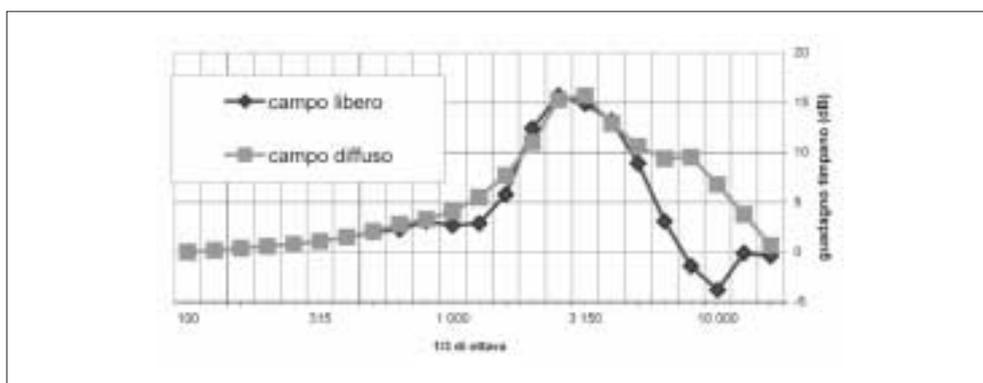


Figura 5: Risposta in frequenza per l'orecchio reale al timpano ISO/DIS 11904-1

#### 4. DATI DI LETTERATURA

L'analisi degli studi sinora pubblicati (vedi bibliografia) indicano che l'esposizione quotidiana al rumore degli operatori muniti di dispositivi di ricezione è variabile in funzione del tipo di applicazione e mansione. L'esposizione può risultare maggiore del limite di azione di cui al DLgs 277/91 nel caso degli equipaggi di linea, delle centrali di telecomunicazione, dei centralini telefonici, sale di controllo emergenze, alcuni tipi di call center. Nella tabella 1 sono riassunti alcuni risultati delle ricerche. In tale quadro, anche considerando il tempo di esposizione degli operatori certamente inferiore alle otto ore, in alcune condizioni non è escluso il superamento degli 80 dB ed appare imperativo l'obbligo per i Datori di Lavoro di effettuare la valutazione del rischio e dell'esposizione personale dei propri operatori tramite misure da condursi secondo una delle due tecniche proposte dalla norma tecnica ISO/DIS 11904.

## 5. LA RICERCA

Si riportano nel seguito le prove effettuate per mettere a punto la tecnica di misura (utilizzando un manichino B&K 4128) e la metodologia di calcolo per la correzione che si effettua applicando agli spettri rilevati all'interno dei simulatori di orecchio una opportuna risposta in frequenza e successivamente la curva di ponderazione A per poter confrontare i livelli misurati con i limiti di legge derivanti dai criteri igienistici. L'amplificazione esercitata dall'orecchio artificiale (ossia la sua risposta in frequenza) è stata valutata in laboratorio presso il Laboratorio Agenti Fisici del Dipartimento di Igiene del Lavoro dell'ISPESL di Monte Porzio Catone. Si sono effettuate misure sia in camera anecoica (CA1 e CA2), sia in camera riverberante (in cui sono state inserite opportune unità assorbenti) per rilevare strumentalmente la risposta in frequenza dell'orecchio artificiale del manichino, ponendo lo stesso su un supporto girevole e installando a 2 m di distanza una cassa acustica. Mediante il manichino si sono rilevati i livelli equivalenti delle componenti per bande di 1/3 di ottava a diversi angoli di incidenza. La catena di misura utilizzata schematizzata nella figura 6 è composta da:

- Manichino Bruel Kjaer 4128 munito di n° 2 orecchi artificiali sul lato destro e sinistro (Bruel Kjaer 4158) in grado di rilevare i livelli sonori in corrispondenza della membrana timpanica.
- Preamplificatore microfonico di interfaccia Bruel Kjaer 5968
- Analizzatore di spettro a 2 o 4 canali
- Generatore di rumore Bruel Kjaer 1049: nel caso specifico è stato generato un rumore rosa
- Sorgente di rumore (cassa acustica normalizzata) Bruel Kjaer 4224.

Tabella 1

	rilevati	n. addetti e posizioni di lavoro	Dispositivo di ricezione	velocità di amplificazione	livello sonoro dB(A)			
					medio	dev. std.	min	max
Rapporto di telefonia	5	3	cornetta classica	libero	66,8	8,1	58,7	74,7
	6	1	cornetta Siemens	libero	67,4	5,2	61,9	76,3
	17	3	cuffia sovra-aurale	regolato dall'operatore	67,3	5,6	59,0	73,2
Contratto 1997	6	3	cornetta classica	libero	76,6	3,7	74,4	79,0
	7	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	77,2	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
Contratto 1999	8	3	cuffia sovra-aurale con limitatore di livello sonoro	livello a	69,5	1,8	67,8	73,1
	6	2	cuffia sovra-aurale con limitatore di livello sonoro	livello b	75,2	1,0	73,7	76,2
	6	2	cuffia sovra-aurale con limitatore di livello sonoro	livello c	79,7	0,6	78,9	76,6
Banca telefonica	12	12	cuffia sovra-aurale con limitatore di livello sonoro	regolato dall'operatore	73,0	2,7	68,3	76,7
Compagnia aerea	22	11	cuffia sovra-aurale	regolato dall'operatore	40 % dei casi > 85 80 % dei casi > 80		77	89
Call Center	11	Business/other services	cuffia sovra-aurale con limitatore di livello sonoro	regolato dall'operatore	78	3	70	80
	10	Outsourcing			70	2	67	73
	58	Financial			79	4	70	88
	8	Leisure			76	3	71	80
	15	Public/voluntary			74	2	71	77
	11	Retail			73	2	69	79
	39	Telecommunications/IT			79	4	68	88
	10	Utilities			75	2	71	79

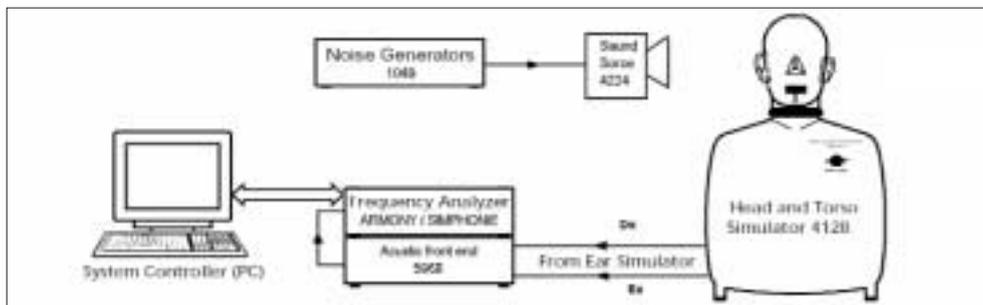


Figura 6

In successione alla misura effettuata utilizzando il manichino, si sono misurati i livelli della stessa sorgente ponendo al posto della testa del manichino un normale microfono da pollice rivolto verso la sorgente. Sottraendo ai livelli rilevati all'interno dei simulatori artificiali i livelli rilevati in corrispondenza della testa si è determinata la risposta in frequenza nelle tre condizioni: due diverse configurazioni in camera anecoica CA1 e CA2 ed in camera semi-riverberante, tutte riportate nella figura seguente. In essa si nota che le risposte in frequenza sperimentate seguono abbastanza bene l'andamento della curva data ISO Diffusion Field pur differenziandosi da essa nei valori assoluti. Inoltre appare evidente, soprattutto nel campo delle frequenze caratteristiche della banda passante telefonica che le tre funzioni sperimentate sono con buona approssimazione sovrapponibili indipendentemente dal tipo di campo (libero o riverberante) in cui sono state sperimentate. Ciò è meglio rappresentato in figura 8 in cui è evidenziata la banda passante telefonica ed in cui è riportata la funzione di trasferimento misurata in camera semiriverberante ed il massimo errore prevedibile nell'applicazione in campo libero. Si riportano quindi nella tabella 2 le correzioni (funzione di trasferimento) da applicare alle misure in campo per ottenere il livello del rumore virtuale all'esterno dell'orecchio che determinerebbe all'interno dello stesso il livello strumentalmente rilevato.

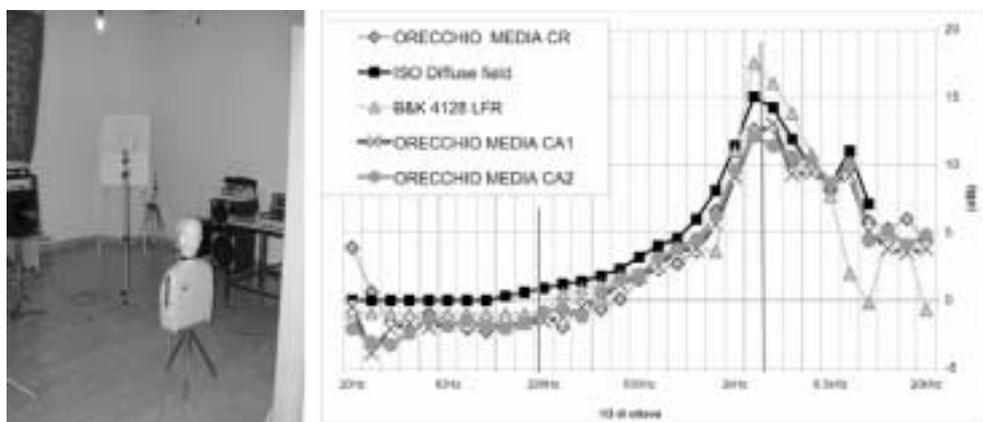


Figura 7: Confronto delle funzioni di trasferimento sperimentale in varie condizioni di campo

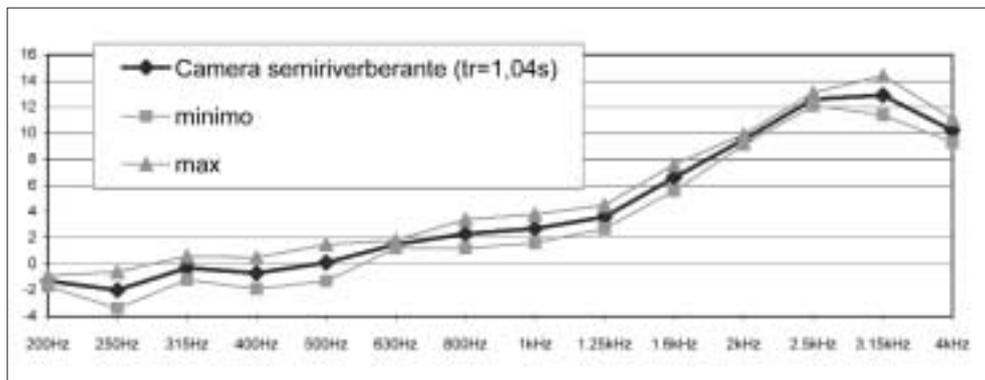


Figura 8: Funzione di trasferimento del manichino nel campo di frequenza della banda passante telefonica e relative incertezze

Tabella 2: Funzione di trasferimento del manichino per terzi di ottava

20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20		
Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
GUADAGNO dB																																
3,9	0,6	-1,7	-1,3	-1	-3,6	-2,1	-2,3	-1,8	-1,6	-1,3	-2	-0,3	-0,7	0,1	1,5	2,3	2,7	3,6	6,6	9,5	12,6	12,9	10,2	9,8	8,1	9,3	5,8	-5,3	+	4,4		

BIBLIOGRAFIA

**H. Dajani, H. Kunov, B. Seshagiri:** "Real-time method for the measurement of noise exposure from communication headsets". Applied Acoustics, Vo. 49, 3, 1996, 209-224.

**C. Ianniello:** "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.

**A. Glorig, L.H. Whitney, J.I. Flanagan, N. Guttman:** "Hearing studies of telephone operating personnel". Journ. of Speech and Hearing Research, Vo. 12, 1969, 169-178.

**R.W. Alexander, A.H. Koenig, H.S. Cohen, C.P. Lebo:** "The effects of noise on telephon operators". Journ. of Occupational Medicine, Vo. 21, 1, 1979, 21-25.

**P.A. Juan, J.R. Cano-Cortes:** "Medida del ruido impulsivo en el auricular de operador". Medicina Seguridad Trabajo, Vo. 27, 107, 1979, 14-27.

**A. Peretti, G. Preti, F. Meliga:** "Rischio da rumore per i dimafonisti". Atti del 22° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Acustica. Lecce, 13-15 aprile 1994, 393-398.

**S.V. Chiusano, P.S.J. Lees, P.N. Breyse:** "An occupational noise exposure assessment for headset-wearing communications workers". *Appl. Occup. Environ. Hyg.*, Vo. 10, 5, 1995, 476-481.

**A. Peretti, F. Pedrielli, M. Baiamonte, F. Mauli, A. Farina:** "Rumore in cuffia: valutazione del rischio a cui sono esposti i lavoratori che impiegano dispositivi di ricezione".

**A. Peretti, F. Pedrielli, M. Baiamonte, F. Mauli, A. Farina:** "Esposizione a rumore di lavoratori che impiegano dispositivi di ricezione".

**A. Peretti, M. Gravino, A. Farina:** "Valutazione del rischio da rumore a cui sono esposti i centralinisti telefonici". *Atti del 26° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Acustica*. Torino, 27-29 maggio 1998, 351-355.

**A. Peretti, A. Farina, M. Baiamonte, F. De Masi, G. Nesler, R. Zuccatti, A. Cristofolini:** "Il rumore in cuffia: valutazione del rischio e bonifica presso un centralino telefonico". *Atti del 2° Congresso Europeo di Igiene Industriale*. Bari, 30 giugno - 3 luglio 1999, 296-299.

**A. Peretti, M. Baiamonte, F. Mauli, E. Tisato, G. Santoni:** "Rumore in cuffia: valutazione del rischio a cui sono esposti gli operatori di una banca telefonica". *Atti del 20° Congresso Nazionale dell'Associazione Italiana degli Igienisti Industriali*, Viterbo, 19-21 giugno 2002, 371-377.

**A. Magrini, G. Ripanucci, A. Giglietta, L. Coppeta, C. Coccia, A. Bergamaschi:** "La valutazione dell'esposizione personale quotidiana a rumore disturbante negli operatori di Call Center: una proposta operativa". *Atti del 28° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Acustica*. Trani, 10-13 giugno 2000, 223-226.

**A. Gambino:** "Esposizione al rumore dei centralinisti". *Atti del 18° Congresso Nazionale dell'Associazione Italiana degli Igienisti Industriali*. Trento, 21-24 giugno 2000, 155-158.

**T. Mori:** "Effects of record music on hearing loss among young workers in a shipyard". *Int. Arch. Occup. and Env. Health*, Vo. 56, 1985, 91-97

**C.G. Rice, M. Breslin, R.G. Roper:** "Sound levels from personal cassette players". *Br. J. Audiol.*, Vo. 21, 4, 1987, 273-278

**C.G. Rice, G. Rossi, M. Olina:** "Damage risk from personal cassette players". *Br. J. Audiol.*, Vo. 21, 4, 1987, 279-288.

**P.A. Hellström:** "The effects on hearing from portable cassette players: a follow-up study". *J. Sound and Vibr.*, Vo. 151, 3, 1991, 461-469.

**E. Airo, J. Pekkarinen, P. Olkinuora:** "Listening to music with earphones: an assessment of noise exposure". *Acta Acustica*, Vo. 82, 6, 1996, 885-894.

**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).

**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).

**A.J. Brammer, J.E. Piercy:** "Monitoring sound pressures within the ear: application to noise exposure". J. Acoust. Soc. Am., Vo. 61, 3, 1977, 731-738.

**A. Jacqueline, Pateland Keith Broughton:** "Assessment of the Noise Exposure of Call Centre Operators".

**A. Sibbald:** "An introduction to sound and hearing" [www.sensaura.com](http://www.sensaura.com).

**M. Bagshaw:** "Hearing Loss On The Flight Deck — Origin and Remedy: an Investigation of Unilateral Hearing Loss amongst Professional Flight Crew".

**P. Darlington:** "Noise Dose and Acoustic Shock from Headsets" 114th AES Convention, Amsterdam, March 2003.

**M.D. Burkhard, R.M. Sachs:** Anthropometric manikin for acoustic research. J Acoust Soc Am; . 1975, 58; 214-22.

**E.J. Wallis:** Sound pressure levels from telephonists' headsets at Greater Manchester Fire Headquarters, HSL Internal Report IR/L/NV/88/16. Buxton: Health & Safety Laboratory, 1988.

**J.A. Lloyd:** An assessment of the methods for measuring noise exposure from headsets, HSL Internal Report IR/L/NV/92/16. Buxton: Health & Safety Laboratory, 1992.