

a mio padre



PROGETTARE IL SILENZIO
ISBN 88-8184-352-8

Copyright © 2003-2005

EPC LIBRI s.r.l. - Via dell'Acqua Traversa, 187/189 - 00135 Roma

Servizio clienti: Tel. 06 33 245 271/273

Redazione: Tel. 06 33 245 264/205 - Fax: 03 3313212

Proprietà letteraria e tutti i diritti riservati alla EPC LIBRI. La struttura e il contenuto del presente volume non possono essere riprodotti, neppure parzialmente, salvo espressa autorizzazione della Casa Editrice. Non ne è altresì consentita la memorizzazione su qualsiasi supporto (magnetico, magneto-ottico, ottico, fotocopie, ecc.).

Benché la Casa Editrice abbia curato con la massima attenzione la preparazione del volume declina ogni responsabilità per possibili errori od omissioni, nonché per eventuali danni risultanti dall'uso dell'informazione ivi contenuta.

INDICE GENERALE

Introduzione 9

CAPITOLO 1

CONCETTI DI BASE 11

1.1 Generalità 11

1.2 Suoni puri 13

1.2.1 Potenza sonora e intensità sonora 14

1.2.2 Densità sonora 16

1.2.3 Onde sferiche progressive 17

1.3 Suoni complessi - spettri acustici 17

1.4 Livelli sonori e scala dei decibel 22

1.4.1 Somma di livelli sonori - Esempio 24

1.4.2 Diminuzione del livello sonoro con la distanza 25

1.5 Propagazione del suono in campo libero 26

1.5.1 Propagazione del suono in presenza di ostacoli.
Diffrazione, riflessione e rifrazione 26

1.5.2 Propagazione del suono all'aperto
- Attenuazione del livello sonoro. Propagazione
sferica, propagazione emisferica e fattore di direttività 29

1.5.3 Attenuazione in eccesso 31

1.5.4 Barriere 33

1.6 Propagazione del suono in ambienti confinati 33

1.6.1 Fenomeno della riverberazione 35

1.6.2 Decadimento temporale del campo diffuso
- Tempo di riverberazione 37

1.6.3 Campo riverberante in condizioni di regime 39



QUADERNI
per la progettazione

1.6.4	Riduzione dei rumori aerei all'interno di un ambiente	42
1.6.5	Riduzione dei rumori all'interno di un ambiente - Esempio	43

CAPITOLO 2

UDITO E TOLLERABILITÀ DEL RUMORE		
2.1	L'orecchio umano	45
2.2	La sensazione sonora - audiogramma normale	45
2.3	Valutazione dei suoni complessi	47
2.4	Criteri di tollerabilità del rumore	50
2.5	Effetti del rumore sull'uomo: disturbo e danno uditivo	54

CAPITOLO 3

PROPRIETÀ ACUSTICHE DI MATERIALI E COMPONENTI EDILIZI		
3.1	Generalità	57
3.2	Cenni sui meccanismi dell'assorbimento del suono	58
3.2.1	Materiali porosi o fibrosi	58
3.2.2	Materiali con cavità, risonanza meccanica (risuonatore di Helmholtz)	61
3.2.3	Pannelli vibranti	63

CAPITOLO 4

MISURA DEL RUMORE		
4.1	Analisi acustica	65
4.1.1	Analisi in frequenza	65

4.1.3	Analisi statistica	67
4.2	Strumenti acustici	68
4.2.1	Fonometro	68
4.2.2	Dosimetri	70
4.2.3	Analizzatore di spettro	70
4.2.4	Calibratori	70
4.2.5	Registratori	71
4.2.6	Intensimetri	71
4.2.7	Microfoni	72
4.3	Norme tecniche per la misura del rumore	74

CAPITOLO 5

REQUISITI ACUSTICI DEGLI EDIFICI		
5.1	Generalità	77
5.2	Trasmissione del suono per via aerea attraverso divisori - Fonoisolamento	78
5.2.1	Potere fonoisolante: legge della massa, fenomeni di risonanza, effetto di coincidenza	78
5.2.2	Potere fonoisolante di tramezzi composti	84
5.2.3	Potere fonoisolante di pareti doppie	84
5.3	Isolamento acustico per rumori aerei	86
5.4	Riduzione dell'isolamento acustico	88
5.5	Aumento dell'isolamento acustico	90
5.6	Isolamento acustico per rumori impattivi	91
5.7	Indici di valutazione	93

CAPITOLO 6

CONTROLLO DEL RUMORE NEGLI AMBIENTI CHIUSI		
		97



6.2	Le prescrizioni di legge relative agli edifici	98
6.2.1	Isolamento delle partizioni interne	99
6.2.2	Isolamento delle facciate	100
6.2.3	Livelli di rumore di calpestio	102
6.2.4	Livelli di rumore prodotti dagli impianti	103
6.3	Isolamento acustico di pareti divisorie in laterizio	103
6.3.1	Pareti semplici	103
6.3.2	Pareti doppie	104
6.3.3	Solai	108
6.4	Confronto tra pareti divisorie in laterizio e in lastre di gesso	109
6.4.1	Influenza dello spettro sonoro	109
6.4.2	Influenza delle trasmissioni laterali	110
6.5	Isolamento acustico delle facciate - Metodo di calcolo	112
6.6	Alcune osservazioni sulle prestazioni acustiche in opera	113
6.6.1	Potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti	114
6.6.2	Isolamento acustico standardizzato di facciata	115
6.6.3	Livello di rumore di calpestio di solai normalizzato	115
6.7	Osservazioni riassuntive sul miglioramento delle prestazioni acustiche di pareti e solai	115
6.7.1	Isolamento da rumori aerei	115
6.7.2	Isolamento da rumori impattivi	117
6.7.3	Effetto dei rivestimenti	117
6.8	Accorgimenti costruttivi	121

CAPITOLO 7

PROGETTAZIONE ACUSTICA: INDICAZIONI PRELIMINARI		125
7.1	Analisi acustica di un ambiente	125
7.1.1	Livello sonoro e sua distribuzione nell'ambiente	126
7.1.2	Tempo di riverberazione	127

7.1.3	Rumore di fondo	129
7.2	Difetti acustici	129
7.3	Propagazione del suono in un ambiente - Esempio	130
7.4	Verifica del tempo di riverberazione - Esempio	131
7.5	La forma geometrica	133

CAPITOLO 8

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUL QUADRO LEGISLATIVO NEL SETTORE DELL'ACUSTICA		137
8.1	La legge quadro 447/95 e i decreti attuativi	137
8.1.1	La definizione dei limiti (D.P.C.M. 14/11/97)	140
8.1.2	Le tecniche di rilevamento e misurazione (D.M. 16/3/98)	142
8.1.3	Gli impianti a ciclo produttivo continuo (D.M. 11/12/96)	142
8.1.4	Requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante o di pubblico spettacolo (D.P.C.M. 18/9/97)	143
8.1.5	Il rumore aeroportuale (D.M. 31/10/97, D.P.R. 11/12/97 n. 496)	143
8.1.6	I requisiti acustici passivi degli edifici (D.P.C.M. 5/12/97)	144
8.2	Alcune osservazioni sulla legislazione in materia di inquinamento acustico	145
8.2.1	DPCM 14.11.1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore	145
8.2.2	DM 16 marzo 1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico	147
8.3	Modelli di previsione	148
8.3.1	Sorgenti sonore esistenti	149
8.3.2	Sorgenti sonore in progetto	151



APPENDICE 1

COEFFICIENTI DI ASSORBIMENTO DI ALCUNI MATERIALI IN FUNZIONE DELLA FREQUENZA	153
--	-----

APPENDICE 2

POTERE FONOISOLANTE DI ALCUNI MATERIALI IN FUNZIONE DELLA FREQUENZA	157
---	-----

APPENDICE 3

PRINCIPALI NORME E LEGGI NEL CAMPO ACUSTICO	161
---	-----

APPENDICE 4

ALCUNI TESTI LEGISLATIVI

• Legge 26 ottobre 1995 n. 447 <i>Legge quadro sull'inquinamento</i>	179
• Legge 9 dicembre 1998, n. 426 <i>Nuovi interventi in campo ambientale</i>	192
• D.P.C.M. 14 novembre 1997 <i>Determinazione dei valori delle sorgenti sonore</i>	193
• Decreto 16 marzo 1998 <i>Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico</i>	198
• D.P.C.M. 5 dicembre 1997 <i>Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici</i>	208
• Circolare 6 settembre 2004 <i>Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali</i>	212
GLOSSARIO	217
BIBLIOGRAFIA	223

Introduzione



Cos'è il rumore? Qualsiasi suono sgradito o inopportuno rappresenta un disturbo che può risultare intollerabile. Questa è solo una delle possibili definizioni di rumore, anche se incompleta, come molte altre.

Altre definizioni possono essere le seguenti:

- un fenomeno acustico non musicale;
- una manifestazione acustica non caratterizzata da una frequenza determinata, tale cioè da non produrre un suono puro;
- un fenomeno sonoro dovuto alla sovrapposizione di un numero indefinito di suoni elementari, senza un ordine sequenziale tale da essere riconosciuto come musica, caratterizzato dal fatto di essere indesiderato e fastidioso.

Nel senso comune il suono è un "rumore gradevole", il rumore è "una successione di emissioni fastidiose".

Sotto l'aspetto scientifico, il rumore può essere definito come una sovrapposizione casuale di suoni elementari, quindi non caratterizzato da una o più frequenze determinate. Tutto quindi fa "rumore", anche in natura si possono individuare rumori: gli agenti atmosferici, l'acqua, la fauna, ecc.

Nel rumore vi sono diverse caratteristiche/qualifiche: non ricercato, non voluto, irregolare, ma anche qualche volta indispensabile, utile per distinguere, contrastare, completare (es. segnalazioni acustiche di allarme). Tutto questo rende difficile stabilire per legge limiti assoluti o fissare standard minimi.

Il fastidio può dipendere non solo da rumori, ma anche da quelli che per qualcuno sono suoni e per qualcun'altro rumori, emissioni acustiche in ambienti o periodi di tempo sbagliati.

*La Legislazione Italiana, per porre limiti al "fastidio" che può esser procurato all'individuo, regola e limita l'**inquinamento acustico** piuttosto che il rumore.*

