

Acoustics  
Description, measurement and assessment of environmental noise  
Part 1: Basic quantities and assessment procedures

La norma definisce le grandezze fondamentali da usare per la descrizione del rumore in ambienti comunitari e descrive i metodi di valutazione di base. Specifica anche i metodi per valutare il rumore ambientale e fornisce una guida per prevedere la potenziale risposta al fastidio da parte di una collettività esposta per un lungo periodo a diverse tipologie di rumore ambientale. Le sorgenti sonore possono essere separate o combinate in vario modo. L'applicazione del metodo di previsione della risposta al fastidio è limitata alle aree residenziali e agli usi del territorio a lungo termine correlati.

## TESTO ITALIANO

La presente norma è l'adozione nazionale in lingua italiana della norma internazionale ISO 1996-1 (edizione agosto 2003).

ICS 13.140

---

## PREMESSA NAZIONALE

La presente norma costituisce l'adozione nazionale, in lingua italiana, della norma internazionale ISO 1996-1 (edizione agosto 2003) che assume così lo status di norma nazionale italiana.

La norma internazionale ISO 1996-1 è stata elaborata dal Comitato Tecnico ISO/TC 43 "Acustica".

La presente norma è stata elaborata sotto la competenza della Commissione Tecnica UNI

### **Acustica e vibrazioni**

che ha giudicato la norma ISO 1996-1 rispondente, da un punto di vista tecnico, alle esigenze nazionali e ne ha proposto alla Commissione Centrale Tecnica dell'UNI l'adozione nella presente versione in lingua italiana.

La Commissione Centrale Tecnica dell'UNI ha dato la sua approvazione il 17 giugno 2010.

La presente norma è stata ratificata dal Presidente dell'UNI ed è entrata a far parte del corpo normativo nazionale il 22 luglio 2010.

---

Le norme UNI sono elaborate cercando di tenere conto dei punti di vista di tutte le parti interessate e di conciliare ogni aspetto conflittuale, per rappresentare il reale stato dell'arte della materia ed il necessario grado di consenso.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione di questa norma, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento o per un suo adeguamento ad uno stato dell'arte in evoluzione è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, che li terrà in considerazione per l'eventuale revisione della norma stessa.

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione di nuove edizioni o di aggiornamenti.

È importante pertanto che gli utilizzatori delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione e degli eventuali aggiornamenti.

Si invitano inoltre gli utilizzatori a verificare l'esistenza di norme UNI corrispondenti alle norme EN o ISO ove citate nei riferimenti normativi.

## INDICE

		<b>INTRODUZIONE</b>	1
<b>1</b>		<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE</b>	1
<b>2</b>		<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	2
<b>3</b>		<b>TERMINI E DEFINIZIONI</b>	2
	figura 1	Caratterizzazione del suono totale, specifico e residuo .....	4
<b>4</b>		<b>SIMBOLI</b>	6
	prospetto 1	Simboli relativi alla pressione sonora e ai livelli di esposizione sonora .....	6
<b>5</b>		<b>DESCRITTORI DEL RUMORE AMBIENTALE</b>	6
5.1		Eventi singoli .....	6
5.2		Singoli eventi ripetitivi .....	7
5.3		Suono continuo .....	7
<b>6</b>		<b>DISTURBO DA RUMORE</b>	7
6.1		Descrittori del rumore .....	7
6.2		Ponderazioni in frequenza .....	7
6.3		Livelli corretti .....	7
6.4		Livelli corretti .....	8
6.5		Livelli corretti composti su tutto il giorno .....	9
<b>7</b>		<b>REQUISITI DEL LIMITE DI RUMORE</b>	9
7.1		Generalità .....	9
7.2		Specifiche .....	10
<b>8</b>		<b>RAPPORTO SULLE VALUTAZIONI DEL RUMORE AMBIENTALE E SULLA STIMA DELLA RISPOSTA NEL LUNGO PERIODO DELLA COLLETTIVITÀ</b>	10
8.1		Stima della risposta al disturbo nel lungo periodo delle collettività .....	10
8.2		Rapporto di prova .....	11
<b>APPENDICE</b>	<b>A</b>	<b>ADATTAMENTI PER I LIVELLI CORRETTI DI SORGENTE SONORA</b>	12
(informativa)			
	prospetto A.1	Livelli di correzione tipici basati su categoria di sorgente sonora e periodo del giorno .....	13
<b>APPENDICE</b>	<b>B</b>	<b>SUONI IMPULSIVI AD ALTA ENERGIA</b>	14
(informativa)			
	figura B.1	Livello di esposizione sonora corretto in funzione del livello di esposizione sonora ponderato C per suoni impulsivi ad alta energia .....	14
<b>APPENDICE</b>	<b>C</b>	<b>SUONI CON FORTI CONTENUTI A BASSA FREQUENZA</b>	16
(informativa)			
<b>APPENDICE</b>	<b>D</b>	<b>PERCENTUALE STIMATA DI POPOLAZIONE FORTEMENTE DISTURBATA IN FUNZIONE DEI LIVELLI SONORI GIORNO/NOTTE CORRETTI</b>	17
(informativa)			
	figura D.1	Percentuale di coloro altamente disturbati dal rumore da traffico stradale, in funzione del livello giorno/notte ponderato A .....	18
<b>APPENDICE</b>	<b>E</b>	<b>DISTURBO CAUSATO DALL'ESPOSIZIONE AL RUMORE IN AMBIENTI MULTI-SORGENTE</b>	20
(informativa)			
		<b>BIBLIOGRAFIA</b>	22



---

## INTRODUZIONE

Per essere pratico all'uso, ogni metodo di descrizione, di misurazione e di valutazione del rumore ambientale deve essere correlato in qualche modo alle conoscenze sulla risposta umana al rumore. Molte conseguenze sfavorevoli del rumore ambientale aumentano all'aumentare del rumore, ma le precise relazioni dose-effetto implicate continuano a essere oggetto di discussione scientifica. Tutti i metodi usati, inoltre, dovrebbero essere utilizzabili in qualsiasi condizione sociale, economica e politica ci si trovi. Proprio per queste ragioni, attualmente, esiste nel mondo una grande varietà di metodi differenti usati per le diverse tipologie di rumore, e questo crea considerevoli difficoltà nel confronto e nella comprensione a livello internazionale.

Lo scopo principale della serie ISO 1996 è di contribuire ad armonizzare a livello internazionale i metodi di descrizione, di misurazione e di valutazione del rumore ambientale per tutte le sorgenti.

I metodi e le procedure descritti nella presente parte della ISO 1996 hanno come intento quello di essere applicabili al rumore generato da varie sorgenti, singole o combinate, che contribuiscono all'esposizione globale di un determinato sito. Allo stato attuale della tecnologia, la valutazione del disturbo del rumore di lungo periodo sembra essere ottimizzata dall'adozione del livello di pressione sonora continuo equivalente ponderato A che è definito "livello corretto".

Lo scopo della serie ISO 1996 è di fornire alle autorità materiale per la descrizione e la valutazione del rumore in ambienti collettivi. Basandosi sui principi descritti nella presente parte della ISO 1996, possono essere sviluppati le norme nazionali, i regolamenti e i corrispondenti limiti di accettabilità di rumore.

---

## 1

### SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente parte della ISO 1996 definisce le grandezze fondamentali da usare per la descrizione del rumore in ambienti collettivi e descrive i metodi di valutazione di base. Specifica anche i metodi per valutare il rumore ambientale e fornisce una guida per prevedere la potenziale risposta al fastidio da parte di una collettività esposta per un lungo periodo a diverse tipologie di rumore ambientale. Le sorgenti sonore possono essere separate o combinate in vario modo. L'applicazione del metodo di previsione della risposta al fastidio è limitata alle aree residenziali e agli usi del territorio a lungo termine correlati.

La risposta della collettività al rumore può essere differente anche per sorgenti sonore che presentano lo stesso livello sonoro. La presente parte della ISO 1996 descrive le correzioni per suoni che hanno caratteristiche differenti. Il termine "livello corretto" è usato per descrivere previsioni o misurazioni fisiche del suono alle quali sono state apportate una o più modifiche. Sulla base di questi livelli corretti può essere stimata la risposta della collettività nel lungo periodo.

I suoni sono valutati o singoli o combinati, tenendo in considerazione, quando ritenuto necessario dalle autorità responsabili, le caratteristiche speciali legate a componenti impulsive, tonali e a bassa frequenza, e le differenti caratteristiche del rumore da traffico stradale, del rumore da altre forme di trasporto (come il rumore aeroportuale) e del rumore industriale.

La presente parte della ISO 1996 non specifica limiti di rumore ambientale.

Nota 1 In acustica, si possono esprimere in decibel i livelli di parecchie grandezze fisiche diverse che descrivono il suono (per esempio pressione sonora, pressione sonora massima, pressione sonora continua equivalente). I livelli corrispondenti a queste grandezze fisiche generalmente saranno diversi per lo stesso suono. Questo spesso genera confusione. Per questo motivo è necessario specificare la grandezza fisica di base (per esempio livello di pressione sonora, livello di pressione sonora massimo, livello di pressione sonora continuo equivalente).

Nota 2 Nella presente parte della ISO 1996, le grandezze sono espresse come livelli in decibel. Tuttavia, alcune nazioni validamente esprimono la grandezza fisica di base, come pressione sonora massima, in pascal, o esposizione sonora in pascal al secondo quadrato.

Nota 3 La ISO 1996-2 si occupa della determinazione dei livelli di pressione sonora.

## RIFERIMENTI NORMATIVI

I documenti richiamati di seguito sono indispensabili per l'applicazione del presente documento. Per quanto riguarda i riferimenti datati, si applica esclusivamente l'edizione citata. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione del documento a cui si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

IEC 61672-1 Electroacoustics - Sound level meters - Part 1: Specifications<sup>1)</sup>

## TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini del presente documento, si applicano i termini e le definizioni seguenti.

### 3.1

#### Espressione dei livelli

Nota Per i livelli definiti nei punti da 3.1.1 a 3.1.6, dovrebbe essere specificata, quando applicabile, la ponderazione in frequenza o la larghezza di banda di frequenza, e dovrebbe essere specificata, se applicabile, la ponderazione temporale.

#### 3.1.1

**livello di pressione sonora ponderato nel tempo e in frequenza:** Dieci volte il logaritmo in base 10 del quadrato del rapporto tra il valore quadratico medio di una pressione sonora data e le pressioni sonore di riferimento, ottenute con ponderazioni in frequenza e ponderazioni temporali normalizzate.

Nota 1 La pressione sonora di riferimento è 20  $\mu$ Pa.

Nota 2 La pressione sonora è espressa in pascal (Pa).

Nota 3 Le ponderazioni in frequenza normalizzate sono la ponderazione A e la ponderazione C, come specificato nella IEC 61672-1, e le ponderazioni temporali normalizzate sono la ponderazione F e la ponderazione S, come specificato nella IEC 61672-1.

Nota 4 Il livello di pressione sonora ponderato nel tempo e in frequenza è espresso in decibel (dB).

#### 3.1.2

**livello massimo di pressione sonora ponderato nel tempo e in frequenza:** Maggior livello di pressione sonora ponderato nel tempo e in frequenza entro un intervallo di tempo stabilito.

Nota Il livello massimo di pressione sonora ponderato nel tempo e in frequenza è espresso in decibel (dB).

#### 3.1.3

**livello superato per l'*N* percento:** Livello di pressione sonora ponderato nel tempo e in frequenza che è superato per l'*N*% dell'intervallo di tempo considerato.

Esempio:

$L_{AF95,1h}$  è il livello di pressione sonora ponderato A e ponderato F superato per il 95% di 1 h.

Nota Il livello superato per l'*N* percento è espresso in decibel (dB).

#### 3.1.4

**livello di picco di pressione sonora:** Dieci volte il logaritmo in base 10 del rapporto tra il quadrato del picco di pressione sonora e il quadrato della pressione sonora di riferimento, dove il picco di pressione sonora è il massimo valore assoluto della pressione sonora istantanea in un intervallo di tempo definito con una ponderazione in frequenza normalizzata o una larghezza di banda di frequenza.

Nota 1 Il livello di picco di pressione sonora è espresso in decibel (dB).

Nota 2 Il picco di pressione sonora dovrebbe essere determinato con un rivelatore come definito nella IEC 61672. La IEC 61672 specifica l'accuratezza di un rivelatore solamente nel caso in cui si usi la ponderazione C.

#### 3.1.5

**livello di esposizione sonora:** Dieci volte il logaritmo in base 10 del rapporto tra l'esposizione sonora,  $E$ , e l'esposizione sonora di riferimento,  $E_0$ , essendo l'esposizione sonora l'integrale rispetto al tempo del quadrato della variazione temporale della pressione sonora istantanea ponderato in frequenza in un intervallo di tempo fissato,  $T$ , o in un evento.

Nota 1  $E_0$  è uguale al quadrato della pressione sonora di riferimento posta uguale a 20  $\mu$ Pa moltiplicato per l'intervallo di tempo di 1 s [400 ( $\mu$ Pa)<sup>2</sup>s].

$$L_E = 10 \lg \left( \frac{E}{E_0} \right) \text{dB}$$

1) Revisione unificata della IEC 60651 e della IEC 60804.

dove:

$$E = \int_T p^2(t) dt \text{ dB}$$

Nota 2 Il livello di esposizione sonora è espresso in decibel (dB).

Nota 3 L'esposizione al suono è espresso in pascal al quadrato per secondo (Pa<sup>2</sup>s).

Nota 4 La durata,  $T$ , di integrazione è inclusa implicitamente nel tempo di integrazione e non è necessario indicarlo esplicitamente. Per misurazioni di esposizione al suono oltre uno specifico intervallo di tempo, la durata di integrazione dovrebbe essere annotata e la notazione dovrebbe essere  $L_{ET}$ .

Nota 5 Per livelli di esposizione sonora di un singolo evento, si dovrebbe indicare la natura dell'evento.

### 3.1.6

**livello di pressione sonora continuo equivalente:** Dieci volte il logaritmo in base 10 del rapporto tra il quadrato del valore quadratico medio della pressione sonora in un determinato intervallo di tempo e il quadrato della pressione sonora di riferimento, essendo la pressione sonora ricavata con una ponderazione in frequenza normalizzata.

Nota 1 Il livello di pressione sonora continuo equivalente ponderato A è

$$L_{AeqT} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T} \int_T p_A^2(t) / p_0^2 dt \right] \text{ dB}$$

dove:

$p_A(t)$  è la pressione sonora istantanea ponderato A nell'istante  $t$ ;

$p_0$  è la pressione sonora di riferimento (= 20  $\mu$ Pa).

Nota 2 Il livello di pressione sonora continuo equivalente è espresso in decibel (dB).

Nota 3 Il livello di pressione sonora continuo equivalente è anche chiamato "livello di pressione sonora temporale medio".

## 3.2

### Intervalli temporali

#### 3.2.1

**intervallo temporale di riferimento:** Intervallo di tempo al quale si riferisce la valutazione del suono.

Nota 1 L'intervallo temporale di riferimento può essere specificato in norme nazionali o internazionali o dalle autorità locali in modo da comprendere le attività umane tipiche e le variazioni di funzionamento delle sorgenti sonore. L'intervallo temporale di riferimento può essere, per esempio, parte di un giorno, l'intero giorno, o un'intera settimana. Alcune nazioni possono definire intervalli temporali di riferimento anche più lunghi.

Nota 2 Livelli differenti o insiemi di livelli possono essere specificati per intervalli temporali di riferimento diversi.

#### 3.2.2

**intervallo temporale di lungo periodo:** Intervallo di tempo specifico sul quale è mediato o valutato il suono di una serie di intervalli temporali di riferimento.

Nota 1 L'intervallo temporale di lungo periodo è determinato allo scopo di descrivere il rumore ambientale come generalmente richiesto dalle autorità responsabili.

Nota 2 Per le valutazioni di lungo periodo e per la pianificazione urbanistica, dovrebbero essere usati intervalli temporali di lungo periodo rappresentativi di frazioni significative di anno (per esempio 3 mesi, 6 mesi, un anno).

## 3.3

### Correzioni

#### 3.3.1

**adattamento:** Qualsiasi grandezza, positiva o negativa, costante o variabile, che è aggiunta a un livello acustico previsto o misurato per tenere conto di alcune caratteristiche del suono, dell'ora del giorno, o del tipo di sorgente.

#### 3.3.2

**livello corretto:** Qualsiasi livello acustico previsto o misurato al quale è stato apportato un adattamento.

Nota 1 Misurazioni come il livello di pressione sonora giorno/notte o giorno/sera/notte sono esempi di livelli corretti perché sono calcolati a partire dal suono misurato o previsto su periodi temporali di riferimento differenti, e gli adattamenti sono apportati ai livelli continui equivalenti di pressione sonora nell'intervallo temporale di riferimento basandosi sull'ora del giorno.

Nota 2 Un livello corretto può essere creato apportando adattamenti a uno o più livelli misurati o previsti per tenere conto di alcune caratteristiche del suono, come la presenza di componenti tonali o impulsive.

Nota 3 Un livello corretto può essere creato apportando adattamenti a uno o più livelli misurati o previsti per tenere conto delle differenze tra tipi di sorgente. Per esempio, considerando il traffico stradale come sorgente principale, possono essere apportati adattamenti ai livelli per le sorgenti aeroportuali e ferroviarie.

### 3.4 Caratterizzazione del suono

Vedere figura 1.

**3.4.1 suono totale:** Suono onnicomprensivo in una data situazione per un dato tempo, generalmente costituito dal suono di molte sorgenti vicine e lontane.

**3.4.2 suono specifico:** Componente del suono totale che può essere specificamente identificata e che è associata a una specifica sorgente.

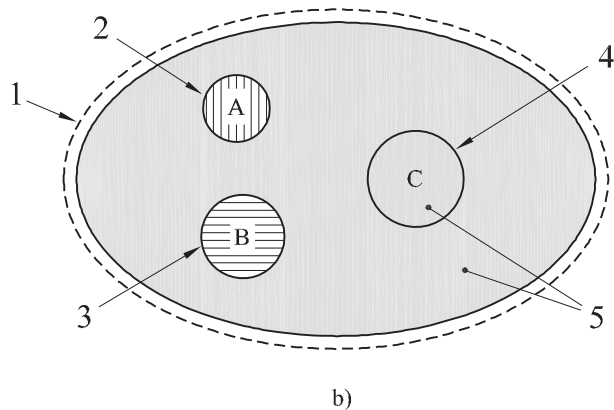
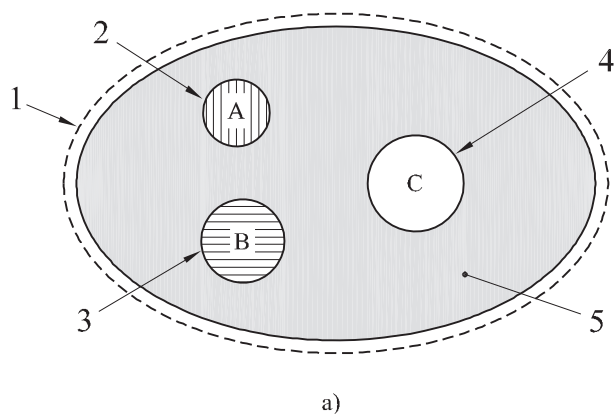
**3.4.3 suono residuo:** Suono totale rimanente per una data posizione in una data situazione dopo aver eliminato i suoni specifici in esame.

figura 1

#### Caratterizzazione del suono totale, specifico e residuo

Legenda

- a) Tre suoni specifici in esame, suono residuo e suono totale
- b) Due suoni specifici A e B in esame, suono residuo e suono totale
- 1 Suono totale
- 2 Suono specifico A
- 3 Suono specifico B
- 4 Suono specifico C
- 5 Suono residuo



Nota 1 Il livello sonoro residuo più basso si ottiene quando tutti i suoni specifici sono eliminati.

Nota 2 L'area punteggiata indica il suono residuo quando i suoni A, B e C sono eliminati.

Nota 3 Nella figura b) il suono residuo include il suono specifico C dato che non è preso in esame.



- 
- 3.4.4 suono iniziale:** Suono totale presente nella situazione iniziale prima che un qualsiasi cambiamento modifichi la situazione esistente.
- 3.4.5 suono fluttuante:** Suono continuo il cui livello di pressione sonora varia significativamente, ma non in modo impulsivo, durante il periodo di osservazione.
- 3.4.6 suono intermittente:** Suoni che sono presenti durante l'osservazione solamente in certi periodi di tempo a intervalli regolari o irregolari e la cui durata è maggiore di 5 s.  
Esempi:  
Rumore del motore di un veicolo in condizioni di scarso volume di traffico, rumore del treno, rumore dell'aeromobile e rumore del compressore ad aria.
- 3.4.7 emergenza sonora:** Incremento del suono totale in una data situazione dovuto all'introduzione di alcuni rumori specifici.
- 3.4.8 suono impulsivo:** Suono caratterizzato da brevi scoppi di pressione sonora.  
Nota La durata di un singolo impulso sonoro è generalmente minore di 1 s.
- 3.4.9 suono tonale:** Suono caratterizzato da una singola componente in frequenza o da componenti in bande vicine che emergono in modo chiaro dal suono totale.
- 3.5 Sorgenti sonore impulsive**  
Nota Attualmente, non esiste alcun descrittore matematico in grado di definire univocamente la presenza di suoni impulsivi o in grado di separare i suoni impulsivi nelle categorie indicate nei punti da 3.5.1 a 3.5.3. Queste tre categorie, tuttavia, hanno evidenziato la miglior corrispondenza con la risposta della collettività. Per questo le sorgenti sonore elencate nei punti da 3.5.1 a 3.5.3 sono utilizzate per definire le sorgenti sonore impulsive.
- 3.5.1 sorgente sonora impulsiva ad alto contenuto energetico:** Qualsiasi sorgente esplosiva nella quale la massa equivalente di TNT supera i 50 g, o sorgenti con caratteristiche e grado di intrusione simili.  
Esempi:  
Esplosioni in cava o miniera, bangs sonici, demolizioni o processi industriali che usano grandi esplosivi, materiale militare (mezzi blindati, artiglieria, fuoco di mortaio, bombe, accensione esplosiva di razzi e missili).  
Nota Le sorgenti di bangs sonici comprendono tra l'altro aeromobili, razzi, proiettili d'artiglieria, proiettili dei mezzi blindati e altre sorgenti simili. Questa categoria non comprende i bangs sonici di breve durata generati da piccole armi da fuoco o da sorgenti simili.
- 3.5.2 sorgente sonora con caratteristica altamente impulsiva:** Qualsiasi sorgente con caratteristiche altamente impulsive e un alto grado di intrusione.  
Esempi:  
Piccole armi da fuoco, martellamento su metallo o legno, spara-chiodi, goccia-martellante, battipalo, forgiatura a goccia, perforatrici, martello pneumatico, spacca pavimenti, o impatti metallici nelle operazioni di manovra sui binari.
- 3.5.3 sorgenti sonore che si presentano costantemente con carattere impulsivo:** Sorgenti sonore impulsive che non sono né altamente impulsive né ad alta energia.  
Nota Questa categoria comprende i suoni che alcune volte sono descritti come impulsivi, ma che generalmente non sono considerati tanto intrusivi quanto i suoni altamente impulsivi.  
Esempi:  
Porta della macchina sbattuta, giochi con il pallone all'aperto come, per esempio, calcio o pallacanestro e suono delle campane. In questa categoria possono rientrare anche aerei militari che passano molto veloci a bassa quota.

## SIMBOLI

I simboli sono riportati nel prospetto 1 dove a puro titolo illustrativo sono indicate solamente la ponderazione in frequenza A e la ponderazione temporale F. Le altre ponderazioni in frequenza e temporali devono essere sostituite se appropriate e/o se richieste dalle autorità responsabili.

prospetto 1

### Simboli relativi alla pressione sonora e ai livelli di esposizione sonora

Grandezza	Simbolo
Livello di pressione sonora ponderato nel tempo e in frequenza	$L_{pAF}$
Livello massimo di pressione sonora ponderato nel tempo e in frequenza	$L_{AFmax}$
Livello superato percentuale	$L_{AFNT}$
Livello di picco di pressione sonora	$L_{Cpeak}$
Livello di esposizione sonora	$L_{AE}$
Livello di pressione sonora continuo equivalente	$L_{AeqT}$
Livello di esposizione sonora corretto	$L_{RE}$
Livello continuo equivalente corretto	$L_{ReqT}$

## 5

### DESCRITTORI DEL RUMORE AMBIENTALE

#### 5.1

#### Eventi singoli

##### 5.1.1

##### Descrittori

Suoni generati da eventi singoli (come il passaggio di un veicolo pesante, il sorvolo di un aeromobile, o un'esplosione in una cava) sono tutti esempi di suoni di singolo evento. Un suono di singolo evento può essere caratterizzato da molti descrittori. Questi descrittori includono grandezze fisiche e corrispettivi livelli in decibel. Per descrivere il suono di singoli eventi tre sono i descrittori generalmente utilizzati. È utilizzata la ponderazione in frequenza A tranne per suoni impulsivi ad alta energia o per suoni con forti contenuti a bassa frequenza. I tre principali descrittori sono:

- il livello di esposizione sonora con specifica ponderazione in frequenza;
- il livello massimo di pressione sonora con specifiche ponderazioni temporali e in frequenza; e
- il livello di picco di pressione sonora con specifica ponderazione in frequenza.

Nota Si raccomanda di non utilizzare livelli di picco di rumore ponderati A (vedere punto 3.1.4).

##### 5.1.2

##### Durata dell'evento

La durata dell'evento deve essere specificata in relazione ad alcune caratteristiche del suono, come il numero di volte che vengono superati alcuni livelli fissati.

Esempio:

La durata di un singolo evento può essere definita come il tempo totale in cui il livello di pressione sonora è entro 10 dB dal livello massimo di pressione sonora.

Nota Mentre il livello di esposizione sonora combina livello e durata, il concetto di durata dell'evento può essere utile per differenziare gli eventi. Per esempio, il passaggio di un aeromobile può avere una durata compresa tra 10 s e 20 s, mentre la durata di uno sparo è minore di 1 s.

---

## 5.2

### Singoli eventi ripetitivi

Suoni ambientali di singoli eventi ripetitivi sono solitamente il ripetersi di suoni del singolo evento. Per esempio, il rumore aeroportuale, il rumore ferroviario, o il rumore stradale con bassi volumi di traffico, possono essere considerati come somma del suono di più eventi singoli. Anche il suono da colpi d'arma da fuoco è la somma dei suoni di molteplici spari singoli. Nella presente parte della ISO 1996, la descrizione di tutte le sorgenti sonore di singoli eventi ripetitivi utilizza i livelli di esposizione sonora del singolo evento e il corrispondente numero di eventi per determinare i livelli continui equivalenti di pressione sonora corretti.

## 5.3

### Suono continuo

Trasformatori, ventilatori e torri di raffreddamento sono esempi di sorgenti di suono continuo. Il livello di pressione sonora di un suono prodotto da una sorgente di rumore continuo può essere costante, fluttuante o variabile lentamente in un intervallo temporale. Il suono continuo è descritto preferibilmente dal livello continuo equivalente ponderato A di pressione sonora su uno specifico intervallo di tempo. Per suoni fluttuanti o intermittenti, può anche essere usato il livello massimo ponderato A di pressione sonora su uno specifico intervallo temporale.

Nota A seconda della situazione, il traffico stradale può essere classificato o come sorgente continua o come somma di molti suoni di singolo evento ripetitivo.

---

## 6

### DISTURBO DA RUMORE

## 6.1

### Descrittori del rumore

La presente parte della ISO 1996 fornisce una guida per la valutazione del rumore ambientale generato da sorgenti singole o da qualsiasi combinazione di sorgenti. Le autorità responsabili possono decidere quali sorgenti, sempre che ce ne siano, sono da combinare, e quali adattamenti, sempre che ce ne siano, sono da applicare. Se il suono ha caratteristiche speciali, allora il livello continuo equivalente di pressione sonora corretto deve essere la principale grandezza da usare per descrivere il suono. Possono essere specificate anche altre grandezze come il livello massimo di pressione sonora, il livello di esposizione sonora (adattato), o il livello di picco di pressione sonora.

La ricerca ha mostrato che la ponderazione A in frequenza, da sola, non è sufficiente per valutare i suoni caratterizzati da tonalità, impulsività o con forti contenuti a bassa frequenza. Per stimare la risposta del disturbo nel lungo periodo sulla collettività a causa di suoni con alcune di queste caratteristiche speciali, viene apportato un adattamento, in decibel, al livello di esposizione sonora ponderato A o al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A. Inoltre la ricerca ha mostrato che suoni generati da mezzi di trasporto diversi o da attività industriali evocano risposte della collettività al disturbo differenti a parità di livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A. La bibliografia contiene una lista di relazioni e pubblicazioni che descrivono la tecnica alla base dei metodi di valutazione e di previsione relativi alla presente parte della ISO 1996.

## 6.2

### Ponderazioni in frequenza

La ponderazione A in frequenza è generalmente usata per valutare tutte le sorgenti sonore eccetto quelle con suoni impulsivi ad alta energia o con forti contenuti a bassa frequenza. La ponderazione A in frequenza non deve essere usata per misurare livelli di picco di pressione sonora.

## 6.3

### Livelli corretti

## 6.3.1

### Livelli di esposizione sonora corretti

Quando i livelli di esposizione sonora di singoli eventi possono essere misurati separatamente o calcolati, allora deve essere usato il seguente metodo. Se, in una misurazione, i suoni di singoli eventi non possono essere distinti dalle altre sorgenti, allora deve essere usato il metodo riportato nel punto 6.3.2.

Per qualsiasi suono da evento singolo eccetto per quelli impulsivi ad alta energia o per quelli con forti contenuti a bassa frequenza, il livello di esposizione sonora corretto  $L_{REij}$  è dato dal livello di esposizione sonora  $L_{Eij}$  dell' $i$ -esimo suono da singolo evento più il termine di correzione  $K_j$  del  $j$ -esimo tipo di suono, espresso in decibel. Nelle appendici da A a C è riportata una guida relativa alle correzioni per specifiche categorie di sorgente e per specifiche situazioni.

In espressione matematica:

$$L_{REij} = L_{Eij} + K_j \quad (1)$$

### 6.3.2 Livello continuo equivalente di pressione sonora corretto

Su un intervallo di tempo  $T_n$ , il livello continuo equivalente di pressione sonora corretto o livello corretto  $L_{Req,Tn}$ , per la  $j$ -esima sorgente, è dato dal livello continuo equivalente di pressione sonora attuale,  $L_{Aeqj,Tn}$ , più il termine di correzione  $K_j$  per la  $j$ -esima sorgente, espresso in decibel. Nelle appendici da A a C è riportata una guida relativa alle correzioni per specifiche categorie di sorgente e per specifiche situazioni.

In espressione matematica:

$$L_{Req,Tn} = L_{Aeqj,Tn} + K_j \quad (2)$$

Per le correzioni relative al carattere del suono, queste devono essere applicate al periodo temporale in cui è presente lo specifico carattere. Per esempio, se il suono ha componenti tonali, allora le correzioni devono essere applicate solo quando la componente tonale è percepibile.

## 6.4 Livelli corretti

### 6.4.1 Singola sorgente sonora

Se in un intervallo di tempo,  $T_n$ , solo una sorgente sonora è rilevante; il livello corretto è o il livello continuo equivalente di pressione sonora calcolato usando l'equazione (3) a partire dai livelli di esposizione sonora corretti indicati nel punto 6.3.1, o il livello continuo equivalente di pressione sonora corretto indicato nel punto 6.3.2. I livelli corretti possono essere sviluppati per ogni intervallo temporale specificato nel punto 3.2.

$$L_{Req,Tn} = 10 \lg \left( \frac{1}{T_n} \sum_i 10^{L_{REij}/10} \right) \text{dB} \quad (3)$$

### 6.4.2 Sorgenti combinate

Nell'appendice E è riportata una guida generale per valutare i livelli corretti per sorgenti combinate. I livelli corretti per sorgenti combinate possono essere sviluppati per ogni intervallo temporale specificato nel punto 3.2. In generale, l'intervallo temporale  $T$  è suddiviso in diversi intervalli temporali  $T_{nj}$  per ciascuna sorgente  $j$ . Il valore di  $T_{nj}$  è scelto in modo tale che la correzione in  $L_{Reqj,Tn}$  sia costante. La suddivisione di  $T$  può essere diversa per sorgenti diverse. Il livello continuo equivalente di pressione sonora corretto è quindi dato da:

$$L_{ReqT} = 10 \lg \left( \frac{1}{T} \sum_n \sum_j T_{nj} \times 10^{L_{Reqj,Tnj}/10} \right) \text{dB} \quad (4)$$

dove:

$$T = \sum_n T_{nj} \quad (5)$$

per ogni sorgente  $j$ .

### Livelli corretti composti su tutto il giorno

Un altro metodo largamente utilizzato per descrivere un rumore ambientale della collettività è quello di valutare un livello corretto composto su tutto il giorno a partire dai livelli corretti dei diversi periodi dell'arco della giornata. Per esempio, il livello corretto giorno/notte,  $L_{Rdn}$ , è dato da:

$$L_{Rdn} = 10 \lg \left[ \frac{d}{24} \times 10^{(L_{Rd} + K_d)/10} + \frac{24-d}{24} \times 10^{(L_{Rn} + K_n)/10} \right] \text{dB} \quad (6)$$

dove:

$d$  è il numero di ore del giorno;

$L_{Rd}$  è il livello corretto per il giorno, incluse le correzioni per sorgenti sonore e per carattere del suono;

$L_{Rn}$  è il livello corretto per la notte, incluse le correzioni per sorgenti sonore e per carattere del suono;

$K_d$  è la correzione per il fine settimana diurno, se applicabile;

$K_n$  è la correzione per la notte.

Equazioni simili possono essere usate per creare un livello corretto giorno/sera/notte,  $L_{Rden}$ .

$$L_{Rden} = 10 \lg \left[ \frac{d}{24} \times 10^{(L_{Rd} + K_d)/10} + \frac{e}{24} \times 10^{(L_{Re} + K_e)/10} + \frac{24-d-e}{24} \times 10^{(L_{Rn} + K_n)/10} \right] \text{dB} \quad (7)$$

dove:

$e$  è il numero di ore della sera;

$L_{Re}$  è il livello corretto per la sera, incluse le correzioni per sorgenti sonore e per carattere del suono;

e gli altri simboli sono quelli definiti per l'equazione (6).

Le autorità responsabili dovrebbero scegliere la durata del giorno e quali ore comprende.

## REQUISITI DEL LIMITE DI RUMORE

### Generalità

I limiti di rumore sono definiti dalle autorità responsabili sulla base delle conoscenze degli effetti del rumore sulla salute umana e sul benessere (specialmente le relazioni dose-effetto sul disturbo), prendendo in considerazione fattori economici e sociali.

Tali limiti dipendono da molti fattori quali il periodo temporale di riferimento (per esempio giorno, sera, notte, 24 h), le attività da proteggere (per esempio la vita all'aperto e al chiuso, la comunicazione nelle scuole, la ricreazione nei parchi), il tipo di sorgente sonora, la situazione (per esempio nuove costruzioni residenziali in situazioni esistenti, nuove installazioni industriali o infrastrutture di trasporto vicino ad aree residenziali esistenti, misure correttive in situazioni esistenti).

I regolamenti sulla limitazione del rumore comprendono sia i valori limite sia i metodi per descrivere le circostanze in cui può essere verificata la conformità ai regolamenti. Questi metodi possono essere basati sia su calcoli con modelli previsionali sia su misurazioni.

Una procedura deve comprendere i seguenti elementi:

- uno o più descrittori sonori;
- gli intervalli temporali relativi;
- la posizione o le posizioni dove i limiti di rumore devono essere verificati;
- il tipo e il carattere dell'area dove i limiti di rumore devono essere verificati;
- la sorgente e la sua modalità e il suo ambiente di funzionamento;
- le condizioni di propagazione dalla sorgente al recettore;
- i criteri per valutare la conformità con i limiti.

---

## 7.2 Specifiche

### 7.2.1 Descrittori del rumore

Il descrittore di rumore preferito per indicare i limiti di rumore è il livello corretto su uno o più intervalli temporali di riferimento. Quando si usano i livelli corretti, le correzioni che bisogna prendere in considerazione devono essere specificate.

Nota In alcune nazioni le differenze di valutazione delle sorgenti sonore non sono prese in considerazione come correzioni ma come limiti di sorgente specifica. I limiti che si applicano agli eventi sonori possono essere specificati in termini di livelli di esposizione sonora o di livelli massimi. In entrambi i casi dovrebbe essere dichiarato il valore (statistico) da confrontare con il limite (per esempio il livello massimo in un dato intervallo di tempo, la media dei livelli massimi per la categoria più rumorosa di una determinata sorgente).

Se sono specificati limiti aggiuntivi in termini di altri descrittori come l'emergenza sonora, dovrebbe essere specificata la procedura per determinare tali valori.

### 7.2.2 Intervalli temporali relativi

Devono essere specificati gli intervalli temporali di riferimento a cui si riferisce la valutazione. Tali intervalli devono essere relazionati alle attività umane tipiche e alle variazioni di funzionamento della sorgente sonora.

Deve essere chiaramente indicato come ogni variazione di emissione e di trasmissione sonora deve essere considerata all'interno degli intervalli temporali di riferimento quando è verificata la conformità con i limiti.

In più, devono essere specificati gli intervalli temporali di lungo periodo (vedere punto 3.2.2).

### 7.2.3 Sorgenti sonore e loro condizioni di funzionamento

Le sorgenti alle quali si applicano i limiti di rumore devono essere specificate. Dove appropriato, devono essere specificate anche le condizioni di funzionamento della sorgente.

### 7.2.4 Posizioni

Devono essere chiaramente specificate le posizioni alle quali devono essere associati i limiti di rumore. Se i limiti devono essere verificati per misurazioni in prossimità di edifici o di altri oggetti riflettenti, allora dovrebbero essere prese in considerazione le linee guida riportate nella ISO 1996-2.

### 7.2.5 Condizioni di propagazione

Nel caso di propagazione del suono in ambiente esterno, i cambiamenti nelle condizioni meteorologiche possono influenzare il livello di pressione sonora ricevuto. In tali casi, i limiti di rumore devono essere basati su un valore medio relativo o a tutte le condizioni di propagazione rilevanti o a una singola condizione specifica.

### 7.2.6 Incertezze

Quando si valuta la conformità con i limiti, deve essere dichiarato il metodo di valutazione delle incertezze legate alle procedure di previsione o di misurazione. Nel caso di misurazioni, può essere necessario specificare un numero minimo di misurazioni statisticamente indipendenti.

Nota Un'ulteriore guida alle incertezze è riportata nella ISO 1996-2.

---

## 8 RAPPORTO SULLE VALUTAZIONI DEL RUMORE AMBIENTALE E SULLA STIMA DELLA RISPOSTA NEL LUNGO PERIODO DELLA COLLETTIVITÀ

### 8.1 Stima della risposta al disturbo nel lungo periodo delle collettività

Le valutazioni di rumore di lungo periodo, generalmente un anno, sono usate per stimare la risposta al disturbo da parte delle collettività nell'insieme, per una situazione sonora costante.

---

Nota L'appendice D può essere usata per stimare la risposta al disturbo nel lungo periodo delle collettività per il rumore da traffico stradale. Stima la percentuale di una popolazione tipo che è altamente disturbata dal rumore ambientale dovuto a uno specifico livello sonoro annuale medio corretto giorno/notte. C'è una grande dispersione nei dati utilizzati per creare i risultati nell'appendice D. La reazione in ciascuna specifica collettività può discostarsi molto dai valori tipici. Vedere figura D.1.

## 8.2 Rapporto di prova

8.2.1 Gli argomenti da includere nel rapporto, se rilevanti, sono i seguenti:

- a) l'intervallo temporale di riferimento;
- b) l'intervallo temporale di lungo periodo;
- c) per le misurazioni: la strumentazione, la sua calibrazione e impostazione, e gli intervalli temporali di misurazione;
- d) il livello corretto e le componenti, inclusi i livelli acustici che contribuiscono al livello corretto;
- e) una descrizione della sorgente o delle sorgenti sonore incluse nell'intervallo temporale di riferimento;
- f) una descrizione delle condizioni di funzionamento della sorgente o delle sorgenti sonore;
- g) una descrizione della valutazione del sito includendo la topografia, la geometria degli edifici, la copertura e la condizione del suolo;
- h) una descrizione di ciascuna procedura usata per correggere dalla perturbazione del suono residuo e una descrizione del suono residuo;
- i) i risultati della stima della risposta al disturbo di lungo periodo della collettività;
- j) una descrizione delle condizioni meteo durante la misurazione e, specialmente, la direzione e la velocità del vento, la copertura nuvolosa e la presenza di precipitazioni;
- k) le incertezze dei risultati e il metodo o i metodi usati per tenere in considerazione queste incertezze (vedere punto 7.2.6);
- l) per i calcoli, l'origine dei dati di ingresso e le verifiche eseguite per assicurarsi dell'attendibilità dei dati di ingresso.

Nota Per gli argomenti c), h), j) e k), maggiori dettagli sono riportati nella ISO 1996-2.

Sebbene il testo della presente parte della ISO 1996 usi i livelli di pressione sonora e i livelli corretti espressi in decibel, è ugualmente valido esprimere i risultati in termini di grandezze fisiche di base come l'esposizione al suono in pascal al quadrato per secondo ( $\text{Pa}^2 \times \text{s}$ ). Le correzioni aggiuntive ai livelli devono essere convertite nei fattori corrispondenti per le grandezze fisiche.

8.2.2 Requisiti supplementari per riportare la conformità ai limiti sono i seguenti:

- a) il riferimento appropriato del regolamento sulla limitazione del rumore;
- b) se si usano previsioni, una descrizione del modello previsionale e delle ipotesi sul quale si basa;
- c) se si usano previsioni, le incertezze associate ai valori previsti dei descrittori acustici.



## **A.1 Introduzione**

Prove scientifiche illustrano che il disturbo provocato da sorgenti sonore di trasporto differisce a seconda della tipologia di trasporto. Si è trovato che, generalmente, per lo stesso livello continuo equivalente di pressione sonora, il rumore aeroportuale arreca maggiore disturbo rispetto al rumore da traffico stradale, specialmente per livelli moderati in confronto a livelli elevati. Si è anche trovato che, in genere, il rumore da traffico ferroviario è meno fastidioso rispetto al rumore da traffico stradale, anche in questo caso specialmente per livelli moderati rispetto a livelli elevati. Tuttavia, questa conclusione a riguardo del rumore da traffico ferroviario può essere applicata solamente per treni corti (solitamente tra 12 e 20 carrozze) alimentati elettricamente. Non esiste nessun dato per estendere questa conclusione a treni lunghi (solitamente tra 50 e 100 carrozze) alimentati a diesel, o a treni che viaggiano con velocità maggiori di 250 km/h.

Per suoni regolari e altamente impulsivi, ci sono prove che per livelli continui equivalenti di pressione sonora comparabili, il disturbo provocato da suoni impulsivi è maggiore di quello causato dal rumore da traffico stradale. Analogamente, per suoni con rilevanti caratteristiche tonali, dati sperimentali suggeriscono che il disturbo è maggiore rispetto al rumore da traffico stradale a parità di livello continuo equivalente di pressione sonora. Correzioni per suoni tonali o impulsivi sono state suggerite in tutte le versioni della ISO 1996 fin dalla prima stesura nel 1971. La presente edizione della ISO 1996 prosegue in questa pratica e adotta le stesse correzioni per suoni impulsivi contenute nella ISO 1996-2:1998/Amd.1.

Per rumori continui da sorgenti industriali, ci sono informazioni insufficienti circa le relazioni dose-effetto. L'esperienza in alcune nazioni suggerisce che il rumore industriale può essere più fastidioso rispetto al rumore da traffico stradale, anche se non contiene componenti tonali o impulsive udibili chiaramente. In alcune nazioni, il disturbo provocato dall'industria (e il rumore nelle vicinanze) è assunto come dipendente dall'emergenza sonora. Tuttavia, per il momento, si assume che il disturbo causato da questi suoni non sia diverso da quello provocato dal rumore da traffico stradale. Comunque, spesso il rumore industriale è per sua natura sia tonale (ventilatori e pompe) sia impulsivo e questi suoni sono valutati con correzioni a causa della loro peculiarità.

Le correzioni per il periodo del giorno sono accettate come pratica corrente in molte nazioni e recentemente sono state proposte in alcuni importanti nuovi regolamenti. Queste correzioni sono usate per migliorare la comparabilità tra le risposte della collettività al rumore in specifici periodi del giorno o della settimana. La presente parte della ISO 1996 raccomanda l'applicazione di correzioni per il periodo serale, il periodo notturno e il fine settimana.

---

## **A.2 Correzioni**

A causa del diverso disturbo causato dal rumore per diverse sorgenti sonore, per diversi caratteri del suono, per diversi periodo del giorno, ecc., le correzioni dovrebbero essere aggiunte ai livelli misurati o previsti. Queste correzioni dovrebbero essere aggiunte al livello di esposizione sonora misurato o previsto o al livello continuo equivalente di pressione sonora, in modo appropriato secondo il punto 6.3. Per eventi singoli, questo tipo di correzione è applicato al livello di esposizione sonora di ciascun evento. Per sorgenti sonore continue, questo tipo di correzione è applicato al livello continuo equivalente di pressione sonora misurato o previsto. Le correzioni sul periodo del giorno possono essere applicate al livello di esposizione sonora o al livello continuo equivalente di pressione sonora, come appropriato o conveniente. Siccome le correzioni sul periodo del giorno sono costanti per qualsiasi sorgente sonora durante il periodo di tempo, il risultato è identico.



Per esempio, uno può aggiungere 5 dB a ogni livello di esposizione sonora da traffico aeroportuale durante il periodo serale oppure 5 dB al livello continuo equivalente di pressione sonora da traffico aeroportuale per il periodo serale; il risultato è il medesimo. Il prospetto A.1 contiene le correzioni raccomandate. In molti casi le correzioni sono date come intervalli per categorie di sorgente sonora.

prospetto A.1

#### Livelli di correzione tipici basati su categoria di sorgente sonora e periodo del giorno

Tipologia	Caratteristica	Livello di correzione dB
Sorgenti sonore	Traffico stradale Traffico aeroportuale Traffico ferroviario <sup>a)</sup> Industria	0 Da 3 a 6 Da -3 a -6 0
Carattere della sorgente	Regolarmente impulsiva <sup>b)</sup> Altamente impulsiva Impulsiva ad alta energia Marcatamente tonale <sup>c)</sup>	5 12 Vedere appendice B Da 3 a 6
Periodo temporale	Sera Notte Fine settimana diurno <sup>d)</sup>	5 10 5
a)	Le correzioni per il traffico ferroviario non si applicano ai lunghi treni a diesel o ai treni che viaggiano con velocità maggiore di 250 km/h.	
b)	Alcune nazioni applicano prove di prominenza oggettiva per valutare se le sorgenti sonore siano regolarmente impulsive.	
c)	Se la presenza di componenti marcatamente tonali è in discussione, allora la ISO 1996-2 fornisce metodi di misurazione che dovrebbero essere usati per verificarne la presenza.	
d)	La correzione per il fine settimana diurno viene sommata al valore di $L_d$ come definito dalle autorità competenti (vedere punto 6.5).	

Le correzioni del fine settimana per le sorgenti soggette a regolamento possono essere applicate al fine di permettere adeguato riposo e convalescenza e di tenere conto che un maggior numero di persone si trova a casa.

Se ci fosse da applicare più di una correzione per tipologia di sorgente o per carattere di una singola sorgente sonora data, deve essere applicata solamente la correzione maggiore. Tuttavia, le correzioni del periodo temporale sono sempre sommate agli altri livelli di correzione.

Le correzioni per sorgenti con carattere impulsivo dovrebbero essere applicate solo alle sorgenti sonore impulsive percettibili al recettore. Le correzioni per componenti tonali dovrebbero essere applicate solo quando il suono totale è tonale in modo chiaro al recettore.

Quando il suono prodotto da una sorgente impulsiva è così basso da non poter essere separato dal suono prodotto da altre sorgenti, gli impulsi poco frequenti non dovrebbero essere considerati. La correzione dovrebbe essere di 5 dB quando gli eventi impulsivi sono pari o superiori alla percentuale specificata dalle autorità responsabili. Generalmente questa percentuale varia da alcuni secondi ad alcuni minuti.

## APPENDICE B SUONI IMPULSIVI AD ALTA ENERGIA

(informativa)

### B.1 Introduzione

La procedura descritta nella presente appendice è basata su una ricerca pubblicata da Germania, Olanda e Stati Uniti e su una revisione del 1996 di questa ricerca effettuata dal comitato nazionale della ricerca CHABA (National Research Council, Committee on Hearing, Bioacoustics, and Biomechanics - Consiglio Nazionale della Ricerca, Commissione Udito, Bioacustica e Biomeccanica).

### B.2 Descrittore fondamentale

Per un singolo evento, nel caso di suoni impulsivi ad alta energia, il descrittore fondamentale è il livello di esposizione sonora ponderato C,  $L_{CE}$ .

### B.3 Calcolo del livello di esposizione sonora corretto per suoni impulsivi ad alta energia a partire dal livello di esposizione sonora ponderato C

Per ogni singolo evento, il livello di esposizione sonora corretto  $L_{RE}$  per suoni impulsivi ad alta energia dovrebbe essere calcolato a partire dal livello di esposizione sonora ponderato C,  $L_{CE}$ , in accordo a:

$$L_{RE} = 2 L_{CE} - 93 \text{ dB} \quad \text{per } L_{CE} \geq 100 \text{ dB}$$

$$L_{RE} = 1,18 L_{CE} - 11 \text{ dB} \quad \text{per } L_{CE} < 100 \text{ dB}$$

Le due relazioni si intersecano a un livello di esposizione sonora ponderato C di 100 dB. Il livello di esposizione sonora corretto per un livello di esposizione sonora ponderato C di 100 dB è pari a 107 dB. La relazione generale è riportata nella figura B.1.

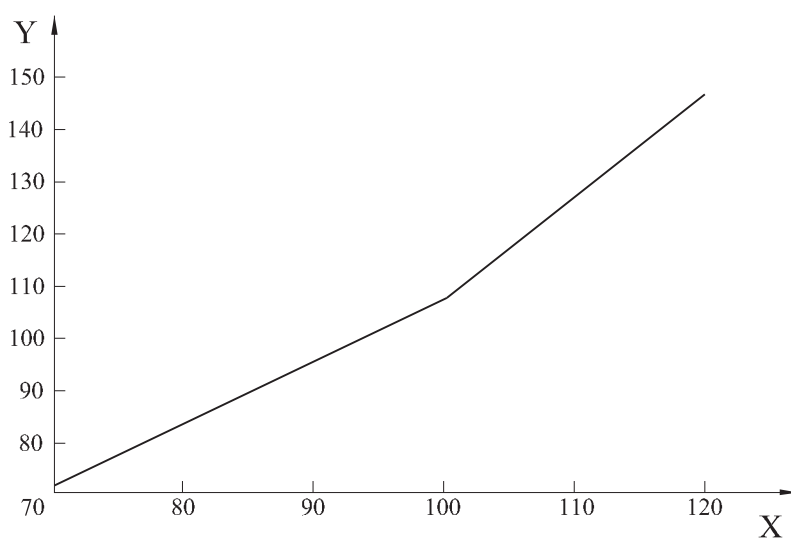
figura B.1

**Livello di esposizione sonora corretto in funzione del livello di esposizione sonora ponderato C per suoni impulsivi ad alta energia**

Legenda

X Livello di esposizione sonora ponderato C, dB

Y Livello di esposizione sonora corretto, dB



### Modelli di rumore alternativi

Basandosi su misurazioni in campo o dati di laboratorio ottenuti con suoni reali, i due modelli descritti sono stati sviluppati per l'intero intervallo di suoni di colpi d'arma da fuoco andando dalle piccole armi da fuoco a quelle medio-grandi (per esempio 35 mm) sino a quelle grandi (per esempio 155 mm). Entrambi usano la differenza tra il livello ponderato C e il livello ponderato A in combinazione con il medesimo livello ponderato A o ponderato C. Come i modelli basati sulla funzione di rumorosità, così i presenti modelli sono più sensibili al contenuto spettrale rispetto alla sola ponderazione A.

In un modello (vedere bibliografia [14]), la formula base è data da:

$$L_{RE} = 1,40 L_{CE} - 0,92 (L_{CFmax} - L_{AFmax}) - 21,9 \text{ dB}$$

Questo modello usa la differenza tra i livelli di pressione sonora massimi ponderato C e ponderato A, entrambi ponderati F nel tempo, in combinazione con il livello di pressione sonora ponderato C, tre grandezze per le quali c'è generalmente un sufficiente rapporto segnale-rumore per misurazioni adeguate.

Nell'altro modello (vedere bibliografia [22]), la formula generale è data da:

$$L_{RE} = L_{AE} + 12 \text{ dB} + 0,015 (L_{CE} - L_{AE})(L_{AE} - 47 \text{ dB})$$

Qui la differenza tra i livelli di esposizione sonora ponderato C e ponderato A è usato in combinazione con il livello di esposizione sonora ponderato A. Tuttavia, il livello di esposizione sonora ponderato A può essere difficile da misurare per spari distanti, quindi è richiesto un modello di propagazione appropriato.

## C.1 Introduzione

Studi hanno mostrato che la percezione e gli effetti dei suoni differiscono molto alle basse frequenze rispetto alle medie e alte frequenze. Le principali ragioni di queste differenze sono le seguenti:

- una diminuzione della sensazione dell'intensità quando la frequenza del suono diminuisce al di sotto dei 60 Hz;
- percezione dei suoni come pulsazioni e fluttuazioni;
- un molto più rapido incremento della rumorosità e del disturbo all'aumentare dei livelli di pressione alle basse frequenze rispetto alle medie e alte frequenze;
- disturbi a riguardo della sensazione della pressione auricolare;
- disturbo causato dagli effetti secondari come tintinnio degli elementi costruttivi, delle finestre e delle porte o il tintinnio del "bric-à-brac";
- perdita della trasmissione sonora alle basse frequenze rispetto alle medie e alte frequenze.

Per la valutazione dei suoni con forti contenuti a bassa frequenza, i metodi di valutazione dovrebbero essere modificati. Può essere cambiato il luogo della misurazione e la ponderazione in frequenza poiché il rumore con forte contenuto a bassa frequenza genera maggiore disturbo di quello previsto con il livello di pressione sonora ponderato A.

---

## C.2 Fattori di analisi

I principali fattori sono i seguenti.

- a) L'intervallo di frequenze di interesse sembra essere circa da 5 Hz a 100 Hz. Nell'intervallo compreso entro i 20 Hz, alcune nazioni usano la ponderazione G per valutare il suono. Al di sopra dei 15 Hz, alcune nazioni usano analisi in bande d'ottava o in bande in terzi d'ottava nell'intervallo compreso tra 16 Hz e 100 Hz.

Nota La ponderazione G è specificata nella ISO 7196.

- b) Nazioni con specifici metodi per la valutazione del suono a bassa frequenza non usano la ponderazione A nello stesso modo in cui la usano per valutare le medie e le alte frequenze. Piuttosto, valutano il suono a bassa frequenza solamente nell'intervallo ristretto di frequenze discusso sopra.
- c) Alcune nazioni hanno stabilito criteri sul rumore a bassa frequenza basandosi su misurazioni del suono in ambiente interno piuttosto che in ambiente esterno. Altre usano nelle loro norme nazionali misurazioni sia in ambiente interno sia in ambiente esterno.
- d) Uno dei problemi della valutazione del rumore a bassa frequenza è che a basse frequenze le risonanze in una stanza possono creare situazioni difficili da prevedere in misurazioni in ambiente esterno. Questo può essere importante specialmente nella valutazione specifica di residenze. Tuttavia, al fine di stimare il prevalere di disturbi elevati in una larga parte della popolazione, le misurazioni in ambiente esterno possono essere sufficienti.
- e) Tintinnii indotti dal suono negli elementi costruttivi sono determinanti importanti del disturbo del suono a bassa frequenza. I metodi dell'appendice B specificano questo fattore di tintinnio in relazione al suono impulsivo ad alta energia. Come indicato sopra, per suoni continui, alcune nazioni hanno fissato criteri per interni che incorporano sia suoni percettibili sia tintinnii. Altre hanno stabilito limiti per interni separati per valutare potenziali tintinnii indotti dal suono.

## D.1                    **Introduzione**

Nel 1978, è stata pubblicata una relazione<sup>[1]</sup> tra la percentuale di popolazione che manifesta disturbo elevato dovuto al rumore prodotto da traffico aeroportuale, stradale e ferroviario e il corrispondente livello sonoro ponderato A giorno/notte. Pochi anni dopo<sup>[6]</sup>, è stato affermato che la risposta della collettività al rumore prodotto da infrastrutture di trasporto non poteva essere rappresentata da una singola curva: per uguali livelli giorno/notte; la percentuale di convenuti che risultano altamente disturbati dal rumore aeroportuale è più alta, mentre la percentuale di convenuti che risultano altamente disturbati dal rumore ferroviario è più bassa rispetto a quella disturbata dal rumore da traffico stradale.

Le curve rivedute e corrette pubblicate nel 1994<sup>[2]</sup> sono state ottenute da un set di dati più ampio rispetto a quello usato nel 1978. I dati modificati mostrano separatamente il rumore prodotto da traffico aeroportuale, stradale e ferroviario dato che, come notato in precedenza<sup>[6]</sup>, c'era una differenza sistematica tra loro, almeno a livelli alti di pressione sonora. Recentemente<sup>[3]</sup> altre meta-analisi hanno mostrato differenze sistematiche simili.

---

## D.2                    **Funzione dose-effetto**

Una relazione dose-effetto per il rumore da traffico stradale<sup>[2]</sup> ha stimato una percentuale di convenuti altamente disturbati che era leggermente inferiore della percentuale ottenuta con la curva di Schultz<sup>[1]</sup>. Un'altra relazione dose-effetto per il rumore da traffico stradale<sup>[3]</sup>, tuttavia, ha stimato una percentuale di convenuti altamente disturbati che era leggermente superiore della percentuale ottenute con la curva di Schultz.

La media delle curve ottenute<sup>[2], [3]</sup> coincide virtualmente con la curva di Schultz<sup>[1]</sup>. Quindi, per semplicità e importanza storica, la curva di Schultz è stata presa come curva per definire la percentuale di popolazione che è altamente disturbata (HA) dal rumore da traffico stradale in funzione del livello sonoro giorno/notte<sup>2)</sup>,  $L_{dn}$ , determinato in condizione di campo libero (cioè senza prendere in considerazione la riflessione degli edifici). La linea continua nella figura D.1 rappresenta la curva di Schultz. Circa il 90% dei risultati ottenuti dalle varie indagini nel settore sarebbe compreso tra le due linee tratteggiate.

L'equazione della curva di Schultz mostrata nella figura D.1 è data da

$$HA = 100/[1 + \exp (10,4 - 0,132 L_{dn})]\% \quad (D.1)$$

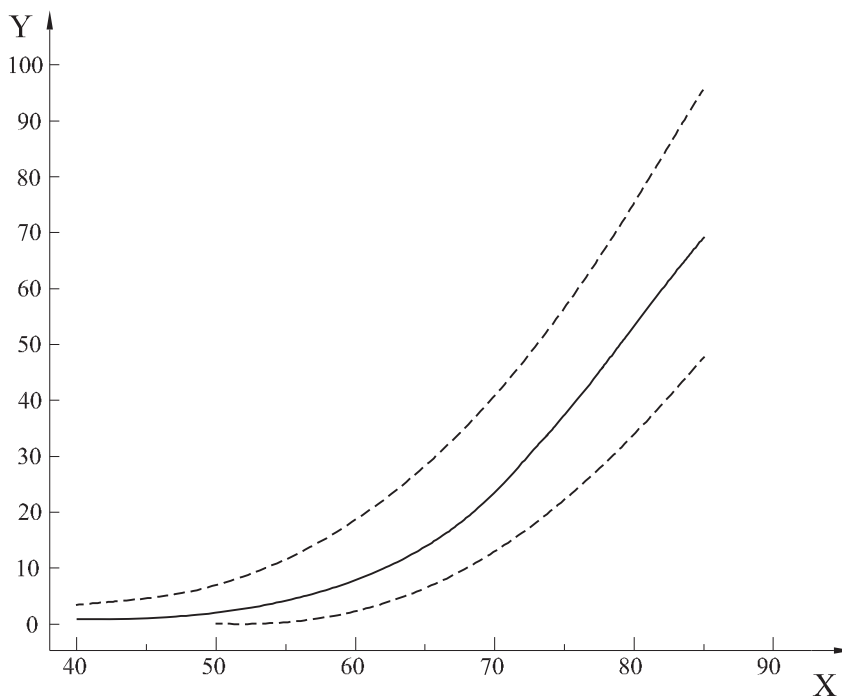
---

2) Il livello sonoro giorno/notte ( $L_{dn}$ ) è un livello specifico corretto composto sull'intero giorno come descritto nel punto 6.5. Per  $L_{dn}$ , il numero delle ore del giorno è uguale a 15, la correzione per il fine settimana diurno è pari a 10 dB e il giorno è definito dalle 07:00 alle 22:00.

### Percentuale di coloro altamente disturbati dal rumore da traffico stradale, in funzione del livello giorno/notte ponderato A

Legenda

- X Livello giorno/notte ponderato A, dB  
Y Percentuale di persone altamente disturbate



Circa il 90% dei dati grezzi dai quali è ricavata la curva media è compreso tra le due linee tratteggiate.

Questa relazione dose-effetto può essere usata anche per valutare la risposta al disturbo da parte della collettività per altre sorgenti se sono state applicate le correzioni sulla sorgente principale suggerite nella presente parte della ISO 1996.

Nota La differenza tra  $L_{dn}$  e  $L_{den}$  (vedere punto 6.5.5) per strade trafficate è generalmente compresa tra 0 dB e -2 dB.

## D.3 Requisiti della funzione dose-effetto

- D.3.1** L'equazione (D.1) è applicabile solamente ai rumori ambientali di lungo periodo come la media annuale.
- D.3.2** L'equazione (D.1) non dovrebbe essere usata per periodi temporali più corti come i fine settimana, una singola stagione, o "giorni trafficati". Piuttosto dovrebbe essere usata la media annuale o qualche altro intervallo di lungo periodo.
- D.3.3** L'equazione (D.1) non è applicabile a un suono ambientale a breve termine come quello provocato da un incremento del traffico stradale dovuto a un progetto costruttivo di breve durata.
- D.3.4** L'equazione (D.1) è applicabile solamente a situazioni esistenti.  
Nelle situazioni di nuova creazione, specialmente quando la collettività non ha familiarità con la sorgente sonora in questione, il disturbo della collettività può essere più alto di quello previsto. Questa differenza può arrivare fino a 5 dB.

---

La ricerca ha mostrato che c'è una maggiore aspettativa e un maggior valore per luoghi di "pace e quiete" in siti rurali tranquilli. In aree rurali tranquille, la maggiore aspettativa di "pace e quiete" può arrivare fino a 10 dB.

I due fattori precedenti sono additivi. Una nuova, non familiare sorgente di rumore posta in un'area rurale tranquilla può provocare livelli di disturbo maggiori rispetto a quelli normalmente stimati mediante relazioni simili all'equazione (D.1). Questo incremento nel disturbo può essere fino a 15 dB superiore rispetto ai livelli misurati o previsti.

## E.1

### Generalità

La presente appendice presenta tre delle più comuni strutture teoriche per la valutazione del disturbo causato dall'esposizione al rumore in ambienti multi-sorgente. Il primo metodo presuppone che il disturbo totale sia in relazione a un livello corretto composto per sorgenti combinate come descritto nei punti 6.4.2 e 6.5. Il secondo metodo presuppone che il disturbo totale sia in relazione a una somma energetica di tutti i livelli continui equivalenti di pressione sonora corretti per sorgente sonora. In pratica, quando le correzioni (vedere appendice A) sono costanti, i due metodi forniscono lo stesso risultato. Questi due metodi differiranno quando le correzioni non saranno costanti (vedere appendice B). Il terzo metodo usa il valore(s) che combina tutte le sorgenti senza la necessità delle correzioni per il tipo di sorgente o per il carattere del suono della sorgente descritte nella presente parte della ISO 1996. Questi metodi sono ancora in fase di sviluppo e sono descritti brevemente di seguito.

---

## E.2

### Metodo su singolo evento

Il metodo su singolo evento presuppone che il disturbo totale sia direttamente correlato al livello corretto per sorgenti combinate dato dall'equazione (5). In particolare, uno può calcolare un livello corretto composto sull'intero giorno per sorgenti combinate. Con scelte appropriate sulla correzione per le ore del giorno e della notte, questa grandezza può essere un livello corretto giorno/notte per sorgenti combinate ( $L_{Rdn}$ ). Poiché, nella presente parte della ISO 1996, il rumore da traffico stradale è la sorgente alla quale si paragonano le altre sorgenti, in prima approssimazione, l'equazione (D.1) può essere usata per stimare la percentuale di popolazione che risulta altamente disturbata dal livello corretto giorno/notte della combinazione delle sorgenti indicate. Per stimare la percentuale di popolazione che risulta altamente disturbata, si sostituisce  $L_{Rdn}$  a  $L_{dn}$  nell'equazione (D.1).

---

## E.3

### Metodo su livello equivalente

Il metodo su livello equivalente presuppone che il disturbo totale sia direttamente correlato alla somma del disturbo incrementale generato dai livelli equivalenti di ciascuna sorgente su una media giornaliera. Questo modello presuppone che il soggetto accumuli (sommi) separatamente il disturbo di ciascuna sorgente e poi "sommi" queste somme.

Per applicare questo metodo, si raccomanda di misurare il livello di esposizione sonora per ogni evento sonoro (ogni passaggio) e di sommare questi contributi su base energetica. La curva dose-effetto corrispondente (per il traffico stradale) è usata per convertire il valore di rumore (per esempio il livello equivalente corretto nel periodo temporale) in un appropriato valore di disturbo, per esempio il "punteggio di disturbo".

Questo metodo può essere esteso a una situazione multi-sorgente, come indicato di seguito.

Misurare il livello di esposizione sonora per ogni singolo evento per ciascuna delle differenti sorgenti, e sommare i contributi su base energetica per trovare il livello equivalente totale per ogni sorgente. Selezionare una comune sorgente di riferimento, e usare le curve dose-effetto per convertire il livello equivalente di ogni sorgente in un livello equivalente corretto di disturbo (per la sorgente di riferimento). Sommare questi livelli equivalenti corretti su base energetica e usare la curva dose-effetto per la sorgente di riferimento per trovare il corrispondente disturbo per la situazione multi-sorgente. Il livello equivalente ponderato A,  $L_{Aeq}$ , o un livello derivato come  $L_{dn}$  o  $L_{den}$  è il valore riferito alla dose di rumore raccomandato per le curve dose-effetto.



---

## E.4

### Metodi basati sulla rumorosità

La rumorosità calcolata e il livello ponderato di rumorosità sono entrambi suggeriti per la valutazione del disturbo prodotto dal rumore. Il metodo sulla rumorosità usa la rumorosità calcolata per valutare il disturbo del rumore. Il calcolo utilizza il logaritmo in base 2 per le valutazioni di rumorosità.

Il metodo sul livello ponderato di rumorosità sostituisce la ponderazione A con curve di livello di uguale rumorosità, fornendo con ciò un filtro che modifica sia ampiezza sia frequenza. Questo metodo usa il logaritmo in base 10 come attualmente avviene per le valutazioni in ponderazione A, e preserva i concetti di livello equivalente e di livello di esposizione sonora.

.....

---

## BIBLIOGRAFIA

### Generale

- [1] SCHULTZ T.J. Synthesis of social surveys on noise annoyance. *J. Acoust. Soc. Am.*, **64**(2), 1978, pp. 337-405
- [2] FINEGOLD S.F., HARRIS C.S. and von GIERKE H.E. Community annoyance and sleep disturbance: Updated criteria for assessing the impacts of general transportation noise on people. *Noise Control Eng. J.*, **42**(1), 1994, pp. 25-30
- [3] MIEDEMA H.M.E. and VOS H. Exposure-response relationships for transportation noise. *J. Acoust. Soc. Am.*, **104**(6), 1998, pp. 3432-3445
- [4] SCHOMER P. Loudness-level weighting for environmental noise assessment. *Acta Acustica*, **86**(1), 2000
- [5] VOS J. Annoyance caused by simultaneous impulse, road-traffic, and aircraft sounds: A quantitative model. *J. Acoust. Soc. Am.*, **91**(6), 1992, pp. 3330-3345
- [6] KRYTER K.D. Community annoyance from aircraft and ground vehicle noise. *J. Acoust. Soc. Am.*, **72**, 1982, pp. 1212-1242
- [7] ISO 1996-2 Acoustics - Description, assessment and measurement of environmental noise - Part 2: Determination of sound pressure levels
- [8] ISO 1999 Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment
- [9] ISO 3891 Acoustics - Procedure for describing aircraft noise heard on the ground
- [10] ISO 7196 Acoustics - Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements
- [11] ISO 9613-1 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere
- [12] ISO 9613-2 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation

### Rumori impulsivi

- [13] ISO 10843 Acoustics - Methods for the description and physical measurement of single impulses or series of impulses
- [14] BERRY B.F. and BISPING R. CEC joint project on impulse noise: Physical quantification methods *Proc. 5th Intl. Congress on Noise as a Public Health Problem*, 1988, pp. 153-158
- [15] BUCHTA E. Annoyance caused by shooting noise - Determination of the penalty for various weapon calibers. *InterNoise 96, Liverpool, UK*, 1996, pp. 2495-2500
- [16] BUCHTA E. and VOS J. A field survey on the annoyance caused by sounds from large firearms and road traffic. *J. Acoust. Soc. Am.*, **104**(5), 1998, pp. 2890-2902
- [17] *Assessment of community response to high-energy impulsive sounds*. Report of Working Group 84, Committee on Hearing, Bioacoustics and Biomechanics (CHABA), National Research Council, (National Academy of Science, Washington, DC, 1981) (NTIS ADA110100)
- [18] *Community response to high-energy impulsive sounds: An assessment of the field since 1981*. Committee on Hearing, Bioacoustics and Biomechanics (CHABA), National Research Council, (National Academy of Science, Washington, DC, 1996) (NTIS PB 97-124044)
- [19] SCHOMER P.D. New descriptor for high-energy impulsive sounds. *Noise Control Eng. J.*, **42**(5), 1994, pp. 179-191
- [20] SCHOMER P.D., SIAS J.W. and MAGLIERI D. A comparative study of human response, indoors, to blast noise and sonic booms. *Noise Control Eng. J.*, **45**(4), 1997, pp. 169-182
- [21] VOS J. A review of research on the annoyance caused by impulse sounds produced by small firearms. *Proc. INTER-NOISE 95, Newport Beach, CA9*, Vol. 2, pp. 875-878

- 
- [22] VOS J. Comments on a procedure for rating high-energy impulse sounds: Analyses of previous and new data sets, and suggestions for a revision. *Noise Vib. Worldwide*, **31**(1), 2000, pp. 18-29
- [23] VOS J. On the annoyance caused by impulse sounds produced by small, medium-large, and large firearms. *J. Acoust. Soc. Am.*, **109**(1), 2001, pp. 244-253

#### **Correzioni tonali**

- [24] KRYTER K.D. *Effects of Noise on Man*. 2nd edn., Academic Press, New York, 1985
- [25] SCHARF B., HELLMAN R. and BAUER J. *Comparison of various methods for predicting the loudness and acceptability of noise*. Office of Noise Abatement and Control (US Environmental Protection Agency, Washington DC, August 1977) (NTIS PB81-243826)
- [26] SCHARF B. and HELLMAN R. *Comparison of various methods for predicting the loudness and acceptability of noise: Part II, Effects of spectral pattern and tonal components*. Office of Noise Abatement and Control (US Environmental Protection Agency, Washington DC, November 1979) (NTIS PB82-138702)

#### **Rumori con le componenti a bassa frequenza elevate**

- [27] ISO 226 Acoustics - Normal equal-loudness level contours
- [28] ANSI S12.9-4:1996 *American National Standard Quantities and Procedures for Description and Measurement of Environmental Sound - Part 4: Noise Assessment and Prediction of Long-Term Community Response*. Acoustical Society of America, New York, NY
- [29] DIN 45680:1997 Measurement and evaluation of low frequency noise in the neighbourhood: Supplement 1, Measurement and evaluation of low frequency noise in the neighbourhood - Guidelines for the assessment for industrial plants (in German)
- [30] BRONER N. and LEVENTHALL H.G. Low frequency noise annoyance assessment by low frequency noise rating (LFNR) curves. *J. Low Frequency Noise Vib.*, **2**(1), 1983, pp. 20-28
- [31] BRONER N. and LEVENTHALL H.G. Annoyance loudness and unacceptability of higher level low frequency noise. *J. Low Frequency Noise Vibr.*, **4**(1), 1985, pp. 1-11
- [32] GOTTLÖB D.P.A. German standard for rating low-frequency noise immissions. *InterNoise 98, Christchurch, New Zealand*, 1998
- [33] JAKOBSEN J. Measurement and assessment of environmental low frequency noise and infrasound. *Proc. InterNoise 98; Christchurch, New Zealand*, 1998, pp. 1199-1202
- [34] MIROWSKA M. Results of measurements and limits proposal for low frequency noise in the living environment. *J. Low Frequency Noise Vib.*, **14**, 1995, pp. 135-141
- [35] PIORR D. and WIETLAKE K.H. Assessment of low frequency noise in the vicinity of industrial noise sources. *J. Low Frequency Noise Vib.*, **9**, 1990, 116
- [36] VERCAMMEN M.L.S. Low-frequency noise limits. *J. Low Frequency Noise Vib.*, **11**, 1992, pp. 7-12

---

**UNI**  
**Ente Nazionale Italiano**  
**di Unificazione**  
Via Sannio, 2  
20137 Milano, Italia

Riproduzione vietata - Legge 22 aprile 1941 N° 633 e successivi aggiornamenti.

