

Anteprima UNI 9432: 2008 Esposizione al rumore nell'ambiente di lavoro

Bellaria, 21 maggio 2008



DECRETO LEGISLATIVO

9 aprile 2008, n.81

**Attuazione dell'articolo 1 delle legge 3 agosto 2007,
n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza
nei luoghi di lavoro**

Art. 190.2

Se, a seguito della valutazione dei rischi, 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.

Art. 190.3

I **metodi** e le **apparecchiature** utilizzate sono adattati alle condizioni prevalenti in particolare alla luce delle caratteristiche del rumore da misurare, della durata dell'esposizione, dei fattori ambientali e delle caratteristiche dell'apparecchio di misurazione.

I metodi utilizzati possono includere la **campionatura**, purchè sia rappresentativa dell'esposizione del lavoratore.

Art. 190.4 e 190.5

I metodi e le strumentazioni rispondenti alle norme di buona tecnica si considerano **adeguati** ai sensi del comma 3.

Nell'applicare quanto previsto nel presente articolo, il datore di lavoro tiene conto delle **imprecisioni delle misurazioni** determinate secondo la prassi metrologica.



SCOPO

Definire metodi per:

- la misura dei livelli di pressione sonora, continui e di picco, ai quali risulta esposto un lavoratore;
- il calcolo del livello di esposizione giornaliera, settimanale o a lungo termine al rumore;
- il calcolo delle relative incertezze.

–per gli adempimenti previsti dalla legislazione vigente

–per la valutazione previsionale del rischio di danno uditivo, secondo la ISO 1999



CAMPO DI APPLICAZIONE

Questa norma non può venire usata:

- ✓ per valutare esposizioni ad infrasuoni e ultrasuoni;
- ✓ per la valutazione dell'esposizione al rumore prodotto da sorgenti poste in prossimità dell'orecchio (per esempio cuffie, cornette, ecc.); al riguardo si faccia riferimento alle UNI EN ISO 11904-1 e UNI EN ISO 11904-2 o ad altre norme tecniche riconosciute.
- ✓ per la valutazione dell'emissione sonora delle macchine presenti in ambiente di lavoro.



STRUMENTAZIONE

La catena di misurazione deve essere idonea a rilevare:

- il **livello sonoro continuo equivalente ponderato A**
- il **livello sonoro di picco ponderato C**

Nel caso risulti necessario calcolare l'attenuazione introdotta dal dispositivo di protezione auricolare, essa deve essere idonea alla rilevazione di almeno una delle seguenti grandezze: $L_{Ceq,T}$ o $L_{eqf,T}$ in funzione del metodo di calcolo scelto nell'ambito della UNI EN 458.



STRUMENTAZIONE

La strumentazione deve essere sottoposta a **verifica periodica**, con periodo non maggiore di 2 anni.

Tale verifica deve comunque avvenire dopo un evento traumatico per gli strumenti o dopo una riparazione degli stessi.



STRUMENTAZIONE

Le misurazioni possono essere eseguite mediante un fonometro integratore o un misuratore personale dell'esposizione sonora.

L'uso di un **fonometro integratore** è **generalmente preferibile**.

Calibrazione acustica dell'intera catena di misura prima e dopo ogni serie di misurazioni.

Se lo strumento mostra uno scostamento dal valore di taratura del calibratore di oltre 0,5 dB, i risultati ottenuti dopo la precedente calibrazione non devono essere considerati validi



METODOLOGIA DI PROVA

Ricognizione dell'ambiente e dei metodi di lavoro

Sulla base delle informazioni raccolte e/o fornite dal datore di lavoro devono essere pianificati:

- la strumentazione da utilizzare;
- le posizioni di misura;
- il numero delle misure;
- i tempi di misura,

in modo da ottenere una rappresentazione significativa delle condizioni di esposizione dei lavoratori.



POSIZIONE di MISURA

Devono essere prese tutte le precauzioni necessarie perché durante l'effettuazione delle misurazioni non vengano modificate le condizioni di sicurezza di svolgimento delle attività lavorative dal lavoratore e comunque per non disturbarne lo svolgimento.

Se si utilizza un misuratore di esposizione personale, la sua posizione sulla persona non deve modificare le normali modalità di effettuazione del lavoro svolto da parte di chi lo indossa.



POSIZIONE di MISURA

Per posizioni lavorative per le quali la posizione della testa non è univocamente definita, l'altezza del microfono è individuata come segue:

- per persone in piedi: $1,55 \text{ m} \pm 0,075 \text{ m}$ dal piano di calpestio su cui poggia la persona;
- per persone sedute: $0,80 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ sopra il centro del sedile, con le regolazioni orizzontale e verticale della sedia scelte quanto più possibile prossime a quelle medie.



POSIZIONE di MISURA

Per misurazioni eseguite in presenza del lavoratore il microfono deve essere posizionato all'altezza dell'orecchio che percepisce il più elevato dei livelli sonori continui equivalenti ponderati A, **ad una distanza da 0,10 m a 0,40 m** dall'entrata del canale uditivo esterno dell'orecchio stesso.

Il microfono deve inoltre essere orientato nella stessa direzione dello sguardo del lavoratore durante l'esecuzione dell'attività.



POSIZIONE di MISURA

Nel caso in cui la posizione occupata dalla testa del lavoratore sia molto vicina alla sorgente di rumore, il campo sonoro deve essere accuratamente investigato. Inoltre, la posizione e l'orientazione del microfono durante la misura devono essere indicate con precisione nella relazione tecnica.



POSIZIONE di MISURA

Operatore

Si raccomanda che l'operatore che effettua la misura si posizioni lontano dal microfono e comunque in modo tale da non perturbare apprezzabilmente il campo acustico nella posizione occupata dal microfono stesso.



POSIZIONE di MISURA

Misuratore di esposizione personale

Qualora si faccia uso di un misuratore di esposizione personale è essenziale verificare l'assenza di **sorgenti sonore anomale** o non inerenti le lavorazioni.

Il microfono deve essere montato almeno 0,04 m al di sopra della spalla, ad una distanza di almeno 0,1 m dall'ingresso del canale uditivo esterno. Microfono e cavi devono essere fissati in modo tale da non **subire urti**.



METODOLOGIA DI PROVA

Numero e durata delle misure

Rumore costante

E' sufficiente l'esecuzione di una sola misurazione

La durata della misurazione può essere limitata al tempo necessario ad ottenere la stabilizzazione entro $\pm 0,3$ dB(A) della lettura del livello $L_{Aeq,Tm}$, e comunque non deve essere minore di 60 s

L'incertezza da campionamento è posta pari a zero.



METODOLOGIA DI PROVA

Numero e durata delle misure

Rumore ciclico

E' sufficiente l'esecuzione di una sola misurazione.

La durata della misurazione deve essere pari ad un numero intero di cicli e comunque non minore di 60 s

L'incertezza da campionamento è posta pari a zero.



METODOLOGIA DI PROVA

Numero e durata delle misure

Rumore fluttuante

- a) esecuzione di una singola misurazione di durata pari all'intero periodo di esposizione; in questo caso si ottiene una misurazione diretta di L_{Aeq,T_e} .
L'incertezza da campionamento è posta pari a zero

- b) mediante l'esecuzione di una singola misurazione relativa alla condizione operativa più rumorosa.
L'incertezza da campionamento è posta pari a zero



METODOLOGIA DI PROVA

Numero e durata delle misure

Rumore fluttuante

c) mediante un opportuno campionamento:

- si eseguono $N \geq 3$ misure, ciascuna di durata tale da garantire la stabilizzazione del livello sonoro equivalente entro $\pm 0,3$ dB(A) e comunque non minore di 5 min. Le misurazioni devono essere effettuate su intervalli di tempo non consecutivi
- se la differenza fra il massimo e il minimo dei valori misurati è minore di 5 dB(A), si pone $L_{Aeq,Te}$ uguale al valore medio aritmetico
- se la differenza fra il massimo e il minimo dei valori misurati è maggiore di 5 dB(A), si deve utilizzare uno degli altri due metodi precedentemente indicati



DESCRITTORI DI ESPOSIZIONE

Livello sonoro equivalente di periodi acusticamente omogenei

$$L_{Aeq,Te} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{T_e} \sum_{p=1}^P T_p 10^{0,1 (L_{Aeq,Tp})p} \right)$$

p è l'indice dei periodi omogenei;
P è il numero totale di tali periodi.



DESCRITTORI DI ESPOSIZIONE

Esposizione giornaliera o settimanale

In via ordinaria si valuta il livello di esposizione giornaliera.

Se il livello di esposizione giornaliera dello stesso lavoratore mostra una **variabilità significativa all'interno della settimana**, è possibile:

- assumere come livello di esposizione del lavoratore il valore **massimo** del livello di esposizione giornaliera;
- assumere come livello di esposizione del lavoratore quello **calcolato su base settimanale**.



DESCRITTORI DI ESPOSIZIONE

Esposizione settimanale

Se la settimana lavorativa ha **durata diversa dalle 5 giornate**, si assume come livello di esposizione del lavoratore quello **calcolato su base settimanale**

Se l'esposizione manifesta caratteristiche di significativa **variabilità su scale di tempo superiori ad una settimana**, si assume come livello di esposizione del lavoratore il **valore massimo ricorrente** del livello di esposizione calcolato (giornaliero o settimanale)



DESCRITTORI DI ESPOSIZIONE

Esposizione al rumore a lungo termine (ISO 1999)

$$L_{EX,LT} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{EX,8h})_i} \right) \text{ dB(A)}$$

Il periodo sul quale mediare l'esposizione non può avere durata maggiore di 1 anno.



CONFRONTO CON I VALORI DI LEGGE

Si consiglia che **il confronto con i valori di azione e il valore limite** di esposizione avvenga utilizzando **l'estremo superiore dell'intervallo di confidenza monolaterale** sul livello opportuno, corrispondente ad un **livello di confidenza del 95%**:

$$L^*_{EX,8h} = L_{EX,8h} + U(L_{EX,8h})$$

$$L^*_{EX,W} = L_{EX,W} + U(L_{EX,W})$$

$$L^*_{picco,C} = L_{picco,C} + U(L_{picco,C})$$



CONFRONTO CON I VALORI DI LEGGE

Se il confronto con i valori di azione e i valori limite avviene a prescindere dall'incertezza **deve essere indicato in quale modo il datore di lavoro tiene conto di tale incertezza** nella valutazione del rischio



RELAZIONE TECNICA

La corrispondenza dei livelli di esposizione riportati nella relazione tecnica, che deve essere predisposta in base ai **tempi di esposizione indicati dal datore di lavoro**, consultati i rappresentanti dei lavoratori, ed ai risultati delle misurazioni di cui alla presente norma, è garantita solo dalla scrupolosa osservanza di una metodologia corretta di analisi e misurazione. Pertanto **la relazione tecnica deve riportare tutti i dati necessari a consentire la ripetibilità delle misurazioni.**



RELAZIONE TECNICA

In particolare deve essere indicato almeno :

1. data dell'effettuazione delle misurazioni
2. descrizione dell'ambiente
3. posizione del microfono
4. definizione dei gruppi acusticamente omogenei



RELAZIONE TECNICA

5. strumentazione usata, con relativo numero di matricola e nome dell'ente che ha emesso l'ultimo certificato di taratura, data e numero dello stesso;
6. livelli sonori continui equivalenti ponderati A per ciascuna attività svolta da ciascun lavoratore, e relative incertezze;



RELAZIONE TECNICA

7. tempi di esposizione per ciascuna attività svolta da ciascun lavoratore, come forniti dal datore di lavoro previa consultazione con i lavoratori o con i loro rappresentanti per la sicurezza;
8. livelli sonori di picco per ciascuna attività caratterizzata da rumore impulsivo svolta da ciascun lavoratore, e relative incertezze;



RELAZIONE TECNICA

9. livelli di esposizione giornaliera o settimanale di ciascun lavoratore, e relative incertezze;
10. attenuazione dei dispositivi di protezione auricolare utilizzati;
11. modalità di valutazione dell'efficacia dei dispositivi di protezione auricolare;



RELAZIONE TECNICA

12. livelli di esposizione giornaliera o settimanale di ciascun lavoratore, tenendo conto dell'uso dei protettori auricolari, nel caso in cui sia superato il valore limite di esposizione;
13. eventuale utilizzo di dispositivi di protezione individuali non auricolari;
14. cognome, nome e firma del responsabile delle misurazioni.



RELAZIONE TECNICA

La relazione tecnica deve essere tale da consentire al datore di lavoro di individuare le attività rumorose ed i lavoratori che le svolgono, così da poter provvedere alla redazione del documento di valutazione del rischio secondo la legislazione vigente.



GRUPPI ACUSTICAMENTE OMOGENEI

Valutazione dell'esposizione di gruppi acusticamente omogenei

- a) mediante la valutazione individuale dell'esposizione di ciascun soggetto;
- b) mediante un campione costituito dal solo soggetto con la condizione espositiva peggiore.
L'esposizione di tutti i membri del gruppo coincide con l'esposizione dell'unico soggetto indagato;
- c) mediante un opportuno campione casuale di lavoratori



GRUPPI ACUSTICAMENTE OMOGENEI

Incertezza di campionamento del livello sonoro equivalente di gruppi omogenei

Si calcola:

- il livello sonoro continuo equivalente medio del gruppo $L_{Aeq,Tp-gmedio}$
- la relativa incertezza $u(L_{Aeq,Tp-gmedio})$
- lo scarto tipo dei livelli sonori σ_L
- il descrittore dell'esposizione del gruppo

$$L_{Aeq,Tp-gruppo} = L_{Aeq,Tp-gmedio} + W_{95} \times \sigma_L$$

- la relativa incertezza $u_{Aeq,Tp-gruppo}$



GRUPPI ACUSTICAMENTE OMOGENEI

Incertezza del livello di esposizione giornaliera o settimanale di gruppi omogenei

Stesso procedimento dove il punto di partenza è il livello di esposizione giornaliera o settimanale per gli N lavoratori del campione

Art. 193.2

Il datore di lavoro tiene conto dell'attenuazione prodotta dai dispositivi di protezione individuale dell'udito indossati dal lavoratore solo ai fini di valutare l'efficienza dei DPI uditivi e **il rispetto del valore limite di esposizione.**

I mezzi individuali di protezione dell'udito sono considerati adeguati ai fini delle presenti norme se, correttamente usati, mantengono un livello di rischio **uguale o inferiore ai livelli inferiori di azione.**



DISPOSITIVI DI PROTEZIONE AURICOLARE

Valutazione dell'attenuazione ottimale presunta

Attenuazione ottimale presunta, APV_f , per ciascuna banda di ottava

$$APV_f = M_f - f_C \times s_f \quad \text{dB}$$

dove:

M_f è l'attenuazione ottimale media misurata per ciascuna banda di ottava con frequenza centrale da 125 Hz a 8 000 Hz (la banda di ottava a 63 Hz è facoltativa), in dB;

s_f è lo scarto tipo delle attenuazioni misurate per ciascuna banda di ottava, in dB;

f_C è un coefficiente moltiplicativo che fornisce una attenuazione APV_f la quale risulta garantita ad una nota percentuale P della popolazione oggetto della prova.



DISPOSITIVI DI PROTEZIONE AURICOLARE

Si utilizza uno dei metodi previsti dalla norma UNI EN 458:

- metodo OBM
- metodo HML
- metodo SNR

Si suggerisce di utilizzare come minimo il valore $f_c = 1$, qualunque sia il metodo utilizzato.

Se si ritiene di calcolare un valore di attenuazione che sia garantito ad una maggior percentuale di lavoratori, si consiglia di utilizzare $f_c = 1,65$ (95% dei lavoratori) o $f_c = 2$ (98% dei lavoratori).



DISPOSITIVI DI PROTEZIONE AURICOLARE

**Protezione offerta da doppi dispositivi di protezione
auricolare**

Uso parziale dei dispositivi di protezione auricolare



DISPOSITIVI DI PROTEZIONE AURICOLARE

Attenuazione reale offerta dai dispositivi di protezione auricolare (sezione informativa)

I valori di attenuazione ottenuti con i metodi precedenti sono moltiplicati per i fattori β

DPI per l'udito	β
Cuffie	0,75
Inseriti espandibili	0,5
Inseriti preformati	0,3



DISPOSITIVI DI PROTEZIONE AURICOLARE

Attenuazione reale offerta dai dispositivi di protezione auricolare (informativa)

Valori di β maggiori di quelli indicati nel prospetto (ma ovviamente sempre minori di 1) sono possibili nel caso in cui il datore di lavoro garantisca il rispetto delle seguenti regole:

- **addestramento** dei lavoratori molto accurato e ripetuto frequentemente;
- **controllo** rigoroso circa il corretto uso dei dispositivi di protezione auricolare loro affidati;
- predisposizione e attuazione di **specifiche procedure**, in merito alla conservazione dei dispositivi di protezione auricolare e alla loro sostituzione al fine di garantire nel periodo di uso l'efficienza originaria.



DISPOSITIVI DI PROTEZIONE AURICOLARE

Calcolo dei livelli sonori in presenza del dispositivo di protezione auricolare

Conosciuta l'attenuazione (ottimale o reale) di un determinato dispositivo di protezione auricolare, si calcola, seguendo il procedimento indicato dalla UNI EN ISO 4869-2, il livello sonoro equivalente

Per quanto riguarda il livello sonoro di picco, si utilizza il metodo illustrato nell'appendice B della UNI EN 458:2005



DISPOSITIVI DI PROTEZIONE AURICOLARE

Adeguatezza

Livello sonoro equivalente calcolato tenendo conto del DPI (dBA)	Livello di protezione
maggiore di 80	insufficiente
da 75 a 80	accettabile
da 70 a 75	buona
da 65 a 70	accettabile
minore di 65	troppo alta



DISPOSITIVI DI PROTEZIONE AURICOLARE

Adeguatezza

Si ritiene acusticamente adeguato un dispositivo di protezione auricolare che permette di ottenere una **protezione “buona” o “accettabile”**

Valori $L'_{Aeq,Te} < 65$ dB(A) possono comunque essere ritenuti accettabili previa verifica dell'**assenza di controindicazioni** legate all'ascolto di segnali acustici di pericolo, allarmi o particolari sensazioni di isolamento manifestate dal lavoratore

L'adeguatezza del dispositivo di protezione auricolare è inoltre subordinata alla condizione che si abbia $L'_{picco,C} \leq 135$ dB(C) per tutte le attività lavorative



DISPOSITIVI DI PROTEZIONE AURICOLARE

Confronto con i valori di legge

Nei casi particolari in cui i criteri definiti ai punti precedenti non possano essere rispettati, si deve effettuare il **calcolo dei livelli di esposizione** tenendo conto dell'attenuazione dei dispositivi di protezione auricolare, **unicamente ai fini del confronto con i valori limite di esposizione**



DISPOSITIVI DI PROTEZIONE AURICOLARE

Efficacia

Per giudicare l'efficacia dei dispositivi di protezione auricolare che verifica anzitutto **che non si siano determinati peggioramenti** nella funzionalità uditiva dei lavoratori

Si deve poi verificare che **sia presente ed efficace un sistema di controllo dell'uso e manutenzione** dei dispositivi di protezione auricolare che garantisca quanto meno che essi vengano:

- **correttamente indossati** dai lavoratori;
- **regolarmente utilizzati** nelle situazioni di rischio;
- **correttamente custoditi**, con una manutenzione che comporti la tempestiva sostituzione dei protettori usurati e non più idonei



INCERTEZZA

1. incertezza da **campionamento** (u_a calcolata)
2. incertezza da **posizionamento dello strumento** (u_L 1 dB)
3. incertezza sui **tempi di esposizione** (u_T non considerata)
4. incertezza **strumentale** (u_S 0,5 dB o calcolata in base ai dati dell'ultima taratura)
5. incertezza legata alla (eventuale) **presenza di dispositivi di protezione auricolare** (u_D già considerata nel metodo di valutazione dell'attenuazione)



INCERTEZZA

Incertezza sul livello di esposizione giornaliera

$$u_a(L_{EX,8h}) = \frac{\left[\sum_{p=1}^P 10^{0.2L_p} T_p^2 u_p^2 \right]^{1/2}}{\sum_{p=1}^P 10^{0.1L_p} T_p}$$

$$u_p = \left[u_{ap}^2 + u_{Lp}^2 \right]^{1/2}$$

$$u(L_{EX,8h}) = \left[u_a^2(L_{EX,8h}) + u_S^2 \right]^{1/2}$$



INCERTEZZA

Incertezza sul livello di esposizione settimanale

$$u_a(L_{EX,W}) = \frac{\left[\sum_{i=1}^m 10^{0.2L_i} u_i^2 \right]^{1/2}}{\sum_{i=1}^m 10^{0.1L_i}}$$

$$u(L_{EX,W}) = \left[u_a^2(L_{EX,W}) + u_s^2 \right]^{1/2}$$



INCERTEZZA

Incertezza sul livello sonoro di picco

2. incertezza da **posizionamento dello strumento** ($u_{L\text{-picco}}$ 1 dB)
4. incertezza **strumentale** ($u_{S\text{-picco}}$ 1,2 dB o calcolata in base ai dati dell'ultima taratura)