

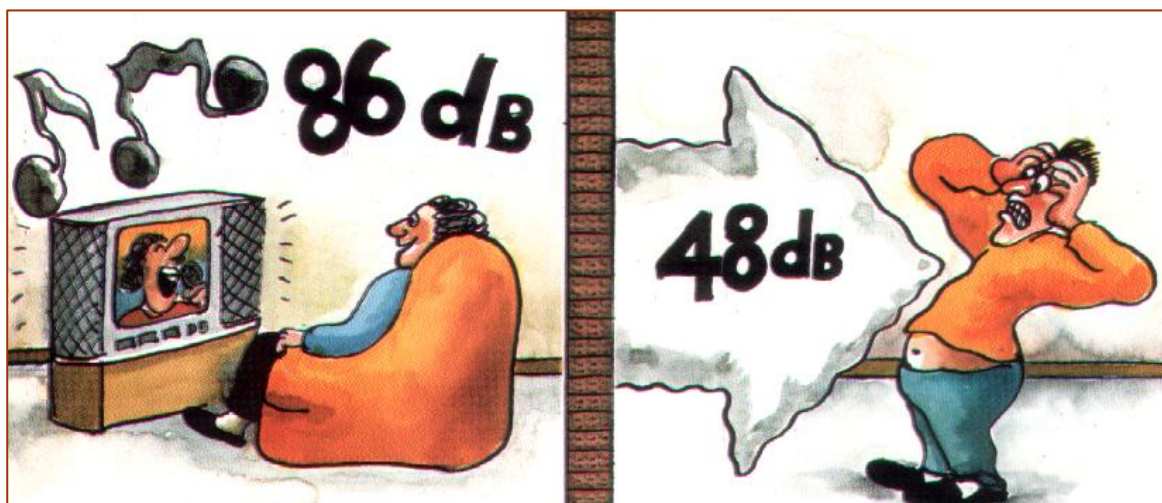


Direzione Generale  
del Diritto alla Salute e delle Politiche di Solidarietà  
e  
Direzione Generale delle Politiche Territoriali e Ambientali

## L'ACUSTICA IN EDILIZIA

*LINEE GUIDA  
PER LA VALUTAZIONE DEI  
Requisiti acustici passivi degli edifici*

*D.P.C.M. 05/12/97*



*Settembre 2006*

Gruppo di Lavoro Regionale Clima Acustico

**Linee guida per la valutazione dei  
Requisiti acustici passivi degli edifici  
D.P.C.M. 5/12/97**

In attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447  
«legge quadro sull'inquinamento acustico»;

Edizione aggiornata **Settembre 2006**

a cura

**Regione Toscana Giunta Regionale**

Direzione Generale Diritto alla Salute e Politiche di Solidarietà  
Settore Igiene Pubblica

Direzione Generale delle Politiche Territoriali e Ambientali

Il documento è stato predisposto dal Gruppo di Lavoro Regionale Clima Acustico  
coordinato da:

Dott.sa Emanuela Balocchini	Regione Toscana
Rosanna La Vecchia	Regione Toscana
Rosalba Bastiani	Regione Toscana
Giorgio Galassi	Regione Toscana
Bruna Manetti	Regione Toscana
Cinzia Delucis	Azienda U.S.L. 2 Lucca
Marco Vincentini	Azienda U.S.L. 2 Lucca
Iole Pinto	Azienda U.S.L. 7 Siena
Stefano Pieroni	Azienda U.S.L. 12 Versilia
Giorgio Garofalo	Azienda U.S.L. 10 Firenze
Paolo Petracchi	Azienda U.S.L. 6 Livorno
Andrea Poggi	A.R.P.A.T.

REGIONE  
TOSCANA



Edizioni Regione Toscana

Grafica impaginazione e stampa  
P.O. Produzioni editoriali, grafiche e multimediali  
del Centro stampa Giunta regionale  
Via di Novoli 73/a – 50127 Firenze

*Tiratura copie  
Distribuzione gratuita*

## *INDICE*

Premessa - RUMORE E SALUTE.....	pag. 5
1. OBIETTIVI E DESTINATARI DELLE LINEE GUIDA.....	6
2. PROPOSTA DI INSERIMENTO NEL REGOLAMENTO EDILIZIO URBANO.....	9
2.1. REQUISITI DI CARATTERE ACUSTICO – PROTEZIONE DAL RUMORE.....	9
2.1.1 Impatto acustico.....	9
2.1.2 Clima acustico.....	12
2.1.3 Requisiti acustici passivi degli ambienti abitativi.....	14
2.2. CERTIFICAZIONE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI.....	16
2.3 SANZIONI ED ASPETTI LEGALI.....	17
3. RIFERIMENTI TECNICI.....	18
4. CENNI DI ACUSTICA ARCHITETTONICA.....	20
4.1 FONOASSORBIMENTO.....	21
4.2. FONOISOLAMENTO.....	22
4.2.1 Fonoisolamento di una parete semplice.....	22
4.2.2 Fonoisolamento di una parete doppia.....	23
4.2.3 Fonoisolamento di una parete composta.....	23
4.3 INDICE DEL POTERE FONOIOLANTE APPARENTE $R'w$ .....	25
4.4 ISOLAMENTO ACUSTICO DEGLI ELEMENTI DI FACCIATA $D_{2m,n,T}$ .....	26
4.5 INDICE DEL LIVELLO DI RUMORE DI CALPESTIO DI SOLAI NORMALIZZATO $L'_{nw}$ .....	27
4.6 RUMORE PRODOTTO DAGLI IMPIANTI TECNOLOGICI $L_{ASmax}$ e $L_{Aeq}$ .....	28
4.7. TEMPO DI RIVERBERAZIONE SONORA.....	29
4.7.1 Tempo di riverberazione sonora ottimale ( $T_{60\text{ ott}}$ ).....	30
4.7.2 Tempo di riverberazione sonora per l'edilizia scolastica.....	31
5. VALUTAZIONE DEI PARAMETRI IN FASE PROGETTUALE.....	32
5.1. REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DELLE PARTIZIONI INTERNE.....	32
5.1.1 Soluzione tecnica con certificato dei materiali.....	32
5.1.2 Metodo di calcolo A – Partizioni omogenee.....	32
5.1.3 Metodo di calcolo B – Partizioni composte.....	35
5.1.4 Metodo di calcolo C – Pareti doppie.....	35
5.1.5 Metodo di calcolo D – Pareti in cartongesso.....	35
5.2. REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DELLE CHIUSURE ESTERNE (isolamento acustico di facciata).....	36
5.2.1 Metodo di calcolo E – Chiusure senza elementi di discontinuità.....	36
5.2.2 Metodo di calcolo F – Chiusure composte.....	37
5.3. REQUISITI ACUSTICI DEI SOLAI - Isolamento acustico del rumore di calpestio.....	37
5.3.1 Soluzione tecnica con certificato disponibile.....	37
5.3.2 Metodo di calcolo G – Modello previsionale.....	37

6. ACCORGIMENTI PROGETTUALI PER MIGLIORARE LA PROTEZIONE ACUSTICA....	38
6.1 Ubicazione dei locali in funzione della destinazione.....	38
6.2 Strutture dell'edificio .....	38
6.3 Rumore di calpestio .....	39
6.4 Tempo di riverberazione sonora .....	39
7. RUMORE PRODOTTO DAGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E SUA RIDUZIONE .....	42
7.1. IMPIANTI DI RISCALDAMENTO .....	42
7.1.1 Impianti di riscaldamento di piccola potenza.....	43
7.1.2 Impianti di riscaldamento centralizzati con centrale termica .....	43
7.2. IMPIANTI CONDIZIONAMENTO E DI REFRIGERAZIONE .....	46
7.2.1 Impianti di refrigerazione per piccoli ambienti .....	47
7.2.2 Impianti di refrigerazione con unità centrale .....	48
7.3 IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO DELL'ACQUA.....	51
7.4. IMPIANTI ASCENSORE.....	53
7.4.1 Ascensori elettrici .....	54
7.4.2 Ascensori oleodinamici .....	56
7.4.3 Altri tipi di ascensore .....	57
7.5 PORTE SILENTI .....	58
7.6 IMPIANTI DI SCARICO IDRICO .....	59
7.7 ALTRI ACCORGIMENTI PER MIGLIORARE L'ISOLAMENTO ACUSTICO .....	63
8. BIBLIOGRAFIA .....	63
9. APPENDICE .....	63
ALLEGATO 1: Legge 26 Ottobre 1995 n. 447 " Legge quadro sull'inquinamento acustico .....	65
ALLEGATO 2: D.P.C.M. 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" .....	77
ALLEGATO 3: L.R.T. 89/98 "Norme in materia di inquinamento acustico" .....	80
ALLEGATO 4: D.G.R.T. 788/99 "Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/98".....	89
Deliberazione n.398 del 28/03/2000 modifica ed integrazione della Deliberazione 13/7/99 n. 788 .....	92
ALLEGATO 5: Normativa tecnica di riferimento .....	94
ALLEGATO 6: Potere fonoisolante strutture .....	100
ALLEGATO 7: Materiali fonoassorbenti.....	121

### RUMORE E SALUTE

Per meglio comprendere quale sia l'impatto dell'inquinamento acustico sulla salute della popolazione esposta, è necessario partire dal concetto stesso di "salute".

Con questo termine, secondo una definizione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) del 1946, s'intende "uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non semplicemente l'assenza di malattie o infermità".

Più recentemente la stessa OMS ha indicato che uno stato di buona salute e di benessere richiede un ambiente armonioso in cui viene attribuito il dovuto peso ai fattori fisici, chimici, biologici, sociali ed estetici; l'ambiente dovrebbe quindi costituire una risorsa importante per migliorare le condizioni di vita ed accrescere il benessere.

Un ambiente acustico sfavorevole costituisce pertanto una condizione di pregiudizio per una buona qualità della vita, condizione che può dar luogo ad una serie di effetti, alcuni dei quali immediatamente manifesti a livello psicologico.

Ma a determinare lo stato di salute e di benessere concorrono, oltre a valutazioni oggettive, anche fattori estremamente soggettivi, quali ad esempio i bisogni e le aspettative del singolo individuo, che sono peraltro determinati da un insieme di più variabili di carattere temporale, sociale e culturale: la salute deve pertanto essere considerata come una "condizione dinamica".

L'esposizione al rumore, in base alle sue caratteristiche fisiche (intensità, composizione in frequenza, ecc.) e temporali, oltre agli effetti diretti sull'apparato uditivo, può dar luogo a tutta una serie di effetti cosiddetti extrauditivi fra i quali il disturbo del sonno e del riposo, l'interferenza sulla comunicazione verbale e sull'apprendimento, effetti psicofisiologici, sulla salute mentale e sulle prestazioni, oltre al disturbo o fastidio genericamente inteso (*annoyance*).

Per studiare gli effetti di disturbo derivanti dall'esposizione al rumore viene comunemente utilizzata la tecnica delle inchieste socio-acustiche che hanno come obiettivo l'analisi delle relazioni che esistono tra i livelli di rumore e la reazione soggettiva e comportamentale di campioni di popolazione esposta, avvalendosi anche di una serie di misure acustiche volte a caratterizzare il livello di esposizione.

Per dare un'idea di livello sonoro, la conversazione normale tra due persone sviluppa un livello che oscilla fra 50 e 60 dB(A).

Di seguito sono riportati alcuni effetti extrauditivi del rumore, associati all'esposizione quotidiana prolungata, con livelli sonori espressi in dB(A).

LIVELLO dBA	EFFETTI
Fino a 55 dB	1) Turbe del sonno (alterazioni del ritmo, risveglio precoce, sonnolenza) 2) Diminuzione delle capacità intellettuali (studio, concentrazione, operatività, memorizzazione) 3) Sensazione di affaticamento 4) Modificazioni del comportamento (necessità di chiudere le finestre che si aprono sulla strada, trasferimento verso i locali più interni della casa)
Fino a 65 dB	1) Disagi sulla normale vita di relazione dell'individuo (effetti antisociali, irritabilità, aumento dell'aggressività) 2) Turbe dell'umore (ansia, insoddisfazione, senso di impotenza, delusione, scontentezza = annoyance) 3) Disturbi psichiatrici (aumento dell'ansia, attacchi di panico, aggravamento stati depressivi)
Oltre 65 dB	1) Disturbi Psicosomatici a) Sistema cardiovascolare (modifiche dell'ECG, ipertensione, aumento del rischio d'infarto) b) Apparato digerente (aumento della motilità, fenomeni spastici, ecc.) c) Apparato respiratorio (dispnea, iperventilazione) 2) Aumento del consumo di farmaci

## 1. OBIETTIVI E DESTINATARI DELLE LINEE GUIDA

La protezione acustica nelle costruzioni riveste una primaria importanza ai fini della riduzione dell'esposizione umana al rumore, della riduzione del disturbo reciproco tra unità immobiliari, della tutela del riposo ed, infine, della tutela della privacy.

Per molti anni, dall'immediato dopoguerra ai giorni nostri, l'edilizia italiana è rimasta ancorata a tecniche costruttive consolidate che trascuravano l'isolamento dell'unità immobiliare da rumori esterni, al punto che oggi è ormai radicata nel comune sentire l'idea che abitare in una dimora moderna comporti inevitabilmente rinunciare alla quiete, essere sottoposti al fastidio quotidiano di rumori e voci provenienti dal vicinato e dall'esterno in realtà la normativa ha registrato una specifica attenzione a questa problematica da quasi quarant'anni. Si inizia nel 1966 con la circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.1769 che detta i "criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici

nelle costruzioni edilizie" e contenente norme cogenti sui requisiti di isolamento acustico per l'edilizia civile sovvenzionata. L'anno successivo con la circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.3150 tali criteri vengono estesi anche agli edifici scolastici. Nel 1975 si hanno i primi inserimenti in vere e proprie norme di legge, infatti sono state dettate indicazioni di principio dal ministro della Sanità, che con il D.M. 5 luglio 1975 stabiliva all'art. 8 che : "I materiali utilizzati per le costruzioni di alloggi e la loro messa in opera debbono garantire un'adeguata protezione acustica agli ambienti per quanto concerne i rumori da calpestio, rumori da traffico, rumori da impianti o apparecchi comunque installati nel fabbricato, rumori o suoni aerei provenienti da alloggi contigui e da locali o spazi destinati a servizi comuni." sempre nello stesso anno, col D.M. 18 dicembre 1975, nell'ambito più generale delle caratteristiche igienico sanitarie degli edifici scolastici venivano stabiliti valori di riferimento specifici per le caratteristiche acustiche delle nuove costruzioni di questo tipo.

Venti anni più tardi la Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "*Legge quadro sull'inquinamento acustico*" (Allegato1) stabilisce, fra l'altro, la necessità di determinare in maniera generale i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti. Il successivo Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 05/12/1997 "*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*" (Allegato 2), ha quindi portato delle novità rilevanti per quanto attiene al comfort acustico degli ambienti abitativi costruiti dopo il 19 febbraio 1998 e di tutte le abitazioni che da quella data in poi fossero oggetto di interventi di ristrutturazione. Il Decreto introduce infatti valori limite ai quali il progettista ed il costruttore devono attenersi.

La Regione Toscana, in attuazione della legge 447/95, ha emanato la Legge regionale 1 dicembre 1998 n. 89 "*Norme in materia di inquinamento acustico*" (Allegato 3), che individua, fra l'altro, le situazioni edificatorie e d'uso in cui i comuni devono acquisire apposita documentazione di impatto acustico e di clima acustico; successivamente, con Delibera GRT n. 788 del 13 luglio 1999 (Allegato 4), ha definito i criteri per la redazione di tale documentazione che richiamano in parte anche l'applicazione del decreto sui requisiti acustici passivi.

Tuttavia l'emanazione del D.P.C.M. del 97 sui requisiti acustici passivi degli edifici ha in genere colto impreparato il mondo dell'edilizia italiana, richiedendo una profonda revisione dei criteri e dei metodi impiegati dagli impresari edili e dai progettisti, generalmente volti a massimizzare le superfici edificabili in relazione agli indici di edificabilità dei piani regolatori, trascurando l'utilizzo di tecniche costruttive adeguate per il rispetto dei requisiti acustici imposti dallo strumento normativo.

Tutt'oggi, dopo quasi 40 anni di disposizioni in materia di acustica edilizia, si riscontra una scarsa applicazione concreta di tutto questo apparato normativo. Il problema non è

quindi quello di emanare nuove norme, ma di trovare strumenti che riducano drasticamente la distanza tra quanto la normativa prescrive e la prassi corrente. Si ritiene che tale distanza derivi soprattutto dalla carenza di prescrizioni operative e regolamenti che individuino in maniera puntuale:

- le responsabilità dei diversi soggetti, pubblici e privati, coinvolti nell'applicazione della legge;
- gli atti soggetti a formale verifica;
- le eventuali sanzioni.

Questo genere di disposizioni trova normalmente la sua collocazione nei regolamenti che disciplinano le attività di autorizzazione e controllo. Nello specifico dei requisiti acustici degli edifici si tratta di adeguare la disciplina comunale che regola la realizzazione degli immobili perché vi trovino concreta definizione anche le attività relative al controllo dell'inquinamento acustico. Tale adeguamento dei regolamenti comunali è peraltro prescritto dalla legge quadro sull'inquinamento acustico 447/95 e doveva essere realizzato entro la fine del 1996 tuttavia poche amministrazioni comunali hanno effettuato questa organica revisione delle loro norme.

Molte amministrazioni comunali hanno completato da poco, o stanno completando, la classificazione acustica del loro territorio: è un momento propizio per accompagnare tale pianificazione urbanistica con un regolamento di attuazione e con una revisione del regolamento edilizio ed urbanistico che disciplini in maniera organica l'inserimento delle problematiche acustiche nei procedimenti che ordinariamente vengono trattati dall'amministrazione comunale.

La presente linea guida vuole rappresentare uno schema di riferimento sia concettuale che tecnico-metodologico che orienti tutti gli addetti ai lavori ad una risposta corretta agli adempimenti fissati dalla legge ai fini della tutela della popolazione dall'inquinamento acustico, ma soprattutto vuole essere un punto di riferimento per l'adeguamento dei regolamenti comunali relativi a queste problematiche, per la definizione di iter autorizzativi idonei a garantire la tutela dall'inquinamento acustico per le diverse tipologie di attività con particolare riguardo al rispetto dei requisiti acustici degli edifici in cui queste si svolgono, sia per gli edifici di nuova costruzione che per gli edifici in fase di ristrutturazione e bonifica.



## **2. PROPOSTA DI INSERIMENTO NEL REGOLAMENTO EDILIZIO URBANO**

La Legge 447/95, all'art. 6 comma 1 lettera e, stabilisce che compete ai Comuni l'adozione di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall'inquinamento acustico. Quindi, alla luce delle normative vigenti in materia di protezione acustica, i Comuni, qualora non abbiano già provveduto, devono introdurre nei propri regolamenti edilizi anche specifiche disposizioni riguardo all'impatto acustico, al clima acustico ed ai requisiti acustici passivi degli edifici. Tali disposizioni, indispensabili per dare piena attuazione alla normativa nazionale e regionale, devono individuare con chiarezza le responsabilità ed i compiti dei diversi soggetti, e, in forza delle prerogative proprie dei Comuni, sono l'occasione per chiarire alcune incertezze tecnico-procedurali lasciate aperte dalla normativa vigente. Laddove le disposizioni comunali prevedano la presentazione di specifiche documentazioni tecniche da parte dei soggetti interessati, per la valutazione di tali documenti, i Comuni possono avvalersi dei Dipartimenti della Prevenzione delle Aziende USL e dell'ARPAT, per quanto di rispettiva competenza; analogamente per le verifiche sulle opere edilizie realizzate si avvalgono dei Dipartimenti della Prevenzione delle Aziende USL.

Si riportano, quindi, di seguito i criteri per la redazione delle disposizioni da parte delle singole amministrazioni comunali, ricordando che in esse dovranno essere esattamente previsti anche gli aspetti sanzionatori, che non vengono qui trattati e per la cui definizione si rimanda alle stesse amministrazioni comunali nel rispetto della loro autonomia.

### **2.1. REQUISITI DI CARATTERE ACUSTICO – PROTEZIONE DAL RUMORE.**

#### **2.1.1 Impatto acustico<sup>1</sup>**

##### 2.1.1.1 Opere e interventi interessati

I soggetti titolari dei progetti o delle opere sotto elencati devono produrre apposita documentazione di impatto acustico:

- a) Presentazione di progetti sottoposti a valutazione di impatto ambientale<sup>2</sup>.
- b) Presentazione di progetti predisposti per la realizzazione, la modifica e il potenziamento delle seguenti opere:
  - aeroporti, aviosuperfici, eliporti;

---

<sup>1</sup> Legge 26 ottobre 1995 n. 447 art. 8; Legge regionale 1 dicembre 1998 n. 89 art. 12; Delibera GRT n. 788 del 13 luglio 1999

<sup>2</sup> Legge 8 luglio 1986 n. 349; DPCM 10 agosto 1988 n. 377; DPCM 27 dicembre 1988

- strade classificate<sup>3</sup> di tipo A (autostrade), B (strade extraurbane principali), C (strade extraurbane secondarie), D (strade urbane di scorrimento), E (strade urbane di quartiere), F (strade locali);
  - discoteche;
  - circoli privati e pubblici esercizi ove sono installati macchinari o impianti rumorosi;
  - impianti sportivi e ricreativi;
  - ferrovie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia.
- c) Ogni volta che la valutazione relativa agli effetti acustici sia comunque imposta da esigenze di tutela ambientale.
- d) Domande per il rilascio di:
- Permesso di costruire o denuncia di inizio dell'attività<sup>4</sup> relativi a nuovi impianti ed infrastrutture adibite ad attività produttive, sportive e ricreative ed a postazioni di servizi commerciali polifunzionali;
  - provvedimenti comunali di abilitazione all'utilizzazione degli immobili e delle infrastrutture di cui sopra;
  - qualunque altra licenza o autorizzazione finalizzata all'esercizio di attività produttive.

#### 2.1.1.2 Documentazione richiesta

La documentazione di valutazione impatto acustico (VIAC), resa con le modalità previste dal D.P.R. 445 del 28/12/2000 (*Dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà*), e sottoscritta anche da un tecnico competente<sup>5</sup>, deve essere redatta rispettando i principi generali ed i contenuti specifici espressamente indicati dalla DGRT 788/99 (e l'eventuale modulistica predisposta dagli Enti Locali).

Per quanto riguarda i circoli privati ed i pubblici esercizi, l'obbligo di presentazione della documentazione di impatto acustico è prevista per i casi in cui siano installati macchinari o impianti rumorosi. Tuttavia non esiste in legge una definizione che, per i fini che qui interessano, individui esattamente quali siano gli impianti e i macchinari rumorosi, o comunque quando gli stessi possono considerarsi tali. Spetta al Comune valutare, nel caso concreto, o disporre con norma regolamentare le modalità e le casistiche di esclusione dall'obbligo di valutazione prevedendo la possibilità di ricorrere anche alla autocertificazione, purché per tipologie di situazioni chiaramente definite che non richiedano competenze tecniche specifiche per essere individuate. In ogni caso, le norme comunali non dovranno prevedere esenzioni della necessità di valutazione in

<sup>3</sup> D. Lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e successive modifiche

<sup>4</sup> Legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 artt. 78 e 79

<sup>5</sup> L. n. 447/95, art. 2, comma 6

presenza di impianti o macchinari, quali ad esempio impianti di condizionamento, idonei a perturbare o comunque a modificare in modo apprezzabile il clima acustico normalmente presente. A questo proposito occorre ricordare che comunque per i pubblici esercizi si presentano, in generale, le condizioni per la richiesta della VIAC, considerato che sono sempre presenti macchinari (impianti frigoriferi, lavastoviglie,...) e impianti (televisione , impianti di diffusione musicale, videogiochi.....), oltre alla componente antropica (vociare della clientela) che deve essere espressamente considerata nell'ambito dell'attività come previsto dalla circolare ministeriale 06/09/2004.

In merito al significato di attività produttiva, si precisa che per tale deve intendersi qualsiasi attività diretta alla produzione o allo scambio di beni ovvero alla prestazione di servizi. Pertanto, in mancanza di una diversa definizione normativa, deve ritenersi che l'obbligo di presentazione della documentazione di impatto acustico sussista per qualsiasi attività produttiva, ancorché non intrinsecamente rumorosa, anche perché l'esigenza di valutare l'impatto acustico di una attività può derivare, ad esempio, dall'utilizzo di impianti non direttamente connessi con il ciclo produttivo, quali impianti di condizionamento, ecc. E' fatta comunque salva la facoltà di dichiarazione della totale assenza di sorgenti sonore (macchinari e impianti) ovvero di rumorosità indotta (ad esempio parcheggi, transito mezzi....).

Qualora dallo studio previsionale si ipotizzi un superamento dei livelli limite di rumore stabiliti dallo Stato con il DPCM 14 novembre 1997, si concretizza l'obbligo a carico dell'interessato di indicare all'interno della documentazione di impatto acustico le misure idonee ad eliminare o quanto meno a contenere le emissioni sonore entro i limiti fissati dalla normativa.

### 2.1.1.3 Compiti dell'amministrazione comunale

Gli uffici comunali preposti al ricevimento delle richieste e delle comunicazioni per la realizzazione delle opere e degli interventi di cui al punto 2.1.1.1, verificano la presenza della documentazione di impatto acustico redatta nei modi previsti al punto 2.1.1.2.

L'ufficio comunale competente per il procedimento, per la valutazione delle documentazioni prodotte, può richiedere il parere tecnico al Dipartimento della Prevenzione della Azienda USL competente per territorio e all'ARPAT, per quanto di rispettiva competenza, cioè al primo per la valutazione dell'impatto sulla salute umana e alla seconda per la valutazione dell'impatto sull'ambiente.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> La l. r. 89/98 stabilisce all'art. 14 "I comuni esercitano le funzioni di controllo previste dall'articolo 14, comma 2, della l. 447/1995, avvalendosi per la rispettive competenze dell'ARPAT e delle aziende USL". Inoltre il PSR 2005-07 conferma nei Livelli di Assistenza fra le competenze proprie del Dipartimento di Prevenzione: la "Tutela della collettività e dei singoli dai rischi sanitari connessi agli ambienti di vita", ed in questo ambito inserisce l'attività di "Valutazione dell'impatto sulla salute umana dei fattori di nocività, pericolosità e di deterioramento degli ambienti di vita di cui all'articolo 4, comma 1 della l. r. 66/95."

L'acquisizione del parere tecnico diventa obbligatoria qualora ricorra il caso di cui al punto 2.1.1.2 comma 4.

Il parere tecnico può essere anche acquisito direttamente dal soggetto titolare e prodotto contestualmente alla presentazione delle domande e delle comunicazioni per la realizzazione delle opere e degli interventi sopra indicati.

## **2.1.2 Clima acustico<sup>7</sup>**

### 2.1.2.1 Opere e interventi interessati

I soggetti pubblici e privati interessati alla realizzazione delle tipologie di insediamenti sotto elencate, sono tenuti a produrre una valutazione previsionale del clima acustico con riferimento alle aree sulle quali vadano ad insistere gli insediamenti stessi:

- a) scuole e asili nido;
- b) ospedali;
- c) case di cura e di riposo;
- d) parchi pubblici urbani ed extraurbani;
- e) nuovi insediamenti residenziali prossimi alle seguenti opere:
  - aeroporti, aviosuperfici, eliporti;
  - strade classificate<sup>8</sup> di tipo A (autostrade), B (strade extraurbane principali), C (strade extraurbane secondarie), D (strade urbane di scorrimento), E (strade urbane di quartiere), F (strade locali);
  - discoteche;
  - circoli privati e pubblici esercizi ove sono installati macchinari o impianti rumorosi;
  - impianti sportivi e ricreativi;
  - ferrovie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia.

### 2.1.2.2 Documentazione richiesta

La documentazione previsionale del clima acustico, resa con le modalità previste dal D.P.R. 445 del 28/12/2000 (*Dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà*), deve essere sottoscritta anche da un tecnico competente<sup>9</sup>; deve essere redatta rispettando i principi generali ed i contenuti specifici espressamente indicati dalla DGRT 788/99 e dal vigente Piano Comunale di Classificazione Acustica.

---

<sup>7</sup> Legge 26 ottobre 1995 n. 447 art. 8; Legge regionale 1 dicembre 1998 n. 89 art. 12; Delibera GRT n. 788 del 13 luglio 1999

<sup>8</sup> D. Lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e successive modifiche

<sup>9</sup> L. n. 447/95, art. 2, comma 6

La legge sancisce l'obbligo di presentazione della documentazione di clima acustico in prossimità di un elenco di sorgenti, senza ulteriormente precisare tale concetto di prossimità.

In attesa di specifica regolamentazione vanno cautelativamente assoggettati a tale obbligo tutti i casi in cui non si possa escludere a priori un impatto significativo delle sorgenti richiamate sulla nuova edificazione. Per le infrastrutture di trasporto la prossimità va intesa per le edificazioni che ricadono nelle fasce di pertinenza acustica come definite dal D.P.R. 142/2004 per le strade e dal D.P.R. 459/98 per le ferrovie; per gli aeroporti le edificazioni ricadenti in classe A,B,C e tutti gli edifici comunque compresi entro 200 m dal loro sedime e da quello di aviosuperfici ed eliporti.

. Per le altre casistiche, in attesa di specifiche indicazioni sulla possibile estensione dell'obbligo di presentazione di documentazione di clima acustico in prossimità di aree V e VI di PCCA, spetta al Comune valutare, nel caso concreto, la necessità di richiedere ai titolari del progetto la documentazione previsionale del clima acustico, in particolare per i pubblici esercizi, tenuto conto dell'obbligo di queste attività di adeguarsi ai limiti eventualmente più stringenti posti dalla nuova edificazione, la richiesta va prevista necessariamente in tutti i casi di edificazione in continuità strutturale con un pubblico esercizio, perché in quel caso le eventuali mitigazioni acustiche devono essere inserite nell'intervento di modifica strutturale che accompagna la realizzazione dell'edificio.

#### 2.1.2.3 Compiti dell'amministrazione comunale

Gli uffici comunali preposti al ricevimento delle richieste e delle comunicazioni per la realizzazione delle opere e degli interventi di cui al punto 2.1.2.1, verificano la presenza della documentazione di valutazione previsionale del clima acustico redatta nei modi previsti al punto 2.1.2.2..

L'ufficio comunale competente per il procedimento, per la valutazione delle documentazioni prodotte, può richiedere il parere tecnico al Dipartimento della Prevenzione della Azienda USL competente per territorio e all'ARPAT, per quanto di rispettiva competenza, cioè al primo per la valutazione dell'impatto sulla salute umana e alla seconda per la valutazione dell'impatto sull'ambiente<sup>10</sup>.

Il parere tecnico può essere anche acquisito direttamente dal soggetto titolare e prodotto contestualmente alla presentazione delle domande e delle comunicazioni per la realizzazione delle opere e degli interventi sopra indicati.

---

<sup>10</sup> vedi nota 6

### 2.1.3 Requisiti acustici passivi degli ambienti abitativi

#### 2.1.3.1 Opere e interventi interessati

Per ambiente abitativo si intende<sup>11</sup>: ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D. Lgs. 195/2006.

Gli ambienti abitativi sono classificati in<sup>12</sup>:

Categoria	Descrizione
A	Edifici adibiti a residenza o assimilabili
B	Edifici adibiti ad uffici e assimilabili
C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
D	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
E	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
F	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Tab. 1

Nella progettazione e realizzazione di ambienti abitativi con interventi di:

- nuova costruzione compresi gli ampliamenti;
- ristrutturazione edilizia limitatamente ai casi di demolizione e ricostruzione, e ai casi di ristrutturazione globale;
- risanamento conservativo con contestuale cambio di destinazione d'uso;

devono essere preventivamente valutate le caratteristiche dei materiali utilizzati in modo da avere una adeguata protezione acustica degli ambienti dal rumore di calpestio, dal rumore prodotto da impianti o apparecchi installati nell'immobile, dai rumori provenienti da sorgenti esterne al fabbricato, dai rumori o dai suoni aerei provenienti da alloggi o unità immobiliari contigui e da locali o spazi destinati a servizi comuni. In ogni caso, in funzione della classificazione degli ambienti abitativi, dovranno essere rispettati i parametri di cui alla tabella B dell'allegato A del D.P.C.M. 05/12/1997 (dove, nel testo, si danno apparentemente indicazioni diverse, la tabella, più specifica e dettagliata, prevale), nel caso di partizioni tra unità con diversa classificazione si adotta il requisito più severo tra i due indicati nella tabella.

<sup>11</sup> Legge 447/95 art. 2 comma 1 punto b

<sup>12</sup> DPCM 5 dicembre 1997 allegato A tabella A

Per i tempi di riverberazione degli edifici scolastici deve essere fatto riferimento ai limiti stabiliti dal D.M. 18/12/1975 (la nota a piè pagina del DPCM 05/12/1997 evidentemente a titolo informativo e non prescrittivo, che rinvia ad una precedente circolare, deve considerarsi errata).

Nei casi in cui le norme tecniche che definiscono le grandezze ed i metodi di prova siano state aggiornate, rispetto alle versioni citate nel D.P.C.M., sono ammissibili attività di progettazione e verifica che facciano riferimento alle nuove versioni delle norme tecniche.

I requisiti del potere fonoisolante tra partizioni sono da intendersi tra unità immobiliari distinte; pertanto per edifici scolastici ovvero ospedalieri che costituiscono un immobile unico non risultano applicabili tra aule dello stesso plesso scolastico (regolamentate dal D.M. 18/12/75) ovvero tra reparti di degenza e locali interni al plesso ospedaliero. Si applicano invece anche all'interno della medesima unità immobiliare i limiti di rumore da calpestio dei solai e quelli fissati per gli impianti di servizio comune.

#### 2.1.3.2 Documentazione richiesta

Alla richiesta di permesso di costruire o alla denuncia di inizio attività di cui alla Legge regionale 1/2005, inoltrate per la realizzazione di un intervento edilizio ricadente in una delle tipologie sopra elencate, deve essere allegata una dichiarazione a garanzia del rispetto dei requisiti acustici passivi, resa con le modalità previste dal D.P.R. 445 del 28/12/2000 (Dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà).

Preliminarmente al rilascio del permesso di costruire dovrà essere prodotta una relazione tecnica che valuti, sulla base delle caratteristiche progettuali dell'opera presentata, i parametri di cui alla tabella B dell'allegato A del D.P.C.M. 05/12/1997, confrontandoli con i valori limite fissati dalla tabella stessa.

*I contenuti minimi di tale relazione saranno costituiti da:*

- Relazione tecnica e di calcolo, atta a dimostrare il rispetto delle norme UNI EN 12354, nonché degli obiettivi di qualità ACUSTICA richiesti dalla Committenza. A cura del tecnico potranno essere verificati tutti i locali, ovvero parte di questi, ma le conclusioni analitiche dovranno evidenziare in maniera chiara e inequivocabile che seguendo le indicazioni progettuali saranno verificati i valori imposti.
- Elaborati grafici costituiti da PLANIMETRIE, e SEZIONI se necessarie, particolari costruttivi, in appropriato formato, che EVIDENZINO gli interventi previsti ai fini del rispetto della normativa e degli eventuali criteri di qualità definiti dal Committente, in ambito di ACUSTICA EDILIZIA ed in particolare:

- Partizioni verticali, sia di separazione, sia di facciata
- Partizioni orizzontali : solai e coperture
- Attraversamenti di impianti, nonché isolamento di tubazioni, ecc.

Negli elaborati dovranno essere evidenziate le tipologie edilizie sulle quali interviene progettualmente il tecnico.

- Computo metrico estimativo.
- Capitolato speciale d'appalto delle opere acustiche (CSA-Acustico), nel quale sono indicate le modalità di esecuzione, gli standard normativi e/o gli obiettivi qualitativi richiesti, nonché le modalità di collaudo finale delle opere. Saranno incluse le norme tecniche e di prodotto, a cui dovranno sottostare i materiali adottati dall'appaltatore, nonché la esplicita richiesta di certificati di laboratorio attestanti le prestazioni richieste.
- Specifiche/Schede tecniche per silenziatori, materiali fonoassorbenti e/o fonoisolanti, prodotti antivibranti per macchinari e impianti, particolari materiali edili, prodotti resilienti vari e per riduzione del rumore di calpestio, ecc. Ovviamente tali specifiche possono essere inglobate-allegate nel CSA-Acustico.

#### 2.1.3.3 Compiti dell'amministrazione comunale

Gli uffici comunali preposti al ricevimento delle richieste e delle comunicazioni per la realizzazione delle opere e degli interventi di cui al punto 2.1.3.1, verificano la presenza della documentazione relativa ai requisiti acustici passivi redatta nei modi previsti al punto 2.1.3.2 .

L'ufficio comunale competente per il procedimento, può richiedere il parere tecnico del Dipartimento della Prevenzione della Azienda USL competente per territorio per la valutazione delle documentazioni prodotte.

Il parere tecnico può essere anche acquisito direttamente dal soggetto titolare e prodotto contestualmente alla presentazione delle domande e delle comunicazioni per la realizzazione delle opere e degli interventi sopra indicati.

## **2.2 CERTIFICAZIONE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI**

Terminato l'intervento edilizio, il direttore dei lavori assevera l'agibilità dell'immobile dichiarando anche il rispetto dei requisiti igienico-sanitari compreso il rispetto dei parametri individuati nella tabella B dell'allegato A del D.P.C.M. 05/12/1997; a tale scopo allega una relazione redatta e firmata da un tecnico competente in materia di



acustica ambientale, che può avvalersi dei risultati di rilievi strumentali eseguiti in opera.<sup>13</sup>

Nell'ambito di accordo/convenzione fra Comune e azienda USL per la verifica dell'abitabilità, devono essere previsti accertamenti anche strumentali sui requisiti acustici passivi degli edifici in relazione alla specifica destinazione d'uso.

### **2.3 SANZIONI ED ASPETTI LEGALI**

Il D.P.C.M. 05/12/1997 non prevede sanzioni dirette nel caso di mancato rispetto dei requisiti acustici passivi. Il comma 3 dell'art. 10 della legge 26 ottobre 1995 n. 447 tuttavia prevede che *"la violazione delle disposizioni dettate in applicazione della presente legge dallo Stato, dalle Regioni dalle Province e dai Comuni è punita con la sanzione amministrativa del pagamento di una somma da L. 500.000 a Lire 20.000.000.* Il recepimento del DPCM 05/12/1997 all'interno di regolamenti edilizi introduce pertanto lo strumento delle sanzioni amministrative. In particolare è necessario sanzionare adeguatamente il comportamento di chi non si attiene, nella realizzazione delle opere, alle indicazioni contenute nelle relazioni tecniche di valutazione dei requisiti acustici passivi dell'immobile e/o di valutazione previsionale dell'impatto o del clima acustico.

In realtà il mancato rispetto dei valori limite previsto dal decreto può determinare conseguenze molto superiori alla semplice sanzione amministrativa; infatti, in caso di contenzioso, l'inottemperanza del disposto può comportare il ripristino dei requisiti previsti o un risarcimento basato sulla valutazione economica dell'immobile.

---

<sup>13</sup> Non si ritiene sempre indispensabili tali accertamenti. Può essere rimesso alla professionalità del direttore lavori valutarne la necessità caso per caso in base al livello di confidenza che la tipologia di realizzazione effettuata può garantire. Più in generale il percorso progettazione asseverazione finale deve essere coordinato: se si è chiesta una dettagliata progettazione acustica che garantisca il rispetto dei limiti potrebbe essere necessario richiedere alla fine una asseverazione che la realizzazione è conforme alle specifiche di progettazione acustica ovvero che le varianti realizzate in opera garantiscono comunque il rispetto dei requisiti acustici di progetto. In sostanza il direttore lavori in caso di realizzazione fedele al progetto non dovrebbe asseverare il rispetto dei requisiti acustici ma solo la conformità al progetto. La verifica dei parametri acustici sarebbe necessaria solo nel caso di varianti in opera. Solo in quest'ultimo caso a rigore, sarebbe quindi necessario il tecnico competente in acustica ambientale. Se invece la progettazione acustica richiesta in fase di progetto non è particolarmente dettagliata, ma si limita ad individuare obiettivi acustici da perseguire, e criteri costruttivi generici allora dovrà essere assai più stringente l'asseverazione richiesta al direttore lavori al termine della costruzione, che dovrà asseverare che l'opera così come realizzata rispetta i limiti dettagliando per le diverse partizioni realizzate, con la firma di un tecnico competente in acustica ambientale.

### 3. RIFERIMENTI TECNICI

In pratica, nell'applicazione della normativa di riferimento sull'acustica edilizia, una concreta difficoltà deriva dalla non trascurabile complessità tecnica della tematica. Non è eludibile, in questa materia, il ricorso a tecnici con una specifica qualificazione sia per coloro che hanno la responsabilità della progettazione e/o della realizzazione degli edifici, sia per la pubblica amministrazione che voglia effettuare verifiche e controlli sui progetti o sulle opere realizzate. Tuttavia questi compiti sono stati recentemente semplificati dall'emissione di alcuni documenti tecnici che hanno sancito dei riferimenti di buona tecnica univoci a cui riferirsi. In particolare le norme tecniche della serie UNI EN 12354, pubblicate in italiano nel 2002, che trattano in maniera dettagliata i complessi passaggi per valutare le prestazioni di isolamento di un edificio una volta note le caratteristiche dei suoi componenti. Ma, ancor più rilevante dal punto di vista pratico, è la recentissima pubblicazione di un rapporto tecnico UNI destinato alla loro applicazione in ambito italiano. Si tratta della norma:

UNI/TR 11175:2005 Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale

Tale rapporto tecnico fornisce modelli semplificati di calcolo e soluzioni tecniche costruttive per una corretta qualificazione acustica di un edificio nel suo complesso. Le prestazioni acustiche di un edificio sono espresse in termini di isolamento, trasmissione e assorbimento dei rumori nonché di livelli e potenze sonore. Il rapporto tecnico si applica ad abitazioni costituite da appartamenti in edifici multipiano e ad ogni altra situazione ad essi facilmente riconducibile.

Tale documento costituisce a livello nazionale il più aggiornato supporto normativo per la valutazione e la progettazione dei requisiti acustici degli edifici. Riteniamo che questo debba essere il riferimento tecnico per le attività di verifica condotte, per conto delle amministrazioni comunali, dai tecnici delle aziende sanitarie locali o di ARPAT. Pertanto si è ritenuto di evitare di fornire in queste linee guida regionali riferimenti tecnici specifici alternativi o ulteriori rispetto a quelli già disponibili nelle norme UNI. Ma anche l'accurata progettazione acustica dell'involucro edilizio secondo UNI/TR 11175 può non essere sufficiente, da sola, a garantire in opera il rispetto dei parametri previsti dalla normativa.

Occorre infatti una posa in opera a regola d'arte da parte di personale esperto ed attento, condizione che talvolta non si manifesta nei cantieri edili, qualora venga a mancare la vigilanza sulle modalità operative ed il controllo dei materiali da impiegare da parte dei soggetti preposti.

Per quanto riguarda i contenuti tecnici dei regolamenti comunali, tenuto conto della disponibilità di norme di buona tecnica su tutta la materia da trattare, è necessario che la nomenclatura utilizzata sia conforme a quella adottata nel rapporto tecnico UNI. Per gli stessi motivi è opportuno che si rinvii alla buona tecnica per la definizione di algoritmi di calcolo, metodi di verifica e tecniche di misura, evitando di cristallizzare nei regolamenti soluzioni soggette ad evolvere con il progresso tecnico. In ogni caso, qualora si intenda introdurre nei regolamenti delle esplicitazioni a riguardo occorre verificare che queste non contrastino con le norme di buona tecnica armonizzate.

Esclusa quindi la necessità di fornire, da parte della Regione Toscana, una manualistica di riferimento o algoritmi "ufficiali", tuttavia, a scopo divulgativo, per facilitare la comprensione delle tematiche che i regolamenti dovranno trattare, si sono inseriti nel capitolo seguente alcuni richiami delle principali questioni tecniche rilevanti in materia di requisiti acustici dell'edilizia residenziale e scolastica.

Le indicazioni circa la valutazione delle prestazioni acustiche dei componenti architettonici citate nel prosieguo sono da intendersi come di larga massima e citate a titolo esemplificativo; la determinazione tecnica di tali prestazioni sarà derivata dalla applicazione delle norme tecniche serie UNI 12354.

#### 4. CENNI DI ACUSTICA ARCHITETTONICA

Il disturbo acustico può essere prodotto, all'interno di un edificio, da impianti tecnologici che servono per il funzionamento dell'edificio stesso come generatori di calore, climatizzatori, impianti autoclave, ascensori, scarichi idraulici oppure prodotto dagli impianti utilizzati dagli occupanti l'edificio per uso personale quali apparecchi stereofonici, televisori, strumenti musicali, elettrodomestici o dalle persone stesse ad es. voci, calpestio, ecc.

Può provenire inoltre dall'esterno, come il rumore prodotto dal traffico veicolare, dalle attività produttive eventualmente presenti nella zona, dalla voce umana, dall'abbaiare di cani.

Per propagarsi il suono ha bisogno della presenza di un mezzo, qualunque sia lo stato di aggregazione della materia.

Può essere quindi trasmesso attraverso le strutture dell'edificio: le pareti, il soffitto il pavimento, le porte, le finestre, con una propagazione per via aerea oppure per via solida.

Nella trasmissione da un ambiente ad un altro adiacente, la propagazione avviene, in entrambi i casi, attraverso strutture solide, ma la struttura è sollecitata da onde sonore, nel primo caso, mentre è sottoposta a forze applicate direttamente, nel secondo.

Ad esempio: le voci avvertite tra due stanze vicine sono trasmesse per via aerea; i passi del piano superiore sono trasmessi per via strutturale.

Si parla invece di propagazione per via diretta quando l'onda di pressione sonora non incontra strutture in ostacolo alla propria propagazione.

Una parete che separa due ambienti non impedisce la trasmissione dell'onda di pressione sonora: quando essa viene investita dall'onda comincia a vibrare e proprio tale campo di vibrazione provoca la diffusione del suono oltre la parete.

Per ridurre questo fenomeno è necessario limitare le possibilità di vibrazione della parete, il che implica uno studio accurato delle caratteristiche elastiche e dissipative dei materiali di costruzione.

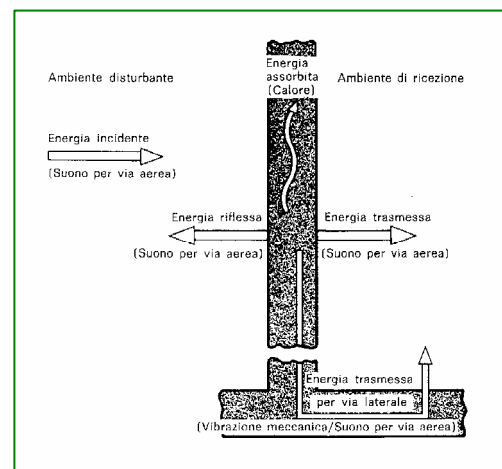
Un'analisi di questo tipo non può prescindere dalle misure in laboratorio per determinare le proprietà isolanti dei materiali, per stabilire dati di progetto o di specifica, per verificare la rispondenza dei materiali da costruzione alle normative in vigore.

Ai fini della riduzione del disturbo acustico una corretta progettazione deve tener conto delle due importanti funzioni: il fonoisolamento ed il fonoassorbimento.

Quando l'onda sonora incide sulla superficie di una parete si trasmette nel seguente modo:

- una parte di energia viene riflessa dalla parete ;
- una parte di energia attraversa direttamente la parete;
- una parte viene assorbita e dissipata in calore;
- una parte di energia è trasmessa per via laterale (percorsi di fiancheggiamento).

Fig.1



Maggiore è il potere fonoisolante della parete, minore è l'energia sonora che verrà trasmessa, attraverso di essa, nel locale adiacente.

Tale condizione riduce il disturbo verso altri locali ma incrementa il livello sonoro nel locale in cui viene prodotto il rumore a causa delle riflessioni multiple delle onde sonore

che, se non vengono adeguatamente assorbite dai materiali presenti, determinano la crescita del tempo di riverberazione sonora con effetti talvolta negativi sul buon ascolto e sull'intelligibilità della parola.

#### 4.1 FONOASSORBIMENTO

Per fonoassorbimento si intende l'attitudine dei materiali di attenuare le riflessioni sonore all'interno di un ambiente.

Il coefficiente di fonoassorbimento è dato da:

$$\alpha = (E_a + E_t) / E_i$$

con:

$E_a$ : energia assorbita dalla parete;

$E_t$ : energia trasmessa attraverso la parete;

$E_i$ : energia incidente

Hanno un basso fonoassorbimento i materiali caratterizzati da elevata durezza e rigidità come:

metallo, vetro, calcestruzzo, laterizio, ceramica, intonaco.

I materiali definiti fonoassorbenti sono: materiali fibrosi come la lana di vetro, di roccia, le fibre ceramiche, acriliche, vegetali, i materiali porosi come poliuretani espansi a cella aperta, la resina melamminica espansa, il sughero.

Sono caratterizzati da un buon coefficiente di assorbimento acustico alle frequenze alte.

Aumentando lo spessore, si incrementa il coefficiente di assorbimento acustico alle basse e medie frequenze, come evidenziato dal grafico seguente.

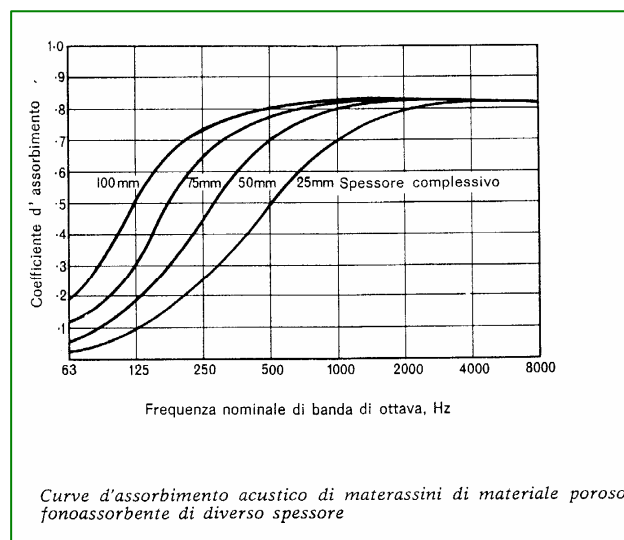


Fig. 2

I materiali fonoassorbenti, per il trattamento acustico ambientale, possono essere utilizzati come controsoffitti o come rivestimenti di pareti.

Servono inoltre ad incrementare il potere fonoisolante di una parete doppia, se inseriti correttamente nell'intercapedine, in modo da garantirne la stabilità.

N.B.: Non tutti i materiali definiti "isolanti" hanno caratteristiche di assorbimento acustico accettabili, come i materiali rigidi e di bassa densità.

Occorre pertanto, prima della scelta, reperire i relativi certificati da parte dei produttori.

## 4.2. FONOIOLAMENTO

Per fonoisolamento si intende l'efficacia dei sistemi isolanti nella riduzione della trasmissione del suono per via diretta o indiretta tra due ambienti.

Per potere fonoisolante di una struttura si intende la sua capacità di ridurre l'energia acustica che si propaga per via area, si indica con la lettera R ed è dato da:

$$R = 10 * \text{Log} (1/\tau) \text{ dB}$$

Dove  $\tau$  è il coefficiente di trasmissione =  $E_t / E_i$

con:

$E_t$ : energia trasmessa attraverso la parete;

$E_i$ : energia incidente

### 4.2.1 FONOIOLAMENTO DI UNA PARETE SEMPLICE

Il potere fonoisolante di una parete semplice dipende dalla massa per unità di superficie  $m$ , in quanto maggiore è la massa, maggiore è la forza di inerzia che esercita e quindi maggiore è l'isolamento acustico. Ad un raddoppio della massa si ha un incremento dell'isolamento di circa 5 dB. Dipende inoltre dalle caratteristiche elastiche e dalle proprietà smorzanti della parete.

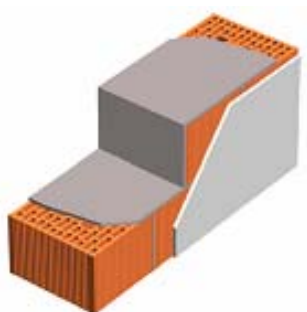
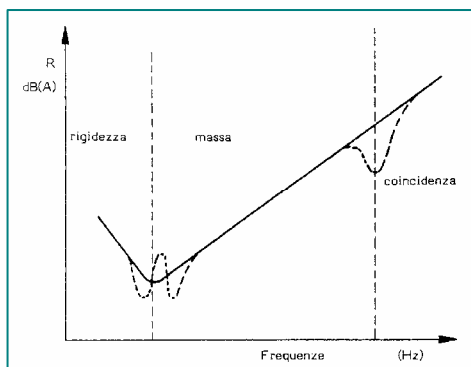


Fig. 3 Muratura monostrato



Mediamente, a 500 Hz:

$$R = 20 \text{ Log } m$$

Cresce, inoltre, di 6 dB al raddoppio della frequenza.

Presenta un decremento alla frequenza di risonanza e alla frequenza di coincidenza che variano in funzione del tipo di materiale, del suo spessore e delle dimensioni.

## 4.2.2 FONOIOLAMENTO DI UNA PARETE DOPPIA

Il potere fonoisolante di una parete doppia dipende dalla massa totale delle due pareti per unità di superficie e dalla loro distanza.

A parità di massa le pareti doppie possono presentare un isolamento superiore di circa 10 dB rispetto a quello delle pareti singole. A questo proposito va individuata la distanza ottimale tra le due pareti, vanno evitati collegamenti rigidi fra le stesse, e vanno inseriti adeguati pannelli fonoassorbenti nell'intercapedine tra i due paramenti.

Infatti un materiale fonoassorbente nell'intercapedine aumenta il valore di R, in quanto riduce le riflessioni sonore multiple all'interno della stessa.

Nel caso di parete doppia il potere fonoisolante cresce di 12 dB al raddoppio della frequenza e presenta un decremento alle frequenze di risonanza e alle frequenze di coincidenza delle singole pareti.

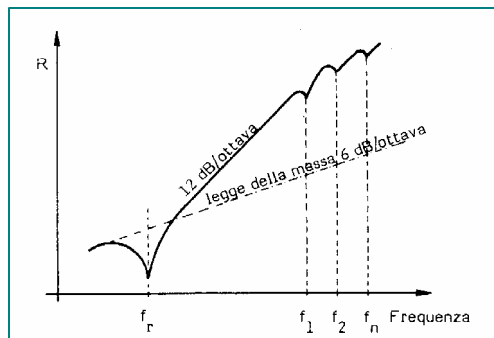
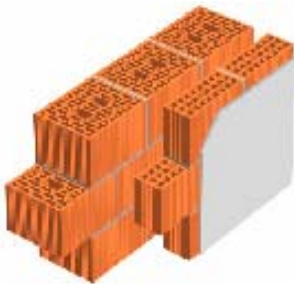


Fig. 4 Muratura pluristrato

## 4.2.3 FONOIOLAMENTO DI UNA PARETE COMPOSTA

Quando una parete è composta, cioè formata da materiali con diverso potere fonoisolante, ad esempio una finestra od un portoncino, in una parete perimetrale esterna, il potere fonoisolante della parete composta può essere calcolato analiticamente, come specificato in seguito, oppure, in prima approssimazione al fine di escludere le soluzioni sicuramente difformi, ricavato dal grafico proposto da Sharland.

Supponiamo di avere una parete in muratura di dimensioni 5 m x 3 m, con un potere fonoisolante  $R_1 = 50$  dB, nella quale è installato un portoncino di dimensioni 1,5 m x 2 m con potere fonoisolante  $R_2 = 30$  dB.

Superficie della muratura  $S_1 = 15 \text{ m}^2$

Superficie del portoncino  $S_2 = 3 \text{ m}^2$

Il valore sull'asse delle ascisse si individua con il rapporto tra la superficie ad elevato isolamento e la superficie a basso isolamento.

Il valore sarà  $15/3 = 5$

Il valore sull'asse delle ordinate si individua con la differenza  $R_1 - R_2$

Avremo  $50 - 30 = 20$  dB

Il grafico ci consente di individuare il valore da sottrarre dal potere fonoisolante maggiore per ottenere il potere fonoisolante medio:  **$R = R_1 - 13 = 37$  dB**

Se avessimo eseguito il calcolo analitico avremmo ottenuto il valore di 36,82 dB.

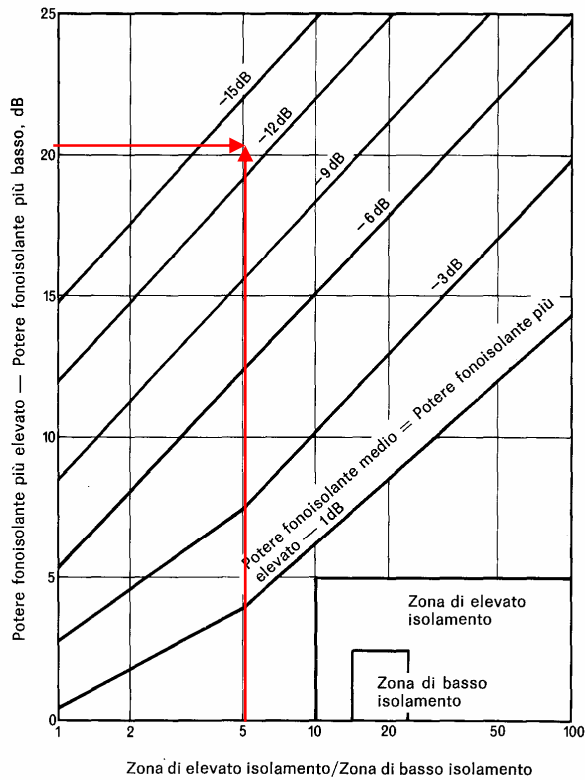


Fig. 5

Quando la differenza tra i poteri fonoisolanti è superiore a 25 dB può essere impiegato il grafico proposto da Harris che, come possiamo vedere, ci fornisce lo stesso risultato. La differenza tra poteri fonoisolanti si riporta in ascissa, si sale in verticale fino ad incontrare la curva relativa a  $S_2/S_1\% = 20\%$ , si individua sull'ordinata il valore 7 dB che deve essere aggiunto al potere fonoisolante minore, per cui:  $R = R_2 + 7 = 37 \text{ dB}$

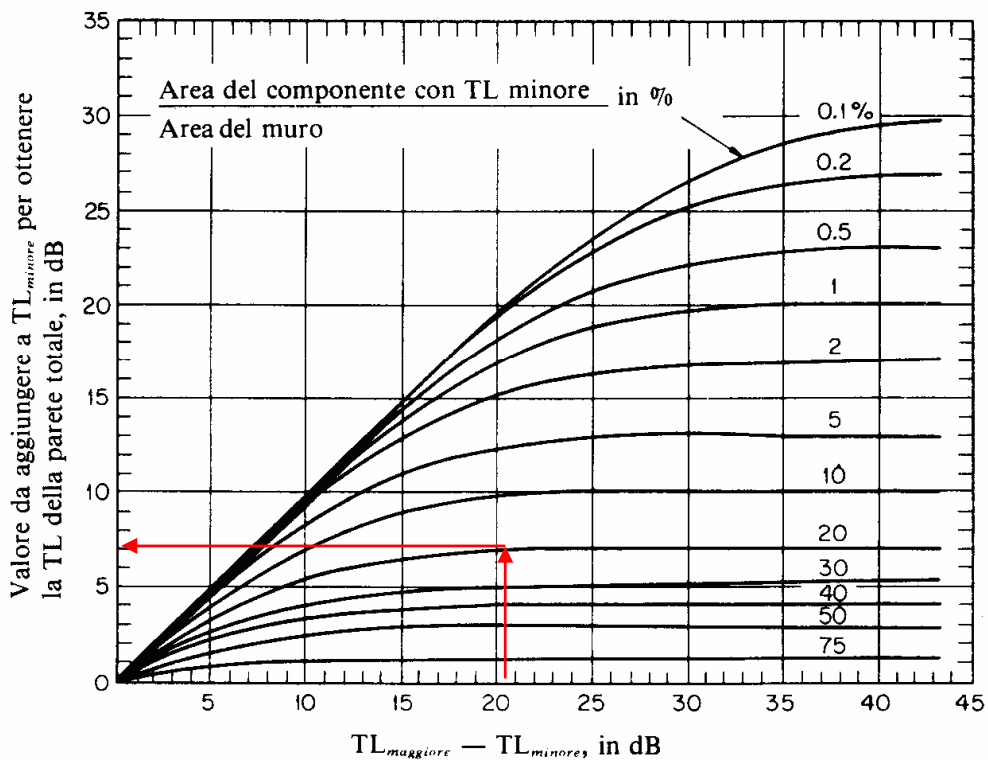


Fig. 6



### 4.3 INDICE DEL POTERE FONOIOLANTE APPARENTE R'w

Il potere fonoisolante della parete indicato con la lettera R dipende dalle proprietà geometriche e fisiche dei materiali che danno origine alla parete stessa, varia con la frequenza e l'angolo di incidenza del suono.

Tale parametro si può determinare per via analitica utilizzando formule empiriche e/o tramite misurazioni strumentali in laboratorio o in opera, in quest'ultimo caso viene denominato potere fonoisolante apparente ed indicato con R'.

$$R' = D + 10 \lg \left( \frac{S}{A} \right) \text{ (dB)}$$

D = Isolamento acustico ( $L_1 - L_2$ ) (dB)

S = Superficie della partizione ( $m^2$ )

A = Unità di assorbimento acustico dell'ambiente ricevente ( $m^2$ )

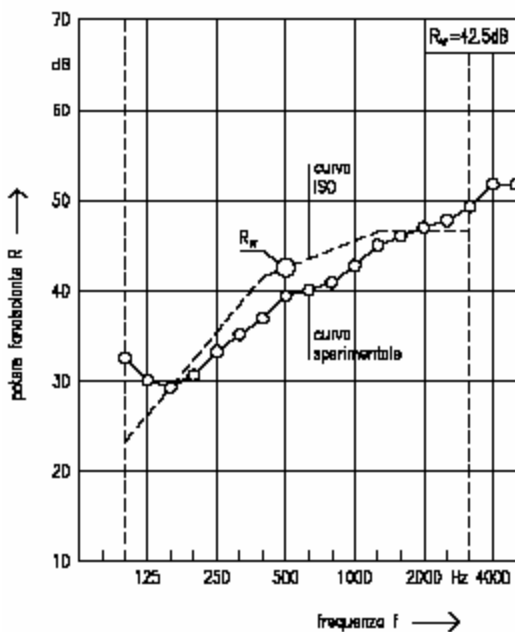
$$A = \sum_{i=1}^n S_i \alpha_i \text{ (m}^2\text{)}$$

$S_i$  = Superficie dell'elemento i ( $m^2$ )

$\alpha_i$  = Coefficiente di assorbimento acustico dell'elemento i

n = numero di superfici presenti

A partire dai valori di isolamento acustico misurati in bande di terzi d'ottava si ottengono i valori R' espressi in funzione della frequenza e, attraverso il procedimento descritto nella norma UNI EN ISO 717-1, si ottiene l' **indice del potere fonoisolante apparente R'w** che tiene conto anche delle trasmissioni laterali.



Tale indice permette di caratterizzare con un solo numero le proprietà fonoisolanti della parete. La norma di riferimento per le misurazioni in opera è la **UNI EN ISO 140-4 del dicembre 2000**.

La tabella B del DPCM 5/12/97 prevede per gli edifici di categoria A (edifici adibiti a residenza o assimilabili) un potere fonoisolante apparente delle pareti divisorie tra distinte unità immobiliari **R'w superiore od uguale a 50 dB.**

Fig. 7 – Individuazione dell'indice di valutazione

#### 4.4 ISOLAMENTO ACUSTICO DEGLI ELEMENTI DI FACCIATA $D_{2m,n,T}$

L'isolamento acustico delle pareti perimetrali esterne riveste una particolare importanza per la protezione acustica degli edifici dai rumori provenienti dall'esterno come il rumore del traffico o quello proveniente da attività produttive eventualmente presenti nella zona.

La definizione del parametro è espressa al punto 3 dell'allegato A del DPCM 5/12/97 è:

$$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log T / T_0$$

dove:

$$D_{2m} = L_{1,2m} - L_2$$

$L_{1,2m}$  è il livello di pressione sonora esterno a 2 m dalla facciata,

$L_2$  è il livello di pressione sonora medio nell'ambiente ricevente,

Per stimare l'isolamento acustico delle facciate dei fabbricati bisogna procedere analizzando il potere fonoisolante dei diversi componenti (pareti, finestre, vetri, telai, bocchette di ventilazione, ecc.).

Per misurare l'isolamento acustico complessivo di una facciata la sorgente preferibile è il rumore da traffico se prevalente o in alternativa un generatore di rumore posizionato come espresso nella norma.

La norma di riferimento per le misurazioni in opera è la **UNI EN ISO 140-5 del dicembre 2000**.

La tabella B dell'allegato A del DPCM 5/12/97, riportata in Fig. 8, prevede per gli edifici di categoria A, edifici adibiti a residenza o assimilabili, un isolamento acustico degli elementi di facciata  **$D_{2m,n,T,w}$  superiore a 40 dB**.

Fig. 8

#### REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	$R'_w$ (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{Asmax}$	$L_{Aeq}$
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

(\*) Valori di  $R'_w$  riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

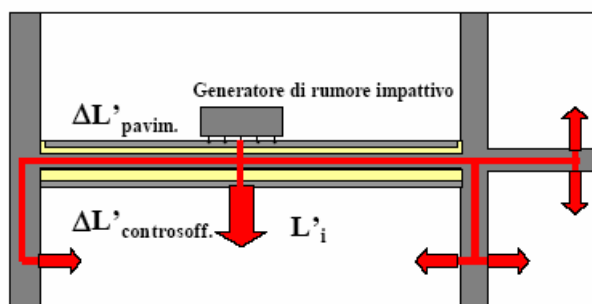
## 4.5 INDICE DEL LIVELLO DI RUMORE DI CALPESTIO DI SOLAI NORMALIZZATO $L'_{nw}$

Per rumori impattivi si intendono quelli causati dalla caduta di oggetti sul pavimento, dai passi delle persone, trascinamento di mobili ecc.

L'onda sonora si trasmette per via strutturale e interessa il pavimento-solaio.

Tale parametro si può determinare per via analitica utilizzando formule empiriche e /o tramite misurazioni strumentali in laboratorio o in opera.

Per le misurazioni strumentali viene utilizzato il generatore di rumore impattivo, apparecchiatura normalizzata che viene posata sul pavimento del locale sovrastante, dotata di martelli che, con moto alternato, colpiscono il pavimento generando il rumore nel locale sottostante, dove viene misurato il livello sonoro  $L_i$  alle varie frequenze.



$$L'_n = L_i + 10 \lg \left( \frac{A}{A_0} \right) \quad (\text{dB})$$

$L_i$  = Livello medio di pressione sonora nell'ambiente disturbato (dB)

$A$  = Assorbimento equivalente nell'ambiente disturbato ( $\text{m}^2$ )

$A_0$  = Assorbimento equivalente di riferimento (=  $10 \text{ m}^2$ )

Fig. 9 - Propagazione del rumore impattivo

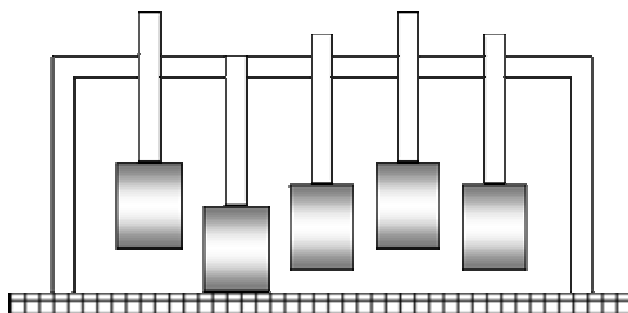


Fig. 10 - Particolare di generatore di rumore impattivo

A partire dai livelli di pressione sonora misurati in bande di terzi d'ottava si ottiene la grandezza  $L'_{nw}$  cioè l'indice di valutazione del livello di calpestio, che descrive in forma sintetica il comportamento acustico del pavimento-solaio, che si individua mediante il procedimento descritto nella norma UNI EN ISO 717-2.

La norma di riferimento per le misurazioni in opera è la **UNI EN ISO 140-7 del dicembre 2000**.

La tabella B del DPCM 5/12/97 prevede per gli edifici di categoria A un livello di calpestio  **$L'_{nw}$  inferiore a 63 dB**

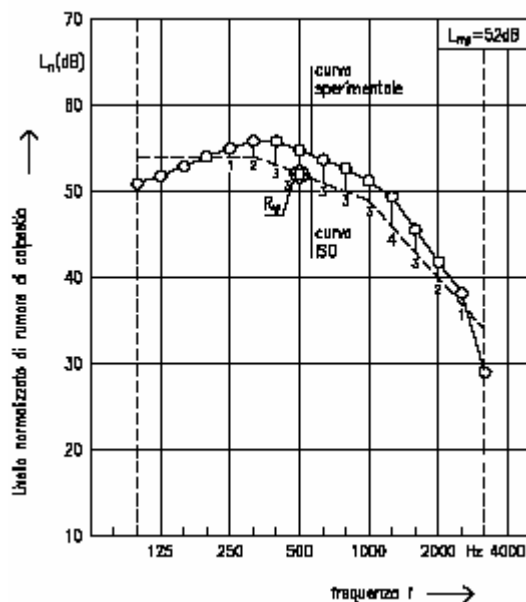


Fig. 11- Individuazione dell'indice di valutazione del rumore di calpestio

#### 4.6 RUMORE PRODOTTO DAGLI IMPIANTI TECNOLOGICI $L_{ASmax}$ e $L_{Aeq}$

Il D.P.C.M. 05.12.1997 divide gli impianti tecnologici in due categorie: la prima comprende gli impianti a funzionamento discontinuo, tra i quali il decreto richiama:

- **gli ascensori,**
- **gli scarichi idraulici,**
- **i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria**

e tra i quali rientrano anche gli impianti autoclave per il sollevamento dell'acqua e gli impianti di addolcimento dell'acqua; la seconda categoria comprende gli impianti a funzionamento continuo: tra di essi il citato decreto richiama:

- **gli impianti di riscaldamento,**
- **gli impianti di aerazione**
- **gli impianti di refrigerazione e condizionamento.**

Per tali impianti vengono fissati dei limiti dei livelli sonori restrittivi e difficilmente raggiungibili nella pratica costruttiva, se installati in locali adiacenti ai locali di abitazione.

La rumorosità degli impianti tecnologici a funzionamento discontinuo ( $L_{ASmax}$ ) non deve superare i **35 dB(A)**, da rilevare nel locale maggiormente disturbato, diverso da quello in cui il rumore si origina.

La rumorosità degli impianti tecnologici a funzionamento continuo ( $L_{Aeq}$ ) non deve superare i **25 dB(A)**, sempre nel locale maggiormente disturbato per gli edifici delle categorie D: ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili ed E: scuole, attività ricreative, di culto o assimilabili, mentre per le altre categorie, come compare nella tabella B, è ammesso il limite di **35 dB(A)**.

Un ostacolo alla valutazione del rumore prodotto dagli impianti tecnologici consiste spesso nella mancata produzione dei certificati relativi da parte dei produttori delle apparecchiature destinate ad essere installate negli edifici.

E' consigliabile comunque richiedere tali certificati ai produttori che, con ogni probabilità, posseggono in quanto già richiesti in altri Paesi.

## 4.7. TEMPO DI RIVERBERAZIONE SONORA

Quando una sorgente di rumore attiva in un locale viene spenta, il livello di pressione sonora presente all'interno della stanza non si annulla istantaneamente.

Questo fenomeno è causato dal fatto che le superfici delimitanti l'ambiente, riflettendo parzialmente le onde sonore ancora presenti nella stanza, generano una "coda sonora".

Tale fenomeno è noto con il nome riverberazione.

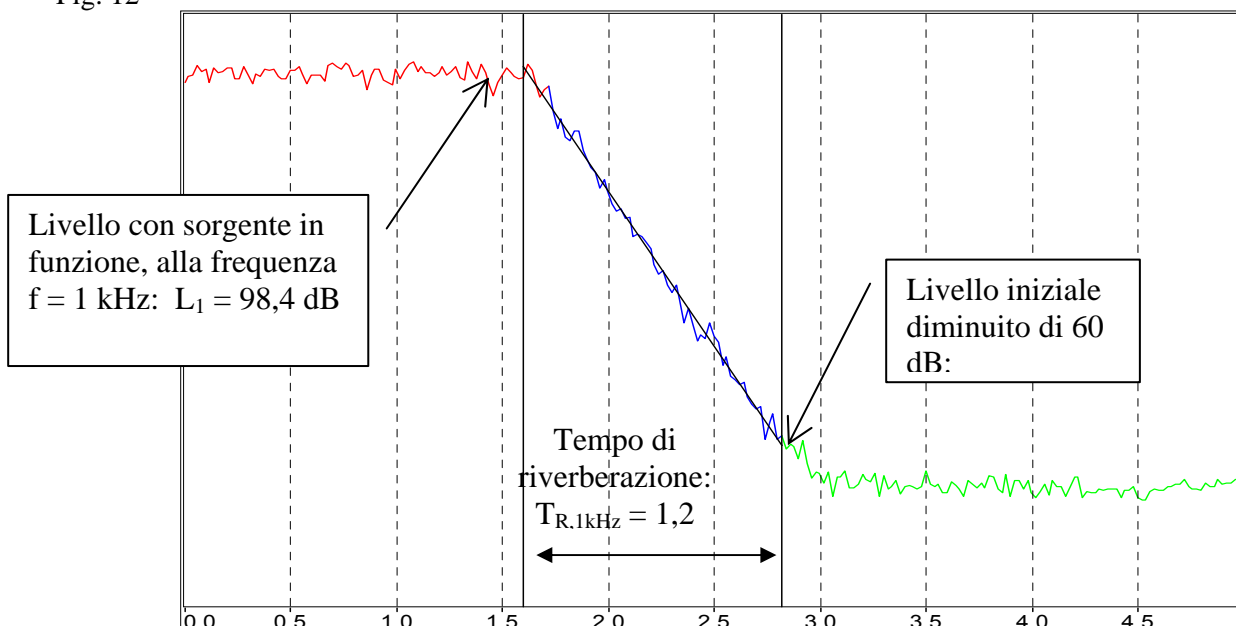
La capacità di una sala di risultare più o meno riverberante dipende principalmente dalle sue dimensioni (e quindi dal suo volume) e dalla capacità delle superfici delimitanti di assorbire o meno i suoni.

Visto che le superfici assorbono i suoni alle varie frequenze in maniera differente, i locali possono risultare molto riverberanti a certe frequenze e poco ad altre.

Locali troppo riverberanti non sono adatti per l'ascolto del parlato, in quanto la coda sonora non permette di distinguere chiaramente le sillabe che compongono le parole, ma potrebbero risultare adeguati per l'ascolto di determinati tipi di musica come ad esempio la musica d'organo.

Considerato un ambiente chiuso e in condizioni di saturazione acustica (tramite l'attivazione di una sorgente sonora per un opportuno intervallo temporale), si definisce tempo di riverberazione, relativo ad una specifica frequenza, il tempo necessario affinché, dopo lo spegnimento della sorgente sonora, il livello di pressione sonora relativo a quella frequenza si riduca di 60 dB rispetto al livello presente nell'ambiente con la sorgente in funzione.

Fig. 12



Il tempo di riverberazione  $T$  è espresso dalla formula di Sabine:

$$T = 0,161 V/A$$

$V$  = Volume del locale in  $m^3$

$A$  = Unità di assorbimento acustico (vedi 5.3)

#### 4.7.1 TEMPO DI RIVERBERAZIONE SONORA OTTIMALE ( $T_{60 \text{ ott}}$ )

Il tempo di riverberazione rappresenta in sostanza la lunghezza temporale della coda sonora (eco) all'interno di un ambiente: maggiore è il tempo di riverbero, maggiore è l'eco all'interno di quell'ambiente.

Il tempo di riverberazione deve assumere pertanto dei valori idonei al tipo di destinazione d'uso dell'ambiente stesso: in genere deve essere contenuto in 1-2 secondi, ma non è detto che un tempo di riverberazione particolarmente basso (ad esempio 0,5 secondi) sia sempre da preferire ad uno più alto (come ad esempio 3 secondi).

Valori bassi del tempo di riverberazione sono adeguati per locali con permanenza di persone, cinema e ristoranti. Tempi di riverberazione elevati invece sono adeguati per chiese e ambienti di ascolto.

In funzione della destinazione dei locali la letteratura tecnica fornisce dei valori ottimali per il buon ascolto della musica o per l'intelligibilità della parola.

Gli unici valori di riferimento definiti a livello legislativo sono quelli per l'edilizia scolastica (DM 18/12/75), esiste inoltre una norma, la UNI EN ISO 9241-6 "Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) Guida sull'ambiente di lavoro" che riporta i tempi di riverbero di riferimento per gli uffici.

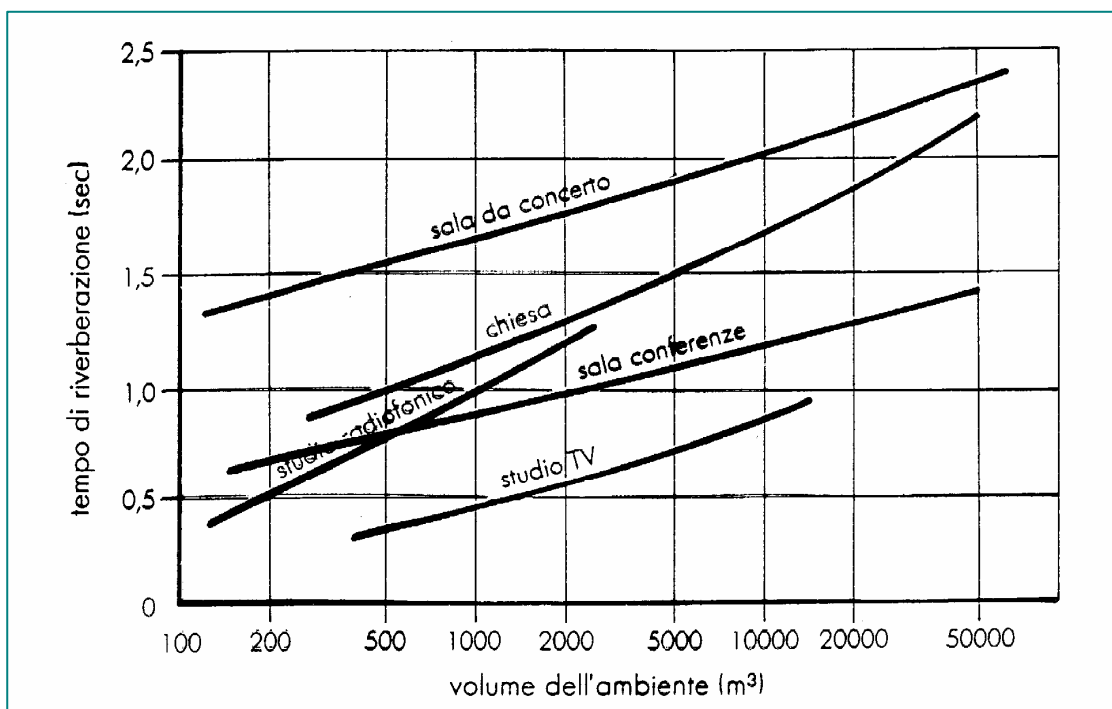


Fig. 13 - Esempio di tempi di riverberazione indicativi forniti dalla letteratura tecnica

#### 4.7.2 TEMPO DI RIVERBERAZIONE SONORA PER L'EDILIZIA SCOLASTICA

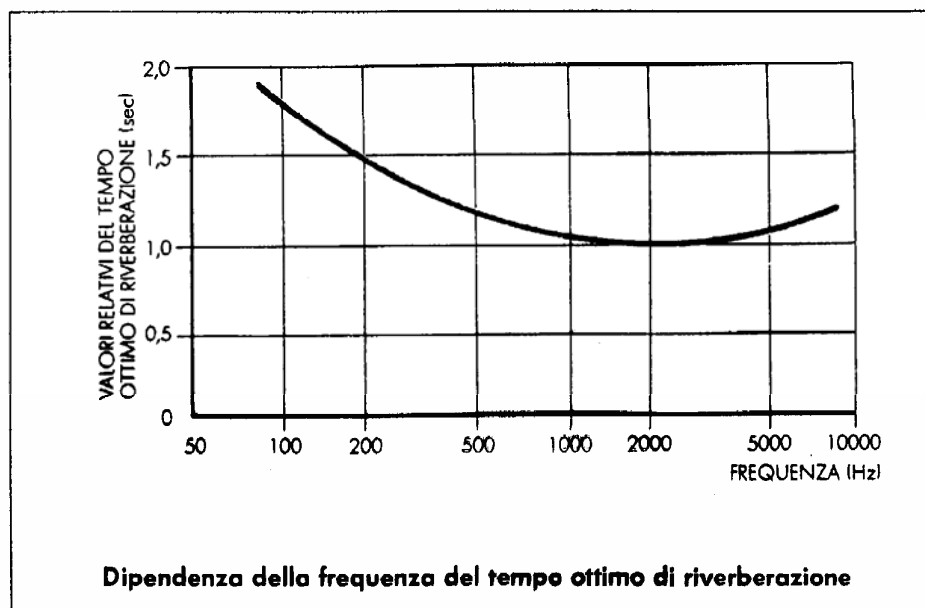
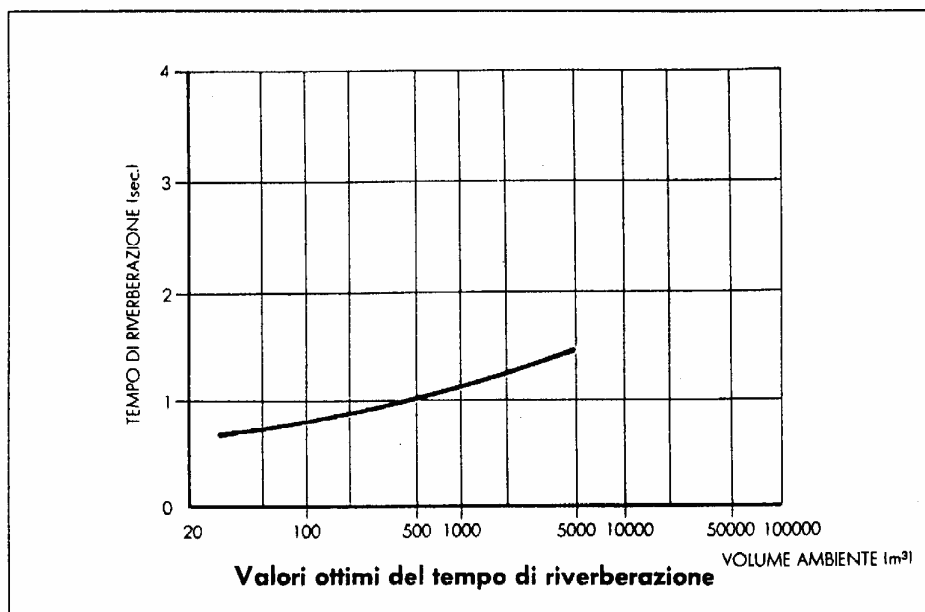
La circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967 citata nel DPCM 5/12/97 è superata dal DM 18/12/75.

Per l'edilizia scolastica, tale DM prevede la misura dei tempi di riverberazione alle frequenze di 250, 500, 1000, 2000 Hz ed il confronto coi valori del tempo di riverberazione **ottimale** in funzione del volume delle aule, da determinare dai grafici seguenti. Tali valori possono essere considerati valore limite, ma valori sensibilmente più bassi del tempo di riverberazione determinano la condizione di locale "assordito", pregiudicando anche in questo caso il buon ascolto.

Occorre pertanto avvicinarsi il più possibile ai valori ottimali.

Per quanto riguarda i refettori, per le condizioni acustiche ambientali è consigliabile conseguire tempi di riverberazione più bassi rispetto a quelli ottimali.

Fig. 14



## 5. VALUTAZIONE DEI PARAMETRI IN FASE PROGETTUALE

Di seguito sono riportati criteri per una rapida valutazione dei parametri di progetto, utilizzabili dal personale preposto al controllo e, come prima approssimazione, dai progettisti che comunque debbono elaborare il calcolo in conformità delle norme tecniche sopra citate.

### 5.1. REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DELLE PARTIZIONI INTERNE

#### Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente $R'w$

##### 5.1.1 SOLUZIONE TECNICA CON CERTIFICATO DEI MATERIALI

il tecnico abilitato evidenzia e descrive le soluzioni da realizzare, che devono essere conformi (per materiali e modalità di esecuzione) ad un campione che, a seguito di prove di laboratorio, abbia conseguito un valore di  **$Rw$  superiore di almeno 5 dB** rispetto al valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'w$  prescritto.

Nelle prove di laboratorio le misure del potere fonoisolante  $R$  sono eseguite conformemente alla ISO 140-3, mentre il calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante  $Rw$  secondo la UNI EN ISO 717-1: 97.

Nel caso manchino specifiche certificazioni di laboratorio (o soluzioni tecniche certificate) il requisito è soddisfatto se sono utilizzati (relativamente alla tipologia di partizione) i seguenti metodi di verifica.

##### 5.1.2 METODO DI CALCOLO A

per partizioni omogenee aventi massa superficiale  $>150 \text{ kg/m}^2$ .

Per pareti omogenee si intendono quelle a singolo strato in muratura di laterizio, in blocchi di calcestruzzo o simili ed in assenza di apertura. Si escludono invece le pareti in cartongesso e quelle a più strati sconnessi (UNI EN 12354-1).

Si determina  $Rw$  mediante la relazione:

$$Rw = 37,5 \log m' - 42$$

$Rw$  = indice di valutazione del potere fonoisolante, in decibel

$m'$  = massa superficiale di una parete semplice, (massa al  $\text{m}^2$  del muro)

Il valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante  $Rw$  così ottenuto si riferisce al comportamento acustico teorico della parete. Nelle condizioni di reale impiego, il parametro di riferimento da raggiungere è l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'w$  (inferiore a quello sopra calcolato, principalmente a causa delle trasmissioni laterali e delle condizioni reali di posa) che si consiglia di calcolare:

$$R'w = Rw - 5$$

Confrontare quindi  $R'w$  così ottenuto col livello di prestazione prescritto per la partizione in oggetto. Il risultato più attendibile, comunque, è ovviamente quello fornito dal calcolo conforme alle norme UNI EN 12354 e UNI/TR 11175.



Diverse sono le teorie in merito alla valutazione di  $R_w$ , che vedono quella proposta, del CEN, ubicarsi in posizione intermedia fornendo risultati attendibili.

### Calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante (strutture omogenee)

Formula del CEN ( $m' > 150 \text{ kg/m}^2$ )

$$R_w = 37,5 \lg m' - 42 \text{ (dB)}$$

Formula dell'IEN Galileo Ferraris ( $50 \text{ kg/m}^2 < m' < 400 \text{ kg/m}^2$ )

$$R_w = 20 \lg m' \text{ (dB)}$$

Formula dell'istituto normativo tedesco (DIN) ( $m' > 150 \text{ kg/m}^2$ )

$$R_w = 32,1 \lg m' - 28,5 \text{ (dB)}$$

Formula dell'istituto normativo austriaco (Önorm) ( $m' > 150 \text{ kg/m}^2$ )

$$R_w = 32,4 \lg m' - 26 \text{ (dB)}$$

Formula italiana per blocchi in laterizio alleggerito ( $m' > 100 \text{ kg/m}^2$ )

$$R_w = 16,9 \lg m' + 3,6 \text{ (dB)}$$

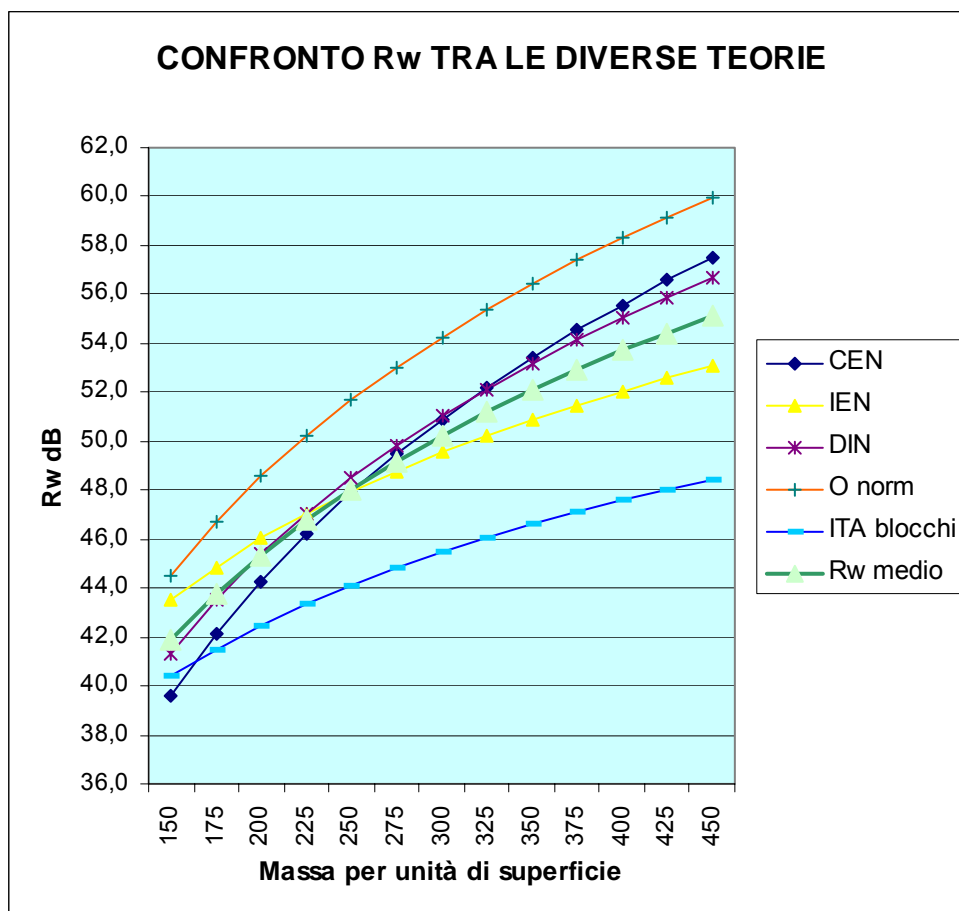
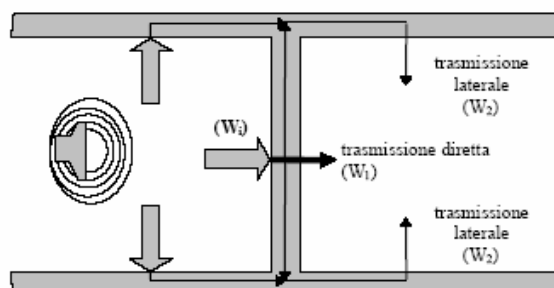


Fig. 15

## Differenza tra potere fonoisolante apparente (R') e potere fonoisolante (R)



$$R = 10 \lg \frac{W_i}{W_1} = -10 \lg(\tau) \quad (\text{dB}) \qquad R' = 10 \lg \frac{W_i}{W_1 + W_2} \quad (\text{dB})$$

$$R \approx R' ?$$

Fig. 16

### Potere fonoisolante Confronto tra dati di laboratorio (R) ed in opera (R')

*(Parete realizzata con blocchi ad incastro alleggeriti in pasta con tre fori verticali riempiti di malta; intonacata su ambo i lati con 1,5 cm di intonaco)*

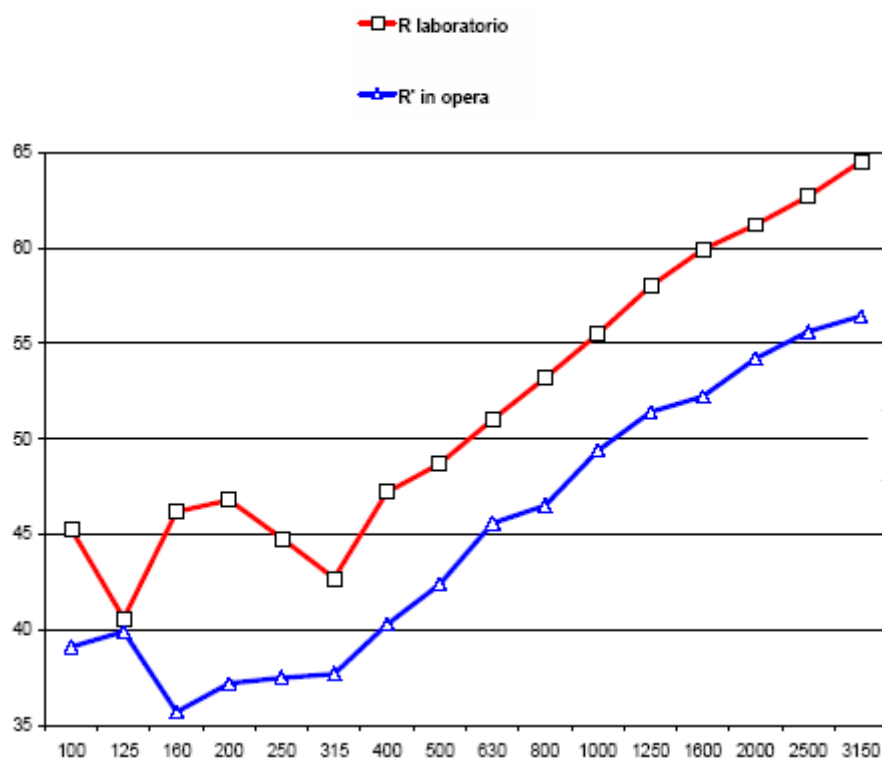


Fig. 17

### 5.1.3 METODO DI CALCOLO B

Per partizioni interne composte di pareti, infissi, aperture.

I valori di  $R_w$  determinati secondo i metodi precedentemente illustrati possono essere utilizzati per determinare il valore di  $R'_w$  risultante da più elementi associati fra loro, secondo i criteri di seguito definiti.

Qualora siano disponibili separatamente  $R_{1w}$  della parte opaca di superficie  $S_1$  ed  $R_{2w}$  dell'infisso di superficie  $S_2$ , e  $D_{nw}$ , che è indice di valutazione dell'isolamento acustico di un «piccolo elemento», per il quale si intende quello avente superficie  $< 1 \text{ m}^2$ , ad es. bocchetta di ventilazione, presa d'aria, ecc., (ISO 140-10).), è possibile calcolare l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w$  della chiusura o della partizione di superficie  $S = S_1 + S_2$  con la formula ricavata dalla UNI EN 12354-3:

$$R'_w = -10 \cdot \lg \left( \frac{S_1}{S} \cdot 10^{-\frac{R_{1w}}{10}} + \frac{S_2}{S} \cdot 10^{-\frac{R_{2w}}{10}} + \frac{A_0}{S} \cdot 10^{-\frac{D_{nw}}{10}} \right) - K$$

dove:  $A_0 = 10 \text{ m}^2$ ;  $K = 2$  (contributo peggiorativo dovuto alla trasmissione laterale).

Nel caso di più infissi o più «piccoli elementi» il secondo e il terzo termine della formula saranno costituiti da sommatorie.

### 5.1.4 METODO DI CALCOLO C

Pareti doppie.

Le pareti doppie presentano caratteristiche ottimali per isolare i rumori a frequenze medie ed alte, consentendo l'utilizzo di murature più leggere di quelle a strato singolo.

Per la previsione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante si può utilizzare la relazione seguente (per spessore dell'intercapedine inferiore a 5 cm):

$$R'_w = 20 \log m' \text{ [dB]}$$

Con  $m'$  pari alla somma delle masse superficiali delle due pareti.

Per sfruttare al meglio le proprietà fonoisolanti delle pareti doppie, nel caso di strutture in laterizio, occorre però che l'intercapedine sia di almeno 5 cm.

In queste condizioni il valore di  $R'_w$  può essere stimato con la seguente relazione ( $d$  = spessore dell'intercapedine [cm]):

$$R'_w = 20 \log m' + 20 \log d - 10 \text{ [dB]}$$

### 5.1.5 METODO DI CALCOLO D

Indice di valutazione del potere fonoisolante di pareti in lastre di cartongesso.

Partizioni realizzate con struttura singola:

$$R'_w = 20 \log m' + 10 \log d + e + 5 \text{ [dB]}$$

Partizioni realizzate con struttura doppia:

$$R'_w = 20 \log m' + 10 \log d + e + 10 \text{ [dB]}$$

Dove:

**d**: profondità dell'intercapedine in cm

**e**: spessore del pannello in fibra minerale in cm

## 5.2. REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DELLE CHIUSURE ESTERNE (isolamento acustico di facciata)

La prestazione è misurata dall'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata,  $D_{2m,nT,w}$  dove il significato dei pedici è:  
2m, indica che il rumore esterno è misurato a 2m dalla facciata  
nT, indica che il parametro è normalizzato rispetto al tempo di riverberazione  
w, indica che il parametro è un indice, da calcolare secondo la norma UNI EN ISO 717-1.  
Il tecnico dimostra la conformità del progetto al requisito mediante:

### 5.2.1 METODO DI CALCOLO E

Per chiusure semplici senza elementi di discontinuità come porte, finestre, ecc. e con spessore costante.

Nota il potere fonoisolante  $R_w$  della parete (dedotto da certificazione o da calcolo), si determina l'indice dell'isolamento acustico di facciata  $D_{2m,nT,w}$  come segue:

- calcolare  $R'_w$  della parete in opera con la formula:  $R'_w = R_w - 5$
- calcolare l'indice dell'isolamento acustico di facciata:

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + 10 \lg V / 6 T_0 S$$

con:

$V$  = volume dell'ambiente ricevente ( $m^3$ )

$T_0 = 0.5$  (s)

$S$  = superficie di facciata vista dall'interno ( $m^2$ )

- verificare che il valore ottenuto sia uguale o superiore al livello di prestazione richiesto.

L'isolamento acustico di facciata dipende anche dalla forma della facciata, dall'assorbimento acustico delle superfici aggettanti (balconi) e dalla direzione del campo sonoro.

Il contributo dovuto alla forma può essere più o meno favorevole, se non sfavorevole.

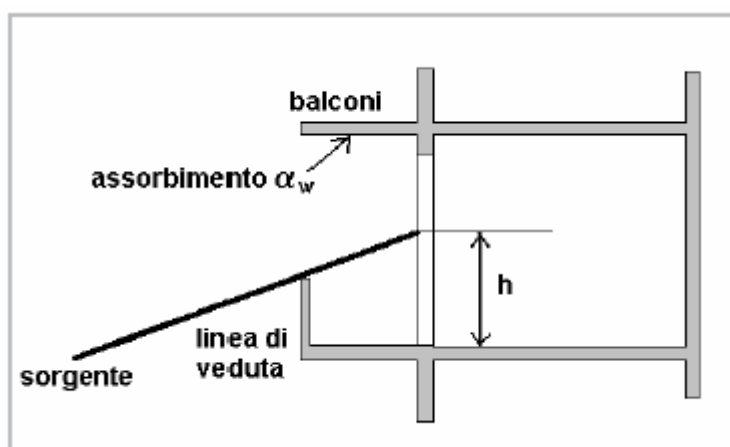


Fig. 18

## 5.2.2 METODO DI CALCOLO F

Per chiusure composte.

Nel caso di chiusura composta da elementi «normali» (come parete ed infissi) e da «piccoli elementi»:

- si calcola dapprima l'indice di valutazione del potere fonoisolante della facciata  $R'w$  con la formula definita nel metodo di calcolo B per le partizioni interne;
- quindi si calcola  $D_{2m,nT,w}$  come indicato nel metodo di calcolo E.
- si verifica che il valore ottenuto sia uguale o superiore al livello di prestazione richiesto.

## 5.3. REQUISITI ACUSTICI DEI SOLAI - Isolamento acustico del rumore di calpestio

### 5.3.1 SOLUZIONE TECNICA CON CERTIFICATO DISPONIBILE

Descrive la soluzione tecnologica da realizzare che dovrà essere conforme, per materiali e modalità di esecuzione, ad un campione che a seguito di prove di laboratorio abbia conseguito un valore di  $L_{nT,w}$  inferiore di almeno 3 dB rispetto ai livelli di prestazione.

Nel caso manchino specifiche certificazioni di laboratorio (o soluzioni tecniche certificate) il requisito si intende soddisfatto se sono utilizzati i seguenti metodi di verifica:

### 5.3.2 METODO DI CALCOLO G

Il modello previsionale, per solai a struttura omogenea con massa superficiale compresa tra 100 e 600 Kg/m<sup>2</sup> può essere:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + K(\text{dB})$$

$L_{n,w}$  = Indice di valutazione del livello normalizzato di rumore da calpestio (da dati sperimentali o da calcolo)

$\Delta L_w$  = Riduzione del livello per presenza di pavimenti galleggianti (dB)

$K$  = Incremento del livello per trasmissione sonora laterale (dB)

Con:

$$L_{n,w}(\text{sol}) = 160 - 30 \log m' \quad \text{con} \quad m' = \text{massa superficiale del solaio nudo (kg/m}^2\text{)}$$

$$\Delta L_w = 30 \log (500/f_0)$$

$$K = 3$$

Dove:

$$f_0 = 160\sqrt{s'/m'} = \text{frequenza di risonanza del pavimento (Hz)}$$

$m'$  = massa superficiale dello strato di pavimento galleggiante (kg/m<sup>2</sup>);

$s'$  = rigidità dinamica superficiale dello stato resiliente per area unitaria (MN/m<sup>3</sup>)

## **6. ACCORGIMENTI PROGETTUALI PER MIGLIORARE LA PROTEZIONE ACUSTICA**

### **6.1 Ubicazione dei locali in funzione della destinazione**

Una particolare attenzione in fase progettuale deve essere dedicata all'ubicazione delle camere da letto.

E' consigliabile evitare che una camera di un appartamento confini con la sala, la cucina o il bagno dell'appartamento adiacente o che abbia una sala soprastante.

Le camere inoltre dovrebbero essere ubicate, per quanto possibile, nella zona dell'edificio non direttamente prospiciente alla strada, se interessata da un traffico veicolare intenso.

E' bene evitare che i locali di abitazione siano adiacenti o soprastanti locali tecnici con gruppi di sollevamento dell'acqua, addolcitori, centrali termiche o sale macchine di impianti ascensore.

### **6.2 Strutture dell'edificio**

Le strutture in cemento armato comportano spesso la presenza di ponti acustici, cioè zone in cui il passaggio del rumore per via solida è maggiore rispetto alle strutture che le circondano.

In questi casi occorre dare, compatibilmente con la costruzione, maggiore continuità all'isolamento acustico.

In particolare, i pilastri non dovrebbero essere semplicemente intonacati, bensì rivestiti con controparti fonoisolanti ad esempio in pannelli in cartongesso preaccoppiato con lana minerale, installato per incollaggio sul calcestruzzo.

Nelle pareti doppie è conveniente prevedere uno spessore maggiore dell'intercapedine e, possibilmente, non scendere sotto 8-10 cm.

Sempre nelle pareti doppie, sarebbe opportuno prevedere l'intonaco anche sulla faccia interna del tavolato esterno.

Controllare che i giunti tra i mattoni o i blocchi vengano sigillati bene.

Talvolta nelle pareti "facciavista" i giunti non vengono sigillati bene, condizione che riduce il potere fonoisolante e pregiudica la funzionalità del materiale isolante, se non è di tipo impermeabile all'acqua.

Purtroppo se è di tipo impermeabile, spesso, non ha caratteristiche adeguate di assorbimento acustico.

E' consigliabile inoltre utilizzare mattoni di grande formato, in modo da ridurre la lunghezza dei giunti tra gli stessi.

Non è sufficiente che le vetrate posseggano un elevato potere fonoisolante, ma è importante la natura dell'infisso e la sua classe di tenuta all'aria, che può comportare perdite nel potere fonoisolante fino ad 8 dB ed è opportuno reperire il certificato acustico relativo.

E' bene prevedere sempre il vetro camera, con spessori di lastre di vetro diversi e con spessori minimi di 4 e 5mm, con uno spessore minimo della camera d'aria di 9 mm.

Per una prestazione acustica migliore è consigliabile che una delle due lastre sia in vetro stratificato di spessore minimo 6-7 mm, utile anche per un livello superiore di sicurezza.

La posa dell'infisso richiede una manodopera specializzata e deve essere eseguita riducendo al minimo le fughe, talvolta di entità non trascurabile, riempite con poliuretano espanso e quindi opportunamente coperte con coprifilo: soluzione che abbassa decisamente la prestazione acustica della finestra.

Nel caso siano previsti i cassonetti, è necessario incrementare l'isolamento acustico prevedendo, all'interno degli stessi, un rivestimento in materiale poroso dotato di septum fonoisolante costituito da una lamina di piombo e in elastomero appesantito. La riduzione di spessore della parete esterna nella zona sottofinestra è una soluzione da evitare, sia ai fini acustici che termici.

Sulle pareti composte, con presenza contemporanea di un portoncino e di una finestra, è bene prevedere un portoncino ad elevato potere fonoisolante e, se il locale è dotato di altre finestre, evitare che quella di superficie maggiore sia inserita sulla parete del portoncino, condizione che ridurrebbe decisamente il potere fonoisolante della parete composta.

### 6.3 Rumore di calpestio

Per la riduzione della trasmissione del rumore per via solida anche in questo caso è importante evitare ponti acustici, pertanto il pavimento non dovrà essere in contatto diretto con le pareti e l'isolante dovrà essere posato con cura, proseguendo verticalmente sulla parete, fino al battiscopa.

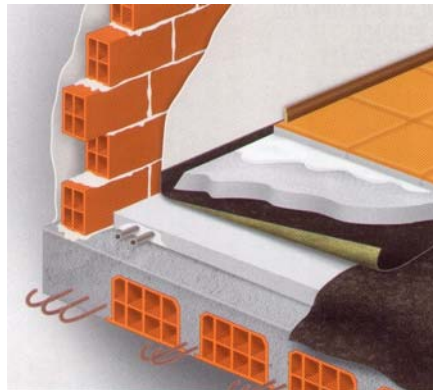


Fig. 19

Uno spessore elevato del materiale isolante che per sua natura non può essere molto rigido, per non vanificare l'intervento, potrebbe determinare un'instabilità della pavimentazione.

Il massetto ripartitore da realizzare sopra l'isolante e sotto la pavimentazione dovrà avere uno spessore minimo di 4 cm e comunque dimensionato adeguatamente, dovrà essere inoltre armato con rete metallica e portato a stagionatura prima del transito.

Attenzione alla grandezza della superficie da trattare: oltre 30 m<sup>2</sup> il pavimento galleggiante, per l'incremento della snellezza, potrebbe determinare instabilità della pavimentazione.

Quindi, al di sotto dei tramezzi, deve essere interrotto il pavimento galleggiante

Nella posa, evitare di annegare le tubazioni nel massetto ripartitore, ma sotto l'isolante.

### 6.4 Tempo di riverberazione sonora

Per l'edilizia scolastica vige un obbligo di conseguimento dei tempi di riverberazione mentre, per quanto concerne le altre tipologie di edilizia come quella sanitaria, quella destinata ad uffici, centri commerciali, alberghi, ed altre tipologie di fabbricati, le norme di buona tecnica (UNI 11690) prescrivono per ambienti di dimensioni inferiori a 500 m<sup>3</sup> valori del tempo di riverbero nell'intervallo di frequenza 1000 Hz - 2000 Hz non superiori

a 0,5 s. Per ambienti di dimensioni comprese tra 500 m<sup>3</sup> e 1000 m<sup>3</sup> i valori del tempo di riverbero nell'intervallo di frequenza 1000 Hz - 2000 Hz non devono superare 1 s.

Il rispetto di tale requisito è richiesto per consentire idonee condizioni di comfort acustico presso ambienti di specifiche destinazioni d'uso, al fine di garantire l'intelligibilità della conversazione verbale senza dover ricorrere a comunicazione verbale con voce alterata, e ridurre nel contempo l'esposizione a rumore prodotto nell'ambiente da sorgenti interne (comunicazione verbale o macchinari).

In particolare il rispetto del requisito è richiesto presso i seguenti ambienti:

- Sale mense;
- Uffici con sportelli al pubblico e sale d'attesa con considerevole affluenza di pubblico;
- Ambienti confinati potenzialmente interferenti da un punto di vista acustico, quali uffici aperti al pubblico confinanti con sale di diagnostica o terapia nell'edilizia ospedaliera;
- Sale riunioni, auditorium, aule didattiche.
- Grandi ambienti per la vendita o per l'esposizione.

In particolare, per certe tipologie di ambienti, è necessario provvedere ad un'attenta progettazione sia nella disposizione dei posti di lavoro che nella scelta dei materiali, al fine di garantire la conversazione intelligibile a voce normale per le persone interessate, e, nel contempo che questa sia non comprensibile, ma non necessariamente non udibile, per le persone non partecipanti alla conversazione.

Il conseguimento di valori idonei del tempo di riverbero è generalmente ottenibile mediante trattamento acustico del soffitto con materiale fonoassorbente.

Vediamo la valutazione del tempo di riverbero teorico di un auditorio – aula magna di una scuola, senza e con la bonifica acustica con un controsoffitto fonoassorbente.

<b><i>DIMENSIONI AUDITORIO</i></b>	
<b>Altezza del locale</b>	<b>5,5 m</b>
<b>Larghezza</b>	<b>6,4 m</b>
<b>Profondità</b>	<b>19,0 m</b>
<b>VOLUME</b>	<b>668,8 mc</b>

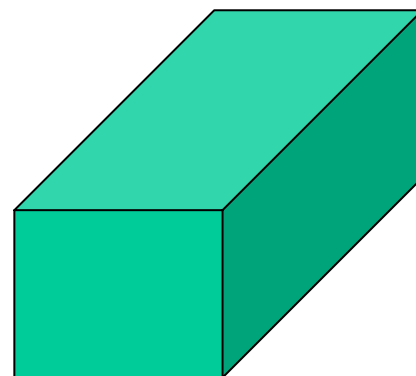


Fig. 20

Soffitto	121,6 mq
Pavimento	121,6 mq
Vetrate	24,4 mq
Tende	0 mq
Porte sup totale	6,0
Muratura totale	249,1
Muro intonacato	249,1 mq
Eventuale rivestimento	0 mq

Inizialmente il progetto non prevedeva materiali fonoassorbenti. Successivamente con la previsione di un controsoffitto in pannelli fonoassorbenti in resina melamminica espansa, il valore del tempo di riverberazione teorico si è ridotto, avvicinandosi ai valori ottimali. Per ridurre il tempo di riverberazione ulteriormente alle basse frequenze è opportuno prevedere delle membrane vibranti da installare su parte delle pareti libere.



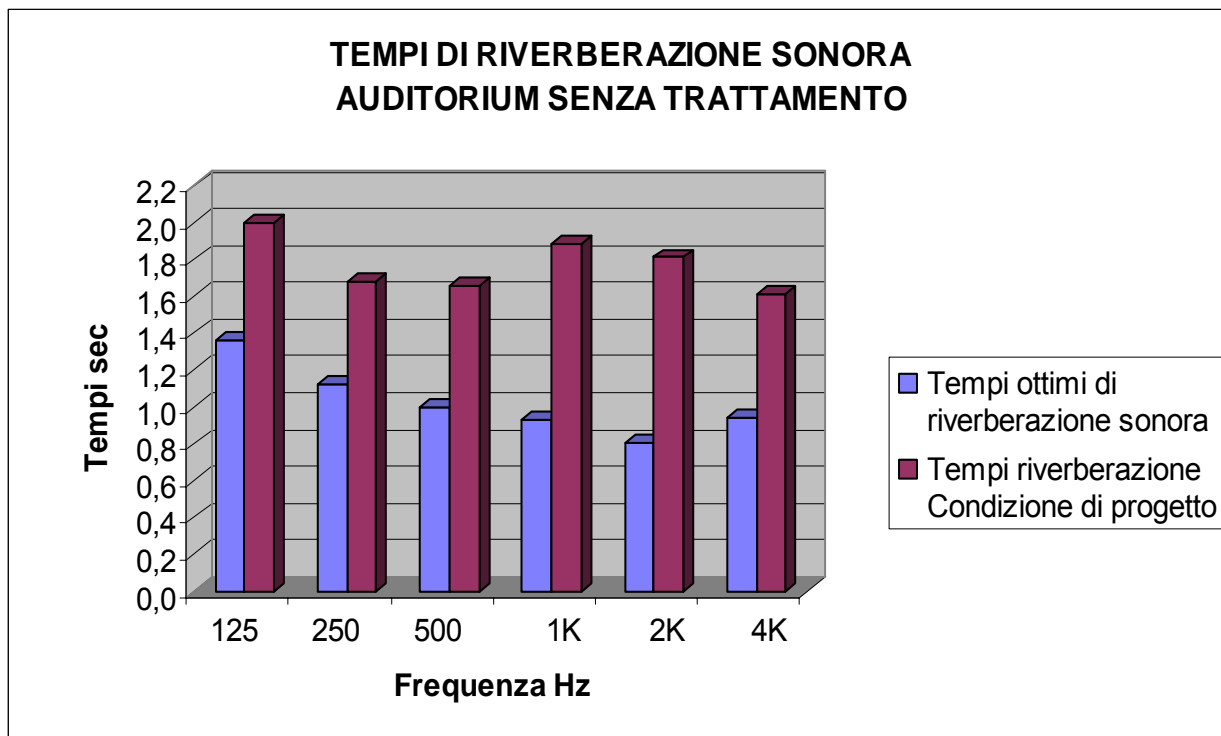


Fig. 21

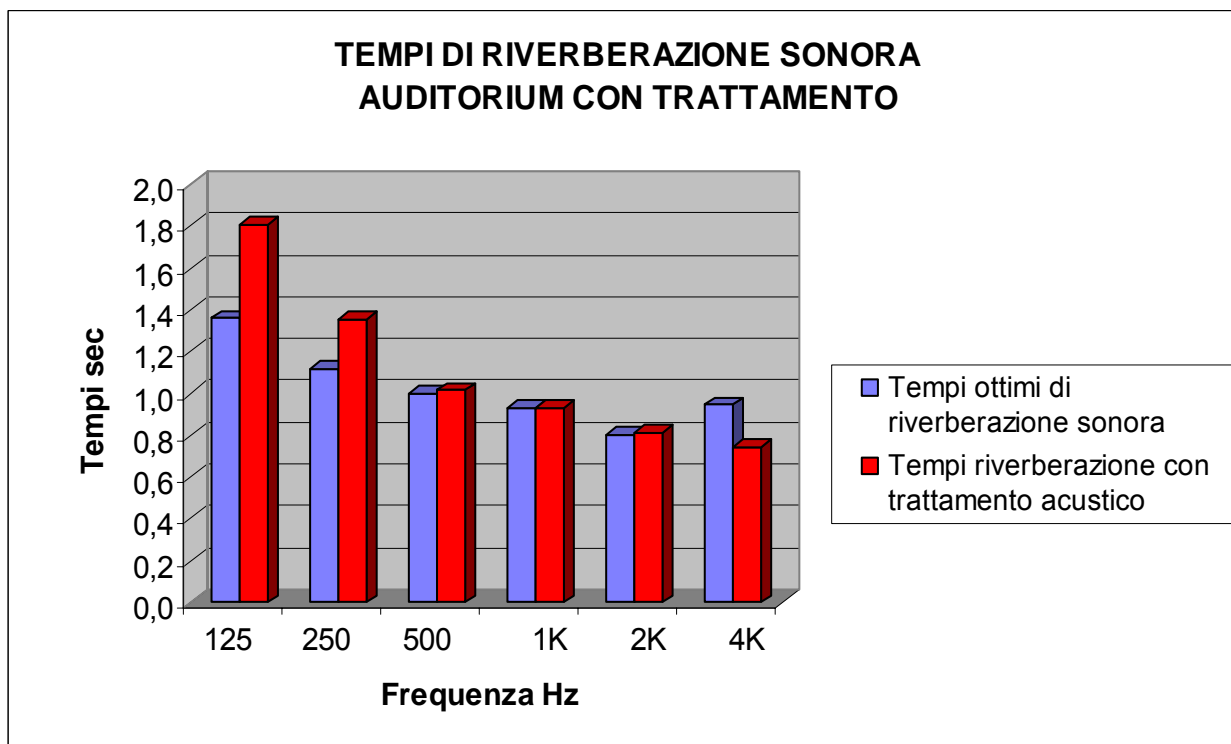


Fig. 22

## **7. RUMORE PRODOTTO DAGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E SUA RIDUZIONE**

La valutazione del rumore prodotto dagli impianti tecnologici in fase progettuale non è semplice a causa di una carenza normativa che imponga ai produttori di dichiarare l'emissione sonora di caldaie, bruciatori, impianti autoclave ed ascensori, in termini di livello di potenza sonora.

Spesso non vengono forniti neppure i valori relativi ai livelli di pressione sonora e, nei rari casi in cui si riesce ad avere qualche dato, non vengono specificate le condizioni e le modalità di misura utili al fine di una comparabilità con la soluzione progettuale individuata.

Soltanto nel settore del condizionamento e della refrigerazione degli ambienti i produttori forniscono le emissioni sonore relative sia ai gruppi frigoriferi sia ai ventilconvettori.

Ci limiteremo pertanto a riportare i pochi dati reperiti e consigliare alcune soluzioni progettuali e le modalità operative di installazione tali da facilitare il rispetto dei parametri di legge, allorché le singole apparecchiature componenti degli impianti non determinino un'emissione sonora particolarmente elevata che si discosti sensibilmente dalla media.

Si esorta comunque a richiedere sempre i certificati ai produttori di componenti di impianti che possano produrre un disturbo acustico.

Gli impianti, oltre alla suddivisione in funzione del funzionamento continuo o discontinuo, vanno distinti anche in funzione delle modalità di trasmissione del disturbo sonoro: per via aerea o per via solida (nel secondo caso il disturbo può anche essere di tipo vibrazionale).

Le modalità di trasmissione derivano da quelle di generazione, ma sono persino più importanti di queste

ultime in quanto condizionano fortemente gli interventi di attenuazione.

In prima analisi, per gli impianti di climatizzazione si può avere trasmissione sia per via aerea che per via solida e di solito è prevalente quella per via aerea, se si hanno movimenti forzati dell'aria, per gli altri impianti la trasmissione avviene principalmente per via solida.

### **7.1. IMPIANTI DI RISCALDAMENTO**

Gli impianti di riscaldamento possono essere suddivisi in funzione del tipo di fluido vettore del calore, ad acqua e ad aria.

Nella maggioranza dei casi, negli edifici per civile abitazione, per uffici, per le aule scolastiche, per l'edilizia ospedaliera il riscaldamento avviene mediante un generatore di calore che riscalda l'acqua che viene inviata, mediante le pompe di circolazione, ai radiatori o ai ventilconvettori.

Il rumore è prodotto dai generatori di calore, dai circolatori e dai ventilatori dei ventilconvettori, se presenti.

Per appartamenti di civile abitazione spesso vengono installati impianti autonomi con caldaie murali a gas nelle quali sono inseriti i circolatori, o caldaie a basamento per unità immobiliari più grandi.

In questo caso la sorgente di rumore è costituita dal generatore di calore ed eventualmente dal fluido, nel caso di presenza di bolle d'aria nell'impianto.

In altre tipologie di edifici il riscaldamento può essere effettuato mediante un impianto di termoventilazione, con un generatore di aria calda, la quale viene convogliata mediante un sistema di canale ed immessa negli ambienti attraverso delle bocchette.

L'emissione sonora è prodotta dal generatore di calore, dai ventilatori e dal flusso dell'aria nelle canale e dalle bocchette di uscita.



Fig. 23 - Caldaia murale



Fig. 24 - Caldaia a basamento

### 7.1.1 IMPIANTI DI RISCALDAMENTO DI PICCOLA POTENZA

Le caldaie murali ed i piccoli generatori di calore a basamento solitamente non determinano una forte emissione sonora e l'esperienza dettata da diverse rilevazioni fonometriche ci consiglia di considerare un livello sonoro, ad un metro di distanza dal generatore, intorno a 40 dB(A) con fattore di direttività 2 per le caldaie murali e di circa 50 dB(A), con fattore di direttività 4, per le caldaie a basamento.

Nei locali adiacenti, considerando il potere fonoisolante delle pareti riportati in allegato, è abbastanza semplice la scelta della struttura idonea al rispetto dei parametri di legge.

Da notare che l'impiego di ventilconvettori, un tempo rumorosi, non crea attualmente problemi di rumore per la scarsa emissione sonora, con ventilatore a basso e medio regime di giri, che la tecnologia ha consentito di raggiungere.

Le caldaie murali vengono talvolta installate all'esterno, condizione che elimina il disturbo acustico all'interno dei locali, grazie anche alla ridotta emissione sonora.

### 7.1.2 IMPIANTI DI RISCALDAMENTO CENTRALIZZATI CON CENTRALE TERMICA

In questo caso i livelli sonori all'interno della centrale termica, determinati dai bruciatori e dalle pompe, possono oscillare tra i 60 e gli 80 dB(A), in funzione della potenza di tali apparecchi.



Fig. 25



Fig. 26

Per gli impianti di grande potenza termica è necessario disporre dei dati di rumorosità perché talvolta i livelli sonori possono superare 85 dB(A) ad un metro dalla sorgente prevalente che è il bruciatore, anche se il livello sonoro, in assenza di trattamento acustico ambientale della centrale termica, non presenta apprezzabili variazioni all'interno del locale.

Nell'installazione delle apparecchiature dovranno essere previsti gli antivibranti per ridurre la trasmissione del rumore per via solida.

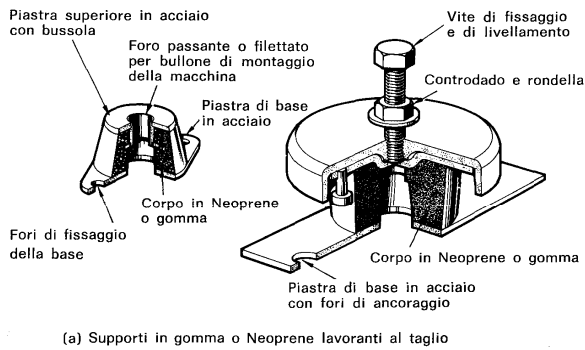
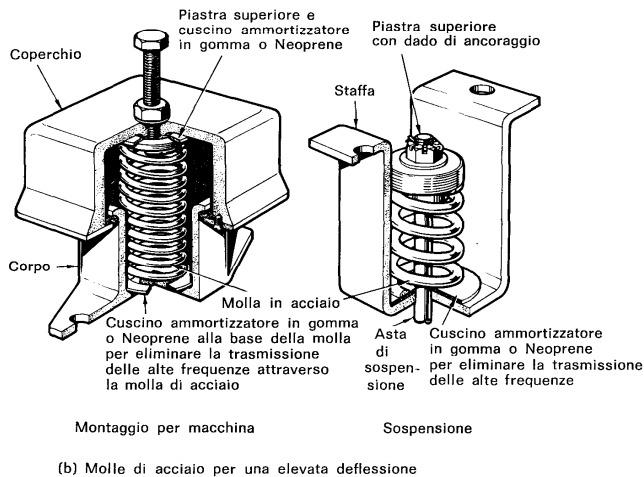


Fig. 27

In commercio si trovano diversi tipi di supporti antivibranti che si individuano in funzione del tipo di apparecchiatura del peso della stessa e del tipo di sollecitazione a cui sono soggetti. Solitamente vengono forniti dai produttori di corredo alle macchine.



(b) Molle di acciaio per una elevata deflessione

Le centrali termiche devono essere progettate in modo da non essere né adiacenti né sottostanti a locali adibiti ad abitazione o comunque utilizzati da persone e devono essere trattate acusticamente con materiali fonoassorbenti e fonoisolanti resistenti al fuoco. Le grandi centrali termiche dovranno essere separate dagli edifici di cui al DPCM 5/12/97.

Nel caso della termoventilazione, con uso di ventilatori e di canale sarà opportuno prevedere dei sistemi di abbattimento del rumore, come i plenum, ad esempio.

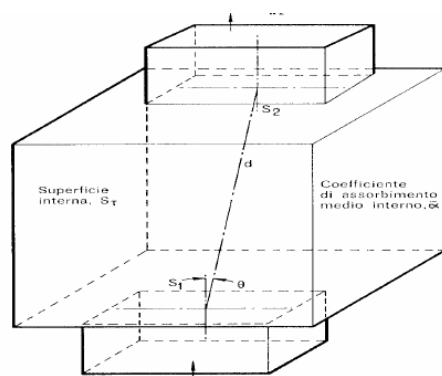
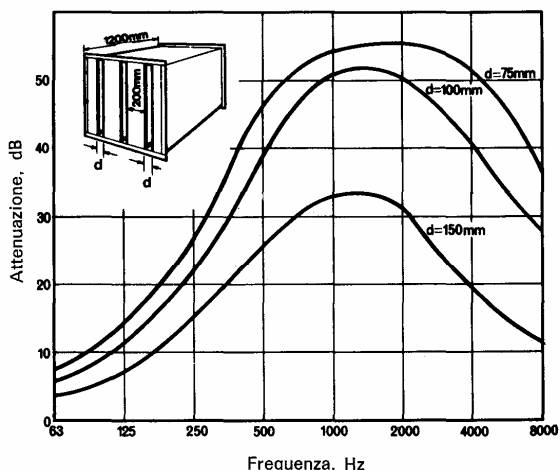


Fig. 28 – Geometria di un plenum



· Valori tipici di attenuazione di un silenziatore a settori

Fig. 29

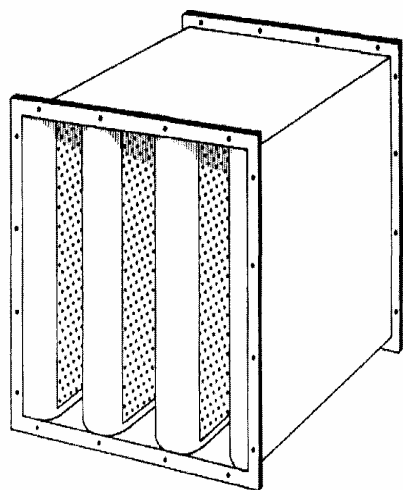


Fig. 30 – Silenziatore rettangolare

Un altro sistema efficace di abbattimento del rumore è costituito dai silenziatori dissipativi a setti fonoassorbenti a sezione rettangolare, oppure di tipo cilindrico, evidenziati nelle figure a lato.

Il locale tecnico dovrà inoltre prevedere il necessario ricambio di aria, per il quale le norme esplicitano le dimensioni delle aperture.

Per elevati livelli sonori prodotti all'interno della centrale termica potranno essere installati, anche in questo caso e su tali aperture, i silenziatori suddetti, tenendo conto del contenuto in frequenza.

I silenziatori dissipativi a setti fonoassorbenti devono essere dimensionati in funzione del rumore prodotto, dell'attenuazione necessaria del livello sonoro e in funzione delle perdite di carico che derivano dal loro utilizzo.

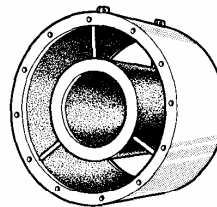
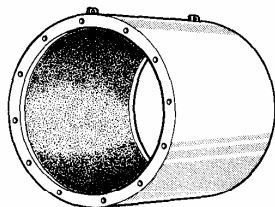
Il produttore dovrà fornire queste caratteristiche.

I setti solitamente hanno spessori che oscillano tra 100 mm e 200 mm in funzione del contenuto in frequenza del rumore.

Per le basse frequenze sarà necessario utilizzare spessori maggiori dei setti.

Da tener presente l'area libera del silenziatore che, nel caso di impiego su canale, non deve ridurre troppo la sezione utile al passaggio dell'aria, evitando di incrementare sensibilmente la velocità e, conseguentemente, le perdite di carico.

**Attenuazione fornita da silenziatori cilindrici di lunghezza pari a 1,5 diametri**



Diam. interno silenz. mm	Frequenza nominale della banda d'ottava							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
300	0	0	2	5	10	12	10	7
380	0	1	3	6	11	11	9	6
480	0	1	4	8	12	11	8	5
600	0	2	5	10	12	10	7	5
760	1	3	6	11	11	9	6	3
960	1	4	8	12	11	8	5	2
1220	2	5	10	12	10	7	4	2
1520	3	6	11	11	9	6	3	2

Diam. interno silenz. mm	Frequenza nominale della banda d'ottava							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
300	3	4	4	10	17	23	25	18
380	4	3	6	12	19	25	22	16
480	5	3	8	15	21	26	20	15
600	4	4	10	17	23	25	18	14
760	3	6	12	19	25	22	16	12
960	3	8	15	21	26	20	15	10
1220	4	10	17	23	25	18	14	9
1520	6	12	19	25	22	16	12	8

Fig. 31 – Silenziatori cilindrici

Per quanto concerne le tubazioni, dovranno inoltre essere installati manicotti elastici per ridurre la propagazione delle vibrazioni nell'impianto e alle strutture cui è fissato. Tale trasmissione del rumore per via solida può essere ridotta con l'impiego di materiali antivibranti nel fissaggio delle stesse. Talvolta è sufficiente utilizzare coppelle o strisce in elastomero sintetico.

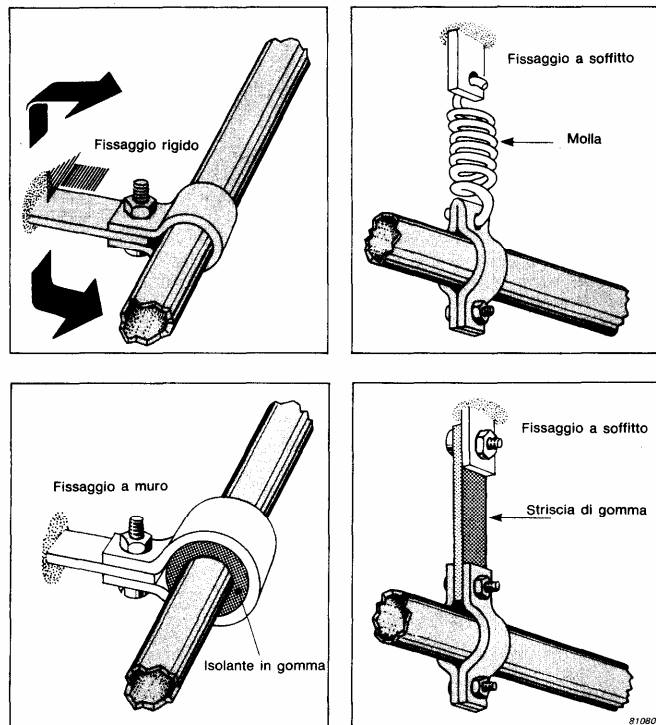


Fig. 32

## 7.2. IMPIANTI CONDIZIONAMENTO E DI REFRIGERAZIONE

Un impianto di condizionamento propriamente detto è un impianto che garantisce il controllo delle condizioni termiche, igrometriche, di movimento e di qualità dell'aria all'interno degli ambienti, nel periodo estivo.

Un impianto che non controlla le condizioni igrometriche, riducendo solo la temperatura degli ambienti, viene definito di "refrigerazione", che è la condizione più frequente.

Spesso nelle abitazioni e negli uffici di dimensioni contenute si trovano piccoli impianti splittati, costituiti da un'unità esterna, il condensatore ed un'unità interna, detta evaporatore.

Negli edifici destinati ai grandi centri commerciali, agli uffici, agli alberghi ed altre tipologie, solitamente vengono installati grandi impianti centralizzati, spesso dotati di un refrigeratore d'acqua, grande unità esterna talvolta installata sulla copertura dell'edificio che, mediante i circolatori, invia l'acqua refrigerata ai ventilconvettori nei vari locali.

Nel caso di refrigeratori aria-aria è l'aria refrigerata che viene inviata ad un sistema di canale che la convogliano nei locali attraverso le bocchette, analogamente agli impianti di termoventilazione.

Riportiamo alcuni dati relativi alle emissioni sonore delle apparecchiature degli impianti di refrigerazione, alcuni dei quali forniti dai produttori ed altri derivanti da indagini fonometriche, ovviamente da considerare come indicativi in quanto variabili in funzione della potenza assorbita, del tipo di compressori e del tipo di ventilatori.

## 7.2.1 IMPIANTI DI REFRIGERAZIONE PER PICCOLI AMBIENTI



Fig. 33

### Unità interna

Riportiamo i valori dei livelli sonori, relativi ad un moderno apparecchio, in funzione della potenza frigorifera:

Potenza 2100 w - 36 dB(A)  
Misurato in camera anecoica ad 1,3 m di distanza con fattore di direttività 4

Potenza 3500 w - 39 dB(A)  
Misurato in camera anecoica ad 1,3 m di distanza con fattore di direttività 4

Fig. 34



### Unità esterna

Per quanto riguarda il condensatore:

Potenza 2100 w - 45 dB(A)  
Misurato in camera anecoica ad 1 m di distanza con fattore di direttività 2

Potenza 3500 w - 48 dB(A)  
Misurato in camera anecoica ad 1 m di distanza con fattore di direttività 2

Occorre fare attenzione che l'unità esterna non sia vicina a finestre, soprattutto se caratterizzate da un potere fonoisolante non particolarmente elevato e che non procurino disturbo acustico ad altri appartamenti vicini.

E' preferibile non utilizzare l'apparecchiatura alla massima potenza e soprattutto al valore massimo del regime di giri dei ventilatori, al quale viene ovviamente prodotta la massima rumorosità.

Una refrigerazione spinta è sempre sconsigliabile per la salute, infatti non è necessario ridurre troppo la temperatura dei locali: una diminuzione di appena 5° C, associata alla conseguente riduzione di umidità relativa dell'ambiente, determina una condizione di benessere psicofisico accettabile.

## 7.2.2 IMPIANTI DI REFRIGERAZIONE CON UNITA' CENTRALE

I grandi impianti sono spesso costituiti dal refrigeratore d'acqua dove le sorgenti sonore sono rappresentate dai compressori del gas frigorifero e dai ventilatori che convogliano l'aria esterna attraverso gli scambiatori di calore.

Per grandi potenze è senz'altro consigliabile la scelta dei compressori a vite, e con ventilatori elicoidali, decisamente più silenziosi rispetto alle tipologie tradizionali.

Essendo ubicati all'esterno, se posti sulla copertura, occorre evitare che vengano installati al di sopra di locali di abitazione.

I supporti devono essere del tipo antivibrante e l'interno del refrigeratore deve essere trattato con materiale fonoassorbente.

Una moderna unità, ad un regime medio produce tra 70 dB(A) e 75 dB(A) con fattore di direttività 2 ad 1 m di distanza intorno alla macchina.

Ovviamente nella parte superiore dove si trovano i ventilatori il livello sonoro può raggiungere circa 80 dB(A).

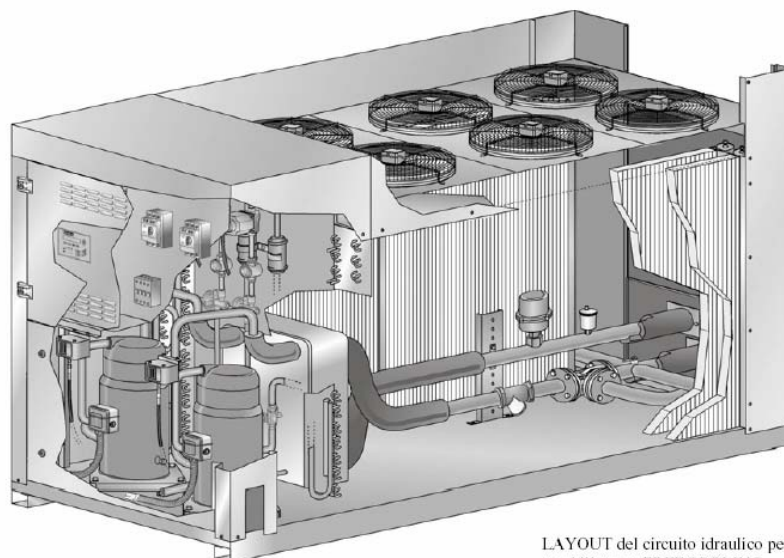
Si raccomanda il reperimento dei certificati acustici anche ai fini del contenimento del disturbo acustico verso terzi.



35 -Refrigeratore d'acqua



36 -Ventilconvettore

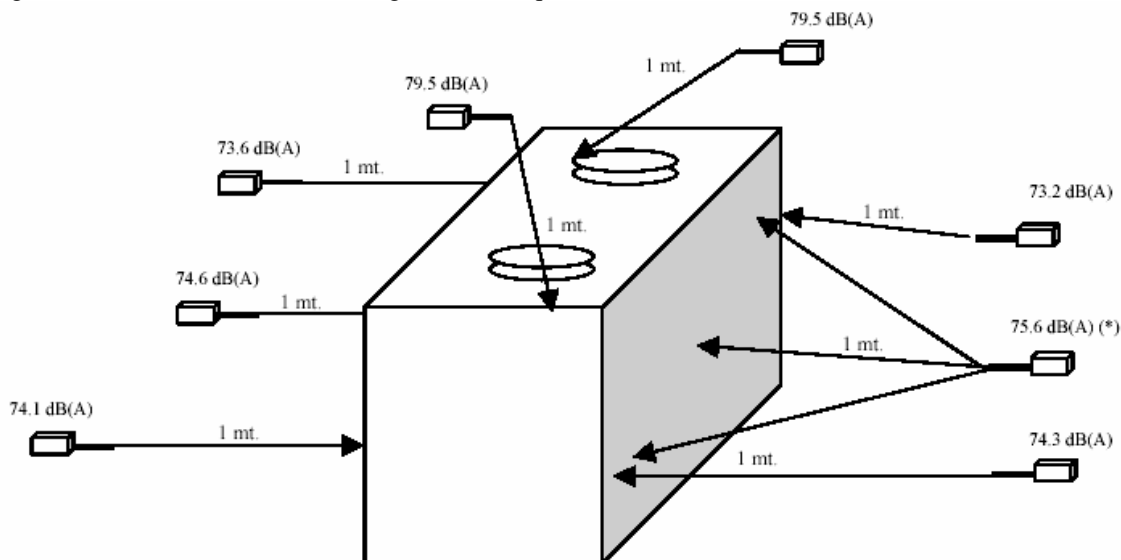


LAYOUT del circuito idraulico per un chiller con FREECOOLING.

Fig. 37



Fig. 38 – Emissioni sonore di un refrigeratore d’acqua



**Rumore prodotto da alcuni tipi di ventilconvettori**

Fig. 39

Potenza termica	W (max.)	2490	3400	4975	7400	8620
	W (med.)	2070	2700	4085	6415	7530
	W (min.)	1610	1915	3380	5115	5420
Potenza frigorifera totale	W (max.)	1000	1500	2400	3400	4190
	W (med.)	890	1330	2055	2800	3640
	W (min.)	720	1055	1570	2310	2840
Numero di ventilatori	n.	1	1	2	2	2
♫ Pressione sonora	dB (A) (max.)	37,5	39,5	39,5	42,5	47,5
	dB (A) (med.)	31,5	33	32,5	35,5	42,5
	dB (A) (min.)	26,5	23	25,5	28,5	33,5
Potenza sonora	dB (A) (max.)	46	48	48	51	56
	dB (A) (med.)	40	41,5	41	44	51
	dB (A) (min.)	35	31,5	34	37	42

Le prestazioni sono riferite alle seguenti condizioni:

- ♫ Pressione sonora misurata in camera semiriverberante di 85 m<sup>3</sup> e con tempo di riverberazione Tr = 0,5s.

Riportiamo di seguito gli esiti di un’indagine fonometrica effettuata su di un tipo di ventilconvettore caratterizzato da elevati livelli sonori.

VENTILCONVETTORE - SINTESI DEI VALORI RILEVATI			
velocità elettroventilatore	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Amax</sub>	L <sub>Amin</sub>
Bassa	39,7	48,0	37,9
Media	44,7	46,0	43,2
Alta	51,7	52,8	50,6

Fig. 40

Le misure sono state eseguite ad 1 m di distanza e ad 1,5 m dal pavimento.

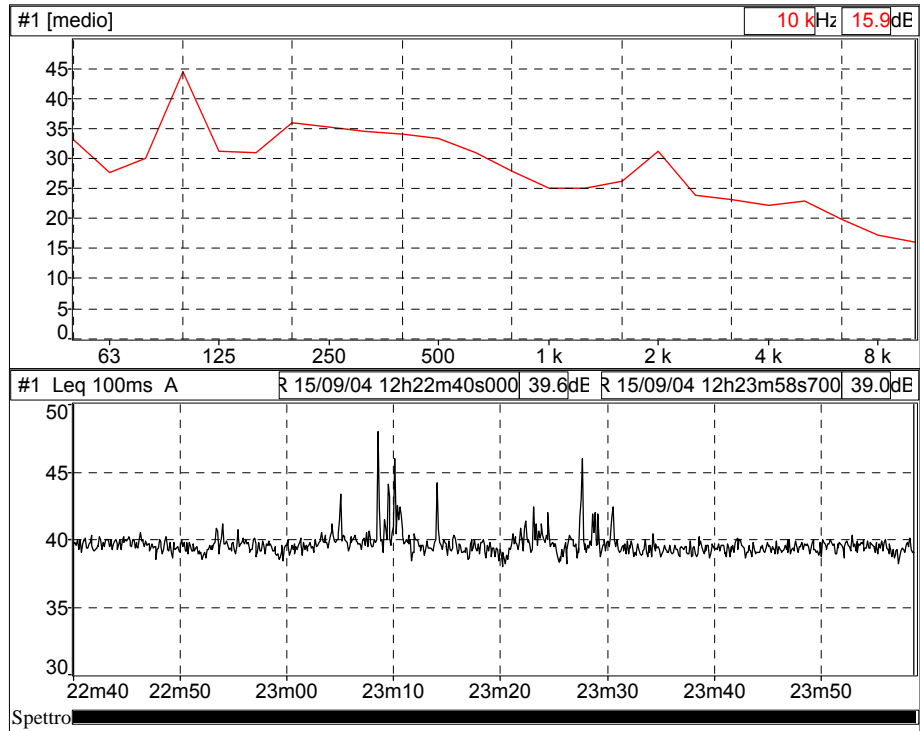


Fig. 41- Spettro e storia temporale del rumore alla minima velocità

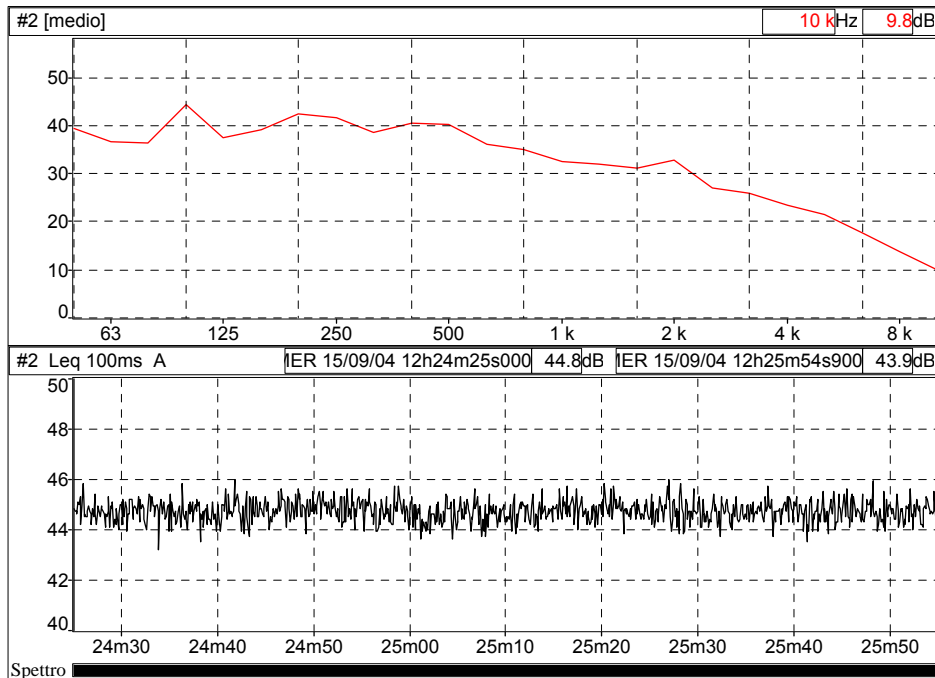


Fig. 42- Spettro e storia temporale del rumore alla media velocità

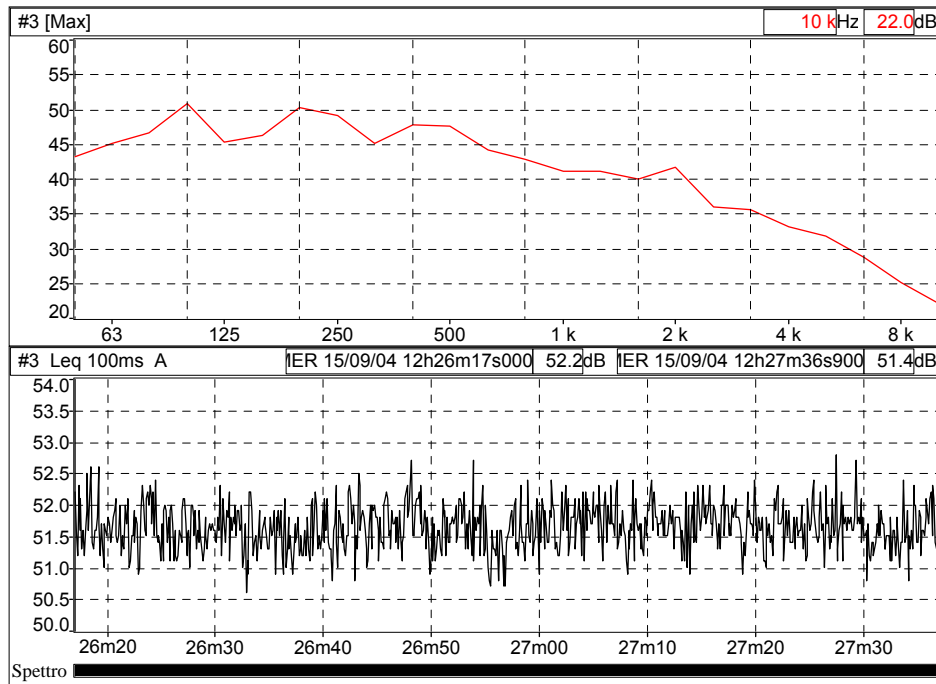


Figura 43 - Spettro e storia temporale del rumore alla massima velocità

### 7.3 IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO DELL'ACQUA

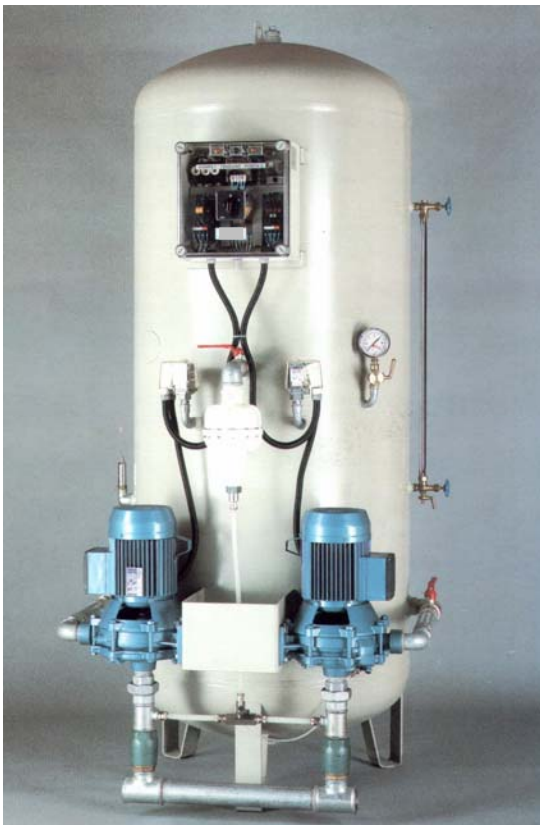


Fig. 44

Gli impianti di sollevamento dell'acqua, detti semplicemente autoclave, rappresentano una delle principali fonti di disturbo acustico per i locali di abitazione.

Raramente però i produttori forniscono i valori di rumorosità delle pompe.

I livelli sonori sono peraltro decisamente variabili in funzione del tipo e della potenza.

Vediamo gli esiti di un'indagine fonometrica relativa al disturbo prodotto dall'impianto ubicato al di sotto di una camera da letto, soluzione assolutamente da scartare.

L'impianto era dotato di pompe di nuova produzione caratterizzate da un livello sonoro di 74,6 dB(A) ad 1 m con fattore di direttività 4, in ambiente riverberante.

Una volta trattato il locale autoclave con materiale fonoassorbente poroso a cella aperta sul soffitto e sulla parete retrostante le pompe, il livello sonoro rilevato nella camera è stato  $L_{Aeq} = 31,1$  dB(A) con  $L_R = 25,2$  dB(A) e  $L_{Amax} = 38,5$  dB(A)

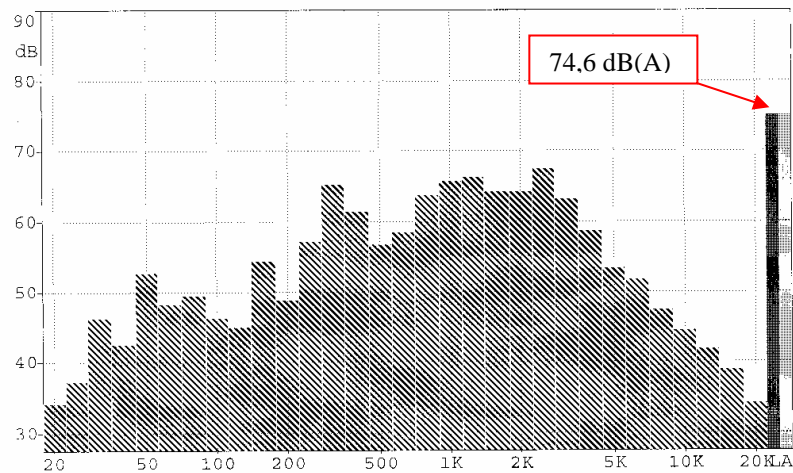


Fig. 45 – Locale autoclave

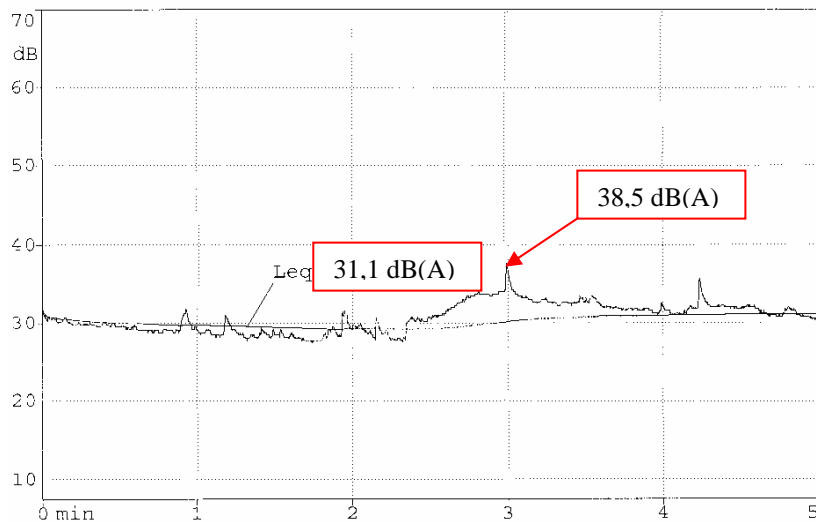


Fig. 46 – Camera soprastante

Come già citato, è bene non far confinare locali di abitazione e, a maggior ragione, camere da letto con locali tecnici con l'impianto di sollevamento dell'acqua.

I locali dovranno essere sempre trattati con materiale fonoassorbente sulla superficie più ampia possibile ed un'attenzione particolare merita la porta del locale, spesso realizzata in lamiera semplice, né antirombata, né caratterizzata da un adeguato potere fonoisolante e con un'apertura per il ricambio dell'aria nel locale.

Sull'apertura potrà essere installata una griglia con persiana fonoassorbente e l'interno potrà essere trattato mediante incollaggio di materiale fonoassorbente e fonoisolante in materiale poroso a cella aperta, incombustibile, dotato all'interno di una lamina di piombo o di elastomero appesantito che costituisce il septum fonoisolante.

Un'altra condizione da tenere in considerazione è il volume del serbatoio in pressione.

Un serbatoio troppo piccolo induce un funzionamento intermittente e frequente delle pompe, che non tutela la durata degli avvolgimenti elettrici.

Ma condizione peggiore è il funzionamento dell'apparecchio anche con piccoli consumi di acqua, anche nel periodo notturno, che solitamente ingenerano il disturbo.

Persiane fonoassorbenti



Modello	Spessore in mm	Frequenze centrali delle bande d'ottava in Hz							
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
R	305	5	7	11	12	13	14	12	9
2R	610	6	12	15	21	24	27	25	20

Fig. 47

#### 7.4 IMPIANTI ASCENSORE

Gli impianti ascensore sono sempre più diffusi in Italia che, con oltre 750.000 impianti, è il Paese al mondo con numero maggiore di ascensori.

Talvolta, per l'ubicazione e la tipologia delle macchine e della destinazione dei locali adiacenti al vano corsa della cabina, si rileva un disturbo acustico non trascurabile.

Gli ascensori tradizionali sono di tipo elettrico, con argano alla sommità dell'impianto e oleodinamico, con centralina idraulica a piano terra.

Ma oggigiorno si stanno affermando sostanzialmente due soluzioni:

- alloggiamento del motore di tipo oleodinamico in appositi armadi di ridotte dimensioni (centralina flat) da porsi nei locali scantinati o in appositi vani adiacenti all'ascensore;
- collocazione del motore di tipo assiale all'interno del vano ascensore, con azionamento a frequenza variabile .

Nel primo caso il rumore del motore è concentrato nella centralina, che dovrà essere isolata sia ai rumori aerei che alle vibrazioni trasmesse; nel secondo caso il rumore del motore è confinato all'interno del vano ascensore. I produttori degli apparecchi forniscono valori di rumorosità, rilevati ad 1 m dalla macchina, pari a circa 65-70 dBA per il primo tipo e di circa 50-55 dBA per il secondo tipo. Nei grafici di figura 50 sono rappresentate le storie temporali del rumore prodotto dal motore di una comune centralina rilevato ad 1 m di distanza con costante di tempo slow, rispettivamente in fase di salita e discesa.

## 7.4.1 ASCENSORI ELETTRICI

Ascensore elettrico tradizionale con locale macchine alla sommità del vano corsa.  
 Il rumore prevalente è dato dal gruppo motore – argano, dagli attriti sulle guide e dalle porte di cabina e di piano.

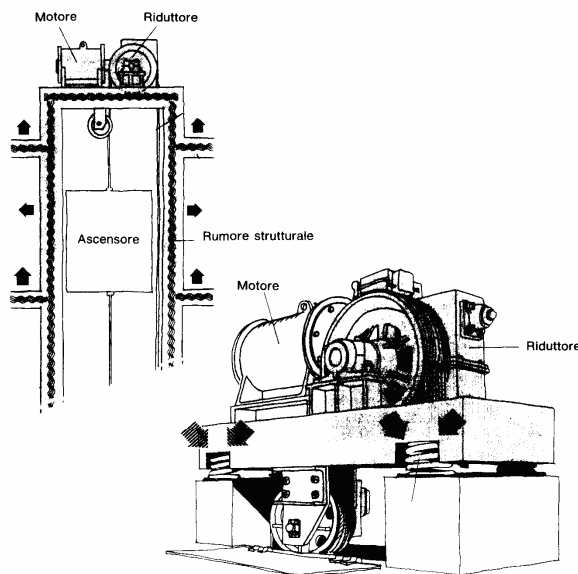


Fig. 47

Riportiamo un'indagine fonometrica condotta su un impianto ascensore di tipo elettrico. Ovviamente i dati saranno rappresentativi solo a seguito di un alto numero di indagini.

Punto di misura	Leq dB(A)
Locale macchine salita	70,4
Locale macchine discesa	70,2
Interno cabina ascensore salita	56,6
Interno cabina ascensore discesa	56,1

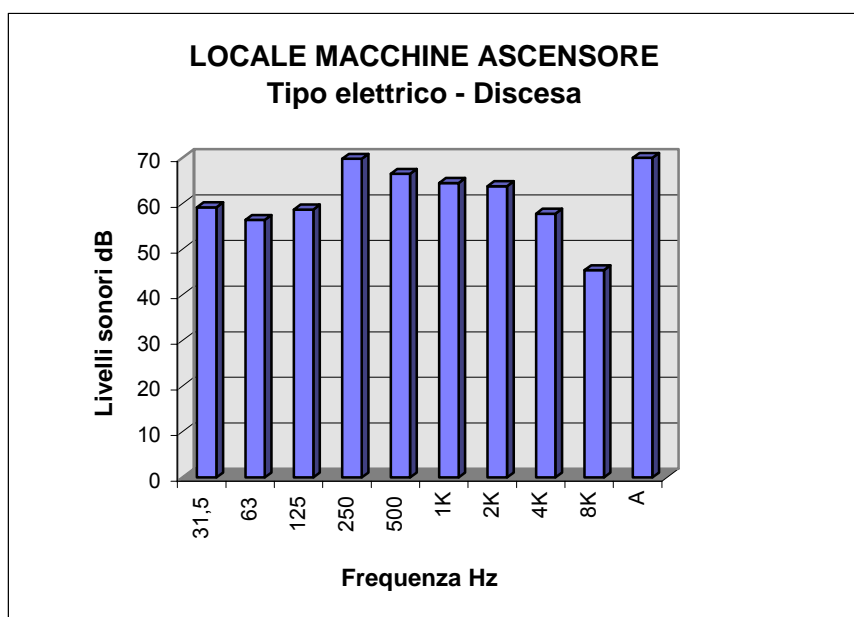


Fig. 48

## Rilievi all'interno dell'appartamento disturbato.

<i>Punto di misura</i>	<i>Leq dB(A)</i>	<i>L<sub>ASMAX</sub> dB(A)</i>
Ingresso Lr	22,3	
Ingresso La	37,3	
Ingresso La mis. 2	38,8	40,2
Ingresso La mis. 3	36,9	
Ingresso La mis. 4	38,4	
Disimpegno Lr	21,8	
Disimpegno La	36,2	
Disimpegno La mis. 2	34,9	
Disimpegno La mis. 3	36,1	
Disimpegno La mis. 4	36,4	38,7
Camera Lr	25,3	
Camera La	37,5	
Camera La mis. 2	36,9	
Camera La mis. 3	38,6	42,3
Camera La mis. 4	36,4	

## Interventi consigliati per la riduzione del rumore

1. Interventi attivi: sostituzione del motore con un altro meno rumoroso.
2. Interventi passivi: Incremento del potere fonoisolante delle pareti del locale macchine dell'ascensore. Potrebbe essere utilizzata una controparete fonoisolante preaccoppiata costituita da cartongesso di spessore 12,5 mm e lana di vetro ad alta densità di spessore minimo 40 mm.. Di notevole importanza è l'incremento del fonoassorbimento delle pareti del locale per la riduzione del livello sonoro riflesso, pertanto è consigliabile l'installazione, per incollaggio sulla superficie in vista del cartongesso, di pannelli in fibra minerale agglomerata caratterizzati da una resistenza al fuoco di 120 minuti.

Inoltre è importante:

- mantenere l'impianto in ottimo stato di efficienza e di conservazione;
- verificare le condizioni di lubrificazione per evitare attriti e rumori inutili.

## 7.4.2 ASCENSORI OLEODINAMICI

Centralina idraulica ascensore oleodinamico tradizionale con locale macchine.  
Il quadro elettrico non deve essere installato sulla centralina ma separato, a causa della trasmissione di vibrazioni ed importante è l'uso di supporti antivibranti.  
Anche in questo caso il locale dovrà avere pareti con un adeguato fonoisolamento.  
Le superfici del locale dovranno essere fonoassorbenti e resistenti al fuoco.

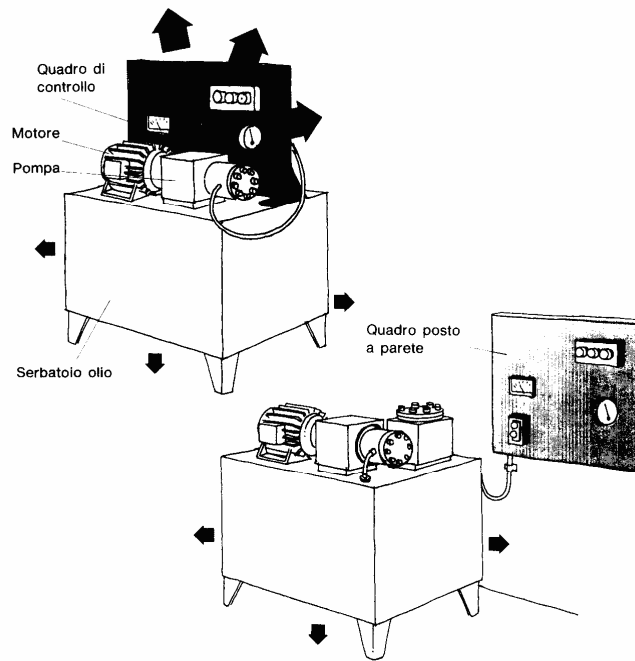


Fig. 49

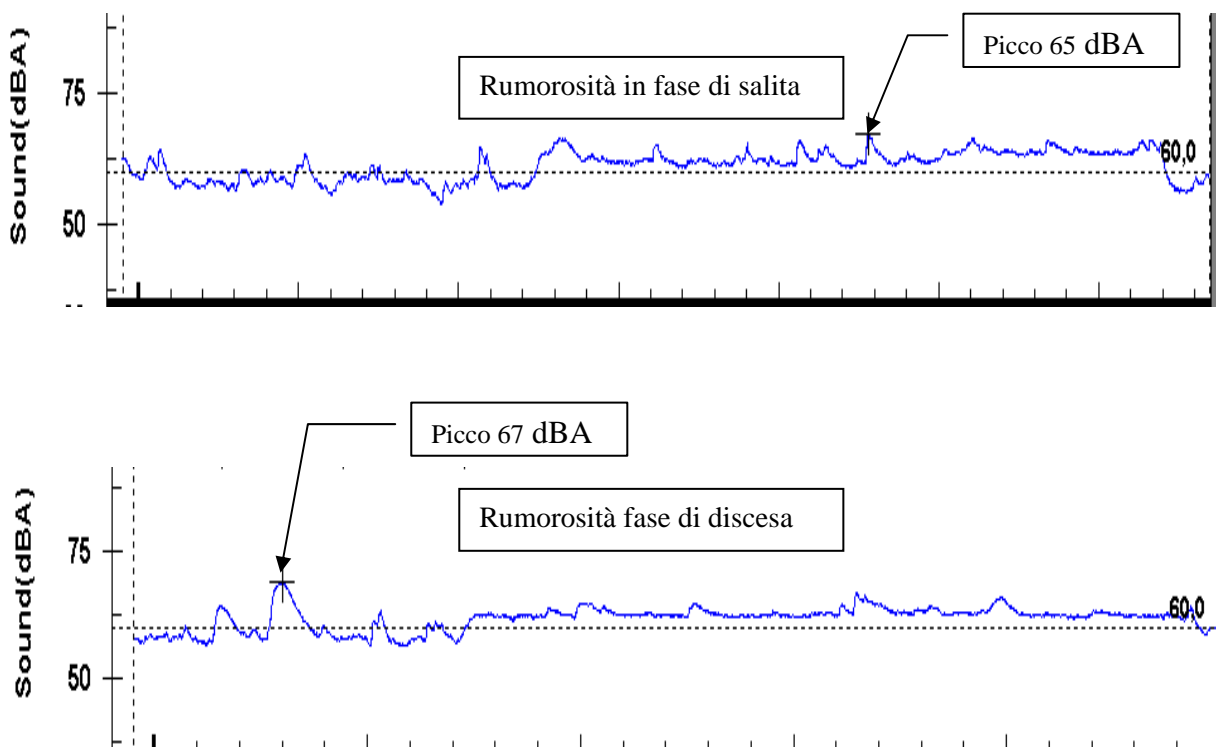


Fig. 50 - Storia temporale del rumore di una centralina



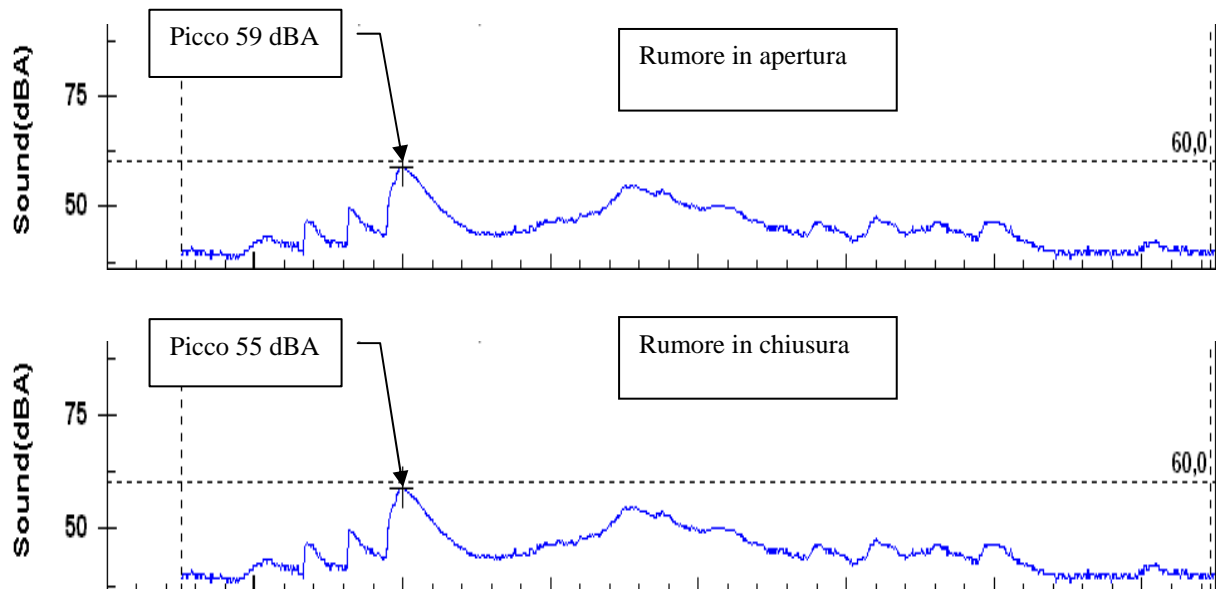


Fig. 51 - Storia temporale del rumore prodotto dall'apertura e chiusura delle porte ascensore

### 7.4.3 ALTRI TIPI DI ASCENSORE

Ascensore oleodinamico con centralina nel vano ascensore



Fig. 52

Ascensore elettrico con argano in fossa

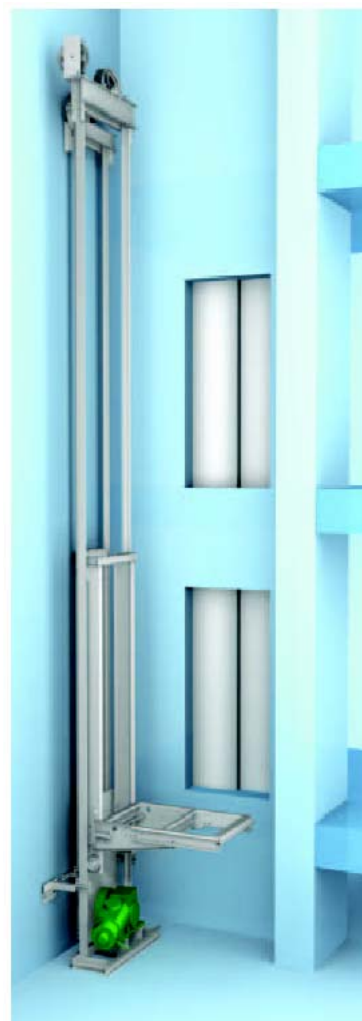


Fig. 53

## Ascensore monospazio con argano nel vano ascensore



Fig. 54

Questi tipi di impianti non prevedono il locale macchine, pertanto dovranno essere dotati di motori particolarmente silenziosi, altrimenti l'inquinamento acustico potrebbe propagarsi in tutto il vano corsa con incremento del disturbo rivolto ai locali di abitazione adiacenti.

Sono ascensori di ultima generazione e senz'altro la progettazione tiene conto del problema.

Importante sarà comunque avere i dati di emissione sonora al fine di una corretta realizzazione del vano corsa, ai fini della tipologia di pareti e per valutare l'eventuale necessità di un trattamento acustico delle stesse, all'interno del vano corsa.

## 7.5 PORTE SILENTI

Le porte dei locali tecnici, spesso non sono oggetto di un'accurata progettazione, determinando così un punto debole nella protezione acustica delle costruzioni.

E' importante conoscere i livelli sonori prodotti dalle apparecchiature, congiuntamente all'analisi in frequenza che ci consente di individuare la tipologia della porta più indicata.



Si riportano a scopo indicativo le caratteristiche dimensionali ed acustiche di una porta per i locali tecnici.

In commercio sono disponibili diversi tipi con ampie possibilità di scelta.

Classe STC	Spessore mm	Frequenze centrali delle bande d'ottava, Hz								Rapporto di prova N°.	Peso kg/m <sup>2</sup>
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Attenuazione per trasmissione, dB											
43	45	15	21	40	41	43	44	51	56	815-29-95	34
47	64	-	23	41	43	47	52	56	-	TL-70-188	36
49	64	19	28	40	46	50	53	55	60	618-2-87	36
51	64	20	27	46	50	52	52	58	63	815-19c-94	44
53	64	22	30	47	52	53	52	58	65	815-17-94	54
54	89	23	32	51	53	52	51	61	66	815-23h-94	78
61	89	23	35	53	58	60	62	68	73	815-23i-94	80
64	127	26	37	56	61	65	66	70	75	815-24-94	88

Fig. 55

## 7.6 IMPIANTI DI SCARICO IDRICO

L'acqua, nel suo processo di caduta gravitazionale, non segue un percorso lineare ma entra in cavitazione creando un vortice e determinando una turbolenza con conseguente produzione di rumore e vibrazioni.

Osservando gli impianti sanitari, l'effetto di cavitazione all'interno delle tubazioni genera vibrazioni anche abbastanza intense; ciò non rappresenterebbe un grosso problema se le pareti in aderenza alle tubazioni non fungessero da cassa di risonanza. Per ovviare a questi fenomeni si dovrà ricorrere ad opportune fasciature che ne inibiscano la trasmissione.

Allo scopo di caratterizzare le sorgenti di rumore costituite dai servizi sanitari, sono stati fatti dei rilievi di rumore durante il funzionamento, ad 1 m di distanza, di tipici apparecchi costituiti da:

- scarico cassetta di vasi, con posizione della cassetta esterna a soffitto, a zaino e incassata nella muratura;
- lavabo;
- doccia (parzialmente schermata).

Fig. 56

TABELLA I SINTESI DEI VALORI RILEVATI				
APPARECCHIO	$L_{Aeq}$	$L_{ASmax}$	$L_{ASmin}$	Durata riempimento (s)
wc con cassetta a soffitto	63,6	73,4	35,9	50
wc con cassetta a zaino da incasso	63,4	77,4	27,4	90
wc con cassetta a zaino esterna	58,3	72,5	21,3	140
Lavabo	67,4	68,7	38,4	-
Doccia	61,0	63,8	48,1	-

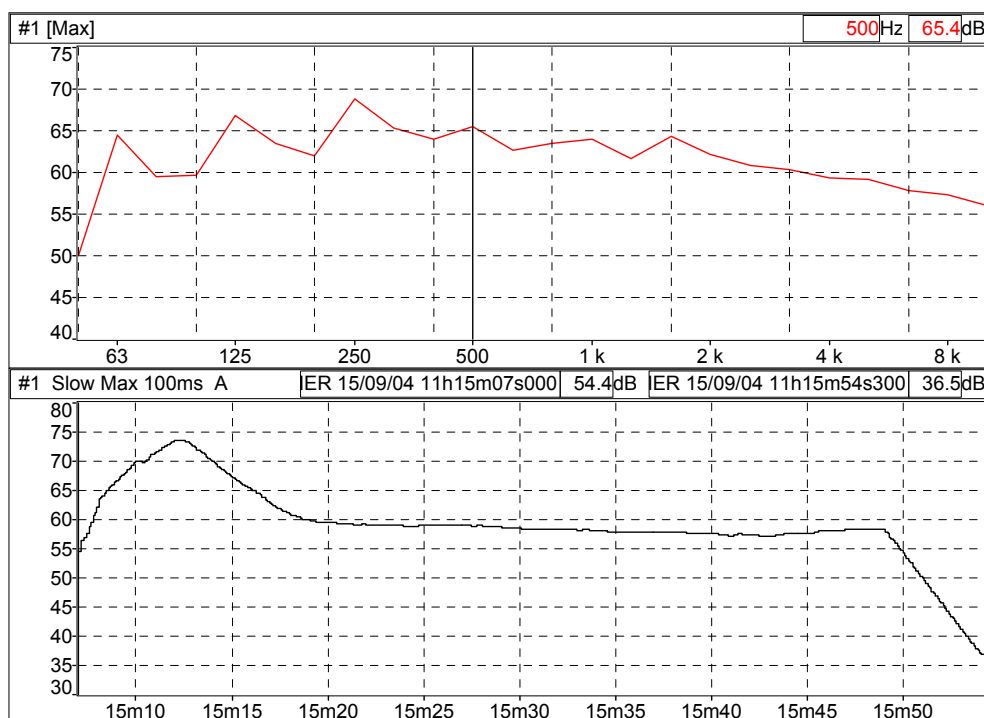


Fig. 57- Spettro e storia temporale di scarico cassetta posta a soffitto

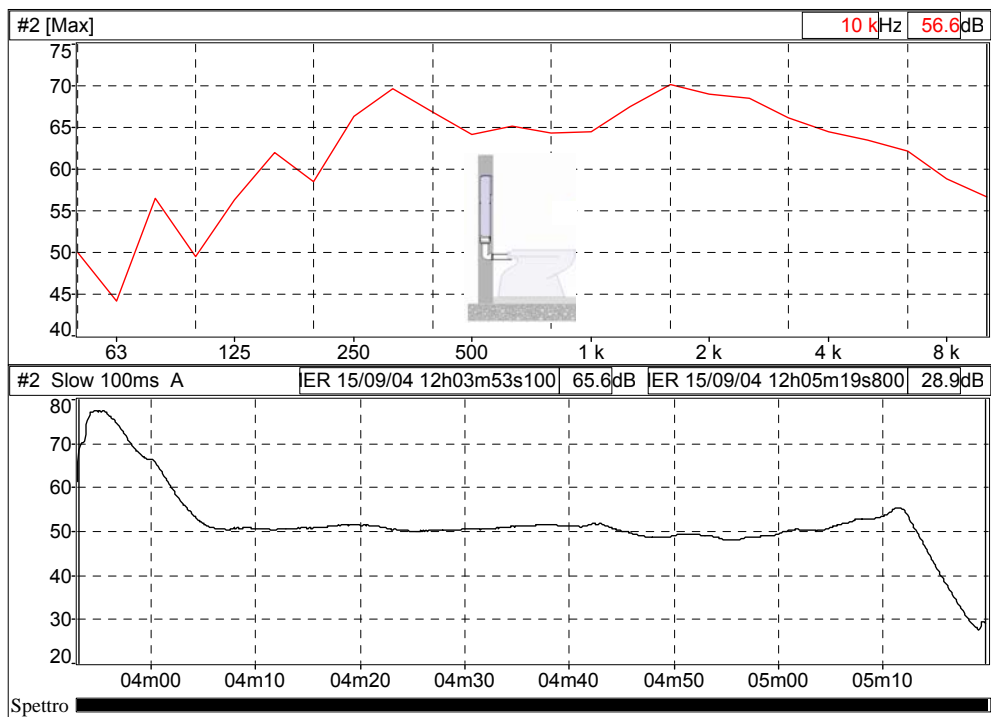


Fig. 58 - Spettro e storia temporale di scarico cassetta a zaino incassata

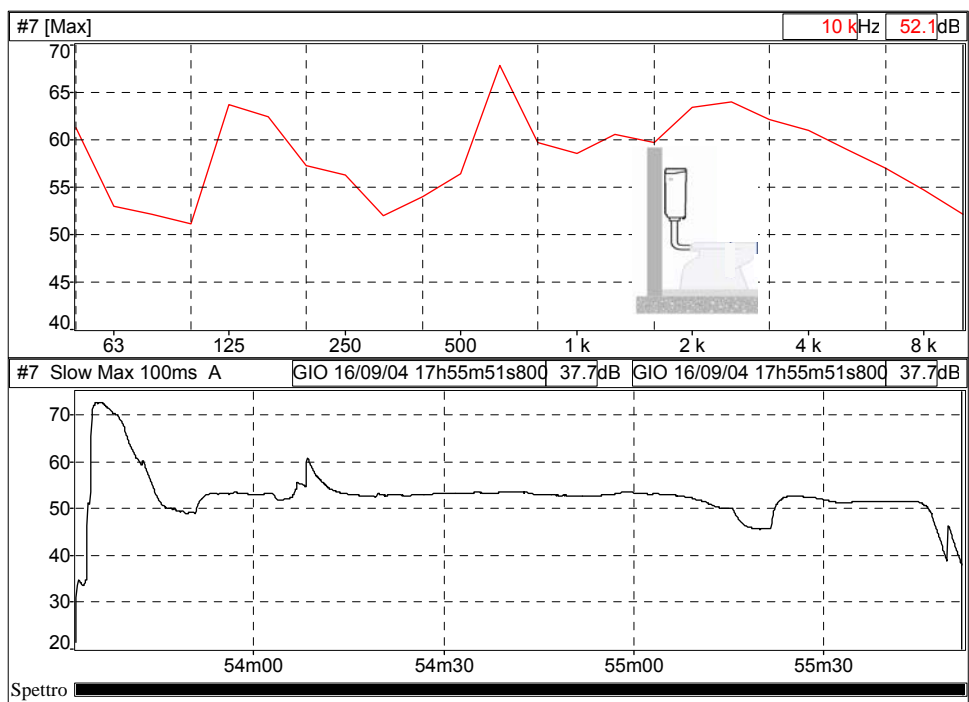


Fig. 59 - Spettro e storia temporale di scarico cassetta a zaino esterna

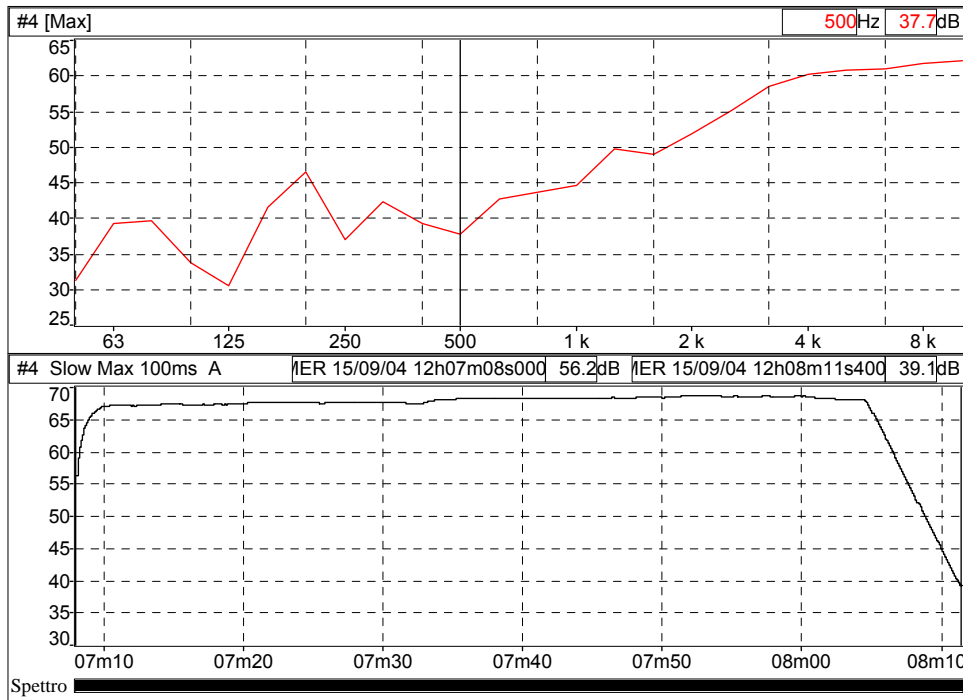


Fig. 60 - Spettro e storia temporale di lavabo

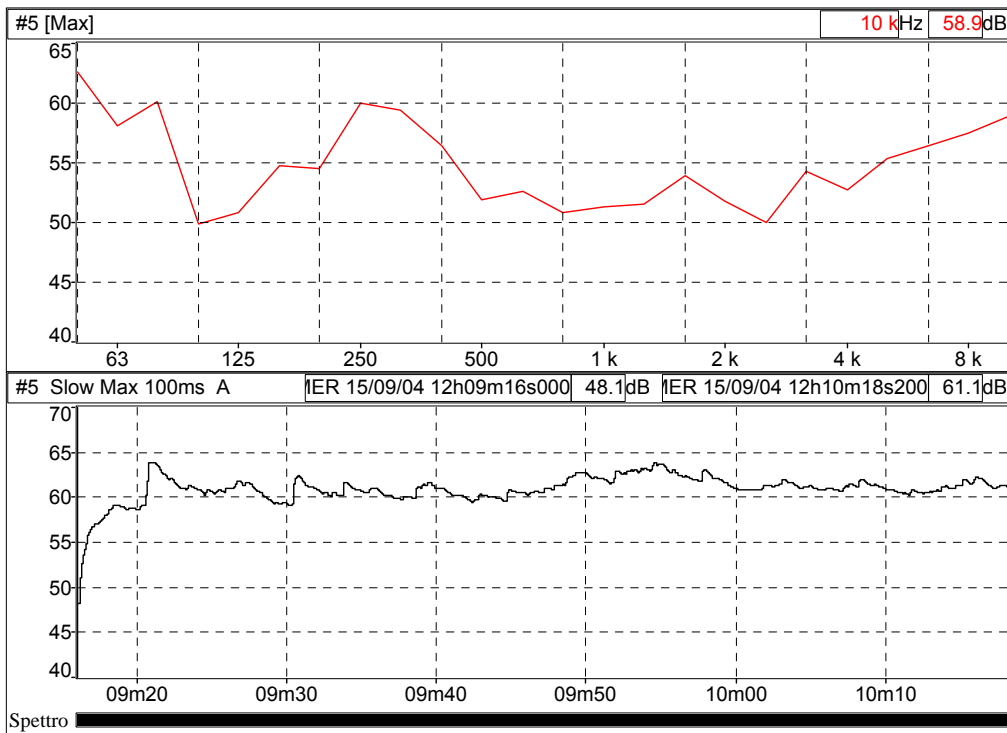
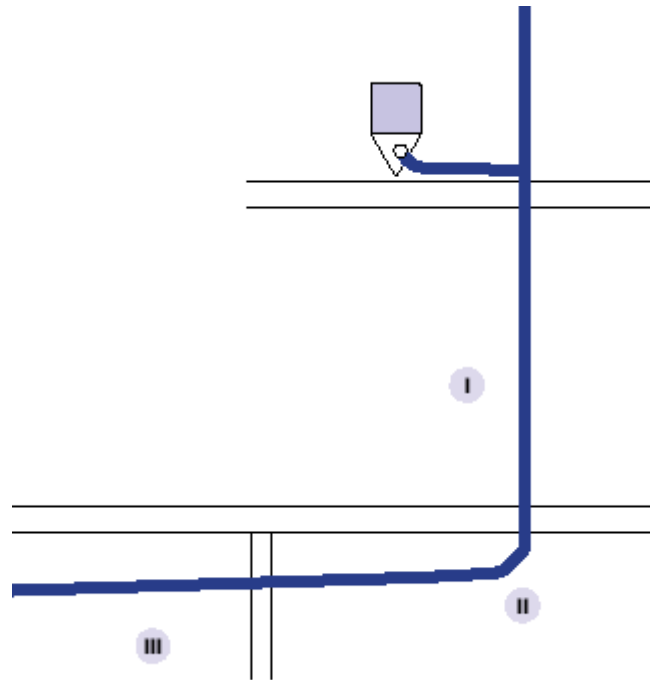


Fig. 61- Spettro e storia temporale di una doccia



Tipo di rumore		PE senza isolamento	
		WC	Deflusso continuo 50 l/min
I	Rumore della caduta	61	58
II	Rumore dell'urto	64	61
III	Rumore del deflusso	50	47

Fig. 62

*Criteria di montaggio degli apparecchi sanitari che consentono di limitare la propagazione dei rumori alle strutture di sostegno*

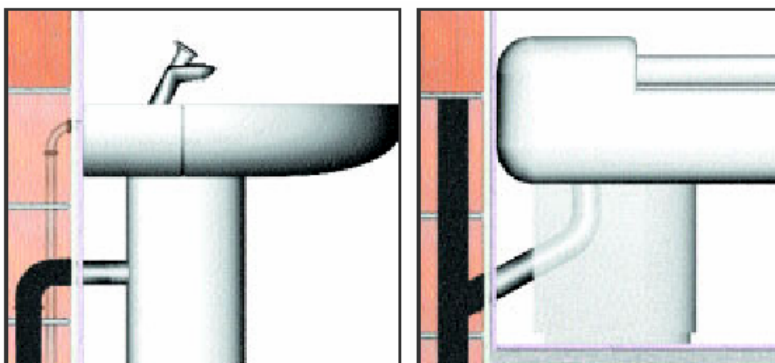


Fig. 63

L'isolamento per le tubazioni e scarichi già silenziati sono reperibili in commercio con i relativi certificati acustici.

## 7.7 ALTRI ACCORGIMENTI PER MIGLIORARE L'ISOLAMENTO ACUSTICO

Le scatole di derivazione dell'impianto elettrico, le tubazioni dell'impianto idro-termosanitario e le cassette dei w.c., gli aspiratori e/o estrattori, le tubazioni degli impianti di condizionamento dell'aria, devono essere posizionati in modo da non compromettere il corretto fonoisolamento del fabbricato, senza ridurre, quando possibile, lo spessore delle pareti, ma realizzando appositi alloggi esterni alle pareti oppure realizzando strutture doppie tali da garantire un adeguato potere fonoisolante, soluzione che purtroppo, ai fini di un'estetica migliore, richiede volumi decisamente maggiori.

Le tubazioni di adduzione dell'acqua calda e fredda devono essere realizzate in polipropilene, che oltre a garantire una buona biocompatibilità, resistenza alla corrosione chimica ed elettrochimica, riduce la propagazione delle vibrazioni e coibentate con coppelle elastomeriche espanse e fonoassorbenti.

Occorre fare particolare attenzione alla sigillatura in corrispondenza delle tubazioni dell'impianto idro-termo-sanitario, delle tubazioni di ventilazione e/o aspirazione, delle scatole di derivazione dell'impianto elettrico per non determinare la presenza di fughe con conseguente riduzione del fonoisolamento delle strutture.

Opportuno sarà anche disgiungere meccanicamente le pareti dai solai con l'inserimento di guaine elastomeriche, al fine di ridurre la componente di propagazione per via solida dell'onda sonora.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- Ian Sharland – L'attenuazione del rumore – Ed. Woods Italiana
- Cyril M. Harris – Manuale di controllo del rumore – Tecniche Nuove
- Bruel & Kjaer – Il controllo di rumori e vibrazioni: tecniche di previsione e d'intervento
- Renato Spagnolo – Manuale di acustica applicata - Utet
- ISPESL – Metodologie ed interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro - Manuale di buona pratica
- ANIT – Manualetto di acustica edilizia
- Simone Secchi – Stima delle prestazioni acustiche passive degli edifici e dei loro componenti
- M. Novo, S. Restelli, F. Saibene, S. Novo – Acustica Edilizia
- Anna Callegari, Andrea Franchini – Rassegna degli effetti derivanti dall'esposizione al rumore
- Paolo Rognini – Rumore e salute
- Paolo Oliaro – Controllo del rumore degli impianti tecnologici.
- G. Cellai, G. Raffaellini, S. Secchi - principali sorgenti di rumore negli alberghi: analisi delle criticità e possibili soluzioni
- Ghirrotto edilizia – Normativa e fisica tecnica.

## 9. APPENDICE

Di seguito sono riportati le norme di legge, la normativa tecnica di riferimento e le banche dati con potere fonoisolante di strutture di largo impiego e coefficienti di fonoassorbimento di alcuni tipi di materiali.

Si consiglia comunque di acquisire i certificati relativi dai produttori ed allegarli alla relazione tecnica.

# **L'ACUSTICA IN EDILIZIA**

*LINEE GUIDA  
PER LA VALUTAZIONE DEI*

*Requisiti acustici passivi degli edifici*

*D.P.C.M. 5/12/97*

*APPENDICE*



## **LEGGE 26 OTTOBRE 1995, N. 447**

Legge quadro sull'inquinamento acustico.

(Pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale 30 ottobre 1995, n. 254)

### **Art. 1. Finalità della legge.**

1. La presente legge stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 117 della Costituzione.

2. I principi generali desumibili dalla presente legge costituiscono per le regioni a statuto speciale e per le province autonome di Trento e di Bolzano norme fondamentali di riforma economico-sociale della Repubblica.

### **Art. 2. Definizioni.**

1. Ai fini della presente legge si intende per:

a) inquinamento acustico: l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi;

b) ambiente abitativo: ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.Lgs. 15 agosto 1991, n. 277 (2), salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive;

c) sorgenti sonore fisse: gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali ed agricole; i parcheggi; le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; le aree adibite ad attività sportive e ricreative;

d) sorgenti sonore mobili: tutte le sorgenti sonore non comprese nella lettera c);

e) valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;

f) valori limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori;

g) valori di attenzione: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente;

h) valori di qualità: i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge.

2. I valori di cui al comma 1, lettere e), f), g) e h), sono determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo della giornata e della destinazione d'uso della zona da proteggere.
3. I valori limite di immissione sono distinti in:
- a) valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
  - b) valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.
4. Restano ferme le altre definizioni di cui all'allegato A al decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 57 dell'8 marzo 1991.
5. I provvedimenti per la limitazione delle emissioni sonore sono di natura amministrativa, tecnica, costruttiva e gestionale. Rientrano in tale ambito:
- a) le prescrizioni relative ai livelli sonori ammissibili, ai metodi di misurazione del rumore, alle regole applicabili alla fabbricazione;
  - b) le procedure di collaudo, di omologazione e di certificazione che attestino la conformità dei prodotti alle prescrizioni relative ai livelli sonori ammissibili; la marcatura dei prodotti e dei dispositivi attestante l'avvenuta omologazione;
  - c) gli interventi di riduzione del rumore, distinti in interventi attivi di riduzione delle emissioni sonore delle sorgenti e in interventi passivi, adottati nei luoghi di immissione o lungo la via di propagazione dalla sorgente al ricettore o sul ricettore stesso;
  - d) i piani dei trasporti urbani ed i piani urbani del traffico; i piani dei trasporti provinciali o regionali ed i piani del traffico per la mobilità extraurbana; la pianificazione e gestione del traffico stradale, ferroviario, aeroportuale e marittimo;
  - e) la pianificazione urbanistica, gli interventi di delocalizzazione di attività rumorose o di ricettori particolarmente sensibili.
6. Ai fini della presente legge è definito tecnico competente la figura professionale idonea ad effettuare le misurazioni, verificare l'ottemperanza ai valori definiti dalle vigenti norme, redigere i piani di risanamento acustico, svolgere le relative attività di controllo. Il tecnico competente deve essere in possesso del diploma di scuola media superiore ad indirizzo tecnico o del diploma universitario ad indirizzo scientifico ovvero del diploma di laurea ad indirizzo scientifico.
7. L'attività di tecnico competente può essere svolta previa presentazione di apposita domanda all'assessorato regionale competente in materia ambientale corredata da documentazione comprovante l'aver svolto attività, in modo non occasionale, nel campo dell'acustica ambientale da almeno quattro anni per i diplomati e da almeno due anni per i laureati o per i titolari di diploma universitario.
8. Le attività di cui al comma 6 possono essere svolte altresì da coloro che, in possesso del diploma di scuola media superiore, siano in servizio presso le strutture pubbliche territoriali e vi svolgano la propria attività nel campo dell'acustica ambientale, alla data di entrata in vigore della presente legge.

9. I soggetti che effettuano i controlli devono essere diversi da quelli che svolgono le attività sulle quali deve essere effettuato il controllo.

### **Art. 3. Competenze dello Stato.**

1. Sono di competenza dello Stato:

a) la determinazione, ai sensi della L. 8 luglio 1986, n. 349 (3), e successive modificazioni, con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro della sanità e sentita la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, dei valori di cui all'articolo 2;

b) il coordinamento dell'attività e la definizione della normativa tecnica generale per il collaudo, l'omologazione, la certificazione e la verifica periodica dei prodotti ai fini del contenimento e dell'abbattimento del rumore; il ruolo e la qualificazione dei soggetti preposti a tale attività nonché, per gli aeromobili, per i natanti e per i veicoli circolanti su strada, le procedure di verifica periodica dei valori limite di emissione relativa ai prodotti medesimi. Tale verifica, per i veicoli circolanti su strada, avviene secondo le modalità di cui all'articolo 80 del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni;

c) la determinazione, ai sensi del D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616, con decreto del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro della sanità e, secondo le rispettive competenze, con il Ministro dei lavori pubblici, con il Ministro dei trasporti e della navigazione e con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, delle tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico, tenendo conto delle peculiari caratteristiche del rumore emesso dalle infrastrutture di trasporto;

d) il coordinamento dell'attività di ricerca, di sperimentazione tecnico-scientifica ai sensi della L. 8 luglio 1986, n. 349, e successive modificazioni, e dell'attività di raccolta, di elaborazione e di diffusione dei dati. Al coordinamento provvede il Ministro dell'ambiente, avvalendosi a tal fine anche dell'Istituto superiore di sanità, del Consiglio nazionale delle ricerche (CNR), dell'Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente (ENEA), dell'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente (ANPA), dell'Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro (ISPESL), del Centro superiore ricerche e prove autoveicoli e dispositivi (CSRPAD) del Ministero dei trasporti e della navigazione, nonché degli istituti e dei dipartimenti universitari;

e) la determinazione, fermo restando il rispetto dei valori determinati ai sensi della lettera a), con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro della sanità e, secondo le rispettive competenze, con il Ministro dei lavori pubblici, con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e con il Ministro dei trasporti e della navigazione, dei requisiti acustici delle sorgenti sonore e dei requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti, allo scopo di ridurre l'esposizione umana al rumore. Per quanto attiene ai rumori originati dai veicoli a motore definiti dal titolo III del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 (4), e successive modificazioni, restano salve la competenza e la procedura di cui agli articoli 71, 72, 75 e 80 dello stesso decreto legislativo;

f) l'indicazione, con decreto del Ministro dei lavori pubblici, di concerto con il Ministro dell'ambiente e con il Ministro dei trasporti e della navigazione, dei criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie e delle infrastrutture dei trasporti, ai fini della tutela dall'inquinamento acustico;

g) la determinazione, con decreto del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e con il Ministro dei trasporti e della navigazione, dei requisiti acustici dei sistemi di allarme anche antifurto con segnale acustico e dei sistemi di refrigerazione, nonché la disciplina della installazione, della manutenzione e dell'uso dei sistemi di allarme anche antifurto e anti-intrusione con segnale acustico installato su sorgenti mobili e fisse, fatto salvo quanto previsto dagli articoli 71, 72, 75, 79, 155 e 156 del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 (4), e successive modificazioni;

h) la determinazione, con le procedure previste alla lettera e), dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante o di pubblico spettacolo;

i) l'adozione di piani pluriennali per il contenimento delle emissioni sonore prodotte per lo svolgimento di servizi pubblici essenziali quali linee ferroviarie, metropolitane, autostrade e strade statali entro i limiti stabiliti per ogni specifico sistema di trasporto, ferme restando le competenze delle regioni, delle province e dei comuni, e tenendo comunque conto delle disposizioni di cui all'articolo 155 del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 (4), e successive modificazioni;

l) la determinazione, con decreto del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro dei trasporti e della navigazione, dei criteri di misurazione del rumore emesso da imbarcazioni di qualsiasi natura e della relativa disciplina per il contenimento dell'inquinamento acustico;

m) la determinazione, con decreto del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro dei trasporti e della navigazione, dei criteri di misurazione del rumore emesso dagli aeromobili e della relativa disciplina per il contenimento dell'inquinamento acustico, con particolare riguardo:

1) ai criteri generali e specifici per la definizione di procedure di abbattimento del rumore valevoli per tutti gli aeroporti e all'adozione di misure di controllo e di riduzione dell'inquinamento acustico prodotto da aeromobili civili nella fase di decollo e di atterraggio;

2) ai criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico;

3) alla individuazione delle zone di rispetto per le aree e le attività aeroportuali e ai criteri per regolare l'attività urbanistica nelle zone di rispetto. Ai fini della presente disposizione per attività aeroportuali si intendono sia le fasi di decollo o di atterraggio, sia quelle di manutenzione, revisione e prove motori degli aeromobili;

4) ai criteri per la progettazione e la gestione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti;

n) la predisposizione, con decreto del Ministro dell'ambiente, sentite le associazioni di protezione ambientale riconosciute ai sensi dell'articolo 13 della L. 8 luglio 1986, n. 349, nonché le associazioni dei consumatori maggiormente rappresentative, di campagne di informazione del consumatore di educazione scolastica.

2. I decreti di cui al comma 1, lettere a), c), e), h) e l), sono emanati entro nove mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge. I decreti di cui al comma 1, lettere f), g) e m), sono emanati entro diciotto mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge.

3. I provvedimenti previsti dal comma 1, lettere a), c), d), e), f), g), h), i), l) e m), devono essere armonizzati con le direttive dell'Unione europea recepite dallo Stato italiano e sottoposti ad aggiornamento e verifica in funzione di nuovi elementi conoscitivi o di nuove situazioni.

4. I provvedimenti di competenza dello Stato devono essere coordinati con quanto previsto dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 57 dell'8 marzo 1991.

#### **Art. 4. Competenze delle regioni.**

1. Le regioni, entro il termine di un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge, definiscono con legge:

a) i criteri in base ai quali i comuni, ai sensi dell'articolo 6, comma 1, lettera a), tenendo conto delle preesistenti destinazioni d'uso del territorio ed indicando altresì aree da destinarsi a spettacolo a carattere temporaneo, ovvero mobile, ovvero all'aperto procedono alla classificazione del proprio territorio nelle zone previste dalle vigenti disposizioni per l'applicazione dei valori di qualità di cui all'articolo 2, comma 1, lettera h), stabilendo il divieto di contatto diretto di aree, anche appartenenti a comuni confinanti, quando tali valori si discostano in misura superiore a 5 dBA di livello sonoro equivalente misurato secondo i criteri generali stabiliti dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 57 dell'8 marzo 1991. Qualora nell'individuazione delle aree nelle zone già urbanizzate non sia possibile rispettare tale vincolo a causa di preesistenti destinazioni di uso, si prevede l'adozione dei piani di risanamento di cui all'articolo 7;

b) i poteri sostitutivi in caso di inerzia dei comuni o degli enti competenti ovvero di conflitto tra gli stessi;

c) modalità, scadenze e sanzioni per l'obbligo di classificazione delle zone ai sensi della lettera a) per i comuni che adottano nuovi strumenti urbanistici generali o particolareggiati;

d) fermo restando l'obbligo di cui all'articolo 8, comma 4, le modalità di controllo del rispetto della normativa per la tutela dall'inquinamento acustico all'atto del rilascio delle concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali, dei provvedimenti comunali che abilitano alla utilizzazione dei medesimi immobili ed infrastrutture, nonché dei provvedimenti di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive;

e) le procedure e gli eventuali ulteriori criteri, oltre a quelli di cui all'articolo 7, per la predisposizione e l'adozione da parte dei comuni di piani di risanamento acustico;

f) i criteri e le condizioni per l'individuazione, da parte dei comuni il cui territorio presenti un rilevante interesse paesaggistico-ambientale e turistico, di valori inferiori a quelli determinati ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera a), della presente legge; tali riduzioni non si applicano ai servizi pubblici essenziali di cui all'articolo 1 della L. 12 giugno 1990, n. 146 (7);

g) le modalità di rilascio delle autorizzazioni comunali per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico qualora esso comporti l'impiego di macchinari o di impianti rumorosi;

h) le competenze delle province in materia di inquinamento acustico ai sensi della L. 8 giugno 1990, n. 142;

i) l'organizzazione nell'ambito del territorio regionale dei servizi di controllo di cui all'articolo 14;

l) i criteri da seguire per la redazione della documentazione di cui all'articolo 8, commi 2, 3 e 4;

m) i criteri per la identificazione delle priorità temporali degli interventi di bonifica acustica del territorio.

2. Le regioni, in base alle proposte pervenute e alle disponibilità finanziarie assegnate dallo Stato, definiscono le priorità e predispongono un piano regionale triennale di intervento per la bonifica dall'inquinamento acustico, fatte salve le competenze statali relative ai piani di cui all'articolo 3, comma 1, lettera i), per la redazione dei quali le regioni formulano proposte non vincolanti. I comuni adeguano i singoli piani di risanamento acustico di cui all'articolo 7 al piano regionale.

### **Art. 5. Competenze delle province.**

1. Sono di competenza delle province:

a) le funzioni amministrative in materia di inquinamento acustico previste dalla L. 8 giugno 1990, n. 142 (9);

b) le funzioni ad esse assegnate dalle leggi regionali di cui all'articolo 4;

c) le funzioni di controllo e di vigilanza di cui all'articolo 14, comma 1.

### **Art. 6. Competenze dei comuni.**

1. Sono di competenza dei comuni, secondo le leggi statali e regionali e i rispettivi statuti:

a) la classificazione del territorio comunale secondo i criteri previsti dall'articolo 4, comma 1, lettera a);

b) il coordinamento degli strumenti urbanistici già adottati con le determinazioni assunte ai sensi della lettera a);

c) l'adozione dei piani di risanamento di cui all'articolo 7;

d) il controllo, secondo le modalità di cui all'articolo 4, comma 1, lettera d), del rispetto della normativa per la tutela dall'inquinamento acustico all'atto del rilascio delle concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali, dei provvedimenti comunali che abilitano alla utilizzazione dei medesimi immobili ed infrastrutture, nonché dei provvedimenti di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive;

e) l'adozione di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall'inquinamento acustico;

f) la rilevazione e il controllo delle emissioni sonore prodotte dai veicoli, fatte salve le disposizioni contenute nel D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 (10), e successive modificazioni;

g) i controlli di cui all'articolo 14, comma 2;

h) l'autorizzazione, anche in deroga ai valori limite di cui all'articolo 2, comma 3, per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico e per spettacoli a carattere temporaneo ovvero mobile, nel rispetto delle prescrizioni indicate dal comune stesso.

2. Al fine di cui al comma 1, lettera e), i comuni, entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge, adeguano i regolamenti locali di igiene e sanità o di polizia municipale, prevedendo apposite norme contro l'inquinamento acustico, con particolare riferimento al controllo, al contenimento e all'abbattimento delle emissioni sonore derivanti dalla circolazione degli autoveicoli e dall'esercizio di attività che impiegano sorgenti sonore.

3. I comuni il cui territorio presenti un rilevante interesse paesaggistico-ambientale e turistico, hanno la facoltà di individuare limiti di esposizione al rumore inferiori a quelli determinati ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera a), secondo gli indirizzi determinati dalla regione di appartenenza, ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera f). Tali riduzioni non si applicano ai servizi pubblici essenziali di cui all'articolo 1 della L. 12 giugno 1990, n. 146.

4. Sono fatte salve le azioni espletate dai comuni ai sensi del decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 57 dell'8 marzo 1991, prima della data di entrata in vigore della presente legge. Sono fatti salvi altresì gli interventi di risanamento acustico già effettuati dalle imprese ai sensi dell'articolo 3 del citato decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991. Qualora detti interventi risultino inadeguati rispetto ai limiti previsti dalla classificazione del territorio comunale, ai fini del relativo adeguamento viene concesso alle imprese un periodo di tempo pari a quello necessario per completare il piano di ammortamento degli interventi di bonifica in atto, qualora risultino conformi ai principi di cui alla presente legge ed ai criteri dettati dalle regioni ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera a).

### **Art. 7. Piani di risanamento acustico.**

1. Nel caso di superamento dei valori di attenzione di cui all'articolo 2, comma 1, lettera g), nonché nell'ipotesi di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), ultimo periodo, i comuni provvedono all'adozione di piani di risanamento acustico, assicurando il coordinamento con il piano urbano del traffico di cui al D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni, e con i piani previsti dalla vigente legislazione in materia ambientale. I piani di risanamento sono approvati dal consiglio comunale. I piani comunali di risanamento recepiscono il contenuto dei piani di cui all'articolo 3, comma 1, lettera i), e all'articolo 10, comma 5.

2. I piani di risanamento acustico di cui al comma 1 devono contenere:

a) l'individuazione della tipologia ed entità dei rumori presenti, incluse le sorgenti mobili, nelle zone da risanare individuate ai sensi dell'articolo 6, comma 1, lettera a);

b) l'individuazione dei soggetti a cui compete l'intervento;

- c) l'indicazione delle priorità, delle modalità e dei tempi per il risanamento;
- d) la stima degli oneri finanziari e dei mezzi necessari;
- e) le eventuali misure cautelari a carattere d'urgenza per la tutela dell'ambiente e della salute pubblica.

3. In caso di inerzia del comune ed in presenza di gravi e particolari problemi di inquinamento acustico, all'adozione del piano si provvede, in via sostitutiva, ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera b).

4. Il piano di risanamento di cui al presente articolo può essere adottato da comuni diversi da quelli di cui al comma 1, anche al fine di perseguire i valori di cui all'articolo 2, comma 1, lettera h).

5. Nei comuni con popolazione superiore a cinquantamila abitanti la giunta comunale presenta al consiglio comunale una relazione biennale sullo stato acustico del comune. Il consiglio comunale approva la relazione e la trasmette alla regione ed alla provincia per le iniziative di competenza. Per i comuni che adottano il piano di risanamento di cui al comma 1, la prima relazione è allegata al piano stesso. Per gli altri comuni, la prima relazione è adottata entro due anni dalla data di entrata in vigore della presente legge.

#### **Art. 8. Disposizioni in materia di impatto acustico.**

1. I progetti sottoposti a valutazione di impatto ambientale ai sensi dell'articolo 6 della L. 8 luglio 1986, n. 349 (12), ferme restando le prescrizioni di cui ai decreti del Presidente del Consiglio dei ministri 10 agosto 1988, n. 377 (13), e successive modificazioni, e 27 dicembre 1988, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 4 del 5 gennaio 1989, devono essere redatti in conformità alle esigenze di tutela dall'inquinamento acustico delle popolazioni interessate.

2. Nell'ambito delle procedure di cui al comma 1, ovvero su richiesta dei comuni, i competenti soggetti titolari dei progetti o delle opere predispongono una documentazione di impatto acustico relativa alla realizzazione, alla modifica o al potenziamento delle seguenti opere:

- a) aeroporti, aviosuperfici, eliporti;
- b) strade di tipo A (autostrade), B (strade extraurbane principali), C (strade extraurbane secondarie), D (strade urbane di scorrimento), E (strade urbane di quartiere) e F (strade locali), secondo la classificazione di cui al D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 (14), e successive modificazioni;
- c) discoteche;
- d) circoli privati e pubblici esercizi ove sono installati macchinari o impianti rumorosi;
- e) impianti sportivi e ricreativi;
- f) ferrovie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia.

3. E' fatto obbligo di produrre una valutazione previsionale del clima acustico delle aree interessate alla realizzazione delle seguenti tipologie di insediamenti:

- a) scuole e asili nido;



- b) ospedali;
- c) case di cura e di riposo;
- d) parchi pubblici urbani ed extraurbani;
- e) nuovi insediamenti residenziali prossimi alle opere di cui al comma 2.

4. Le domande per il rilascio di concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali, dei provvedimenti comunali che abilitano alla utilizzazione dei medesimi immobili ed infrastrutture, nonché le domande di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive devono contenere una documentazione di previsione di impatto acustico.

5. La documentazione di cui ai commi 2, 3 e 4 del presente articolo è resa, sulla base dei criteri stabiliti ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera l), della presente legge, con le modalità di cui all'articolo 4 della L. 4 gennaio 1968, n. 15.

6. La domanda di licenza o di autorizzazione all'esercizio delle attività di cui al comma 4 del presente articolo, che si prevede possano produrre valori di emissione superiori a quelli determinati ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera a), deve contenere l'indicazione delle misure previste per ridurre o eliminare le emissioni sonore causate dall'attività o dagli impianti. La relativa documentazione deve essere inviata all'ufficio competente per l'ambiente del comune ai fini del rilascio del relativo nulla-osta.

#### **Art. 9. Ordinanze contingibili ed urgenti.**

1. Qualora sia richiesto da eccezionali ed urgenti necessità di tutela della salute pubblica o dell'ambiente il sindaco, il presidente della provincia, il presidente della giunta regionale, il prefetto, il Ministro dell'ambiente, secondo quanto previsto dall'articolo 8 della L. 3 marzo 1987, n. 59, e il Presidente del Consiglio dei ministri, nell'ambito delle rispettive competenze, con provvedimento motivato, possono ordinare il ricorso temporaneo a speciali forme di contenimento o di abbattimento delle emissioni sonore, inclusa l'inibitoria parziale o totale di determinate attività. Nel caso di servizi pubblici essenziali, tale facoltà è riservata esclusivamente al Presidente del Consiglio dei ministri.

2. Restano salvi i poteri degli organi dello Stato preposti, in base alle leggi vigenti, alla tutela della sicurezza pubblica.

#### **Art. 10. Sanzioni amministrative.**

1. Fatto salvo quanto previsto dall'articolo 650 del codice penale, chiunque non ottempera al provvedimento legittimamente adottato dall'autorità competente ai sensi dell'articolo 9, è punito con la sanzione amministrativa del pagamento di una somma da lire 2.000.000 a lire 20.000.000.

2. Chiunque, nell'esercizio o nell'impiego di una sorgente fissa o mobile di emissioni sonore, supera i valori limite di emissione e di immissione di cui all'articolo 2, comma 1, lettere e) e f), fissati in conformità al disposto dell'articolo 3, comma 1, lettera a), è punito con la sanzione amministrativa del pagamento di una somma da lire 1.000.000 a lire 10.000.000.

3. La violazione dei regolamenti di esecuzione di cui all'articolo 11 e delle disposizioni dettate in applicazione della presente legge dallo Stato, dalle regioni, dalle province e

dai comuni, è punita con la sanzione amministrativa del pagamento di una somma da lire 500.000 a lire 20.000.000.

4. Il 70 per cento delle somme derivanti dall'applicazione delle sanzioni di cui ai commi 1, 2 e 3 del presente articolo è versato all'entrata del bilancio dello Stato, per essere devoluto ai comuni per il finanziamento dei piani di risanamento di cui all'articolo 7, con incentivi per il raggiungimento dei valori di cui all'articolo 2, comma 1, lettere f) e h).

5. In deroga a quanto previsto ai precedenti commi, le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, ivi comprese le autostrade, nel caso di superamento dei valori di cui al comma 2, hanno l'obbligo di predisporre e presentare al comune piani di contenimento ed abbattimento del rumore, secondo le direttive emanate dal Ministro dell'ambiente con proprio decreto entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge. Essi devono indicare tempi di adeguamento, modalità e costi e sono obbligati ad impegnare, in via ordinaria, una quota fissa non inferiore al 5 per cento dei fondi di bilancio previsti per le attività di manutenzione e di potenziamento delle infrastrutture stesse per l'adozione di interventi di contenimento ed abbattimento del rumore. Per quanto riguarda l'ANAS la suddetta quota è determinata nella misura dell'1,5 per cento dei fondi di bilancio previsti per le attività di manutenzione. Nel caso dei servizi pubblici essenziali, i suddetti piani coincidono con quelli di cui all'articolo 3, comma 1, lettera i); il controllo del rispetto della loro attuazione è demandato al Ministero dell'ambiente.

#### **Art. 11. Regolamenti di esecuzione.**

1. Entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge, con decreto del Presidente della Repubblica, previa deliberazione del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro dell'ambiente di concerto, secondo le materie di rispettiva competenza, con i Ministri della sanità, dell'industria, del commercio e dell'artigianato, dei trasporti e della navigazione, dei lavori pubblici e della difesa, sono emanati regolamenti di esecuzione, distinti per sorgente sonora relativamente alla disciplina dell'inquinamento acustico avente origine dal traffico veicolare, ferroviario, marittimo ed aereo, avvalendosi anche del contributo tecnico-scientifico degli enti gestori dei suddetti servizi, dagli autodromi, dalle piste motoristiche di prova e per attività sportive, da natanti, da imbarcazioni di qualsiasi natura, nonché dalle nuove localizzazioni aeroportuali.

2. I regolamenti di cui al comma 1 devono essere armonizzati con le direttive dell'Unione europea recepite dallo Stato italiano.

3. La prevenzione e il contenimento acustico nelle aree esclusivamente interessate da installazioni militari e nelle attività delle Forze armate sono definiti mediante specifici accordi dai comitati misti paritetici di cui all'articolo 3 della L. 24 dicembre 1976, n. 898, e successive modificazioni.

#### **Art. 12. Messaggi pubblicitari.**

1. All'art. 8 della L. 6 agosto 1990, n. 223, dopo il comma 2, è inserito il seguente:

"2 bis. E' fatto divieto alla concessionaria pubblica e ai concessionari privati per la radiodiffusione sonora e televisiva di trasmettere sigle e messaggi pubblicitari con potenza sonora superiore a quella ordinaria dei programmi".

2. La disposizione di cui al comma 1 si applica dodici mesi dopo la data di entrata in vigore della presente legge. La vigilanza e le sanzioni sono disposte ai sensi del D.Lgs. 25 gennaio 1992, n. 74.

### **Art. 13. Contributi agli enti locali.**

1. Le regioni nell'ambito dei propri bilanci possono concedere contributi in conto interessi ed in conto capitale per le spese da effettuarsi dai comuni e dalle province per l'organizzazione del sistema di monitoraggio e di controllo, nonché per le misure previste nei piani di risanamento.

2. Nella concessione dei contributi ai comuni, di cui al comma 1 del presente articolo, è data priorità ai comuni che abbiano adottato i piani di risanamento di cui all'articolo 7.

### **Art. 14. Controlli.**

1. Le amministrazioni provinciali, al fine di esercitare le funzioni di controllo e di vigilanza per l'attuazione della presente legge in ambiti territoriali ricadenti nel territorio di più comuni ricompresi nella circoscrizione provinciale, utilizzano le strutture delle agenzie regionali dell'ambiente di cui al D.L. 4 dicembre 1993, n. 496, convertito, con modificazioni, dalla L. 21 gennaio 1994, n. 61.

2. Il comune esercita le funzioni amministrative relative al controllo sull'osservanza:

a) delle prescrizioni attinenti il contenimento dell'inquinamento acustico prodotto dal traffico veicolare e dalle sorgenti fisse;

b) della disciplina stabilita all'articolo 8, comma 6, relativamente al rumore prodotto dall'uso di macchine rumorose e da attività svolte all'aperto;

c) della disciplina e delle prescrizioni tecniche relative all'attuazione delle disposizioni di cui all'articolo 6;

d) della corrispondenza alla normativa vigente dei contenuti della documentazione fornita ai sensi dell'articolo 8, comma 5.

3. Il personale incaricato dei controlli di cui al presente articolo ed il personale delle agenzie regionali dell'ambiente, nell'esercizio delle medesime funzioni di controllo e di vigilanza, può accedere agli impianti ed alle sedi di attività che costituiscono fonte di rumore, e richiedere i dati, le informazioni e i documenti necessari per l'espletamento delle proprie funzioni. Tale personale è munito di documento di riconoscimento rilasciato dall'ente o dall'agenzia di appartenenza. Il segreto industriale non può essere opposto per evitare od ostacolare le attività di verifica o di controllo.

### **Art. 15. Regime transitorio.**

1. Nelle materie oggetto dei provvedimenti di competenza statale e dei regolamenti di esecuzione previsti dalla presente legge, fino all'adozione dei provvedimenti e dei regolamenti medesimi si applicano, per quanto non in contrasto con la presente legge, le disposizioni contenute nel decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 57 dell'8 marzo 1991, fatta eccezione per le infrastrutture dei trasporti, limitatamente al disposto di cui agli articoli 2, comma 2, e 6, comma 2.

2. Ai fini del graduale raggiungimento degli obiettivi fissati dalla presente legge, le imprese interessate devono presentare il piano di risanamento acustico di cui all'articolo 3 del citato decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991, entro il termine di sei mesi dalla classificazione del territorio comunale secondo i criteri di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), della presente legge. Nel piano di risanamento dovrà

essere indicato con adeguata relazione tecnica il termine entro il quale le imprese prevedono di adeguarsi ai limiti previsti dalle norme di cui alla presente legge.

3. Le imprese che non presentano il piano di risanamento devono adeguarsi ai limiti fissati dalla suddivisione in classi del territorio comunale entro il termine previsto per la presentazione del piano stesso.

4. Con decreto del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, entro sei mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge, sono stabiliti i criteri e le modalità per l'applicazione delle disposizioni di cui all'articolo 2, comma 3, del citato decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991.

#### **Art. 16. Abrogazione di norme.**

1. Con decreto del Presidente della Repubblica, previa deliberazione del Consiglio dei ministri, è emanato, ai sensi dell'articolo 17, comma 2, della L. 23 agosto 1988, n. 400 (20), entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, su proposta del Ministro dell'ambiente, di concerto con i Ministri competenti, un apposito regolamento con il quale sono individuati gli atti normativi incompatibili con la presente legge, che sono abrogati con effetto dalla data di entrata in vigore del regolamento medesimo.

#### **Art. 17. Entrata in vigore.**

1. La presente legge entra in vigore sessanta giorni dopo la sua pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana.

**DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI**  
**5 dicembre 1997**

Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici  
(Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale 22 dicembre 1997, n. 297)

IL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

Visto l'art. 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447 «legge quadro sull'inquinamento acustico»;

Vista la circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 1769 del 30 aprile 1966, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie;

Vista la circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici;

Visto il decreto del Presidente della Repubblica del 26 agosto 1993, n. 412;

Considerata la necessità di fissare criteri e metodologie per il contenimento dell'inquinamento da rumore all'interno degli ambienti abitativi;

Sulla proposta del Ministro dell'ambiente, di concerto con i Ministri della sanità, dei lavori pubblici, dell'industria, del commercio e dell'artigianato;

Decreta:

**Art. 1.**

**Campo di applicazione**

1. Il presente decreto, in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore.
2. I requisiti acustici delle sorgenti sonore diverse da quelle di cui al comma 1 sono determinati dai provvedimenti attuativi previsti dalla legge 26 ottobre 1995, n. 447.

**Art. 2.**

**Definizioni**

1. Ai fini dell'applicazione del presente decreto, gli ambienti abitativi di cui all'art. 2, comma 1, lettera b), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono distinti nelle categorie indicate nella tabella A allegata al presente decreto.
2. Sono componenti degli edifici le partizioni orizzontali e verticali.
3. Sono servizi a funzionamento discontinuo gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria.
4. Sono servizi a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento.
5. Le grandezze cui far riferimento per l'applicazione del presente decreto, sono definite nell'allegato A che ne costituisce parte integrante.

**Art. 3.**

**Valori limite**

1. Al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore, sono riportati in tabella B i valori limite delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne.

**Art. 4.**

## Entrata in vigore

***Il presente decreto viene pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana ed entra in vigore dopo sessanta giorni.***

**Roma, 5 dicembre 1997**

Il Presidente del Consiglio dei Ministri, PRODI

p. Il Ministro dell'ambiente, CALZOLAIO

p. Il Ministro della sanità, BETTONI BRANDANI

Il Ministro dei lavori pubblici, COSTA

Il Ministro dell'industria del commercio e dell'artigianato, BERSANI

---

### ALLEGATO A

#### **Grandezze di riferimento: definizioni, metodi di calcolo e misure**

***Le grandezze che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:***

1. il tempo di riverberazione (T), definito dalla norma ISO 3382:1975;
2. il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti  $R$ , definito dalla norma EN ISO 140-5:1996;
3. l'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT}$ ), definito da:

$$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log T/T_0$$

dove:

$D_{2m} = L_{1,2m} - L_2$  è la differenza di livello;

$L_{1,2m}$  è il livello di pressione sonora esterno a 2 metri dalla facciata, prodotto da rumore da traffico se prevalente, o da altoparlante con incidenza del suono di 45° sulla facciata;

$L_2$  è il livello di pressione sonora medio nell'ambiente ricevente, valutato a partire dai livelli misurati nell'ambiente ricevente mediante la seguente formula:

$$L_2 = 10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

Le misure dei livelli  $L_i$  devono essere eseguite in numero di  $n$  per ciascuna banda di terzi di ottava.

Il numero  $n$  è il numero intero immediatamente superiore ad un decimo del volume nell'ambiente; in ogni caso, il valore minimo di  $n$  è cinque;

$T$  è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente, in sec;

$T_0$  è il tempo di riverberazione di riferimento assunto, pari a 0,5s;

4. il livello di rumore di calpestio di solai normalizzato ( $L_n$ ) definito dalla norma EN ISO 140-6:1996;

5.  $L_{ASmax}$ : livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow;

6.  $L_{Aeq}$ : livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A.

#### **Gli indici di valutazione che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:**

- a. indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti ( $RW$ ) da calcolare secondo la norma UNI 8270:1987, Parte 7<sup>^</sup>, para. 5.1.
- b. indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT,W}$ ) da calcolare secondo le stesse procedure di cui al precedente punto a.;
- c. indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato ( $L_{n,W}$ ) da calcolare secondo la procedura descritta dalla norma UNI 8270:1987, Parte 7<sup>^</sup>, para.5.2.

## Rumore prodotto dagli impianti tecnologici

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:

- a) 35 dB(A)  $L_{Amax}$  con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;
- b) 25 dB(A)  $L_{Aeq}$  per i servizi a funzionamento continuo.

Le misure di livello sonoro devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato.

Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

TABELLA A - CLASSIFICAZIONI DEGLI AMBIENTI ABITATIVI (art. 2)

- categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili;
- categoria B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili;
- categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
- categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
- categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
- categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
- categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

TABELLA B: REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	$R_w$ (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	$L_{A5max}$	$L_{Aeq}$
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

(\*) Valori di  $R_w$  riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

Nota: con riferimento all' edilizia scolastica, i limiti per il tempo di riverberazione sono quelli riportati nella circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici.

**LEGGE REGIONALE 1 dicembre 1998, n. 89**  
**“Norme in materia di inquinamento acustico”**

INDICE

- Art. 1 - Finalità della legge
- Art. 2 - Funzioni riservate alla Regione
- Art. 3 - Compiti delle Province
- Art. 4 - Piano Comunale di classificazione, acustica
- Art. 5 - Procedura del piano comunale di classificazione acustica
- Art. 6 - Divieto di contatto di aree
- Art. 7 - Coordinamento con gli strumenti urbanistici
- Art. 8 - Piano comunale di risanamento acustico
- Art. 9 - Piano comunale di miglioramento acustico
- Art. 10 - Poteri sostitutivi
- Art. 11 - Contributi regionali
- Art. 12 - Disposizioni in materia di impatto acustico
- Art. 13 - Piani aziendali di risanamento acustico
- Art. 14 - Controlli
- Art. 15 - Compiti dell'ARPAT
- Art. 16 - Tecnico competente
- Art. 17 - Sanzioni amministrative
- Art. 18 - Abrogazioni di leggi
- Art. 19 - Integrazione all'art. 40 LR 16 gennaio 1995, n. 5

**Art. 1**

***Finalità della legge***

1. La presente legge, in attuazione dell'art. 4 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 (Legge quadro sull'inquinamento acustico) e del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 (Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59) detta norme finalizzate alla tutela dell'ambiente e della salute pubblica dall'inquinamento acustico prodotto dalle attività antropiche, disciplinandone l'esercizio al fine di contenere la rumorosità entro i limiti normativamente stabiliti.

2. Ai fini di cui al comma 1 valgono tutte le definizioni adottate dalla l. 447/1995. Valgono inoltre le definizioni contenute nei Decreti applicativi della stessa legge.

3. La Regione assume la tutela ambientale ai fini acustici quale obiettivo operativo della programmazione territoriale, ai sensi della legge regionale *in materia di governo del territorio*.(1)

**Art. 2**

***Funzioni riservate alla Regione***

1. Il consiglio regionale definisce i criteri e gli indirizzi della pianificazione comunale e provinciale ai sensi della presente legge.

2. A tal fine la Giunta regionale propone al Consiglio regionale, entro 60 giorni dall'entrata in vigore della presente legge:

a) i criteri tecnici ai quali i Comuni sono tenuti ad attenersi nella redazione dei piani di classificazione acustica disciplinati dall'art. 4, e del relativo quadro conoscitivo;



- b) i criteri, le condizioni ed i limiti per l'individuazione, nell'ambito dei piani comunali di cui alla lett. a) del presente comma, delle aree destinate a spettacolo a carattere temporaneo, ovvero mobile, ovvero all'aperto;
- c) le modalità di rilascio delle autorizzazioni comunali per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico, qualora esso comporti l'impiego di macchinari o di impianti rumorosi, con particolare riferimento a quelle in deroga ai valori limite dettati dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 14 novembre 1997 (Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore);
- d) le condizioni ed i criteri in base ai quali i Comuni di rilevante interesse paesaggistico ambientale o turistico Possono individuare, nel quadro della classificazione acustica prevista dall'art. 4, valori inferiori a quelli determinati dal DPCM 14 novembre 1997, ai sensi della lett. a) del comma 1, art. 3 della l. 447/1995;
- e) i criteri generali per la predisposizione dei piani comunali di risanamento acustico di cui all'art. 8;
- f) i criteri per l'identificazione delle priorità temporali negli interventi di bonifica acustica del territorio;
- g) specifiche istruzioni tecniche, ai sensi *della legge regionale in materia di governo del territorio* (2), per il coordinamento dei piani comunali di classificazione acustica con gli strumenti della pianificazione e programmazione territoriale.

*3. Il Consiglio regionale approva, anche per stralci, piani pluriennali per il contenimento delle emissioni sonore prodotte per lo svolgimento di servizi pubblici essenziali quali linee ferroviarie, metropolitane, autostrade e strade statali, regionali e provinciali; nell'individuazione delle priorità degli interventi previsti da tali piani sono privilegiati i comuni che abbiano approvato i piani di classificazione acustica di cui all'art.4 (3).*

### **Art. 3** **Compiti delle Province**

1. Le Province, ai sensi *della legge regionale in materia di governo del territorio* (4), in conformità con gli indirizzi ed i criteri regionali di cui all'art. 2, adeguano il piano territoriale di coordinamento (P.T.C.), indicando e coordinando gli obiettivi da perseguire nell'ambito del territorio provinciale ai fini della tutela ambientale e della prevenzione dell'inquinamento acustico.

2. Fatte salve le funzioni di vigilanza e di controllo che ad esse competono ai sensi della presente legge, le Province, avvalendosi dell'ARPAT, provvedono:

- a) alla promozione di campagne di misurazione del rumore, nonché, mediante l'analisi dei dati appositamente acquisiti, al fine di individuare la tipologia e l'entità dei rumori presenti sul territorio;
- b) al monitoraggio complessivo dell'inquinamento acustico nel territorio provinciale.

### **Art. 4** **Piano comunale di classificazione acustica**

*1. I comuni, entro il termine perentorio del 1 marzo 2005, nel rispetto dei criteri previsti dall'art.2, comma 2, lettere a) e b), approvano, con la procedura prevista dall'art.5, il piano di classificazione acustica, in base al quale il territorio comunale viene suddiviso, in applicazione del disposto di cui all'articolo 1, comma 2 del decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 14 novembre 1997 (Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore), in zone acusticamente omogenee, tenendo conto delle preesistenti destinazioni d'uso così come individuate dagli strumenti urbanistici in vigore. (5)*

2. A ciascuna zona individuata ai sensi del comma 1, vengono assegnati, in applicazione degli articoli. 6 e 7 del DPCM 14 novembre 1997, i relativi valori di qualità e di attenzione, salva la facoltà, per i Comuni di rilevante interesse paesaggistico,

ambientale o turistico, di individuare valori inferiori, nel rispetto dei criteri di cui all'art. 2, comma 2, lett. d).

3. Il piano comunale di classificazione acustica deve contenere altresì l'indicazione delle aree destinate a spettacolo a carattere temporaneo, ovvero mobile, ovvero all'aperto, da individuarsi nel rispetto dei criteri definiti ai sensi dell'art. 2, comma 2, lett. b).

4. Ai fini della elaborazione del piano disciplinato dal presente articolo, i Comuni definiscono, in base ai criteri di cui all'art. 2, comma 2, lett. a), apposito quadro conoscitivo, che forma parte integrante del piano. Il quadro conoscitivo in tal modo assunto concorre altresì alla formazione di quello previsto *dalla legge regionale in materia di governo del territorio* (6), e successive modifiche ed integrazioni.

## **Art. 5**

### ***Procedura del piano comunale di classificazione acustica (7)***

1. *Il comune, ai fini di cui all'art. 4, adotta un progetto di piano di classificazione acustica, che è depositato nella sede comunale per trenta giorni consecutivi, durante i quali chiunque ha facoltà di prenderne visione. Copia del progetto è contestualmente trasmessa alla Giunta regionale ed alla provincia.*

2. *Contestualmente all'adozione del progetto di piano, il comune individua un garante dell'informazione sul procedimento, con le modalità ed i compiti previsti dalla legge regionale in materia di governo del territorio.*

3. *Entro il termine perentorio di quarantacinque giorni dal deposito di cui al comma 1, la Giunta regionale e la provincia e chiunque altro possono presentare osservazioni.*

4. *Entro sessanta giorni dal deposito di cui al comma 1, il comune provvede all'approvazione del piano di classificazione acustica; il provvedimento di approvazione contiene il riferimento puntuale alle osservazioni pervenute e l'espressa motivazione delle determinazioni conseguentemente adottate.*

5. *Il piano di classificazione acustica approvato dal comune:*

*a) è immediatamente depositato nella sede del comune ed è trasmesso in copia alla Giunta regionale ed alla provincia;*

*b) acquista efficacia dalla pubblicazione di apposito avviso sul Bollettino ufficiale della Regione dell'avvenuta approvazione, da effettuarsi, a cura del comune, entro trenta giorni dalla trasmissione di cui alla lettera a);*

*c) è reso accessibile a chiunque e senza ritardo anche in via telematica.*

6. *Qualora la localizzazione delle aree di cui all'art. 4, comma 3 contrasti con gli strumenti urbanistici vigenti il comune procede alla necessaria variante.*

7. *Le disposizioni di cui al presente articolo si applicano altresì alle modifiche del piano comunale di classificazione acustica.*

8. *I comuni che, alla data di entrata in vigore della presente legge, abbiano già approvato un piano di classificazione acustica, secondo quanto previsto dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1 marzo 1991 (Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno), sono tenuti a darne comunicazione immediata alla Giunta regionale ed alla provincia. I comuni, qualora il piano in vigore non sia conforme ai criteri e indirizzi definiti ai sensi dell'art. 2, sono tenuti all'adeguamento entro il termine perentorio del 1 marzo 2005.*

9. Ai fini della redazione dei piani di classificazione acustica, ed altresì di quelli disciplinati dagli artt. 8 e 9, i comuni possono avvalersi del supporto tecnico delle strutture provinciali dell'Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana (ARPAT), ai sensi dell'art. 8, comma 1, lettera b2), della legge regionale 18 aprile 1995, n. 66 (13) (Istituzione dell'Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana). I comuni acquisiscono altresì il parere delle Aziende USL, competenti per territorio.

#### **Art. 6**

##### ***Divieto di contatto di aree***

1. E vietato prevedere, nel piano comunale di classificazione acustica disciplinato dagli artt. 4 e 5, il contatto diretto di aree, anche appartenenti a Comuni confinanti, qualora i valori di qualità di cui all'art. 8, comma 2 si discostino in misura superiore a 5 dB(A) di livello sonoro continuo equivalente.

2. Qualora, in relazione al divieto di cui al comma 1, insorgano conflitti tra Comuni confinanti, la Provincia territorialmente competente provvede con propria deliberazione, sentiti i Comuni interessati. Ove il conflitto riguardi Comuni appartenenti a Province diverse, si provvede d'intesa tra le Province interessate. In caso di mancato raggiungimento dell'intesa, provvede la Regione con propria deliberazione.

3. Ove non risulti possibile, in zone già urbanizzate, rispettare il divieto di cui al comma 1, a causa di preesistenti destinazioni d'uso, il Comune adotta un piano di risanamento acustico ai sensi dell'art. 8, comma 1.

#### **Art. 7**

##### ***Adeguamento degli strumenti urbanistici***

1. I Comuni sono tenuti ad adeguare i propri strumenti urbanistici con il piano di classificazione acustica entro 12 mesi dalla pubblicazione dell'avviso di cui all'art. 5 comma 5, *lettera b*). (8)

2. I piani strutturali, il cui procedimento di formazione, ai sensi della *legge regionale in materia di governo del territorio* (9), sia avviato successivamente all'adozione del piano di classificazione acustica devono essere adeguati con esso.

#### **Art. 8**

##### ***Piano comunale di risanamento acustico***

1. I Comuni sono tenuti ad approvare un apposito piano di risanamento acustico:

- a) qualora non possano, nel quadro della classificazione, rispettare, con riferimento alle aree già urbanizzate, il divieto di contatto di aree di cui all'art. 6, comma 3;
- b) qualora si verifichi il superamento dei valori di attenzione, di cui all'art. 2, comma 1, lett. G) della l. 447/1995, come determinati ai sensi dell'art. 6 del DPCM 14 novembre 1997.

2. Se, alla data di entrata in vigore del piano di classificazione acustica disciplinato dagli artt. 4 e 5, sussistano le condizioni elencate dal comma 1, il *comune* (10) provvede, entro 12 mesi, all'approvazione del piano di risanamento. Qualora il superamento dei valori di attenzione di cui al comma 1, lett. b), si verifichi successivamente, provvede entro 12 mesi dalla conoscenza del superamento dei limiti da parte degli organi comunali competenti.

3. Il piano di risanamento acustico deve essere conforme al disposto di cui all'art. 7, comma 1, l. 447/1995, e contenere gli elementi individuati dal comma 2 dello stesso

articolo. Deve inoltre essere conforme ai criteri ed agli indirizzi di cui all'art. 2 della presente legge.

4. Contestualmente all'approvazione, il Comune trasmette il piano di risanamento alla Provincia competente ed alla Giunta regionale, anche per gli effetti di cui all'art. 11. Copia del piano viene trasmessa anche all'ARPAT e alle Aziende USL di riferimento.

#### **Art. 9**

##### ***Piano comunale di miglioramento acustico***

1. I Comuni, anche al di fuori delle ipotesi previste dall'art. 8, possono predisporre appositi piani di miglioramento acustico, al fine di conseguire i valori di qualità determinati, ai sensi art. 2, comma 1, lett. h) della l. 447/1995, dall'art. 7 del DPCM 14 novembre 1997.

2. Il Comune trasmette il piano di miglioramento acustico approvato alla Provincia competente ed alla Giunta regionale, anche per gli effetti di cui all'art. 11.

#### **Art. 10**

##### ***Poteri sostitutivi (11)***

*1 Qualora i comuni non provvedano all'approvazione del piano di classificazione acustica ai sensi degli artt. 4 e 5, la provincia provvede in via sostitutiva.*

*2. L'esercizio dei poteri sostitutivi è preceduto, relativamente a ciascuno degli adempimenti di cui al comma 3, da diffide ad adempiere entro sessanta giorni.*

*3. La provincia esercita i poteri sostitutivi in relazione ai seguenti adempimenti singolarmente considerati:*

*a) adozione del progetto di piano di classificazione acustica;*

*b) approvazione del piano di classificazione acustica;*

*c) adozione del progetto di adeguamento del piano comunale di classificazione acustica già approvato dal comune secondo quanto previsto dal d.p.c.m. 1 marzo 1991 ai criteri ed indirizzi definiti nella deliberazione del consiglio regionale di cui all'art. 2;*

*d) approvazione del piano di cui alla lettera c).*

*4. La provincia esercita altresì i poteri sostitutivi in caso di mancata approvazione del piano di risanamento disciplinato all'art. 8, nel rispetto del termine di diffida di cui al comma 2.*

*5. Ogni onere inerente l'esercizio dei poteri sostitutivi è a carico del comune inadempiente.*

#### **Art. 11**

##### ***Contributi regionali (12)***

*1. Il Consiglio regionale su proposta della Giunta regionale, sulla base dei piani comunali di risanamento acustico e delle altre proposte pervenute, approva un programma triennale di intervento per la bonifica dell'inquinamento acustico.*

*2. La Giunta regionale può disporre la concessione di contributi finalizzati all'esercizio dei compiti comunali e provinciali di monitoraggio dell'inquinamento acustico; nell'assegnazione dei contributi è data priorità:*

*a) ai comuni che abbiano approvato il piano di risanamento acustico entro i termini di cui all'art. 8;*

b) ai comuni che abbiano approvato, ai sensi dell'art. 9, il piano di miglioramento acustico.

3. Non è concesso alcun finanziamento regionale in difetto di approvazione del piano di classificazione acustica.

## **Art. 12**

### ***Disposizioni in materia di impatto acustico***

1. I Comuni devono richiedere ai titolari dei progetti predisposti per la realizzazione, la modifica od il potenziamento delle opere elencate dall'art. 8, comma 2, della l. 447/1995, ed a corredo degli stessi, apposita documentazione di impatto acustico, ogni volta che la valutazione relativa agli effetti acustici sia comunque imposta dalle esigenze di tutela salvaguardate dalle norme della presente legge.

2. I criteri da seguire per la redazione della documentazione di impatto acustico sono definiti, con propria deliberazione, dalla Giunta regionale.

3. Con la deliberazione di cui al comma 2 sono definiti altresì i criteri tecnici per la redazione della relazione previsionale di clima acustico. I soggetti pubblici e privati interessati alla realizzazione delle tipologie di insediamenti elencati dall'art. 8, comma 3, l. 447/1995, sono tenuti a produrre tale relazione, con riferimento alle aree sulle quali insistano, come da progetto, gli insediamenti stessi.

4. Fatto salvo quanto previsto dai commi precedenti, sono tenuti a produrre apposita documentazione di previsione di impatto acustico ai sensi dell'art. 8, comma 4, l. 447/1995 i soggetti richiedenti il rilascio:

- a) di concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibite ad attività produttive, sportive e ricreative ed a postazioni di servizi commerciali polifunzionali;
- b) di altri provvedimenti comunali di abilitazione all'utilizzazione degli immobili e delle infrastrutture di cui alla lett. a);
- c) di qualunque altra licenza od autorizzazione finalizzata all'esercizio di attività produttive.

5. Laddove, in luogo della domanda di rilascio dei provvedimenti di autorizzazione, di cui al comma 4, sia prevista denuncia di inizio di attività, od altro atto equivalente, la documentazione prescritta dal comma 1 deve essere prodotta dal soggetto interessato unitamente alla denuncia stessa, od al diverso atto di iniziativa.

6. La documentazione di impatto acustico prescritta ai sensi dei commi precedenti, qualora i livelli di rumore previsti superino i valori di emissione definiti dal DPCM 14 novembre 1997, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lett. a), l. 447/1995, deve espressamente contenere l'indicazione delle misure previste per ridurre o eliminare le emissioni sonore causate dall'attività o dagli impianti.

## **Art. 13**

### ***Piani aziendali di risanamento acustico***

1. Le imprese esercenti attività produttive o commerciali rumorose, qualora i livelli del rumore prodotto dall'attività svolta superino quelli stabiliti dal DPCM 14 novembre 1997 per le singole classi di destinazione d'uso del territorio, sono tenute a presentare, al Comune competente, apposito piano di risanamento acustico, entro il termine di sei mesi dall'approvazione del piano comunale di classificazione.

2. Il piano aziendale di risanamento acustico deve prevedere misure tecniche adeguate a ricondurre i livelli del rumore prodotto entro i limiti ed i criteri previsti dal piano di

classificazione acustica, anche in base ad eventuali indicazioni fornite dal Comune e dall'ARPAT.

3. Al piano aziendale deve essere allegata una relazione tecnica dalla quale risulti inequivocabilmente il termine entro il quale l'impresa interessata intende adeguarsi ai limiti stessi. Tale relazione dovrà essere sottoscritta da un tecnico competente, ai sensi dell'art. 16, della presente legge.

4. Le imprese che hanno avviato gli interventi di risanamento acustico ai sensi dell'art. 3 del DPCM 1 marzo 1991, non in contrasto con le norme della presente legge e conformi ai criteri regionali determinati ai sensi dell'art. 2, ma inadeguati rispetto ai limiti previsti dal piano comunale di classificazione acustica, sono tenute ad adeguarsi entro un congruo termine indicato dal Comune.

5. Le imprese che non abbiano presentato il piano di risanamento di cui al presente articolo, sono comunque tenute, entro il termine di cui al comma 1, ad adeguarsi ai limiti previsti, nella zona di riferimento, dal piano comunale di classificazione acustica.

#### **Art. 14** **Controlli**

1. I Comuni esercitano le funzioni di controllo previste dall'art. 14, comma 2, l. 447/1995, avvalendosi per le rispettive competenze dell'ARPAT e delle Aziende USL.

2. Nei casi previsti dall'art. 12, comma 5, i controlli relativi devono essere eseguiti entro i termini previsti ai sensi dell'art. 20 della legge 7 agosto 1990, n. 241 (Nuove norme in materia di procedimento amministrativo e di diritto di accesso ai documenti amministrativi). Fatte salve le competenze spettanti ai Comuni ai sensi del comma 1, le funzioni di vigilanza e di controllo relative ad ambiti territoriali ricadenti nel territorio di più Comuni, sono esercitate dalle Province, che a tal fine utilizzano le strutture dell'ARPAT, secondo quanto disposto dal comma 1 dell'art. 14 della l. 447/1995.

#### **Art. 15** **Compiti dell'ARPAT**

1. L'ARPAT, nell'ambito delle attività di rilevamento e controllo in materia di tutela dell'ambiente esterno dall'inquinamento acustico, provvede:

- a) a trasmettere tutti i dati alle Amministrazioni interessate ed alle Aziende USL competenti per territorio;
- b) ad inviare annualmente alla Giunta regionale una relazione contenente il resoconto delle attività svolte ed il quadro conoscitivo del clima acustico rilevato;
- c) a segnalare tempestivamente, oltre che al Comune, anche alle Province ed alla Giunta regionale, la presenza di condizioni che determinano l'obbligo di predisposizione, ai sensi dell'art.8, del piano comunale di risanamento acustico;
- d) a trasmettere alle Autorità competenti all'adozione delle ordinanze contingibili ed urgenti di cui all'art. 9 della l. 447/1995, le relative segnalazioni.

2. Le Aziende USL, nell'ambito delle proprie competenze, possono richiedere all'ARPAT specifiche attività di rilevamento e controllo, secondo quanto disposto dal comma 1 dell'art.5 della LR 66/1995.

**Art. 16**  
***Tecnico competente***

1. La figura professionale competente allo svolgimento delle attività tecnicamente rilevanti previste dalla presente legge, é esclusivamente quella delineata ai sensi dell'art. 2, commi 6, 7 ed 8, della l. 447/1995.
2. L'esercizio dell'attività di tecnico acustico é subordinato alla presentazione alla Provincia competente, di apposita domanda, nelle forme e con le modalità a tal fine previste con specifico provvedimento.
3. La Provincia organizza, avvalendosi dell'ARPAT, iniziative di formazione ed aggiornamento in materia di acustica ambientale, da attuarsi in conformità con le norme statali e regionali vigenti.
4. Al fine di consentire il completamento del periodo di due o quattro anni di attività ai soggetti in possesso dei titoli di studio previsti in base alle norme di cui al comma 1, per il riconoscimento della qualificazione di tecnico competente, all'attività utile é equiparata quella svolta dall'interessato in collaborazione con altro tecnico competente già riconosciuto, oppure alle dipendenze delle apposite strutture pubbliche operanti nel settore.

**Art. 17**  
***Sanzioni amministrative***

1. Chiunque, in assenza della prescritta autorizzazione comunale prevista dall'art. 6, comma 1, lett. h), della l. 447/1995, svolga attività, manifestazioni o spettacoli all'aperto, é soggetto alla sanzione amministrativa del pagamento di una somma da lire 500.000 a lire 20.000.000; alla stessa sanzione soggiace il titolare dell'autorizzazione comunale, in caso di contravvenzione alle prescrizioni poste dal Comune in conformità con gli indirizzi regionali.
2. Sono soggette alla sanzione amministrativa del pagamento di una somma da lire 500.000 a lire 20.000.000 le imprese che abbiano omissso di presentare, entro il termine previsto dall'art. 13, comma 1, il relativo piano di risanamento.
3. Il mancato adeguamento dell'intervento di bonifica entro il termine a tal fine prescritto ai sensi dell'art. 13, comma 5, é soggetto alla sanzione amministrativa del pagamento di una somma da lire 500.000 a lire 20.000.000.
4. Qualora, nei cinque anni successivi alla comminazione della sanzione prevista dal comma 1, il contravventore incorra nuovamente nelle medesime infrazioni, il Comune può procedere alla revoca dell'autorizzazione.
5. In caso di persistente inadempimento agli obblighi la cui violazione é oggetto delle sanzioni previste dai commi 2 e 3, il Comune, previa diffida ad adempiere entro un congruo termine, può procedere ad applicare nuovamente le sanzioni ivi stabilite.
6. Ai fini dell'applicazione delle sanzioni amministrative previste dal presente articolo, si osservano le disposizioni di cui alla l. 24 novembre 1981, n. 689 (Modifiche al sistema penale), nonché quelle previste dalla legge regionale 12 novembre 1993, n. 85 (Disposizioni per l'applicazione delle sanzioni amministrative pecuniarie) e dalla legge regionale 10 aprile 1997, n. 27 "Disposizioni in materia di sanzioni amministrative".

**Art. 18**  
***Abrogazione di leggi***

1. É abrogata, dalla data di entrata in vigore della presente legge, la legge regionale 5 agosto 1993, n. 48 (Procedura per l'esame da parte della Regione dei piani di risanamento di cui al DPCM 1 marzo 1991 per l'adeguamento dei limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno); é altresì abrogata la legge regionale 18 ottobre 1993 n. 75 (modifica della LR 5.9.1993 "procedura per l'esame da parte della Regione dei piani di risanamento di cui al DPCM 1 marzo 1991 per l'adeguamento ai limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno").

**Art. 19**  
***Integrazione all'art. 40 della LR 16 gennaio 1995, n. 5***

1.All'art.40, comma 2, lett. f) della legge regionale n. 5/1995, e successive modifiche ed integrazioni, é aggiunto il seguente alinea: "varianti per la localizzazione di aree destinate a spettacolo temporaneo, ovvero mobile, ovvero all'aperto, di cui al comma 3 dell'art.4 della legge regionale 89/98" Norme in materia di inquinamento acustico".

**Note**

- (1) Parole così sostituite con l.r. 29 novembre 2004, n. 67, art. 1.
- (2) Parole così sostituite con l.r. 29 novembre 2004, n. 67, art. 2.
- (3) Comma così sostituito con l.r. 29 novembre 2004, n. 67, art. 2.
- (4) Parole così sostituite con l.r. 29 novembre 2004, n. 67, art. 3.
- (5) Comma così sostituito con l.r. 29 novembre 2004, n. 67, art. 4.
- (6) Parole così sostituite con l.r. 29 novembre 2004, n. 67, art. 4.
- (7) Articolo così sostituito con l.r. 29 novembre 2004, n. 67, art. 5.
- (8) Parole aggiunte con l.r. 29 novembre 2004, n. 67, art. 6.
- (9) Parole così sostituite con l.r. 29 novembre 2004, n. 67, art. 6.
- (10) Parole così sostituite con l.r. 29 novembre 2004, n. 67, art. 7.
- (11) Articolo così sostituito con l.r. 29 novembre 2004, n. 67, art. 8.
- (12) Articolo così sostituito con l.r. 29 novembre 2004, n. 67, art. 9.
- (13) v. B.U. 12 gennaio 2005, n. 3, Avviso di Rettifica.



## Deliberazione Giunta Regionale n 788 del 13/07/1999

### Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/98.

(BURT. n 32 del 11/08/1999, parte Seconda , sezione I )

#### LA GIUNTA REGIONALE

Vista la Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";  
Vista la Legge Regionale 1 dicembre 1998, n. 89 "Norme in materia di inquinamento acustico";

Considerato che tale Legge Regionale, in attuazione dell'art. 4 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 e del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 detta norme finalizzate alla tutela dell'ambiente e della salute pubblica dall'inquinamento acustico prodotto dalle attività antropiche, disciplinandone l'esercizio al fine di contenere la rumorosità entro i limiti normativamente stabiliti dalla legge stessa;

Considerato che, ai sensi dell'art 12, comma 2 della Legge Regionale 89/98, la Giunta regionale definisce i criteri che i titolari dei progetti di cui al comma 1, 4 e 5 dello stesso articolo devono seguire per la redazione della documentazione di impatto acustico;

Considerato che, ai sensi dell'art 12, comma 3 della Legge Regionale 89/98, la Giunta regionale definisce i criteri tecnici che i soggetti pubblici e privati di cui allo stesso comma devono seguire per la redazione della relazione previsionale di clima acustico;

Considerata la proposta di Legge regionale n. 37/99 (Atti del Consiglio), approvata dal Consiglio Regionale nella seduta del 22 giugno 1999, che detta, tra l'altro, "Norme sulle concessioni, le autorizzazioni e le denunce d'inizio delle attività edilizie";

Preso atto che i suddetti criteri risultano espressi nel documento "Disposizioni in materia di impatto acustico ai sensi dell'art. 12 della LR 89/98", predisposto dalla competente struttura del Dipartimento delle Politiche territoriali e Ambientali della Giunta Regionale;  
a voti unanimi

#### DELIBERA

1. di definire i criteri che, ai sensi dell'art 12, comma 2 della Legge Regionale 89/98, i titolari dei progetti di cui al comma 1, 4 e 5 dello stesso articolo devono seguire per la redazione della documentazione di impatto acustico ed i criteri tecnici che, ai sensi dell'art 12, comma 3 della Legge Regionale 89/98, i soggetti pubblici e privati di cui allo stesso comma devono seguire per la redazione della relazione previsionale di clima acustico, così come individuati nell'allegato 1 "Disposizioni in materia di impatto acustico ai sensi dell'art. 12 della LR 89/98", facente parte integrante della presente deliberazione.

2. Il presente provvedimento è soggetto a pubblicità ai sensi della Legge Regionale 9/95 in quanto conclusivo del procedimento amministrativo regionale. In ragione del particolare rilievo del provvedimento, che per il suo contenuto deve essere portato alla piena conoscenza della generalità dei cittadini, se ne dispone la pubblicazione per intero, compreso l'allegato, sul Bollettino

Ufficiale della Regione Toscana ai sensi dell'art. 2, comma 3, della LR 18/96.

**ALLEGATO 1** - Disposizioni in materia di impatto acustico ai sensi dell'art. 12 della LR 89/98.

## **CRITERI PER LA REDAZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO** (LR n. 89/98: art. 12, comma 2)

### **PREMESSA**

Nel presente documento sono definiti, ai sensi dell'art. 12, comma 2 della LR 1 dicembre 1998, n. 89, i criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico che i Comuni, devono richiedere:

a) ai titolari dei progetti predisposti per la realizzazione, la modifica e il potenziamento delle opere elencate dall'art. 8, comma 2 della L. 26 ottobre 1995, n. 447 e ogni volta che la valutazione relativa agli effetti acustici sia comunque imposta da esigenze di tutela ambientale;

b) ai soggetti richiedenti il rilascio:

- di concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibite ad attività produttive, sportive e ricreative ed a postazioni di servizi commerciali polifunzionali;

- di altri provvedimenti comunali di abilitazione all'utilizzazione degli immobili e delle infrastrutture di cui sopra;

- di qualunque altra licenza od autorizzazione finalizzata all'esercizio di attività produttive;

Sono fatte salve in quanto applicabili ai singoli progetti delle opere in questione, le disposizioni della LR 3 novembre 1998, n. 79 "Norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale".

### **CONTENUTI DELLA DOCUMENTAZIONE**

#### ***Principi generali***

La documentazione di cui all'art. 12 comma 2 della LR 1 dicembre 1998, n. 89 deve contenere tutti gli elementi che per lo specifico progetto consentano di:

a) individuare i limiti massimi di emissione e di immissione a cui è soggetto;

b) desumere il rispetto di tali limiti;

c) valutare l'eventuale significativo peggioramento del rumore ambientale locale, al fine del mantenimento o del conseguimento dei valori di qualità.

Qualora si preveda un superamento dei limiti di emissione o di immissione, la documentazione dovrà indicare le misure previste

per ridurre o eliminare le emissioni sonore causate dall'attività o dagli impianti.

Per la redazione della valutazione e l'esecuzione delle eventuali misurazioni si dovrà far riferimento ai criteri di buona tecnica previsti per la descrizione dei livelli sonori nell'ambiente dalla norma UNI 9884.

La documentazione di impatto acustico di cui sopra, resa con le modalità di cui all'art. 4 della L.n. 15/68, dovrà essere sottoscritta anche da un tecnico competente ai sensi dell'art. 2, comma 6 della L. n. 447/95.

#### ***Contenuti specifici***

Per il conseguimento dei principi generali di cui sopra, la documentazione di impatto acustico dovrà contenere:

1. la descrizione della classificazione acustica del territorio su cui si localizza l'attività o l'impianto oggetto di valutazione e delle aree comunque interessate significativamente dalla sua rumorosità;

2. una planimetria fedele alla situazione attuale delle zone di potenziale influenza della sorgente, e comunque l'individuazione delle abitazioni più vicine e di quelle potenzialmente più disturbate;

3. una descrizione delle principali sorgenti di emissione sonora che ne individui: la localizzazione, le connessioni strutturali col resto dell'edificio, le diverse modalità ed orari di funzionamento, i livelli sonori prodotti nelle zone di potenziale influenza ovvero l'irrilevanza delle loro immissioni sonore rispetto ai limiti;

6. il confronto tra le emissioni dell'impianto od attività e gli eventuali limiti di emissione previsti.

## **CRITERI PER LA REDAZIONE DELLA VALUTAZIONE PREVISIONALE DI CLIMA ACUSTICO (LR n. 89/98: art. 12, comma 3)**

### **PREMESSA**

Nel presente documento, ai sensi dell'art. 12, comma 3 della LR 1 dicembre 1998, n. 89, sono definiti i criteri per la redazione della documentazione previsionale del clima acustico che i soggetti pubblici e privati interessati alla realizzazione delle tipologie di insediamenti di cui allo stesso comma, sono tenuti a produrre con riferimento alle aree sulle quali insistano, come da progetto, gli insediamenti stessi.

### **CONTENUTI DELLA DOCUMENTAZIONE**

#### ***Principi generali***

Le relazioni redatte ai sensi dell'art. 12 comma 3 della LR n. 89/98 deve contenere tutti gli elementi che per la specifica tipologia di insediamento consentano di:

- a) valutare se sia necessario apportare modifiche al progetto dell'opera o al territorio circostante per garantire agli occupanti il rispetto dei limiti di immissione e dei valori di qualità.
- b) individuare la natura delle modifiche necessarie ovvero l'impossibilità pratica di conseguire i limiti suddetti.

Per la redazione della valutazione e l'esecuzione delle misurazioni si dovrà far riferimento ai criteri di buona tecnica previsti per la descrizione dei livelli sonori nell'ambiente dalla norma UNI 9884.

La documentazione di valutazione di cui sopra, resa con le modalità di cui all'art. 4 della L. n. 15/68, dovrà essere sottoscritta anche da un tecnico competente ai sensi dell'art. 2, comma 6 della L.n. 447/95.

#### ***Contenuti specifici***

Per il conseguimento dei principi generali di cui sopra la valutazione previsionale di clima acustico, dovrà contenere:

1. una planimetria fedele alla situazione attuale dell'area dove si localizza il progetto che consenta di individuare le principali sorgenti sonore che influenzano il clima acustico dell'area;
2. la misurazione del clima acustico presente prima della realizzazione dell'opera;
3. la descrizione della classificazione acustica del territorio dove si realizzerà il nuovo insediamento;
4. una analisi delle modificazioni prodotte dalla realizzazione dell'opera sulle sorgenti sonore precedentemente individuate e sulla propagazione acustica verso i ricettori, inclusi gli effetti di schermo, riflessione e simili introdotti dalla realizzazione dell'insediamento stesso;
5. l'individuazione delle modificazioni dei percorsi e dei flussi di traffico prodotte a regime dall'insediamento previsto;
6. nel caso di edifici, la descrizione delle prestazioni di isolamento acustico verso i rumori esterni offerte dall'edificio oggetto di valutazione e conformità delle stesse ai disposti del DPCM 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
7. nel caso che i livelli sonori previsti siano superiori ai limiti, una analisi dei possibili interventi che consentirebbero di ricondurre i livelli sonori entro i limiti previsti o di ridurre l'entità del superamento;
8. una stima dei costi necessari alla loro realizzazione.

**DELIBERAZIONE n. 398 del 28/03/2000**

**Modifica e integrazione della Deliberazione 13/7/99, n. 788**

"Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 e 3

**della L.R. n. 89/98"**

*19.04.2000 Bollettino Ufficiale della Regione Toscana - n. 16, Parte II, Sezione I*

LA GIUNTA REGIONALE

Visto il Decreto del Ministro dell'Ambiente 31/10/97 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale che all'art. 1, comma 2 recita: "Le Regioni disciplinano con propria legge le modalità per la presentazione della documentazione di impatto acustico prevista dall'art. 8, comma 2, della legge 26 ottobre 1995, n. 447, per le aree ove sono effettuati gli atterraggi ed i decolli degli apparecchi utilizzati per il volo da diporto o sportivo, di cui alla legge 25 marzo 1985, n. 106, ed al decreto del Presidente della Repubblica 5 agosto 1988, n. 404, e le aviosuperfici da realizzare successivamente all'entrata in vigore del presente decreto prevedendo l'obbligo, per i comuni, di dare comunicazione delle loro valutazioni all'Ente nazionale per l'aviazione civile, per le eventuali azioni di competenza.";

Visto l'art. 12, comma 1 della L.R. n. 89/98 "Norme in materia di inquinamento acustico" che recita: "I Comuni devono richiedere ai titolari dei progetti predisposti per la realizzazione, la modifica od il potenziamento delle opere elencate dall'art. 8, comma 2 della L. n. 447/95, ed a corredo degli stessi, apposita documentazione di impatto acustico, ogni volta che la valutazione relativa agli effetti acustici sia comunque imposta dalle esigenze di tutela salvaguardate dalle norme della presente legge.";

Vista la propria precedente Deliberazione 13/7/99, n. 788 "Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 e 3 della L.R. n. 89/98", concernente tra l'altro i criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico relativa alla realizzazione, alla modifica o al potenziamento di aeroporti, aviosuperfici ed eliporti;

Considerato che le disposizioni contenute nella suddetta Deliberazione sono applicabili alle tipologie infrastrutturali oggetto del sopra citato art. 1, comma 2 del Decreto Ministeriale 31/10/97, anche se il medesimo Decreto non è stato esplicitamente richiamato in narrativa, e quindi la Deliberazione può considerarsi esaustiva degli aspetti tecnicamente rilevanti all'applicazione della norma statale;

Ritenuto, comunque, opportuno evidenziare, a modifica e integrazione di quanto già deliberato, la necessità, rappresentata dalla norma statale, che i Comuni diano comunicazione delle loro valutazioni, per le tipologie di opere di cui trattasi, all'Ente nazionale per l'aviazione civile, per le eventuali azioni di competenza;

Delibera

1. Di aggiungere dopo il punto 1 del dispositivo della Deliberazione 13/7/99, n. 788 , il seguente punto 1bis:

"1 bis. Nel caso di valutazione di impatto acustico di aree ove sono effettuati gli atterraggi ed i decolli degli apparecchi utilizzati per il volo da diporto o sportivo, di cui alla L. n. 106/95, ed al D.P.R. n. 404/88, e delle aviosuperfici, in ottemperanza a quanto stabilito dall'art. 1, comma 2 del Decreto del Ministro

dell'Ambiente 31/10/97 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale", i Comuni, al termine del conseguente procedimento amministrativo, provvedono a notificare le relative conclusioni all'Ente nazionale per l'aviazione civile, per le eventuali azioni di competenza.";

2. Il presente provvedimento è soggetto a pubblicità ai sensi della L. R. n. 9/95 in quanto conclusivo del procedimento amministrativo regionale. In ragione del particolare rilievo del provvedimento, che per il suo contenuto deve essere portato alla piena conoscenza della generalità dei cittadini, se ne dispone la pubblicazione per intero sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana ai sensi dell'art. 2, comma 3, della L.R. n. 18/96.

## NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

Dall' emanazione del D.P.C.M. 5/12/97 ad oggi le norme tecniche di riferimento citate hanno subito modifiche, sostituzioni ed integrazioni con nuove norme.

Citiamo di seguito le nuove norme tecniche da considerare oggi di riferimento:

<b>UNI EN ISO 717-1</b>	Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea.	dic-97
<b>UNI EN ISO 717-2</b>	Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio.	dic-97
<b>UNI EN ISO 140-4</b>	Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti.	dic-00
<b>UNI EN ISO 140-5</b>	Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate	ott-00
<b>UNI EN ISO 140-7</b>	Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai.	dic-00
<b>UNI EN 12354-1</b>	Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.	nov-02
<b>UNI EN 12354-2</b>	Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.	nov-02
<b>UNI EN 12354-3</b>	Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.	nov-02
<b>UNI EN 12354-4</b>	Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Trasmissione del rumore interno all'esterno.	set-03
<b>UNI EN ISO 3382</b>	Acustica - Misurazione del tempo di riverberazione di ambienti con riferimento ad altri parametri acustici.	nov-01
<b>UNI/TR 11175:2005</b>	Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale.	nov-05

### Note:

*La norma UNI 8270 -7 è stata sostituita dalle norme UNI EN ISO 717 parti 1 e 2.*

*La norma UNI 10708 -1 è stata sostituita da dalla norma UNI EN ISO 140 -4.*

*La norma UNI 10708 -2 è stata sostituita da dalla norma UNI EN ISO 140 -5.*

*La norma UNI 10708 -3 è stata sostituita da dalla norma UNI EN ISO 140 -7.*

*La norma ISO 3382-75 è stata sostituita dalla norma UNI EN ISO 3382.*

*Le norme UNI EN 12354 parti 1,2,3,4 e la UNI/TR 11175 sono di nuova introduzione.*

***Di seguito, per comodità di consultazione, si riporta l'intero quadro delle norme tecniche nazionali ed europee in materia di acustica e vibrazioni.***

# NORMATIVA NAZIONALE ED EUROPEA

## NORMATIVA NAZIONALE

### 1. NORME UNI

#### 1.1 Misurazioni acustiche e determinazione del rumore in generale

**SS UNI U20.00.050.0:1997** - 31/03/1997 - Acustica. Schermi acustici. Determinazione delle caratteristiche acustiche in campo libero. Progetto in standstill. (Codice ICS: 17.140.01)

**UNI 7545/22 (1993)** - “Segni grafici per segnali di pericolo - Rumore”.

**UNI 8199 (1998)** - “ Acustica. Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione – Linee guida contrattuali e modalità di misurazione.

**UNI 9432:2002** - 01/10/2002 – Acustica. Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell’ambiente di lavoro. (Codice ICS: 13.140)

**UNI 9434:1989** - 31/05/1989 - Misura della perdita di inserzione sonora di un silenziatore Metodo di controllo. (Codice ICS: 17.140.01 91.120.20)

**UNI 9435:1989** - 31/05/1989 - Sistemi schermanti. Misura della attenuazione acustica degli schermi sottili in campo libero simulato. (Codice ICS: 17.140.01)

**UNI 10343:1994** - 28/02/1994 - Acustica. Valutazione delle prestazioni acustiche di cabinati e cabine mediante l’indice unico di valutazione. (Codice ICS: 17.140.01 13.140)

**UNI 10844:1999** - 30/11/1999 - Acustica - Determinazione della capacità di fonoassorbimento degli ambienti chiusi (Codice ICS: 17.140.01 91.120.20)

**UNI 10855:1999** - 31/12/1999 - Acustica - Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti (Codice ICS: 17.140.01 17.140.20)

**UNI EN 1746:2000** - 30/09/2000 - Sicurezza del macchinario - Guida per la redazione delle clausole sul rumore nelle norme di sicurezza (Codice ICS: 13.110)

**UNI EN 21683:1995** - 31/12/1995 - Acustica. Grandezze di riferimento preferite per i livelli acustici.. (Codice ICS: 17.140.01)

**UNI EN 25136:1995** - 30/06/1995 - Acustica. Determinazione della potenza sonora immessa in condotto da ventilatori. Metodo con ventilatore inserito in condotto. (Codice ICS: 17.140.20 91.120.20)

**UNI EN 27574-1:1991** - 31/01/1991 - Acustica. Metodi statistici per la determinazione ed il controllo dei valori dichiarati di emissione acustica delle macchine e delle apparecchiature. Generalità e definizioni. (Codice ICS: 17.140.20)

**UNI EN 29053:1994** - 28/02/1994 - Acustica. Materiali per applicazioni acustiche. Determinazione della resistenza al flusso d’aria. (Codice ICS: 17.140.01)

**UNI EN 29295:1992** - 01/07/1992 - Acustica. Misurazione del rumore ad alta frequenza emesso dalle apparecchiature informatiche e per ufficio. (Codice ICS: 17.140.20 35.260)

**UNI EN ISO 3382:2001** - 30/11/2001 - Acustica - Misurazione del tempo di riverberazione di ambienti con riferimento ad altri parametri acustici (Codice ICS: 17.140.01 91.120.20)

**UNI EN ISO 3744:1997** - 31/12/1997 - Acustica. Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante pressione sonora. Metodo tecnico progettuale in un campo essenzialmente libero su un piano riflettente. (Codice ICS: 17.140.01)

**UNI EN ISO 3746:1997** - 31/12/1997 - Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante pressione sonora - Metodo di controllo con una superficie

**UNI EN ISO 7235:1997** - 31/07/1997 - Acustica. Metodi di misurazione per silenziatori inseriti nei canali. Attenuazione sonora, rumore endogeno e perdite di carico. (Codice ICS: 17.140.20 91.120.20)

**UNI EN ISO 9614-1:1997** - 30/11/1997 - Acustica. Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante il metodo intensimetrico. Misurazione per punti discreti. (Codice ICS: 17.140.01)

**UNI EN ISO 9614-2:1998** - 30/06/1998 - Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante il metodo intensimetrico - Misurazione per scansione. (Codice ICS: 17.140.01)

**UNI EN ISO 10846-1:2001** - 30/06/2001 - Acustica e vibrazioni - Misurazione in laboratorio delle proprietà vibro- acustiche degli elementi resilienti - Principi e linee guida. (Codice ICS: 17.140.01)

**UNI ISO 2249:1977** - 30/06/1977 - Acustica. Descrizione e misura delle proprietà fisiche dei bang sonici. (Codice ICS: 17.140.30)

## 1.2 Rumore emesso da macchine e apparecchiature

- UNI 9572:1990** - 31/07/1990 - Guida per la valutazione dell' impatto acustico ambientale per impianti con turbine a gas. (Codice ICS: 17.140.20 27.040)
- UNI EN ISO 1680:2001** - 30/04/2001 - Acustica - Procedura per prove di misurazione del rumore aereo emesso dalle macchine elettriche rotanti (Codice ICS: 17.140.20 29.160.01)
- UNI EN ISO 4871:1998** - 31/10/1998 - Acustica - Dichiarazione e verifica dei valori di emissione sonora di macchine ed apparecchiature (Codice ICS: 17.140.20)
- UNI EN ISO 7779:2001** - 31/10/2001 - Acustica - Misurazione del rumore aereo emesso dalle apparecchiature informatiche e di telecomunicazione (Codice ICS: 17.140.20 35.020)
- UNI EN ISO 11200:1997** - 31/10/1997 - Acustica. Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature. Linee guida per l'uso delle norme di base per la determinazione dei livelli di pressione sonora al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni. (Codice ICS: 17.140.20)
- UNI EN ISO 11201:1997** - 31/10/1997 - Acustica. Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature - Misurazione dei livelli di pressione sonora al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni. Metodo tecnico progettuale in campo sonoro praticamente libero su un piano riflettente. (Codice ICS: 17.140.20)
- UNI EN ISO 11202:1997** - 31/10/1997 - Acustica. Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature - Misurazione dei livelli di pressione sonora al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni. Metodo di controllo in sito. (Codice ICS: 17.140.20)
- UNI EN ISO 11203:1997** - 31/10/1997 - Acustica. Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature. Determinazione dei livelli di pressione sonora al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni sulla base del livello di potenza sonora. (Codice ICS: 17.140.20)
- UNI EN ISO 11204:1997** - 30/11/1997 - Acustica. Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature - Misurazione dei livelli di pressione sonora al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni. Metodo richiedente correzioni ambientali. (Codice ICS: 17.140.20)
- UNI EN ISO 11688-1:2000** - 31/12/2000 - Acustica - Suggerimenti pratici per la progettazione di macchine ed apparecchiature a bassa emissione di rumore - Pianificazione (Codice ICS: 17.140.20 21.020 17.140.01)
- UNI EN ISO 11689:1998** - 31/10/1998 - Acustica - Procedura per la comparazione dei dati di emissione sonora per macchine ed apparecchiature (Codice ICS: 17.140.20)
- UNI EN ISO 11690-1:1998** - 30/09/1998 - Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Strategie per il controllo del rumore (Codice ICS: 13.140 17.140.20)
- UNI EN ISO 11690-2:1999** - 31/03/1999 - Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Provvedimenti per il controllo del rumore (Codice ICS: 13.140 17.140.20)
- UNI EN ISO 11690-3:2000** - 30/11/2000 - Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Propagazione del suono e previsione del rumore in ambienti di lavoro (Codice ICS: 13.140 17.140.20)
- UNI EN ISO 12001:1998** - 30/04/1998 - Acustica - Rumore emesso da macchine ed apparecchiature - Regole per la stesura e la presentazione di una procedura per prove di rumorosità (Codice ICS: 17.140.20)

## 1.3 Isolamento del rumore

- UNI EN ISO 140-1:1999** - /09/1999 - Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Requisiti per le attrezzature di laboratorio con soppressione della trasmissione laterale.
- UNI EN ISO 140-3:1997** - /09/1997 - Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio.
- UNI EN ISO 140-4:2000** - 31/12/2000 - Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti. (Codice ICS: 91.120.20)
- UNI EN ISO 140-5:2000** - 31/10/2000 - Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate. (Codice ICS: 91.060.10 91.120.20)



**UNI EN ISO 140-6:2000** - /12/2000 - Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in laboratorio dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai.

**UNI EN ISO 140-7:2000** - 31/12/2000 - Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai. (Codice ICS: 91.060.30 91.120.20)

**UNI EN ISO 140-8:1999** - /10/1999 - Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazione su un solaio pesante normalizzato.

**UNI EN ISO 140-12:2001** - /05/2001 - Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti (Codice ICS: 91.120.20)

**UNI EN ISO 266:1998** - 31/07/1998 - Acustica - Frequenze preferibili. (Codice ICS: 17.140.01)

**UNI EN ISO 717-1:1997** - 31/12/1997 - Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea. (Codice ICS: 91.120.20)

**UNI EN ISO 717-2:1997** - 31/12/1997 - Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio. (Codice ICS: 91.120.20)

**UNI 10846-1: 2001** – Acustica e vibrazioni. – Misurazioni in laboratorio delle proprietà vibro-acustiche degli elementi resilienti – Principi e linee guida.

**UNI 10846-2: 2001** – Acustica e vibrazioni. – Misurazioni in laboratorio delle proprietà vibro-acustiche degli elementi resilienti – Rigidezza dinamica al moto traslatorio di supporti elastici – Metodo diretto.

**UNI EN ISO 11546-1:1997** - 30/09/1997 - Acustica. Determinazione delle prestazioni acustiche di cappottature. Misurazioni di laboratorio (ai fini della dichiarazione). (Codice ICS: 17.140.01)

**UNI EN ISO 11546-2:1997** - 30/09/1997 - Acustica. Determinazione delle prestazioni acustiche di cappottature. Misurazioni in opera (ai fini dell'accettazione e della verifica). (Codice ICS: 17.140.01)

**UNI EN ISO 11654:1998** - 31/10/1998 - Acustica - Assorbitori acustici per l'edilizia - Valutazione dell'assorbimento acustico. (Codice ICS: 91.120.20 17.140.01)

**UNI EN ISO 11821:1999** - 28/02/1999 - Acustica - Misurazione dell'attenuazione sonora in sito di uno schermo mobile. (Codice ICS: 17.140.01)

**UNI EN ISO 11957:1998** - 31/10/1998 - Acustica - Determinazione della prestazione di isolamento acustico di cabine - Misurazioni in laboratorio e in sito. (Codice ICS: 17.140.01)

**UNI EN 12354 – 1: 2002** - Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti. (Codice ICS:)

**UNI EN 12354 – 2: 2002** - Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico al calpestio tra ambienti. (Codice ICS: )

**UNI EN 12354 – 3: 2002** - Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea. (Codice ICS: )

**UNI EN ISO 14163:2001** - 30/06/2001 - Acustica - Linee guida per la riduzione del rumore con i silenziatori. (Codice ICS: 17.140.01)

**UNI EN 20140-10:1993** - 31/07/1993 - Acustica. Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misura in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di piccoli elementi di edificio. (Codice ICS: 91.120.20)

**UNI EN 20140-2:1994** - 31/03/1994 - Acustica. Misura dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio. Determinazione, verifica e applicazione della precisione dei dati. (Codice ICS: 17.140.01 91.120.20)

**UNI EN 20140-9:1998** - 31/01/1998 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e in elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea da ambiente a ambiente coperti dallo stesso controsoffitto. (Codice ICS: 91.120.20)

#### 1.4 Altro

**UNI ISO 7188:1999** - 30/09/1999 - Acustica - Misurazione del rumore emesso dalle autovetture nelle condizioni rappresentative di traffico urbano (Codice ICS: 17.140.30 43.100)

**UNI EN ISO 11820:1999** - 31/01/1999 - Acustica - Misurazioni su silenziatori in sito (Codice ICS: 91.140.30 17.140.01)

#### 1.5 Vibrazioni

**UNI 10570:1997** - 30/06/1997 - Prodotti per l'isolamento delle vibrazioni. Determinazione delle caratteristiche meccaniche di materassini e piastre. (Codice ICS: 13.160)

**UNI 9513:1989** - 31/12/1989 - Vibrazioni e urti. Vocabolario. (Codice ICS: 01.040.13 17.160)

**UNI EN 12096:1999** - 30/04/1999 - Vibrazioni meccaniche - Dichiarazione e verifica dei valori di emissione vibratoria. (Codice ICS: 13.160 17.160)

**UNI EN 1299:1998** - 31/10/1998 - Vibrazioni meccaniche ed urti - Isolamento vibrazionale dei macchinari - Informazioni per la messa in opera dell'isolamento della fonte (Codice ICS: 17.160)

**UNI ISO 14964:2001** - 31/12/2001 - Vibrazioni meccaniche ed urti - Vibrazioni di strutture fisse - Requisiti specifici per la gestione della qualità nella misura e nella valutazione delle vibrazioni (Codice ICS: 17.160 03.120.10 91.120.25)

**UNI ISO 1940-1:1993** - 30/11/1993 - Vibrazioni meccaniche. Gradi di equilibratura dei rotanti rigidi. Determinazione dello squilibrio residuo ammissibile. (Codice ICS: 17.160 21.120.40)

**UNI ISO 2017:1992** - 31/03/1992 - Vibrazioni ed urti. Elementi isolanti. Procedura per specificare le caratteristiche. (Codice ICS: 17.160)

**UNI ISO 2953:1993** - 30/11/1993 - Macchine per l'equilibratura. Descrizione e valutazione delle prestazioni. (Codice ICS: 21.120.40 17.160)

## ***NORMATIVA EUROPEA***

### **2. NORME EN**

#### **2.1 Misure acustiche e riduzione del rumore in generale**

**EN ISO 3740:2000** Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources - Guidelines for the use of basic standards (ISO 3740:2000)

**EN ISO 3741:1999** Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure - Precision methods for reverberation rooms (ISO 3741:1999)

**EN ISO 3743-1:1995** Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources - Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields - Part 1: Comparison method for hard-walled test rooms (ISO 3743-1:1994)

**EN ISO 3747:2000** Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure - Comparison method for use in situ (ISO 3747:2000)

#### **2.2 Rumore emesso dalle macchine ed apparecchiature**

**EN 12545:2000** Footwear, leather and imitation leather goods manufacturing machines - Noise test code - Common requirements

**EN 1265:1999** Noise test code for foundry machines and equipment

**EN 1547:2001** Industrial thermoprocessing equipment - Noise test code for industrial thermoprocessing equipment including its ancillary handling equipment

**EN 25136:1993** Acoustics - Determination of sound power radiated into a duct by fans - In-duct method (ISO 5136:1990 and Technical Corrigendum 1:1993)

**EN 28960:1993** Refrigerators, frozen-food storage cabinets and food freezers for household and similar use - Measurement of emission of airborne acoustical noise (ISO 8960:1991)

**EN 29295:1991** Acoustics - Measurement of high-frequency noise emitted by computer and business equipment (ISO 9295:1988)

**EN ISO 4871:1996** Acoustics - Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment (ISO 4871:1996)

**EN ISO 9902-1:2001** Textile machinery - Noise test code - Part 1: Common requirements (ISO 9902-1:2001)

**EN ISO 9902-2:2001** Textile machinery - Noise test code - Part 2: Spinning preparatory and spinning machinery (ISO 9902-2:2001)

**EN ISO 9902-3:2001** Textile machinery - Noise test code - Part 3: Nonwoven machinery (ISO 9902-3:2001)

**EN ISO 9902-4:2001** Textile machinery - Noise test code - Part 4: Yarn processing, cordage and rope manufacturing machinery (ISO 9902-4:2001)

**EN ISO 9902-5:2001** Textile machinery - Noise test code - Part 5: Weaving and knitting preparatory machinery (ISO 9902-5:2001)

**EN ISO 9902-6:2001** Textile machinery - Noise test code - Part 6: Fabric manufacturing machinery (ISO 9902-6:2001)

**EN ISO 9902-7:2001** Textile machinery - Noise test code - Part 7: Dyeing and finishing machinery (ISO 9902-7:2001)

## **2.3 Isolamento del rumore**

**EN 12354-1:2000** Building Acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements - Part 1: Airborne sound insulation between rooms

**EN 12354-2:2000** Building acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements - Part 2: Impact sound insulation between rooms

**EN 12354-3:2000** Building acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements - Part 3: Airborne sound insulation against outdoor sound

**EN 12354-4:2000** Building Acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements - Part 4: Transmission of indoor sound to the outside

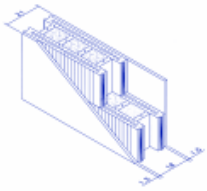
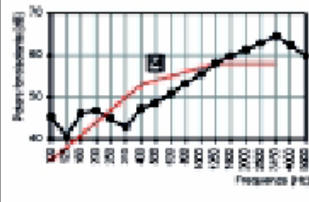
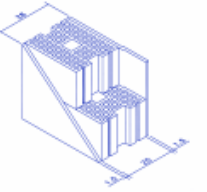
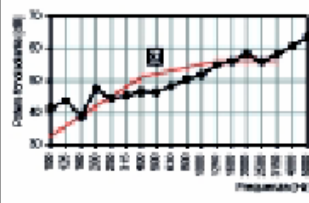
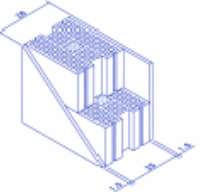
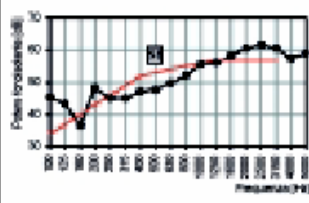
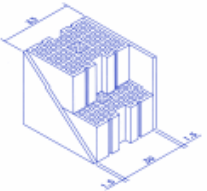
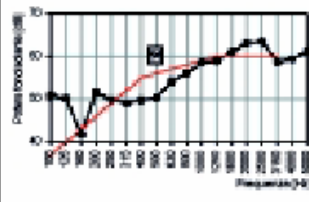
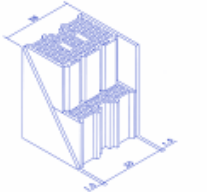
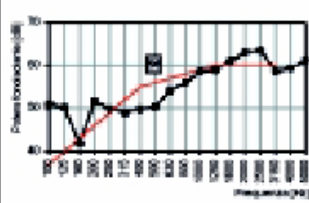
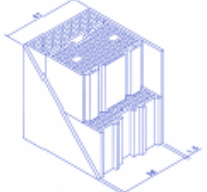
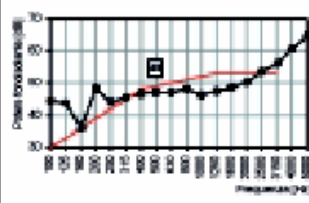
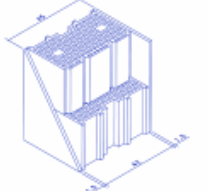
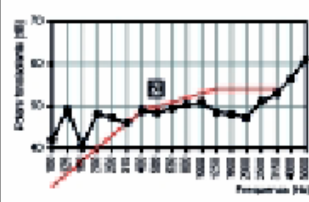
**EN 29052-1:1992** Acoustics - Determination of dynamic stiffness - Part 1: Materials used under floating floors in dwellings

**EN ISO 11654:1997** Acoustics - Sound absorbers for use in buildings - Rating of sound absorption (ISO 11654:1997)

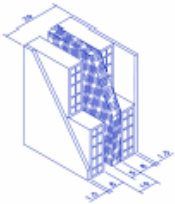
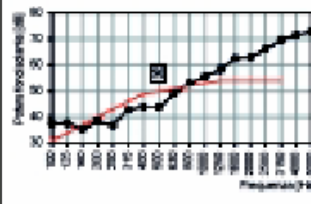
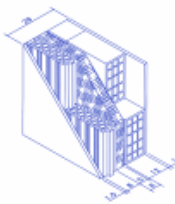
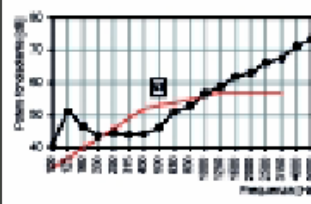
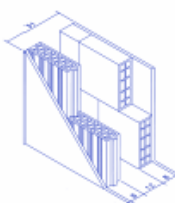
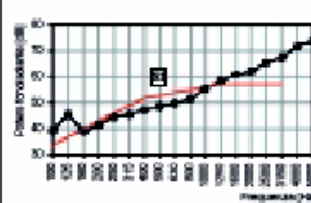
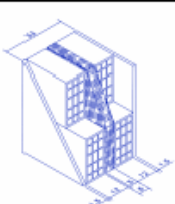
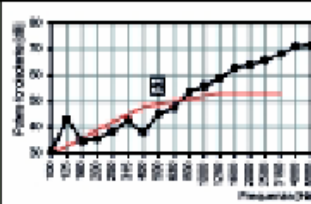
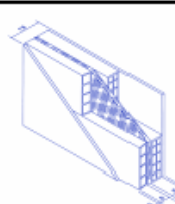
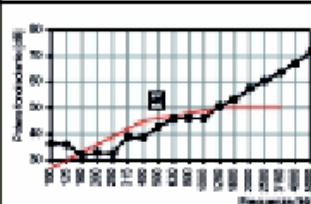
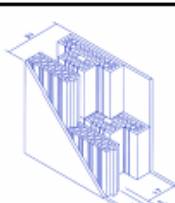
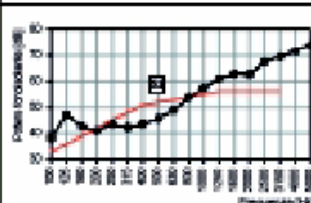

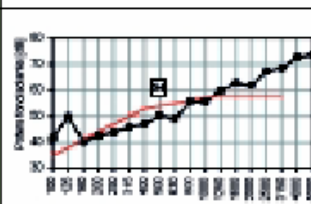
**EN ISO 3382:2000** Acoustics - Measurements of the reverberation time of rooms with reference to other acoustical parameters (ISO 3382:1997)

**POTERE FONOI SOLANTE STRUTTURE**

Pareti monostrato. Risultati delle misurazioni effettuate in laboratorio.

Codice parete	Schema di montaggio (misure in cm)	Descrizione	Spess. [m] e massa sup. [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> (dB) C (dB) C <sub>tr</sub> (dB)	Potere fonoisolante R e indice di valutazione R <sub>w</sub>
A03 Monostrato		Parete realizzata con blocchi ad incastro, alleggeriti in pasta, a tre fori verticali (18x50x20 cm) con fori riempiti di malta, intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.21 360	R <sub>w</sub> = 54 C = -1 C <sub>tr</sub> = -4	
A04 Monostrato		Parete realizzata con blocchi ad "H", alleggeriti in pasta (25x30x19 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.28 300	R <sub>w</sub> = 52 C = -1 C <sub>tr</sub> = -3	
A05 Monostrato		Parete realizzata con blocchi ad "H", alleggeriti in pasta, con fori riempiti di malta (25x30x19 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.28 340	R <sub>w</sub> = 53 C = -1 C <sub>tr</sub> = -4	
A06 Monostrato		Parete realizzata con blocchi ad "H", alleggeriti in pasta, con fori riempiti di malta (30x25x17 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.33 390	R <sub>w</sub> = 56 C = 0 C <sub>tr</sub> = -3	
A07 Monostrato		Parete realizzata con blocchi semipieni ad incastro, alleggeriti in pasta (35x25x24,5 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.38 380	R <sub>w</sub> = 48 C = -1 C <sub>tr</sub> = -2	
A08 Monostrato		Parete realizzata con blocchi semipieni ad incastro, alleggeriti in pasta (38x25x24,5 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.41 420	R <sub>w</sub> = 49 C = -1 C <sub>tr</sub> = -2	
A09 Monostrato		Parete realizzata con blocchi semipieni ad incastro, alleggeriti in pasta (42x25x24,5 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.45 470	R <sub>w</sub> = 50 C = -1 C <sub>tr</sub> = -2	

## Pareti multistrato e sperimentali. Risultati delle misurazioni effettuate in laboratorio.

Codice parete	Schema di montaggio (misure in cm)	Descrizione	Spess. [m] e massa sup. [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> (dB) C (dB) C <sub>tr</sub> (dB)	Potere fonoisolante R e indice di valutazione R <sub>w</sub>
B01 Multi-strato		Parete realizzata con tavolato in tramezze normali a 10 fori (8x25x25 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno; intercapedine di 10 cm con lana di roccia da 5 cm (50 kg/m <sup>3</sup> ) appoggiata al tavolato; tavolato in tramezze normali a 10 fori (8x25x25 cm) ed intonaco sul lato esterno.	0.29 190	R <sub>w</sub> = 50 C = -1 C <sub>tr</sub> = -4	
B02 Multi-strato		Parete realizzata con tavolato in tramezze normali a 15 fori (12x25x25 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno; intercapedine di 6 cm con lana di roccia da 5 cm (densità 50 kg/m <sup>3</sup> ); tavolato in tramezze semipiene ad incastro, alleggerite in pasta (8x50x24,5 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno.	0.29 300	R <sub>w</sub> = 53 C = 0 C <sub>tr</sub> = -3	
B03 Multi-strato		Parete realizzata con tavolato in tramezze normali a 10 fori (8x25x25 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno; intercapedine di 12 cm; tavolato in tramezze semipiene ad incastro, alleggerite in pasta (8x50x24,5 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno.	0.31 260	R <sub>w</sub> = 53 C = 0 C <sub>tr</sub> = -4	
B04 Multi-strato		Parete realizzata con tavolato in tramezze normali a 15 fori (12x25x25 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno; intercapedine di 6 cm con lana di roccia da 5 cm (densità 50 kg/m <sup>3</sup> ); tavolato in tramezze normali a 15 fori (12x25x25 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno.	0.33 250	R <sub>w</sub> = 49 C = -1 C <sub>tr</sub> = -5	
C02 Sperimentale		Parete realizzata con tavolato in tramezze a 10 fori (8x50x25 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno; intercapedine di 2 cm con fibra di poliestere compressa (spessore originario 2,5 cm, massa 0,2 kg/m <sup>2</sup> ); tavolato in tavole a 4 fori (6x80x25 cm) ed intonaco sul lato esterno.	0.19 160	R <sub>w</sub> = 46 C = -1 C <sub>tr</sub> = -5	
C03 Sperimentale		Parete realizzata con blocchi a "T" (17x33x24,5 cm), alleggeriti in pasta, con tagli verticali, montati sfalsati ed intonaco (1,5 cm) lato esterno; intercapedine di 3 cm; tavolato in tramezze semipiene ad incastro, alleggerite in pasta (8x50x24,5 cm) ed intonaco lato esterno.	0.31 320	R <sub>w</sub> = 52 C = -1 C <sub>tr</sub> = -4	
C04 Sperimentale		Parete realizzata con blocchi a "T", alleggeriti in pasta, (17x33x24,5 cm) montati sfalsati ed intonaco (1,5 cm) lato esterno; intercapedine di 3 cm; tavolato in tramezze semipiene ad incastro, alleggerite in pasta (8x50x24,5 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno.	0.31 320	R <sub>w</sub> = 54 C = -1 C <sub>tr</sub> = -4	

## Pareti semplici

<b>Parete tipo</b>	<b>Certif. N°</b>	<b>Descrizione materiali impiegati</b>	<b>Spessore (cm)</b>	<b>Densità superficiale (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Indice di valutaz. Rw (dB)</b>
<b>1</b>	<b>4</b>	Tramezza 8x25x25, 10 fori, F/A=60%, fori orizzontali, con intonaco, ultimata da 12 giorni	11 1.5+8+1.5	136 (nom.105)	<b>42.5</b>
<b>2</b>	<b>8</b>	Blocco semipieno alveolato, 25x30x19, F/A=45%, fori verticali, appena intonacata	28 1.5+25+1.5	285	<b>51.5</b>
<b>3</b>	<b>10</b>	Mattone pieno UNI, 12x25x5.5, F/A=15%, montato di punta (2 teste)	28 1.5+25+1.5	477	<b>51</b>
<b>4</b>	<b>11</b>	Mattone pieno UNI, 12x25x5.5, F/A=15%, montato a 3 teste+intonaco	41 1.5+38+1.5	682	<b>52.5</b>
<b>5</b>	<b>12</b>	Mattone semipieno UNI, 12x25x5.5, F/A=32%, fori verticali, montato di punta (a 2 teste), con intonaco	28 1.5+25+1.5	440	<b>51</b>
<b>6</b>	<b>13</b>	Blocco semipieno alveolato, 25x30x19, F/A=45%, fori verticali, montato di testa, con intonaco	33 1.5+30+1.5	330	<b>46.5</b>
<b>7</b>	<b>15</b>	Laterizio normale forato, 12x25x25, 15 fori, F/A=60%, fori orizzontali, intonaco	15 1.5+12+1.5	149	<b>42.5</b>
<b>8</b>	<b>18</b>	Mattone semipieno doppio UNI, fori verticali, 12x25x12, F/A=40%, intonaco	15 1.5+12+1.5	176 (nom=203)	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>22</b>	Blocco semipieno alveolato, 45x30x19, F/A=45%, montato di testa, fori verticali, con intonaco	48 1.5+45+1.5	428	<b>49</b>
<b>10</b>	<b>23</b>	Blocco forato alveolato, 30x25x19, F/A=55%, montato di testa, fori verticali, con intonaco	33 1.5+30+1.5	285	<b>44.5</b>

<b>Parete tipo</b>	<b>Certif. N°</b>	<b>Descrizione materiali impiegati</b>	<b>Spessore (cm)</b>	<b>Densità superficiale (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Indice di valutaz. Rw (dB)</b>
<b>11</b>	<b>24</b>	Blocco forato in laterizio normale, 30x25x16, F/A=50%, fori verticali, con intonaco	33 1.5+30+1.5	301	<b>45</b>
<b>12</b>	<b>26</b>	Foratino in laterizio normale, 8x12x24, 4 fori, F/A=60%, fori orizzontali, con intonaco	11 1.5+8+1.5	96	<b>37</b>
<b>13</b>	<b>27</b>	Tramezze alveolate, 8x45x22.5, F/A=45%, fori verticali, con intonaco	11 1.5+8+1.5	112	<b>38.5</b>
<b>14</b>	<b>28</b>	Tramezze alveolate, 12x45x22.5, F/A=45%, fori verticali, con intonaco	15 1.5+12+1.5	164	<b>41.5</b>
<b>15</b>	<b>29</b>	Forato alveolato, fori orizzontali, 30x19x25, F/A=60%, fori orizzontali, con intonaco	33 1.5+30+1.5	268	<b>43</b>
<b>16</b>	<b>42</b>	Forato in laterizio normale, 8x24x12, 6 fori, F/A=60%, fori orizzontali, intonaco	11 1.5+8+1.5	118	<b>42.5</b>
<b>17</b>	<b>43</b>	Forato laterizio normale, 12x25x25, 10 fori, F/A=60%, fori orizzontali, intonaco	15 1.5+12+1.5	125	<b>42</b>
<b>18</b>	<b>44</b>	Forato in laterizio normale, 12x25x25, 10 fori, F/A=60%, fori orizzontali, con intonaco + lisciatura con scagliola	15 1.5+12+1.5	129	<b>42.5</b>
<b>19</b>	<b>15/92</b>	Forato in laterizio normale, 8x30x15, 6 fori, F/A=60%, fori orizzontali, intonaco	11 1.5+8+1.5	124	<b>42</b>

## Pareti doppie

<b>Parete tipo</b>	<b>Certif. N°</b>	<b>Descrizione materiali impiegati</b>	<b>Spessore (cm)</b>	<b>Densità superficiale (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Indice di valutaz. Rw (dB)</b>
<b>1</b>	<b>14</b>	Forato 12x25x25, 15 fori orizz., F/A=60%, intonaco su due lati. Intercapedine aria 4 cm. Tramezza 8x25x25, 10 fori orizz., F/A=60%, intonaco esterno	28.5 1.5+12+1.5 +4+8+1.5	267 (nom.205)	<b>47.5</b>
<b>2</b>	<b>17</b>	Forato 12x25x25, 15 fori orizz., F/A=60%, intonaco su due lati. Intercapedine aria di 2 cm. Forato 12x25x25, 15 fori orizz., F/A=60%, intonaco esterno	30.5 1.5+12+1.5 +2+12+1.5	268 (nom.225)	<b>47.5</b>
<b>3</b>	<b>19</b>	Doppio UNI 12x25x12, F/A=40%, fori vertic., intonaco su due lati. Interc.4 cm con lana vetro 100 kg/mc. Tramezza 8x25x25, 10 fori orizz., F/A=60%, intonaco all'esterno	27 1.5+12+1.5 +4+8+1.5	241 (nom.285)	<b>48.5</b>
<b>4</b>	<b>20</b>	Doppio UNI 12x25x12, F/A=40%, fori vertic., intonaco su due lati. Intercapedine aria di 4 cm. Tramezza 8x25x25, 10 fori orizz., F/A=60%, intonaco all'esterno	27 1.5+12+1.5 +4+8+1.5	257 (nom.281)	<b>48</b>
<b>5</b>	<b>21</b>	Sempieno alveolato 25x30x19, F/A=45%, fori vertic., intonaco su due lati. Interc. 4 cm lana vetro 100 kg/mc. Tramezza 8x25x25, 10 fori orizz., F/A=60%, intonaco all'esterno	41.5 1.5+25+1.5 +4+8+1.5	302	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>25</b>	Blocco Svizzero 25x18x13, F/A=55%, fori vertic., intonaco su due lati. Interc. 4 cm lana vetro 100 kg/mc. Tramezza 8x25x25, 10 fori orizz., F/A=60%, intonaco all'esterno	41.5 1.5+25+1.5 +4+8+1.5	360	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>10/92</b>	Tramezza 8x25x25, 10 fori orizz., F/A=60%, intonaco su due lati. Intercapedine aria 5 cm. Tramezza 8x25x25, 10 fori orizz., F/A=60%, intonaco all'esterno	25.5 1.5+8+1.5 +5+8+1.5	198	<b>47</b>
<b>8</b>	<b>11/92</b>	Tramezza 8x25x25, 10 fori orizz., F/A=60%, intonaco su due lati. Interc. 5 cm con argilla espansa sfusa. Tramezza 8x25x25, 10 fori orizz., F/A=60%, intonaco all'esterno	25.5 1.5+8+1.5 +5+8+1.5	222	<b>49.5</b>
<b>9</b>	<b>12/92</b>	Tramezza 12x25x25, 15 fori orizz., F/A=60%, intonaco su due lati. Intercapedine aria 4 cm. Tramezza 8x25x25, 10 fori orizz., F/A=60%, intonaco all'esterno	28.5 1.5+12+1.5 +4+8+1.5	241	<b>47.5</b>
<b>10</b>	<b>13/92</b>	Tramezza 12x25x25, 15 fori orizz., F/A=60% intonaco su due lati. Interc. 4 cm con argilla espansa sfusa. Tramezza 8x25x25, 10 fori orizz., F/A=60%, intonaco all'esterno	28.5 1.5+12+1.5 +4+8+1.5	260	<b>50</b>
<b>12</b>	<b>14/92</b>	Tramezza 12x25x25, 15 fori orizz., F/A=60% intonaco su due lati. Interc. aria 4 cm Tramezza 8x25x25, 10 fori orizz., F/A=60%, svincolata con $\text{Ca(OH)}_2$ intonaco esterno	28.5 1.5+12+1.5 +4+8+1.5	241	<b>51.5</b>
<b>11</b>	<b>16/92</b>	Tramezza 12x25x25, 15 fori orizz., F/A=60% intonaco su due lati. Interc.4 cm Vermiculite tipo M. Tramezza 8x25x25, 10 fori orizz.,	28.5 1.5+12+1.5 +4+8+1.5	244	<b>48</b>

## Solai

<i>Solaio tipo</i>	Certif. N°	Tipologia solaio	Spessore (cm)	Densità superficiale (kg/m <sup>2</sup> )	Indice di valutaz. Rw (dB)
<b>1</b>	<b>30</b>	Travetti a traliccio, interasse 50, laterizio tipo A 16+4, con intonaco all'intradosso	21.5 1.5+16+4	270	<b>49</b>
<b>2</b>	<b>31</b>	Travetti a traliccio, interasse 50, laterizio tipo A 20+4, con intonaco all'intradosso	25.5 1.5+20+4	340	<b>50</b>
<b>3</b>	<b>32</b>	Travetti in cls precompresso, interasse 50, laterizio tipo A 16+4, con intonaco all'intradosso	21.5 1.5+16+4	269	<b>48.5</b>
<b>4</b>	<b>33</b>	Travetti in cls precompresso, interasse 50, laterizio tipo A, 20+4, con intonaco all'intradosso	25.5 1.5+20+4	284	<b>47.5</b>
<b>5</b>	<b>34</b>	Travetti in cls precompresso, interasse 50, laterizio tipo B, 16.5+4, con intonaco all'intradosso	22 1.5+16.5+4	273	<b>47.5</b>
<b>6</b>	<b>35</b>	Travetti in cls precompresso, interasse 50, laterizio tipo B, 20+4, con intonaco all'intradosso	25.5 1.5+20+4	362	<b>50</b>
<b>7</b>	<b>36</b>	Solaio a pannelli ad armatura lenta, laterizio tipo B, 16.5+4, con intonaco all'intradosso	22 1.5+16.5+4	321	<b>48.5</b>
<b>8</b>	<b>37</b>	Solaio a pannelli ad armatura lenta, laterizio tipo B, 20+4, con intonaco all'intradosso	25.5 1.5+20+4	369	<b>52.5</b>
<b>11</b>	<b>38</b>	Lastre in cls precompresso, interasse 120, e polistirolo	24 4+16+4	261	<b>50.5</b>
<b>12</b>	<b>39</b>	Lastre in cls precompresso, interasse 120, e polistirolo	28.5 4+20.5+4	296	<b>53.5</b>
<b>9</b>	<b>40</b>	Lastre in cls precompresso, interasse 120, laterizio tipo B	24 4+4+12+4	419	<b>51.5</b>
<b>10</b>	<b>41</b>	Lastre in cls precompresso, interasse 120, laterizio tipo B	28.5 4+4+16.5+4	458	<b>53.5</b>



## Caratteristiche tecniche del blocco di argilla espansa.



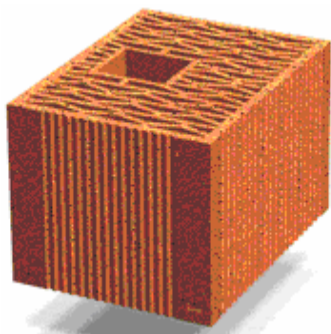
<b>Indice di valutazione del potere fonoisolante <math>R_w</math> certificato dall'I.E.N. Galileo Ferraris secondo UNI EN ISO 717-1:1997</b>			$R_w \geq 54$ dB
<b>Densità del calcestruzzo</b>			$1000 \text{ kg/m}^3 \leq \gamma \leq 1400 \text{ kg/m}^3$
<b>Percentuale di foratura</b>			$\varphi \leq 25 \%$
<b>Spessore delle costole esterne del blocco</b>			$\geq 20$ mm
<b>Resistenza a compressione media normalizzata</b>			$f_{bm} \geq 3,5 \div 5,0 \text{ N/mm}^2$
<b>DIM. BLOCCO cm</b>	<b>DENSITA' Kg/mc</b>	<b><math>R_w</math> dB</b>	
20x20x25	1400	54,0	
25x20x25	1400	55,6	
30x20x25	1400	56,9	
25x25x25 pieno	1000	54,8	

## Parete pluristrato con calcestruzzo cellulare

Tipo di parete	Schema	Spessore (cm)	Spessore totale (cm)	Peso parete (kg/m <sup>2</sup> )	Indice di valutazione del POTERE FONOISOLANTE (dB)
A		Cartongesso 1,25 <b>Calcestruzzo Cellulare 10</b> Lana minerale 3,5 Cartongesso 1,25	<b>16</b>	<b>72</b>	<b>56</b>

## BLOCCO IN LATERIZIO POROSO

# La SERIE Per M.A.



La serie per Muratura Armata è caratterizzata da:

- peso specifico apparente del blocco di circa 800 kg/m<sup>3</sup>;
- peso specifico dell'impasto cotto di circa 1450 kg/m<sup>3</sup>;
- percentuale di foratura minore od uguale al 45%.

I blocchi della serie 800 per Muratura Armata sono conformi ai requisiti richiesti dal D.M. 16/1/1996.

Blocco 800 M.A.	Unità misura	Valore
● Tipologia di blocco (D.M. 20/11/87)	(tipo)	semipieno
● Percentuale foratura	(%)	≤ 45
● Peso specifico impasto cotto	(kg/m <sup>3</sup> )	~ 1450
● Peso specifico apparente del blocco	(kg/m <sup>3</sup> )	~ 800
● Resistenza caratteristica a compressione in direzione dei carichi verticali (f <sub>bk</sub> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	≥ 80
● Resistenza caratteristica a compressione in direz. ortogonale ai fori (f' <sub>bk</sub> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	≥ 20
Caratteristiche Tecniche Muratura 800 M.A.	Unità misura	Valore
● Resistenza caratteristica a compressione della muratura f <sub>k</sub> (*)	(kg/cm <sup>2</sup> )	~ 50
● Resistenza caratteristica a taglio della muratura f <sub>vk0</sub> (*)	(kg/cm <sup>2</sup> )	~ 2
● Conducibilità termica equivalente parete asciutta	(W/m°C)	0.22
● Conducibilità termica equivalente parete in condizioni d'uso	(W/m°C)	0.27
● Calore specifico medio equivalente	(J/kg°C)	840
● Permeabilità alla diffusione vapore δ	(kg/msPa)	20x10 <sup>-12</sup>
● Resistenza alla diffusione vapore μ	(adim.)	10
● Coefficiente dilataz. termica lineare α	(m/m°C)	~ 5x10 <sup>-6</sup>
● Dilatazione per umidità	(μm/m)	250 ÷ 350
● <b>Indice di valutazione R<sub>w</sub> a 500 Hz:</b> - parete spessore 30 cm	<b>(dB)</b>	<b>50</b>
● Resistenza al fuoco REI	(min)	180
● Classe di reazione al fuoco	-	0 (zero)

(\*) - In funzione del tipo di malta impiegato.

**NOTA** - I valori riportati sono da considerare come indicativi in quanto si riferiscono ad una media generale della produzione. Dati più precisi (ed eventuali certificazioni) possono essere richiesti ai produttori associati.

**Potere fonoisolante di pareti intonacate in laterizio alveolato  
Risultati delle prove sperimentali effettuate presso l'Istituto Giordano**

TIPO DI BLOCCO	CERTIFICATO	INDICE DI VALUTAZIONE a 500 Hz
30 x 25 x 19 A62 classe 45	Ist. Giordano 13728/87	44 dB spessore cm 33
30 x 12 x 19 A125 classe 45	Ist. Giordano 13727/87	41 dB spessore cm 15
37 x 25 x 25 TR11/37 classe 60	Ist. Giordano 14404/87	45 dB spessore cm 40
20 x 25 x 25 A20/25 classe 60	Ist. Giordano 4353/83	42 dB spessore cm 22
15 x 25 x 25 A15/25 classe 60	Ist. Giordano 13803/87	41 dB spessore cm 18
10 x 25 x 25 A10/25 classe 60	Ist. Giordano 13801/87	40 dB spessore cm 13
Solaio AS classe 55	Univ. Parma 17/92	41,5 dB spessore cm 20 + 4 + intonaco cm 1,5

**Potere fonoisolante di pareti intonacate in laterizio  
Risultati delle prove sperimentali effettuate presso il laboratorio dell'Università di  
Parma.**

DESCRIZIONE DELLA PARETE	INDICE DI VALUTAZIONE a 500 Hz	PESO (kg/m <sup>2</sup> )
Tramezzatura in doppio strato - forato 8x25x25 - intercapedine cm 4 con lana di vetro - forato 12x25x25 intonaco su due facce nella parete di 12 cm, su una faccia nella parete di cm 8	51,5 dB	234
Tramezzatura in doppio strato - forato 8x25x25 - camera d'aria cm 4 - forato 12x25x25 intonaco su due facce nella parete di 12 cm, su una faccia nella parete di cm 8	47,5 dB	267
Tramezzatura in doppio strato - forato 12x25x25 - camera d'aria cm 2 - forato 12x25x25 intonaco su due facce	47,5 dB	268
Tramezzatura realizzata con forati 8x25x25, con intonaco su entrambi i lati. Malta M3	42,5 dB	136
Tramezzatura realizzata con forati 8x12x24, con intonaco su entrambi i lati. Malta M3	37 dB	96
Tramezzatura realizzata con semipieni 8x22,5x45 posa a fori verticali, con intonaco su entrambi i lati. Malta M3	38,5 dB	112
Tramezzatura realizzata con semipieni 12x22,5x45, posa a fori verticali, con intonaco su entrambi i lati. Malta M3	41,5 dB	164
Tramezzatura realizzata con forati 8x25x25, senza intonaco. Malta M3	35,5 dB	66
Tramezzatura realizzata con forati 12x25x25, con intonaco su entrambi i lati. Malta M3	42,5 dB	149
Parete in doppio strato: - forato 8x25x25 - lana di roccia cm 4 - doppio UNI semipieno 12x12x25 Malta M3 e intonaco sui due lati esterni	48,5 dB	241

Parete in doppio strato: - forato 8x25x25 - camera d'aria cm 4 - doppio UNI semipieno 12x12x25 Malta M3 e intonaco sui due lati esterni	48 dB	257
Parete in doppio strato: - forato 8x25x25 - lana di roccia cm 4 - semipieno alleggerito 25x30x19 Malta M3 e intonaco sui due lati esterni	49 dB	302
Parete in doppio strato: - forato 8x25x25 - lana di roccia cm 4 - semipieno normale 25x18x13, spessore cm 25 Malta M3 e intonaco sui due lati esterni e su di un lato interno	52 dB	360
Parete monostrato realizzata con blocchi in laterizio alleggerito, 30x25x19 percentuale di foratura 45%, intonaco su ambo i lati. Spessore totale cm 33 Malta M3	46,5 dB	330
Parete monostrato realizzata con blocchi in laterizio alleggerito, 30x45x19 percentuale di foratura 45%, intonaco su ambo i lati. Spessore totale cm 48 Malta M3	49 dB	428
Parete monostrato spessore cm 25, realizzata con blocchi in laterizio alleggerito, 25x30x19, percentuale di foratura 45%. Senza intonaco. Malta M3	38 dB	225
Parete monostrato spessore cm 30, realizzata con blocchi in laterizio alleggerito, 30x25x19, percentuale di foratura 55%. Con intonaco su entrambi i lati. Malta M3	44,5 dB	285
Parete monostrato realizzata con blocchi in laterizio normale, 30x25x16, spessore cm 30 percentuale di foratura 50%. Con intonaco su entrambi i lati. Malta M3	45 dB	301
Parete monostrato spessore cm 12 realizzata con semipieni doppio UNI 12x25x12 in laterizio normale. Intonaco su entrambi i lati	40 dB	176
Muratura a due teste in mattoni UNI, percentuale di foratura 32%, intonacata su ambo i lati. Spessore totale cm 28 Malta M3	51 dB	440
Muratura a due teste in mattoni UNI, percentuale di foratura 15%, intonacata su ambo i lati. Spessore totale cm 28 Malta M3	51 dB	447
Muratura a tre teste in mattoni UNI, percentuale di foratura 15%, intonacata su ambo i lati. Spessore totale cm 40,5 Malta M3	52,5 dB	682
Parete monostrato di tamponamento realizzata con blocchi forati alveolati 30x25x19, percentuale di foratura 60% intonaco su entrambi i lati. Spessore della parete cm 32. Malta M3	43 dB	268
Parete a doppio strato, senza intercapedine, costituita da: mattoni facciavista 5,5x12x25 F/A=32% blocco alleggerito 25x25x19 F/A=45%	54,5 dB	469

Intonaco su due lati  
Spessore totale cm 40

Parete di prova = 10 m<sup>2</sup> - Volume camera trasmittente = 55 m<sup>3</sup> - Volume camera ricevente = 50 m<sup>3</sup>

Prove di laboratorio

## DESCRIZIONE DELLA PARETE

## INDICE DI VALUTAZIONE (R<sub>w</sub>)

Parete realizzata con:

- tavolato in tramezze normali (8x25x25 cm) ed intonaco sul lato esterno (spessore intonaco 1,5 cm);
  - intercapedine cm 10 con lana di roccia da 5 cm (densità 50 kg/m<sup>3</sup>) appoggiata al tavolato;
  - tavolato in tramezze normali (8x25x25 cm) ed intonaco sul lato esterno (spessore intonaco 1,5 cm)
- 50 dB

Parete realizzata con:

- tavolato in tramezze normali (12x25x25 cm) ed intonaco sul lato esterno (spessore intonaco 1,5 cm);
  - intercapedine cm 6 con lana di roccia da 5 cm (densità 50 kg/m<sup>3</sup>)
  - tavolato in tramezze normali (12x25x25 cm) ed intonaco sul lato esterno (spessore intonaco 1,5 cm)
- 49 dB

Parete realizzata con:

- blocchi in laterizio alveolato ad incastro (35x23,5x25 cm), spessore della parete al grezzo 35 cm, intonacata da ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm)
- 48 dB

Parete realizzata con:

- blocchi in laterizio alveolato ad incastro (38x23,5x25 cm), spessore della parete al grezzo 38 cm, intonacata da ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm)
- 49 dB

Parete realizzata con:

- blocchi in laterizio alveolato ad incastro (42x23,5x25 cm), spessore della parete al grezzo 42 cm, intonacata da ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm). Spessore totale 45 cm.
- 50 dB

Parete realizzata con:

- blocchi speciali per muratura armata a forma di "H" in laterizio alveolato con fori riempiti di malta (25x16,5x30 cm), intonacata da ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm). Spessore parete cm 28
- 53 dB

Parete realizzata con:

- blocchi speciali per muratura armata a forma di "H" in laterizio alveolato con fori riempiti di malta (25x16,5x30 cm), intonacata da ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm). Spessore parete cm 33
- 56 dB

Parete realizzata con:

- tavolato in tramezze normali a 10 fori (8x25x25), intonaco da 1,5 cm sul lato esterno ;
  - intercapedine cm 2 riempita con uno strato da 2,5 cm di fibra poliestere compressa fino allo spessore di 2 cm
  - tavolato in tavelle a 4 fori di cm 6x8x25 e intonaco di cm 1,5 sul lato esterno
- 46 dB

Parete realizzata con:

- blocchi 50x20x18 cm con tre grandi fori riempiti di malta, intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm)
- 54 dB

Parete realizzata con:

- blocchi a "T" tipo "Trieste" in laterizio alveolato (25x16,5x17 cm), montati sfalsati ed intonaco sul lato esterno (spessore intonaco 1,5 cm);
  - intercapedine cm 3;
  - tramezze alveolate semipiene (45x25x8 cm) ed intonaco sul lato esterno (spessore intonaco 1,5 cm)
- 54 dB

Parete realizzata con:

- tavolato in tramezze normali (25x25x8 cm);
  - intercapedine da 12 cm;
  - tramezze alveolate semipiene (45x25x8 cm) ed intonaco sul lato esterno (spessore intonaco 1,5 cm)
- 53 dB

Parete realizzata con:

49 dB

- doppio tavolato in tramezze normali (25x25x12 cm);
- intercapedine cm 6;
- lana di roccia da 5 cm (densità 50 kg/m<sup>3</sup>);
- intonaco sul lato esterno ed interno (spessore intonaco 1,5 cm)

## Prove in opera

### DESCRIZIONE DELLA PARETE

### INDICE DI VALUTAZIONE (Rw)

Parete realizzata con:

- blocchi speciali per muratura armata a forma di "H" in laterizio alveolato con fori riempiti di malta (25x16,5x30 cm), intonacata da ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm). Spessore parete cm 28

49 dB

Parete realizzata con:

- blocchi speciali per muratura armata a forma di "H" in laterizio alveolato con fori riempiti di malta (25x16,5x30 cm), intonacata da ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm). Spessore parete cm 33

50 dB

Parete realizzata con:

- blocchi 50x20x18 cm con tre grandi fori riempiti di malta, intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm)

48 dB

Parete realizzata con:

- blocchi in laterizio alveolato ad incastro (42x23,5x25 cm), spessore della parete al grezzo 42 cm, intonacata da ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm). Spessore totale 45 cm.

50 dB

Parete realizzata con:

- blocchi a "T" tipo "Trieste" in laterizio alveolato (25x16,5x17 cm), montati sfalsati ed intonaco sul lato esterno (spessore intonaco 1,5 cm);
- intercapedine cm 3;
- tramezze alveolate semipiene (45x25x8 cm) ed intonaco sul lato esterno (spessore intonaco 1,5 cm)

54 dB

Nota: le caratteristiche costruttive del fabbricato sperimentale nel quale sono state eseguite le prove hanno penalizzato notevolmente i risultati.

**Prove di potere fonoisolante su pareti placcate** eseguite nell'anno 2001 presso il Laboratorio Istituto Giordano.

### DESCRIZIONE DELLA PARETE

### INDICE DI VALUTAZIONE (Rw)

### Massa Frontale kg/m<sup>2</sup>

Parete in blocchi semipieni spessore cm 20 con intonaco su di un lato e placcaggio in cartongesso da 1,2 cm e lana minerale da 5 cm, (spessore totale 26,5 cm circa)

Parete con un solo intonaco:

50 dB

Parete con placcaggio:

67 dB

235

Questa soluzione può essere utilizzata come parete strutturale di separazione fra unità immobiliari in costruzioni in muratura portante (20 cm è infatti lo spessore minimo ammesso per elementi semipieni)

Parete in blocchi semipieni spessore cm 12 con intonaco su di un lato e placcaggio dall'altro lato con cartongesso da 1,2 cm e lana minerale da 5 cm, (spessore totale 18,5 cm circa)

Parete con un solo intonaco:

43 dB

Parete con placcaggio:

61 dB

155

**Prove di potere fonoisolante su pareti monostrato** eseguite nell'anno 2002 presso il Laboratorio Istituto Giordano.

DESCRIZIONE DELLA PARETE	INDICE DI VALUTAZIONE (R <sub>w</sub> )	Massa della sola parete in laterizio kg/m <sup>2</sup>
Parete realizzata con blocchi semipieni a incastro di formato 30x25x19, spessore della parete cm 30, con intonaco di cm 1,5 su entrambe le facce.	46 dB	345
Parete realizzata con blocchi semipieni a incastro di formato 35x25x19, spessore della parete cm 35, con intonaco di cm 1,5 su entrambe le facce.	49 dB	390
Parete realizzata con blocchi forati per tamponamento, tipo IPER, a incastro di formato 30x25x25, spessore della parete cm 30, con intonaco di cm 1,5 su entrambe le facce.	50 dB	285
Parete realizzata con blocchi semipieni a facce piane di formato 20x35x25, spessore della parete cm 20, con intonaco di cm 1,5 su entrambe le facce.	51 dB	310

**Prove di potere fonoisolante su pareti doppie con pannelli in lana di roccia** eseguite nell'anno 2003 presso il Laboratorio Istituto Giordano.

DESCRIZIONE DELLA PARETE	POTERE FONOISOLANTE (R <sub>w</sub> )	C	Ctr
<p><b>8 + 5 + 8</b>                      Doppia parete costituita da:                      - Tramezza in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 45% (semipieno), di formato 8x45x19 cm, con giunto verticale ad incastro e con giunti orizzontali di malta continui. Doppio intonaco di cm 1,5 per parte;                      - Lana di roccia spessore cm 5, densità 40 kg/m<sup>3</sup>, a completo riempimento dell'intercapedine;                      - Tramezza in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 45% (semipieno) di formato 8x45x19 cm, con giunto verticale ad incastro e con giunti orizzontali di malta continui. Intonaco di cm 1,5 sulla faccia esterna.</p> <p>Massa dell'elemento in laterizio: kg 6,5 cad.                      Spessore totale della parete cm 25,5 circa.</p>	57 dB	-1	-3
<p><b>8 + 8 + 8</b>                      Doppia parete costituita da:                      - Tramezza in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 45% (semipieno), di formato 8x45x19 cm, in opera a fori verticali, con giunto verticale a incastro e con giunti orizzontali di malta continui. Doppio intonaco di cm 1,5 per parte;                      - Lana di roccia spessore cm 8, densità 40 kg/m<sup>3</sup>, a completo riempimento dell'intercapedine;                      - Tramezza in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 45% (semipieno) di formato 8x45x19 cm, in opera a fori verticali, con giunto verticale ad incastro e con giunti orizzontali di malta continui. Intonaco di cm 1,5 sulla faccia esterna.</p> <p>Massa dell'elemento in laterizio: kg 6,5 cad.                      Spessore totale della parete cm 28,5 circa.</p>	56 dB	-2	-5
<p><b>8 + 5 + 12</b>                      Doppia parete costituita da:                      - Tramezza in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 45% (semipieno), di formato 8x45x19 cm, in opera a</p>	57 dB	-1	-3

fori verticali, con giunto verticale ad incastro e con giunti orizzontali di malta continui. Doppio intonaco di cm 1,5 per parte;  
 - Lana di roccia spessore cm 5, densità 70 kg/m<sup>3</sup>, a completo riempimento dell'intercapedine;  
 - Tramezza in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 45% (semipieno) di formato 12x45x19 cm, in opera a fori verticali, con giunto verticale ad incastro e con giunti orizzontali di malta continui. Intonaco di cm 1,5 sulla faccia esterna.

Massa dell'elemento in laterizio cm 8: kg 6,5 cad.  
 Massa dell'elemento in laterizio cm 12: kg 8,6 cad.  
 Spessore totale della parete cm 29,5 circa.

#### **12 + 5 + 17**

Doppia parete costituita da:

- Tramezza in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 45% (semipieno), di formato 12x45x19 cm, in opera a fori verticali, con giunto verticale a incastro e con giunti orizzontali di malta continui. Doppio intonaco di cm 1,5 per parte;  
 - Lana di roccia spessore cm 5, densità 40 kg/m<sup>3</sup>, a completo riempimento dell'intercapedine;  
 - Blocco in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 45% (semipieno) di formato 17x50x19 cm, in opera a fori verticali, con giunto verticale ad incastro e con giunti orizzontali di malta continui. Intonaco di cm 1,5 sulla faccia esterna.

Massa dell'elemento in laterizio cm 12: kg 8,6 cad.  
 Massa dell'elemento in laterizio cm 17: kg 12,5 cad.  
 Spessore totale della parete cm 38,5 circa.

56 dB -1 -4

#### **8 + 10 + 12**

Doppia parete costituita da:

- Tramezza in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 45% (semipieno), di formato 8x45x19 cm, in opera a fori verticali, con giunto verticale ad incastro e con giunti orizzontali di malta continui. Doppio intonaco di cm 1,5 per parte;  
 - Lana di roccia spessore cm 10, densità 70 kg/m<sup>3</sup>, a completo riempimento dell'intercapedine;  
 - Tramezza in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 45% (semipieno) di formato 12x45x19 cm, in opera a fori verticali, con giunto verticale ad incastro e con giunti orizzontali di malta continui. Intonaco di cm 1,5 sulla faccia esterna.

Massa dell'elemento in laterizio cm 8: kg 6,5 cad.  
 Massa dell'elemento in laterizio cm 12: kg 8,6 cad.  
 Spessore totale della parete cm 34,5 circa.

59 dB -1 -3

#### **12 + 5 + 20**

Doppia parete costituita da:

- Tramezza in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 45% (semipieno), di formato 12x45x19 cm, in opera a fori verticali, con giunto verticale a incastro e con giunti orizzontali di malta continui. Doppio intonaco di cm 1,5 per parte;  
 - Lana di roccia spessore cm 5, densità 40 kg/m<sup>3</sup>, a completo riempimento dell'intercapedine;  
 - Blocco in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 45% (semipieno) di formato 20x50x19 cm, in opera a fori verticali, con giunto verticale ad incastro e con giunti orizzontali di malta continui. Intonaco di cm 1,5 sulla faccia esterna.

Massa dell'elemento in laterizio cm 12: kg 8,6 cad.  
 Massa dell'elemento in laterizio cm 20: kg 14,5 cad.  
 Spessore totale della parete cm 41,5 circa.

55 dB -2 -6

#### **12 + 8 + 17**

Doppia parete costituita da:

- Tramezza in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 45% (semipieno), di formato 12x45x19 cm, in opera a fori verticali, con giunto verticale ad incastro e con giunti orizzontali di malta continui. Doppio intonaco di cm 1,5 per parte;  
 - Lana di roccia spessore cm 8, densità 40 kg/m<sup>3</sup>, a completo riempimento dell'intercapedine;  
 - Blocco in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 45% (semipieno) di formato 17x50x19 cm, in opera a fori verticali, con giunto verticale ad incastro e con giunti orizzontali di malta continui. Intonaco di cm 1,5 sulla faccia esterna.

55 dB -1 -5



Massa dell'elemento in laterizio cm 12: kg 8,6 cad.  
 Massa dell'elemento in laterizio cm 17: kg 12,5 cad.  
 Spessore totale della parete cm 41,5 circa.

Doppia parete costituita da:

- Tramezza in laterizio tradizionale con percentuale di foratura = 65%, di formato 8x25x25 cm, in opera a giunti orizzontali e verticali di malta continui. Doppio intonaco di cm 1,5 per parte;
- Lana di roccia spessore cm 5, densità 40 kg/m<sup>3</sup>, a completo riempimento dell'intercapedine;
- Blocco in laterizio alleggerito in pasta con percentuale di foratura = 60% (forato per tamponamento) di formato 15x25x25 cm, in opera a fori orizzontali, con giunti orizzontali e verticali di malta continui. Intonaco di cm 1,5 sulla faccia esterna.

Massa dell'elemento in laterizio cm 8: kg 3,1 cad.  
 Massa dell'elemento in laterizio cm 15: kg 5,8 cad.  
 Spessore totale della parete cm 32,5 circa.

56 dB                      -1                      -4

**Prove di potere fonoisolante su pareti monostrato con placcaggio, eseguite nell'anno 2003 presso il Laboratorio Istituto Giordano.**

DESCRIZIONE DELLA PARETE	POTERE FONOISOLANTE (Rw)	C	Ctr
<p>Parete semplice con un placcaggio costituita da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Blocchi in laterizio alleggerito 25x30x19 cm F/A=45% a setti rettilinei allineati, in opera a fori verticali e montati sullo spessore di cm 25, con giunti verticali e orizzontali continui in malta cementizia, intonaco di cm 1,5 sul lato non placcato;</li> <li>- Placcaggio con pannelli 406.113, lana di roccia spessore cm 4, densità 85 kg/m<sup>3</sup>, pre-accoppiata a lastra di cartongesso spessore 13 mm; fissaggio con mucchietti di malta adesiva e sigillatura dei giunti con stucco di gesso</li> </ul> <p>Massa dell'elemento in laterizio: kg 8,2 circa            Spessore totale della parete cm 30 circa.</p>	58 dB	-2	-6
<p>Parete semplice con doppio placcaggio costituita da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Blocchi in laterizio alleggerito 25x30x19 cm F/A=45% a setti rettilinei e allineati, in opera a fori verticali e montati sullo spessore di cm 25, con giunti verticali e orizzontali continui in malta cementizia;</li> <li>- Placcaggio su entrambi i lati con Pannelli 406.113, lana di roccia spessore cm 4, densità 85 kg/m<sup>3</sup>, pre-accoppiata a lastra di cartongesso spessore 13 mm; fissaggio con mucchietti di malta adesiva e sigillatura dei giunti con stucco di gesso.</li> </ul> <p>Massa dell'elemento in laterizio: kg 11,6 cad.            Spessore totale della parete cm 35 circa.</p>	65 dB	-4	-11

**Misure di isolamento acustico di facciata eseguite presso il Laboratorio Sperimentale Università di Trento.**

Le misure sono state eseguite per verificare il comportamento acustico in opera della parete in diverse condizioni di prova, con nessun infisso, con uno o con più infissi. Sono state eseguite misurazioni di isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, a norma UNI 10708-2.

**Risultati delle sperimentazioni**

L'isolamento acustico della facciata, realizzata in blocchi di laterizio semipieno (F/A<45%) alleggerito in pasta di spessore cm 30, a incastro, e intonaco su entrambi i lati, è stato misurato nelle seguenti configurazioni:

Dimensione dell'ambiente ricevente: m 8,68 x 5,87 h = 3,05 m.

a) con facciata priva di finestre

**Indice di isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w} = 48$  dB a 500 Hz**

b) con una sola finestra di m 1,2 x 0,90 con telaio in legno e vetrocamera 4-15-4, con triple giunzioni nelle battute e con sigillante siliconico nell'attacco al muro

**Indice di isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w} = 44$  dB a 500 Hz**

c) con quattro finestre uguali a quelle della configurazione b), di cui 2 poste sulla facciata in prova e 2 sulla facciata a questa opposta.

**Indice di isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w} = 44$  dB a 500 Hz**

**Prove di potere fonoisolante**  
eseguite nell'anno 2004 presso il Laboratorio Istituto Giordano.

DESCRIZIONE DELLA PARETE	POTERE FONOISOLANTE (Rw)	C (dB)	Ctr (dB)
<b>Blocco a fori orizzontali per tamponamento cm 35</b> "Muratura in blocchi T 35, forati per tamponamento, classe 60, di dimensioni 35x25x25 cm, spessore cm 35, posa in opera a fori orizzontali, con giunti di malta continui, verticali e orizzontali, e intonaci in malta cementizia"	50 dB	-1	-2
<b>Blocco a fori orizzontali per tamponamento cm 30</b> "Muratura in blocchi T 30, forati per tamponamento, classe 60, di dimensioni 30x25x25 cm, spessore cm 30, posa in opera a fori orizzontali, con giunti di malta continui, verticali e orizzontali, e intonaci in malta cementizia"	48 dB	-1	-3
<b>Blocco a fori verticali per tamponamento cm 30</b> "Muratura in blocchi A 62/60 forati per tamponamento, classe 60, di dimensioni 30x25x19 cm, spessore cm 30, posa in opera a fori verticali, con giunti di malta continui, verticali e orizzontali, e intonaci in malta cementizia"	46 dB	-1	-2
<b>Blocco a fori verticali per tamponamento cm 35</b> "Muratura in blocchi A 55/60, forati per tamponamento, classe 60, di dimensioni 35x25x19 cm, spessore cm 35, posa in opera a fori verticali, con giunti di malta continui, verticali e orizzontali, e intonaci in malta cementizia"	47 dB	-1	-2
<b>Mattone in pasta molle</b> "Muratura in mattoni faccia a vista, tipo pasta molle, spessore cm 12, con posa a giunti continui verticali e orizzontali"	43 dB	-1	-2
<b>Mattone in pasta molle + sempieno da cm 20</b> "Parete in muratura a doppio strato costituita da: Muratura in mattoni faccia a vista, tipo pasta molle, spessore cm 12, con posa a giunti continui verticali e orizzontali; Muratura in blocchi A77/45 semipieni, classe 45, di dimensioni 20x30x19 cm, spessore cm 20, con posa in opera a giunti continui verticali e orizzontali; costruita in aderenza alla parete a vista e collegata ad essa con malta; intonaco interno in malta cementizia. Spessore totale cm 34,5"	54 dB	-1	-4

**VALORI SPERIMENTALI DEL POTERE FONOISOLANTE IN FUNZIONE DELLA FREQUENZA IN dB**

Tipo di struttura	Spessore mm	Kg/m <sup>2</sup>	Frequenza Hz					
			125	250	500	1000	2000	4000
<b>a ) Pannelli semplici</b>								
Lastra di piombo	1,5	17	28	32	33	32	32	33
Lastra di piombo	3	34	30	31	27	38	44	33
Lastra di vetro	6	17	25	33	31	34	34	35
Legno compensato a tre strati	6	3,6	9	13	16	21	27	29
Lastra di gesso su telaio in legno	9	7	15	20	24	29	32	35
Fibro legno con 12 mm di intonaco sui due lati	50	75	22	26	30	31	35	38
Rete metallica ricoperta di int. di gesso sui due lati.	50	43	37	20	31	32	40	45
<b>b) Pannelli composti</b>								
Pannello doppio di gesso costituito da due lastre cementate fra loro.	25	22	24	28	30	31	30	31
Pannello c.s. ogni strato s=5 cm., con intercapedine s=5 cm., struttura separate.	150	100	25	34	44	51	62	65
<b>c) Pareti semplici in muratura</b>								
Mattoni pieni con intonaco su ambo i lati	125	240	36	37	39	45	53	56
Mattoni pieni con intonaco su ambo i lati	255	480	41	45	47	55	64	68
Mattoni pieni con intonaco su ambo i lati	360	720	44	43	49	57	65	70
Blocchi forati in calcestruzzo leggero	100	75	30	33	40	49	50	52
Muro di calcestruzzo	75	170	32	37	41	45	51	55
Muro di calcestruzzo	100	245	34	39	44	49	54	58
Muro di calcestruzzo	200	490	38	43	48	53	58	63
Parete in laterizi forati da 8 cm con matrice porosa.	100	114	28,5	34	38	40,5	43	46,5
Parete in laterizi forati da 8 cm intonacati (fori rettangolari).	95	113	29,5	33	37	41	49	55
Parete in laterizi forati da 12 cm (fori circolari).	150	182	30,5	36,5	40,5	44	46	52,5

<b>d) Pareti composte in muratura</b>								
Doppio muro di mattoni pieni con intercapedine d'aria di 56 mm intonacato sulle due facce.	300	380	34	34	40	56	73	76
Doppio muro di mattoni pieni di spessore ciascuno di 7 cm, intonacato sulle due facce con intercapedine di 6 cm, contenente pannello di fibra di vetro di 5 cm.	220	300	---	---	48,5	---	---	---
<b>e) Serramenti</b>	220	15	11	24	28	32	27	35
Lastra di vetro su telaio pesante	6	20	18	25	31	32	28	36
Idem c.s.	8	40	25	28	33	30	38	45
Idem c.s.	16							
Doppio vetro da 2,5 mm con intercapedine di 7 mm con telai separati.	12	15	22	16	20	29	31	27
Doppio vetro da 6 mm su telai separati con 50 mm intercapedine.	62	34	25	29	34	41	45	52
Porta comune legno tamburata.	43	9	12	13	14	16	18	24
Porta in legno massiccio	43	28	17	21	26	29	31	34
Porta in legno pesante con battenti in gomma.	60	40	30	30	24	26	27	30
Porta "acustica" costituita da doppia lamiera di acciaio, con materiale fonoassorbente nell'intercapedine, telaio in acciaio, serrature speciali e tenute sulle battute.	100		36	39	44	49	54	57

**N.B.:**

**I dati riportati nel presente allegato, utili per la valutazione dei parametri acustici in fase progettuale e tratti volutamente da fonti diverse, sono da considerarsi indicativi, pertanto sarà necessario che la relazione tecnica sia accompagnata dai relativi certificati.**

# I prodotti in Lana di vetro

Pannello in lana di vetro autoportante, idrorepellente trattato con speciale legante a base di resine termoindurenti. Viene prodotto nei tipi:

- rivestito con due veli di vetro



- rivestito su una faccia con un velo di vetro e sull'altra con carta Kraft bitumata.

Spessore mm	Lunghezza m	Larghezza m
40	1,4	0,6
50	1,4	0,6
60	1,4	0,6

Pannello in lana di vetro semirigido, arrotolato e rivestito su di una faccia con un velo rinforzato.



Spessore mm	Lunghezza m	Larghezza m
45	15	0,60
70	10	0,60

Pannello in lana di vetro di grande formato, ad elevate prestazioni, autoportante, idrorepellente, rivestito sulle facce con due veli di vetro classe O. Nella versione

K il pannello è rivestito su una faccia da una carta kraft bitumata con funzione di freno al



Spessore mm	Lunghezza m	Larghezza m
40	1,4	1,2
50	1,4	1,2
60	1,4	1,2

Feltro ad alta grammatura, con una faccia impregnata a saturazione parziale da una speciale miscela opportunamente studiata e rifinita con tessuto polipropilenico.



Spessore mm	Lunghezza m	Larghezza m
2,8	20	1,00

Controparete costituita da un pannello in lana di vetro incollato ad una lastra di gesso rivestito.

Viene prodotta nei tipi: senza foglio di alluminio tra il pannello e la lastra di gesso. - tra il pannello e la lastra di gesso è interposto un foglio di alluminio con funzione di freno al vapore.



Spessore mm	Lunghezza m	Larghezza m
20	3,0	1,2
30	3,0	1,2
40	3,0	1,2
50	3,0	1,2
60	3,0	1,2

Pannello in lana di vetro trattato con speciale legante a base di resine termoindurenti.



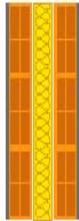
Spessore mm	Lunghezza m	Larghezza m
15	1,2	1,0
20	1,2	1,0

# Le soluzioni certificate con i prodotti in Lana di vetro

## ISOLAMENTO IN INTERCAPEDINE

**Parete 8-5-8**  $R_w = 58$  dB

**Parete VV 8-5-8**  $R_w = 57$  dB



Doppio tavolato in mattoni forati da 8 cm con due intonaci, con interposto pannello W - rapporto di prova 183497 (20/05/04) dell'Istituto Giordano  
 WVV - rapporto di prova 183498 (20/05/04) dell'Istituto Giordano

\*consigliata l'applicazione del terzo intonaco

**Parete M 8-6-8**  $R_w = 57$  dB



Doppio tavolato in mattoni forati da 8 cm con tre intonaci, con interposto pannello da 6 cm.

Rapporto di prova 172791 (18/06/2003) dell'Istituto Giordano



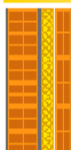
**Parete 8-6-8**  $R_w = 57$  dB



Doppio tavolato in mattoni forati da 8 cm con tre intonaci, con interposto pannello da 6 cm.

Rapporto di prova 172789 (18/06/2003) dell'Istituto Giordano

**Parete 12-6-8**  $R_w = 57$  dB



Doppio tavolato in mattoni forati da 12+8 cm con tre intonaci, con interposto pannello da 6 cm.

Rapporto di prova 172790 (18/06/2003) dell'Istituto Giordano

**Parete 8-4+4-8**  $R_w = 59$  dB



Doppio tavolato in mattoni forati da 8 cm con tre intonaci, con interposti 2 pannelli da 4 cm.

Rapporto di prova 172798 (18/06/2003) dell'Istituto Giordano

## ISOLAMENTO CONTROPARETI

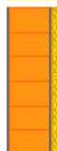
**Parete 8-4-1,3**  $R_w = 53,5$  dB



Tavolato in mattoni forati da 8 cm con due intonaci, con controparete da 4 + 1,3 cm.

Rapporto di prova 46924 (04/07/1991) dell'Istituto Giordano

**Parete 25-4-1,3**  $R_w = 61$  dB



Tavolato in mattoni pieni da 25 cm con due intonaci, con controparete da 4 + 1,3 cm.

Rapporto di prova 00XAZ (04/10/1999) dell'INGF



## ISOLAMENTO DI PARETI DIVISORIE

**Parete 102-50-45**  $R_w = 52,8$  dB



Parete costituita da 4 lastre da 12,5 mm su struttura metallica di spessore 50 mm con interposto pannello da 45 mm.

Rapporto di prova 34910-01 (16/07/2002) dell'INGF

**Parete 127-75-70**  $R_w = 54$  dB



Parete costituita da 4 lastre da 12,5 mm su struttura metallica di spessore 70 mm con interposto pannello da 70 mm.

Rapporto di prova 34910-02 (16/07/2002) dell'INGF

Soluzione REI 120 con 4 lastre anti fuoco

## ISOLAMENTO ACUSTICO COMPLEMENTARE

Striscie di feltro ad alta grammatura con una faccia impregnata a saturazione parziale da una speciale miscela bituminosa rifinita con tessuto polipropilenico.



### IMPIEGO

Isolamento acustico complementare:

- sotto murature

- sormonto per pannelli sotto pavimento tipo

Tipo	s mm	L m	I m
20	2,8	0,20	20
33	2,8	0,33	20

## ISOLAMENTO DI PAVIMENTI

$\Delta L_{nw} = 24$  dB

Isolamento acustico di pavimento realizzato con feltro

Rapporto di prova 0136/DC/ACU/03 (19/12/2003) del CSI



Feltro

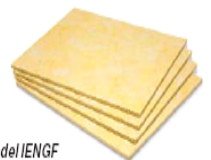


Pannello

$\Delta L_{nw} = 31$  dB

Isolamento acustico di pavimento realizzato con pannello

Rapporto di prova 25929 (02/01/1990) dell'INGF



## Isolamento delle vetrate

ABBATTIMENTO ACUSTICO						
SPESSORE MM	VETRO MONOLITICO		VETRO STRATIFICATO TRADIZIONALE		VETRO STRATIFICATO ACUSTICO	
	TIPO	Rw dB	TIPO	Rw dB	TIPO	Rw dB
6	PLAN	31	Doppia lastra	32	SIL 33.1A	36
8	PLAN	31	Doppia lastra	33	SIL 44.1A	38
10	PLAN	31	Doppia lastra	35	SIL 55.1A	39

Tutti i valori di abbattimento acustico sono stati misurati e certificati secondo le più recenti norme europee EN 20717 e DIN 52210

ESEMPI DI VETRATE ISOLANTI		
PRODOTTI	ABBATTIMENTO ACUSTICO	ISOLAMENTO ACUSTICO RICHIESTO DALLA LEGGE 447 PER MATERIALI USATI IN FACCIATA
SIL. 40/12 (44/1 A - 6 - FLOAT 6)	40	40
SIL. 43/31 (44/1 A - 12 STRATIF. 64.R)	43	42
SIL. 47/40 (64.2 A - 20 - 44.2 A)	47	45
SIL. 51/40 (64.2 A - 20 SF6 - 44.2°)	51	48

**Di seguito è riportato un documento del CNR relativo al potere fonoisolante di una finestra con infisso in legno e vetro - camera.**



Gons. n° 13/2003 - Appendice 1 alla cons. n° 34/1/2002

Calcolo del potere fonoisolante della finestra a due ante su asse verticale laterale con apertura verso l'interno della finestra "EMA TRE"

di superficie totale 1,89 m<sup>2</sup> della ditta:

EMA TRE s.c. a r.l.

LA (BO)



Norme di riferimento: - prEN 14351-1/2003-04 - Allegato C 'Determinazione dell'isolamento acustico delle finestre' p.to C.3 'Determinazione dell'isolamento acustico di finestre singole basato sui dati dell'isolamento acustico di vetri camera e sui criteri costruttivi della finestra';  
- UNI EN ISO 7171-1 'Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - isolamento acustico per via aerea'.

Principi di applicazione del p.to C.3 L'isolamento acustico 'Rw (C; Ctr)' delle finestre può essere determinato mediante l'uso di valori tabulati il cui impiego è ammesso per valori di 'Rw' < 40 dB e di 'Rw + Ctr' < 36 dB Per consentire l'applicazione del punto C.3.3 dell'allegato C 'Procedura per la determinazione del potere fonoisolante della finestra Rw (C; Ctr) basato sui dati del vetrocamera', devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:  
- il campione deve essere una finestra singola fissa o apribile, incernierata o imperniata su asse superiore, laterale o inferiore con montato vetrocamera;  
- l'intercapedine del vetrocamera non deve essere riempita con SF6;  
- le guarnizioni devono essere continue, lisce, permanentemente flessibili, resistenti agli agenti atmosferici e facilmente sostituibili;  
- la permeabilità all'aria della finestra deve essere almeno pari alla classe 4

Dati		1	dB	m
	superficie totale della finestra:			
	tipo di vetro montato:			
	classe di permeabilità all'aria:	4		
	numero di guarnizioni:	1		
	potere fonoisolante del vetro: Rw	30	dB	
	termine di adattamento allo spettro (rumore rosa) per il vetro: C	0	dB	
	termine di adattamento allo spettro (rumore di traffico stradale) per il vetro: Ctr	-3	dB	
	potere fonoisolante del vetro: Rw + Ctr	27	dB	
Risultati	potere fonoisolante della finestra (Tab. C.2): Rw	33	dB	
	potere fonoisolante della finestra (Tab. C.3): Rw + Ctr	29	dB	
	termine di adattamento allo spettro per la finestra (c) di C.3.3): C	-1	dB	
	termine di adattamento allo spettro per la finestra (d) di C.3.3):			
	Ctr = (29 - 33) dB:	-4	dB	

In base dei risultati sopra esposti il potere fonoisolante 'Rw (C;Ctr)' della finestra "EMA TRE", di superficie totale 1,89 m<sup>2</sup>, con montato CLIMALIT 4(12)4 risulta pari a: 33 (-1; -4) dB

Il Relatore

S. Michele all'Adige, 22 agosto 2003.

Allegato: Dichiarazione delle prestazioni acustiche per il tipo di vetro montato

Pagina 1 di 1



## Materiali fonoassorbenti

MATERIALI	Coefficients di assorbimento acustico $\alpha$					
	Frequenze (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
<b>Pareti</b>						
Con applicata lana di vetro o di roccia, secondo lo spessore e il peso proprio (min/max)	0,10/0,30	0,40/0,60	0,60/0,90	0,75/0,90	0,80/0,90	0,80/0,90
Con applicato feltro soffice, spessore da 1,2 a 5 cm (min/max)	0,02/0,25	0,04/0,35	0,10/0,60	0,20/0,85	0,55/0,90	0,90/0,90
Con applicato poliuretano espanso, densità 30 Kg/m <sup>3</sup>	Spessore 13 mm	===	0,11	0,40	0,90	0,82
	Spessore 60 mm	===	0,30	0,62	0,90	0,98
Con applicato sughero	===	0,04	0,08	0,12	0,13	0,10
In muratura di mattoni o calcestruzzo grezzo, non intonacati	0,05	0,05	0,05	0,05	0,08	0,08
In muratura o calcestruzzo, intonacati	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04
In muratura o calcestruzzo, con intonaco, spessore 2,5 cm, su cannette	0,15	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05
In blocchi di calcestruzzo ruvidi e non verniciati	0,35	0,45	0,30	0,30	0,35	0,30
In blocchi di calcestruzzo verniciati	0,1	0,08	0,08	0,06	0,06	0,06
In cartongesso, spessore 12mm su montanti	0,3	0,15	0,10	0,07	0,07	0,07
In cartongesso, due strati spessi 16mm su montanti	0,2	0,12	0,10	0,07	0,07	0,07
Con intonaco acustico spruzzato, spessore 10 mm	0,05	0,20	0,40	0,60	0,60	0,50
Con intonaco acustico poroso, applicato e non verniciato, spessore 15 mm (min/max)	0,02/0,10	0,05/0,10	0,05/0,30	0,10/0,20	0,20/0,30	0,10/0,20
Con rivestimento di marmo lucidato o piastrelle smaltate	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Con rivestimento con lastra di vetro, aderente a parete (min/max)	0,03/0,2	0,03/0,1	0,02/0,05	0,02/0,03	0,02/0,03	0,02/0,03
Con rivestimento di legno a pannelli di 6mm, su montanti	0,4	0,2	0,1	0,08	0,07	0,07
Con rivestimento di legno a pannelli perforati, (fori ca 10% area pannello), con 5 cm di fibra di vetro nell'intercapedine	0,4	0,8	0,8	0,5	0,4	0,4
Con rivestimento di legno compensato, spessore 7 mm, con materiale poroso posteriore	0,5	0,25	0,15	0,05	0,05	0,10
Con rivestimento di legno, spessore 16 mm, con materiale poroso posteriore	0,35	0,20	0,10	0,05	0,05	0,10
Con rivestimenti di legno, spessore 16 mm, senza materiale poroso posteriore	0,20	0,10	0,05	0,05	0,05	0,10
Con tendaggi leggeri (350g/m <sup>2</sup> ) tesi sulla parete	0,10	0,15	0,15	0,20	0,25	0,35
Con tendaggi di medio peso (500g/m <sup>2</sup> ) drappeggiati a metà superficie	0,20	0,30	0,50	0,75	0,70	0,60
Con tendaggi pesanti (>600g/m <sup>2</sup> ) drappeggiati a metà superficie	0,25	0,40	0,55	0,80	0,80	0,65
Tendaggi di velluto sottile poco drappeggiati	0,08	0,30	0,50	0,50	0,60	0,20
Tendaggi di velluto pesante fortemente drappeggiati	0,50	0,50	0,70	0,90	0,90	0,90
Finestra vetrata chiusa (min/max)	0,10/0,35	0,04/0,25	0,03/0,18	0,02/0,12	0,02/0,06	0,02/0,04
Vetrata con lastra di medio spessore (finestra acustica)	0,15	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
Bocche di ventilazione, e simili	0,15	0,20	0,30	0,35	0,30	0,20

MATERIALI	Coefficients di assorbimento acustico $\alpha$						
	Frequenze (Hz)						
	125	250	500	1000	2000	4000	
<b>Pavimenti</b>							
Di marmo, piastrelle smaltate, calcestruzzo liscio o alla veneziana.	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	
Di parquet in legno, plastificato o lucidato (su solaio rigido)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Di legno, su listelli (min/max)	0,16/0,20	0,10/0,15	0,10/0,12	0,05/0,10	0,05/0,10	0,05/0,10	
Di linoleum (min/max)	0,02/==	0,02/0,10	0,03/0,10	0,03/0,09	0,04/0,10	0,04/0,12	
Di gomma	0,04	0,04	0,06	0,06	0,08	0,08	
Di moquette per interni ed esterni	0,10	0,10	0,20	0,30	0,45	0,65	
Di moquette pesante su calcestruzzo	0,10	0,10	0,25	0,40	0,60	0,65	
Di moquette pesante su imbottitura	0,15	0,25	0,60	0,65	0,65	0,60	
Tappeto spessore sottile	0,05	0,10	0,15	0,20	0,20	0,20	
Tappeto spessore medio	0,05	0,08	0,20	0,30	0,35	0,40	
Tappeto pesante	0,10	0,20	0,25	0,30	0,30	0,30	
<b>Soffitti</b>							
Sospesi di cartongesso liscio in funzione dello spessore e della distanza dal solaio (min/max)	0,10/0,30	0,08/0,20	0,05/0,10	0,05/0,07	0,04/0,07	0,04/0,07	
Trattati con intonaco, spessore 25 mm, su cannette	0,15	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	
Trattati con schiuma a spruzzo, spessore 12 mm, su superficie dura	0,08	0,15	0,45	0,85	0,95	0,95	
Trattati con schiuma a spruzzo, spessore 25 mm, su superficie dura	0,12	0,35	0,85	0,95	0,95	0,95	
Con piastrelle minerali fissate in aderenza	0,20	0,30	0,40	0,45	0,50	0,50	
<b>Pannelli a parete o a soffitto</b>							
In fibra di vetro, spessore 25 mm con rivestimento in tessuto a maglia larga	0,25	0,55	0,75	0,95	0,95	0,90	
Porosi in fibra di vetro o minerale, bachelizzata, in funzione dello spessore e del montaggio su listelli (min/max)	0,40/0,60	0,40/0,85	0,60/0,90	0,75/0,99	0,80/0,99	0,80/0,95	
Porosi in fibra di legno, fissati direttamente sulla superficie	0,15	0,25	0,40	0,50	0,50	0,40	
Porosi in fibra di legno, su listelli	0,30	0,50	0,65	0,70	0,70	0,60	
Di legno o legno compensato, con intercapedine fra pannello e superficie, in funzione dello spessore del pannello e dell'intercapedine (min/max)	0,20/0,40	0,10/0,25	0,05/0,15	0,03/0,10	0,03/0,10	0,03/0,05	
In lana di legno mineralizzata, applicati a contatto con la superficie	Spessore 25 mm	==	0,10	0,30	0,70	0,50	0,50
	Spessore 35 mm	==	0,15	0,25	0,50	0,90	0,65
	Spessore 50 mm	==	0,25	0,65	0,60	0,55	0,90
Rigidi in gesso rivestito, spessore 13 mm, 18% area perforata, montati, dalla superficie, a:	58 mm	==	0,40	0,63	0,82	0,64	0,43
	200 mm	==	0,75	0,78	0,64	0,60	0,58
Di lamierino in alluminio in strisce sagomate, forato per il 15% dell'area, con lana minerale posteriore	0,50	0,75	0,75	0,85	0,75	0,70	
Di metallo perforato con materiale poroso posteriore	0,30	0,60	0,85	0,85	0,80	0,70	
Appesi verticalmente (baffles), in fibra di vetro o minerale, con superficie (una sola faccia) uguale a quella del soffitto	0,20	0,30	0,65	0,99	0,99	0,95	

VARIE I		Coefficients di assorbimento acustico $\alpha$					
		Frequenze (Hz)					
		125	250	500	1000	2000	4000
Persona seduta o in piedi		0,15	0,30	0,50	0,55	0,60	0,50
Orchestra con strumenti su di un podio; per ogni persona		0,40	0,80	1,0	1,40	1,30	1,20
Sedili non occupati	di legno o di metallo	0,15	0,20	0,30	0,40	0,40	0,30
	imbottiti e ricoperti di velluto	0,25	0,50	0,60	0,70	0,70	0,60
	imbottiti e ricoperti in pelle	0,35	0,50	0,60	0,60	0,60	0,50
Sedili occupati	di legno o di metallo	0,30	0,40	0,60	0,80	0,85	0,85
Pubblico seduto su sedili imbottiti e ricoperti in pelle		0,40	0,60	0,80	0,95	0,95	0,90
Arredamenti imbottiti (per ogni m <sup>2</sup> di pavimento o parete coperto)		0,60	0,75	0,85	0,90	0,80	0,80
VARIE II		Assorbimento $\alpha$ in dB/100 m					
		Frequenze (Hz)					
		125	250	500	1000	2000	4000
Aria: 15 °C, 75% U.R.		0,03	0,07	0,16	0,38	0,85	2,0
Nebbia: 30 m visibilità		1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,0
Erba: 10÷30 cm altezza		1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6
Campi di grano, cespugli fitti, foresta poco fitta		3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
Foresta fitta con sottobosco		7,0	10,0	14,0	20,0	28,0	40,0
Superficie d'acqua (piscina)		0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02

**N.B.:**

Per gli opportuni approfondimenti e per una maggiore documentazione si rimanda alla banca dati del Manuale di Buona Pratica dell'ISPESL: "Metodologie ed interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro" e alla norma UNI/TR 11175:2005 "Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale".