STRADA STUDIO



ARCHITETTO ELEONORA STRADA

VIA GUIDO RENI 63 - 35100 PADOVA TEL. (+39) 049 8647545 FAX (+39) 049 8898880 e-mail: elestra@tin.it

ARCHITETTURACUSTICA

STRADA
STUDIO

TEATRO PETRUZZELLI



TEATRO PETRUZZELLI



Arch. Eleonora Strada



AUDITORIUM DI ROMA



TEATRO LA FENICE

PROGETTAZIONE ACUSTICA DELLE SCUOLE

Criteri di Insonorizzazione ed ottimizzazione acustica degli ambienti didattici

Per la Progettazione Acustica di una scuola gli elementi di attenzione sono i seguenti:

1° - determinazione dei valori del “clima acustico” dell’area nella quale si intende costruire e/o ristrutturare;

2° - analisi delle caratteristiche delle sorgenti sonore esterne al complesso scolastico (sorgenti mobili, sorgenti fisse) comprensiva dell’analisi del territorio in funzione dell’evoluzione dello stesso (PRG PPT ecc ecc)

3° - l'analisi delle strutture del progetto e della disposizione dei locali, collegati per mezzo delle strutture portanti, sia per quanto riguarda la trasmissione del fenomeno acustico per via aerea che lo stato vibrazionale conseguente, sintomatico della trasmissione per via strutturale, al fine dell’ottenimento delle prestazioni minime di fonoisolamento delle strutture previste dalla normativa vigente (sono da tenere in debita considerazione le particolari caratteristiche degli spettri emissivi delle sorgenti presenti nell’impianto architettonico). Particolare rilevanza presentano le notevoli componenti impulsive dovute alle caratteristiche insite nella tipologia acustica (bambini di età compresa tra i 6 mesi e 10 anni) e impiantistica immessa in ambiente (,.pompe, UTA,..).**Le rampe ed i pianerottoli delle scale, sono veicolo di trasmissione acustica “strutturale” soprattutto in presenza di fruitori delle stesse di età entro i 12 anni** ;

4° - le condizioni di confort acustico interne agli ambienti didattici condizionate dalle configurazioni degli stessi e dagli elementi di rivestimento degli stessi (aule riverberanti con scarsa intelligibilità). L’intelligibilità è fondamentale per l’apprendimento del linguaggio verbale. Un poco corretto assorbimento in ambiente porta alla distorsione, dovuta al diverso assorbimento delle superfici nello spettro sonoro differenti dalle caratteristiche legate a quelle dell’orecchio umano (più elevato alle medie frequenze e più ridotto alle alte e basse). Conseguenza di tale fenomeno acustico è la difficile comprensione della parola immessa in ambiente.

Normativa acustica vigente in campo scolastico ed alcuni esempi applicativi.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per quanto attiene gli edifici scolastici in Italia la normativa vigente è la seguente:

- "Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie" Circolare n°3150 del 22 Maggio 1967
- "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica" D.M. del 18 Dicembre 1975
- "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n. 447 del 26 ottobre 1995
- DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore "
- DPCM 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici "

CIRCOLARE N° 3150

Roma, 22 maggio 1967

Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici

3.2 Requisiti di capitolato o di accettabilità per edifici scolastici, da determinarsi con misure in opera:

Requisiti	Indice di valutazione
Isolamento acustico tra due aule adiacenti sullo stesso piano	40 db
Isolamento acustico fra due aule sovrapposte	42 db
Livello di rumore di calpestio fra due aule sovrapposte	68 db

3.2.1 Misure di laboratorio

- I dati di laboratorio devono essere richiesti, rilevati e presentati secondo le norme generali.

- Requisiti di capitolato o di accettabilità per costruzioni di edilizia scolastica, da determinare con misure di laboratorio:

Requisiti (misure di laboratorio)	Indice di valutazione
Potere fonoisolante di strutture divisorie interne	40 db
Potere fonoisolante di infissi verso l'esterno	25 db
Potere fonoisolante di griglie e prese d'aria installate verso l'esterno	20 db
Livello di rumore di calpestio normalizzato di solai	68 db

La media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze 250 – 500 – 1000 – 2000 Hz, non deve superare 1,2 sec. ad aula arredata, con la presenza di due persone al massimo .

Nelle palestre la media dei tempi di riverberazione (qualora non debbano essere utilizzate come auditorio) non deve superare 2,2 sec. Eventuali aule per musica e spettacolo devono adeguarsi, per quanto riguarda il trattamento acustico, alle norme generali per le sale di spettacolo.

Il tempo di riverberazione può essere misurato in opera o calcolato come detto in 1.6 delle presenti norme.

Può essere richiesta nei capitolati, una determinazione di isolamento in opera di strutture verso l'esterno con modalità da stabilire.

D.M. 18 DICEMBRE 1975

Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica.

(Supplemento Ordinario alla “Gazzetta Ufficiale” n. 23 del 2/2/76)

Art. 5.1 Condizioni acustiche

Criteri di valutazione dei requisiti acustici dell'edilizia scolastica.

5.1.1 Introduzione

I) Si adottano i criteri generali, i metodi di misura e i criteri di valutazione dei risultati indicati nelle norme di carattere generale di cui alla circolare 30 aprile 1966 n. 1769 parte 1a del Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei lavori pubblici, salvo alcune prescrizioni riguardanti la particolare destinazione dell'ufficio.

II) Si dovranno eseguire misure in opera e in laboratorio, al fine di verificare i requisiti richiesti.

III) Le misure in opera devono essere eseguite su tutti i tipi di spazi adibiti ad uso didattico presentanti caratteristiche diverse.
Le determinazioni di isolamento acustico dovranno essere eseguite fra ambienti ad uso didattico adiacenti e sovrastanti, aventi normale o particolare destinazione, anche a titolo saltuario (come ad esempio aule speciali, officine, laboratori, ecc.).
Le determinazioni devono essere eseguite in aule complete di rivestimento assorbente, col normale arredamento scolastico: non oltre due persone debbono essere presenti nelle aule durante l'esecuzione delle misure.

IV) I limiti di isolamento sono fissati essenzialmente tenendo conto dei requisiti minimi richiesti per scuole o aule d'insegnamento generale.
Per scuole o aule di determinato tipo e ubicazione o destinate a insegnamento particolare (sale di musica, ecc.) possono essere richiesti valori più elevati dell'isolamento acustico.

V) Possono essere richiesti particolari requisiti per ambienti in rapporto alla loro specifica funzione come ad esempio: auditori, sale di musica, sale di spettacolo.

VI) Il tempo di riverberazione nelle aule arredate non deve superare i limiti prescritti dalle presenti norme. Il controllo può anche essere effettuato mediante la conoscenza dei coefficienti di assorbimento e delle superfici dei materiali adoperati per il trattamento. I valori dei coefficienti di assorbimento dei materiali impiegati devono risultare da certificati rilasciati da laboratori qualificati, nei quali le misure siano state effettuate secondo le norme.

5.1.2 Verifiche e misure.

i) L'isolamento acustico e i requisiti acustici dovranno essere verificati per quanto concerne:

- il potere fonoisolante di strutture verticali, orizzontali, divisorie, ed esterne, di infissi verso l'esterno, di griglie e prese d'aria installate verso l'esterno;

- l'isolamento acustico contro i rumori trasmessi per via aerea tra spazi adiacenti e sovrapposti ad uso didattico e nei locali comuni (isolamento ambiente);

- il livello di rumore di calpestio normalizzato di solaio;

- il livello di rumore di calpestio tra due spazi sovrapposti;

- la rumorosità sei servizi e degli impianti fissi;

- il coefficiente di assorbimento dei materiali isolanti acustici.

Le misure, le determinazioni sperimentali, la presentazione e la valutazione dei dati, dovranno essere eseguiti per quanto possibile, le raccomandazioni ISO/R 140 - 1960 per le misure in laboratorio e in opera della trasmissione di rumori per via aerea e di rumori di calpestio ed ISO/R 354/63 per le misure del coefficiente di assorbimento in camera riverberante; i valori delle frequenze nominali da utilizzare saranno quelli normalizzati di 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz.

ii) I dati di laboratorio dovranno essere richiesti, rilevati e presentati secondo le norme generali. Le grandezze da sottoporre a misure di laboratorio saranno:

- il potere fonoisolante (R) di strutture divisorie, interne, di infissi verso l'esterno, di griglie e prese d'aria;

- il coefficiente di assorbimento acustico dei materiali isolanti acustici.

iii) I requisiti di accettabilità da determinare con misure di laboratorio saranno i seguenti (con indice di valutazione I riferito al valore dell'ordinata a 500 Hz):

- **potere fonoisolante di strutture divisorie interne verticali ed, eventualmente, orizzontali** (come specificate nel seguente punto v)

- **I = 40 dB**;

- **potere fonoisolante di infissi verso l'esterno**

- **I = 25 dB;**

- **potere fonoisolante di griglie e prese d'aria installate verso l'esterno;**

- **I = 20 dB;**

- **livello di rumore di calpestio normalizzato di solai (come specificato nel punto v)**

- **I = 68 dB.**

Il coefficiente di assorbimento deve essere misurato in camera riverberante e suono diffuso alle frequenze di 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz.

iv) Il collaudo in opera deve essere richiesto, eseguito e presentato secondo le norme generali contenute nella circolare 30 aprile 1966 n. 1769 parte I del Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei lavori pubblici. Le misure devono essere eseguite nelle condizioni prescritte dai paragrafi i) e ii) delle presenti norme.

Le grandezze da sottoporre a misura in opera sono:

- **l'isolamento acustico (D) per via aerea fra ambienti ad uso didattico adiacenti e sovrastanti (isolamento acustico tra pareti divisorie e di solaio);**

- **il livello di rumore di calpestio tra due spazi sovrapposti con la macchina normalizzata generatrice di calpestio;**

- **la rumorosità provocata da servizi ed impianti fissi;**

- **il tempo di riverberazione.**

Per quanto concerne gli impianti dovranno essere eseguite misure su:

- impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento centralizzato;

- scarichi idraulici, bagni, servizi igienici, rubinetterie.

La determinazione della rumorosità dovrà essere eseguita nelle aule indipendentemente dalla posizione dell'elemento disturbante.

v) Requisiti di accettabilità da determinare con misure in opera (con indice di valutazione I riferito al valore dell'ordinata a 500 Hz):

- isolamento acustico fra due ambienti adiacenti (come specificato nel punto vi) **I = 40 dB**;

- isolamento acustico fra due ambienti sovrapposti (come specificato nel punto vi) **I = 42 dB**;

- livello di rumore di calpestio fra due ambienti sovrapposti (come specificato nel punto vi) **I = 68 Db**.

vi) Requisiti di accettabilità.

I risultati delle misure (in opera e in laboratorio) saranno riportati sotto forma di grafico su appositi moduli sui quali dovranno figurare anche le indicazioni grafiche (in scala e descrittive) degli elementi cui la prova si riferisce (piante, masse degli elementi per unità di superficie, sezioni, ubicazione dei punti di misura e descrizione delle strutture esaminate). Per le misure di calpestio sarà specificata la natura del pavimento del locale di misura, mentre per la rumorosità dei servizi, indicati in dB (A), nel certificato saranno indicati i punti di misura, le cause della rumorosità misurata e le condizioni di funzionamento dei servizi stessi, durante la misura.
Sarà inoltre data indicazione del livello del rumore di fondo, secondo la circolare 30 aprile 1966, n. 1769, del Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei lavori pubblici.
I risultati ottenuti con i procedimenti esposti verranno, per la ricerca dell'indice di valutazione richiesto, posti a confronto con le allegate curve normalizzate, ciascuna riferibile ad una specifica misura (figg. 1,2,3).
In relazione a tali metodi di prova si stabilisce quindi:

- il potere fonoisolante delle pareti divisorie (R) e l'isolamento acustico (D) per via aerea soddisfino alla curva di riferimento stabilita quando i punti sperimentali siano al di sopra della curva limite (v. figura 1 e 2) relativa: al valore dell'indice I fissato nei punti ii), iii) v) con la seguente tolleranza: la somma delle differenze di livello tra la curva di riferimento ed i punti del diagramma sperimentale, che stanno al di sotto di essa, non deve superare i 12 dB (in ogni banda di ottava lo scarto non deve superare 5 dB).

- Qualora le divisioni tra ambienti vengano realizzate con elementi movibili o scorrevoli, in osservanza ai criteri di flessibilità di cui alle presenti norme, non è necessaria la effettuazione delle misure di isolamento acustico fra i detti ambienti.

- Il livello di rumore di calpestio soddisfi alle curve di riferimento stabilite quando i punti sperimentali siano al di sotto delle curve limite (v. fig. 3) relative al valore indice I fissato nei punti iii) e v) con la seguente tolleranza: la somma delle differenze di livello tra la curva riferimento ed i punti del diagramma sperimentale che stanno al di sopra di essa non superi i 12 dB (in ogni banda di ottava lo scarto non deve superare 7 dB).

- La rumorosità dei servizi, determinata dal massimo livello (A) misurato, non dovrà superare i seguenti limiti:

  - servizi a funzionamento discontinuo
    A = 40 dB (A)

  - servizi a funzionamento continuo
    A = 36 dB (A)

I valori ottimali dei tempi di riverberazione vanno determinati in funzione del volume dell'ambiente e riferiti **alle frequenze 250 - 500 - 1000 - 2000 Hz** secondo i diagrammi delle figg. 4 e 5.

Il tempo di riverberazione può essere misurato in opera.

Potere fonoisolante R

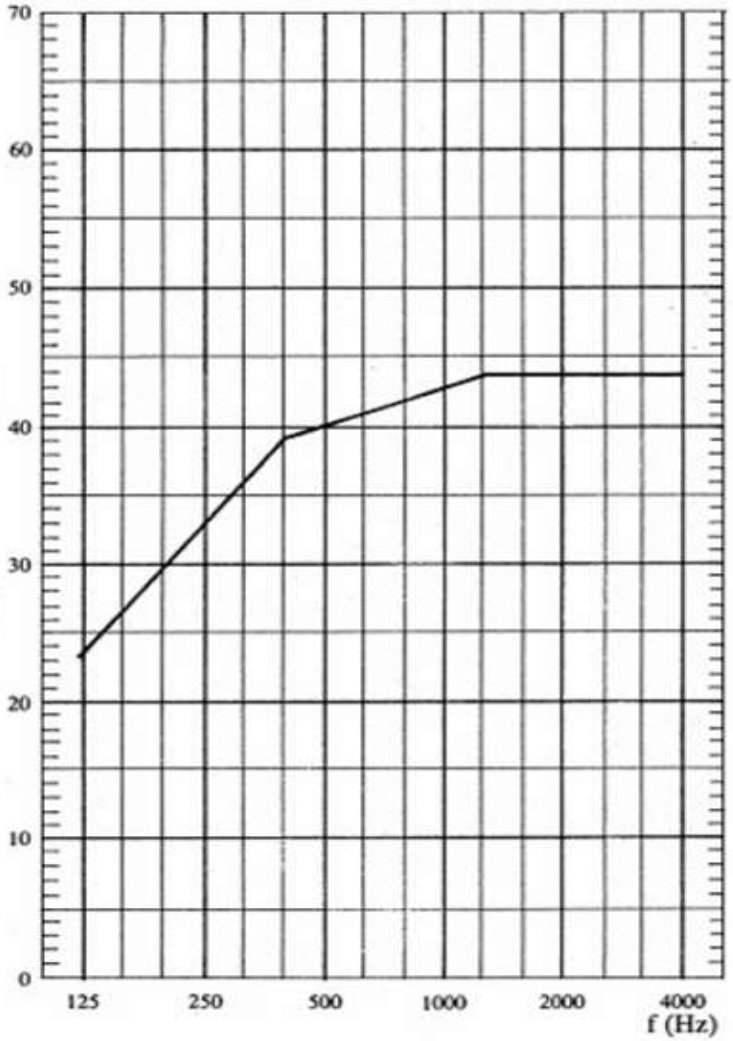


Fig. 1

Isolamernto acustico D

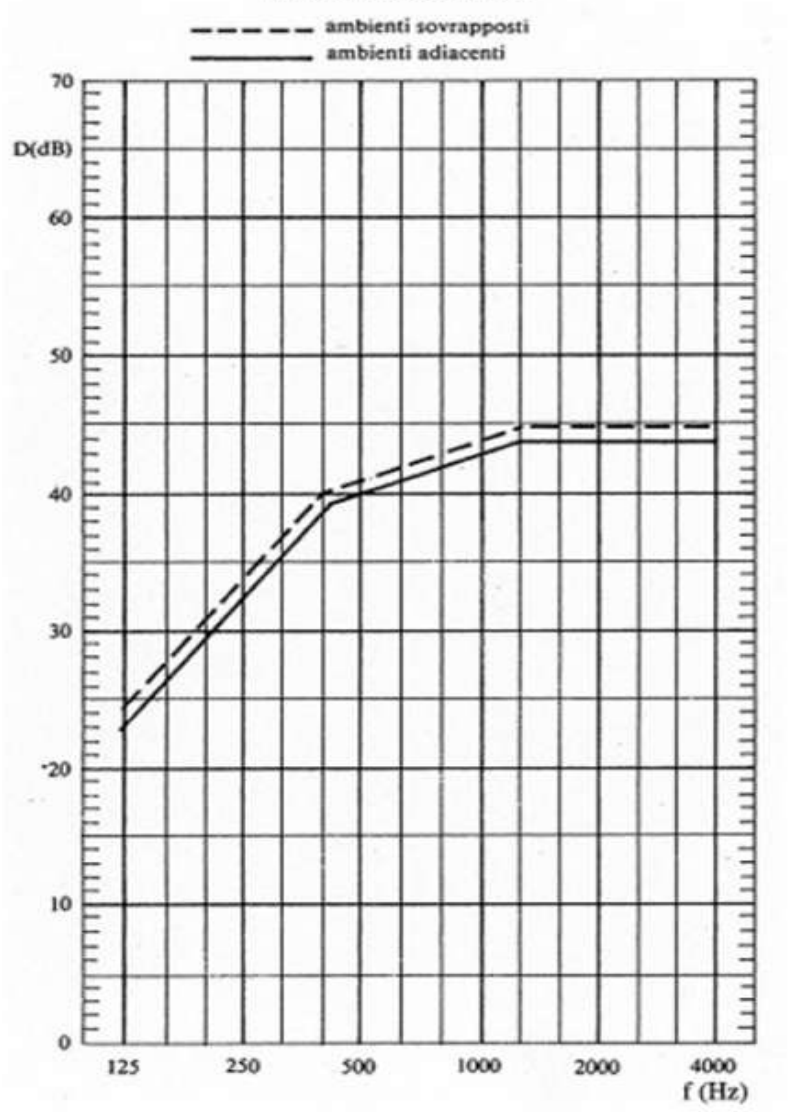


Fig. 2

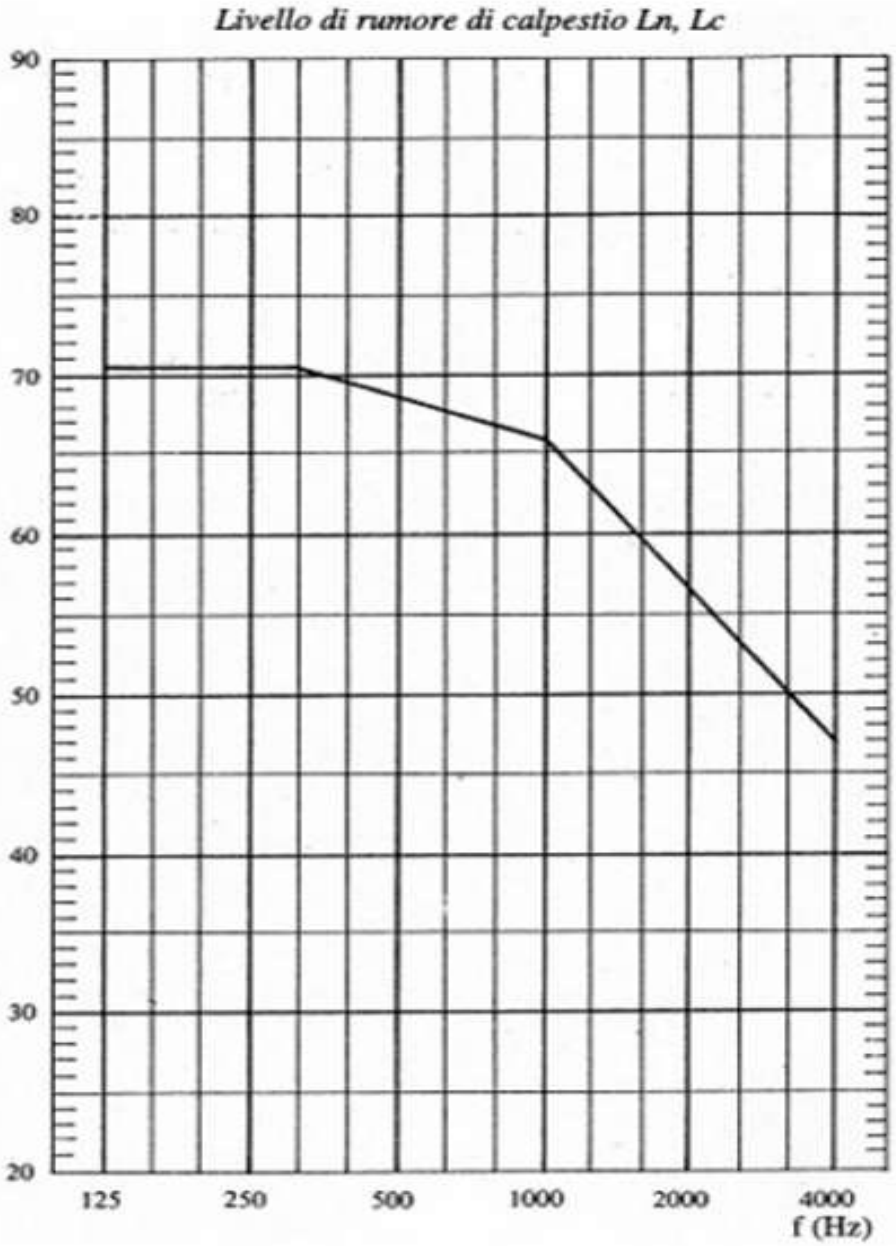
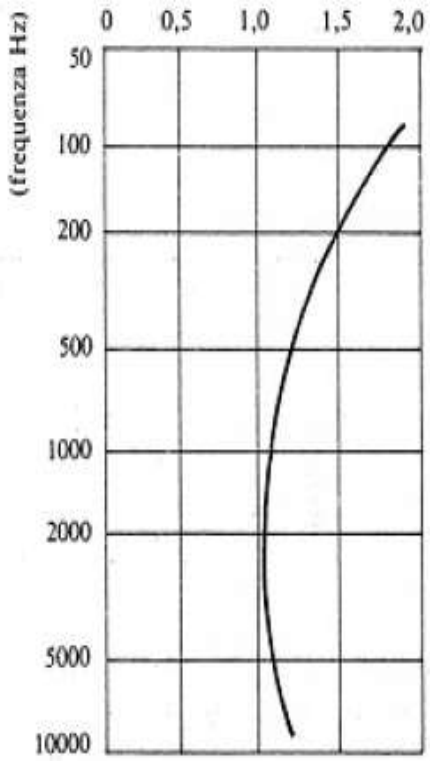

Livello di rumore di calpestio Ln, Lc
90
80
70
60
50
40
30
20
125
250
500
1000
2000
4000
f (Hz)

Fig. 3

Fig. 4

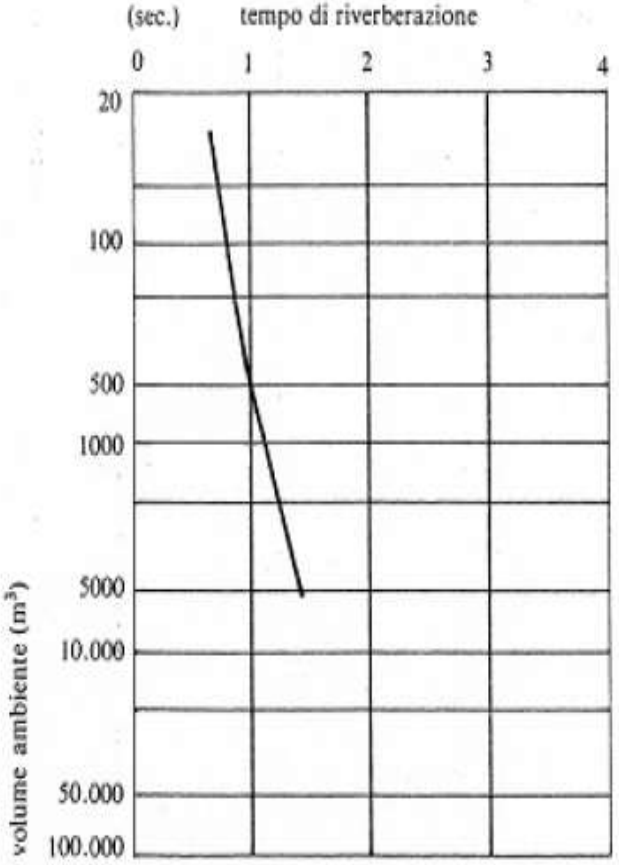
Dipendenza della frequenza del tempo ottimo di riverberazione



valori relativi del tempo ottimo di riverberazione

Fig. 5

Valori ottimi del tempo di riverberazione



•Se una sorgente sonora irradia in una stanza chiusa poco dopo l'emissione sonora si avranno le prime riflessioni dalle pareti, dopo un certo intervallo di tempo l'intero ambiente sarà interessato da riflessioni multiple che incrementano il livello di energia sonora nella stanza portando la stessa a valori superiori a quelli iniziali.

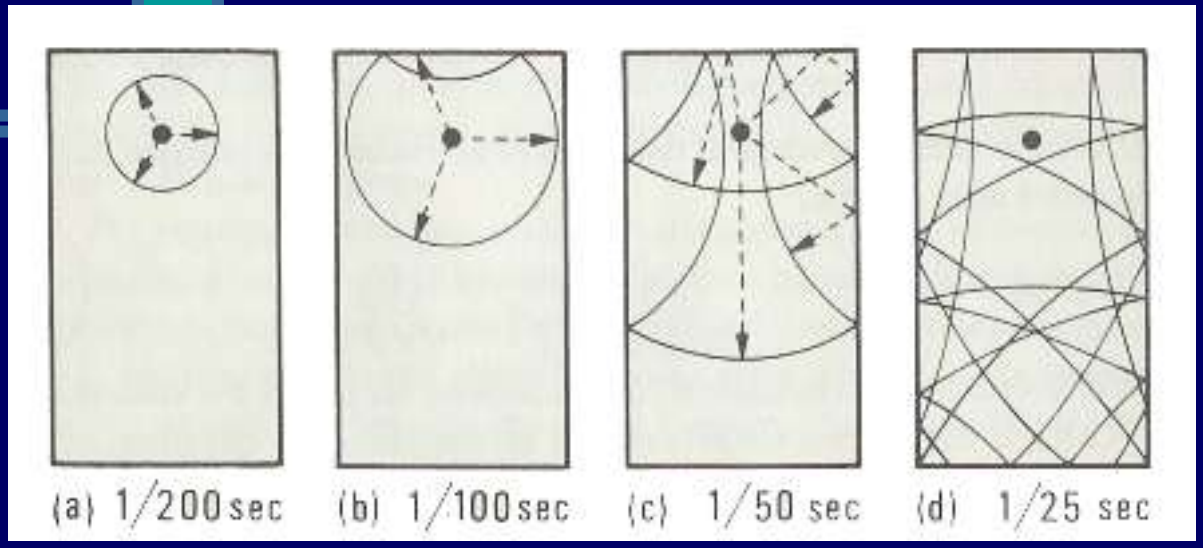
•Il livello sonoro a regime è tanto più elevato quanto minore è l'assorbimento delle pareti.

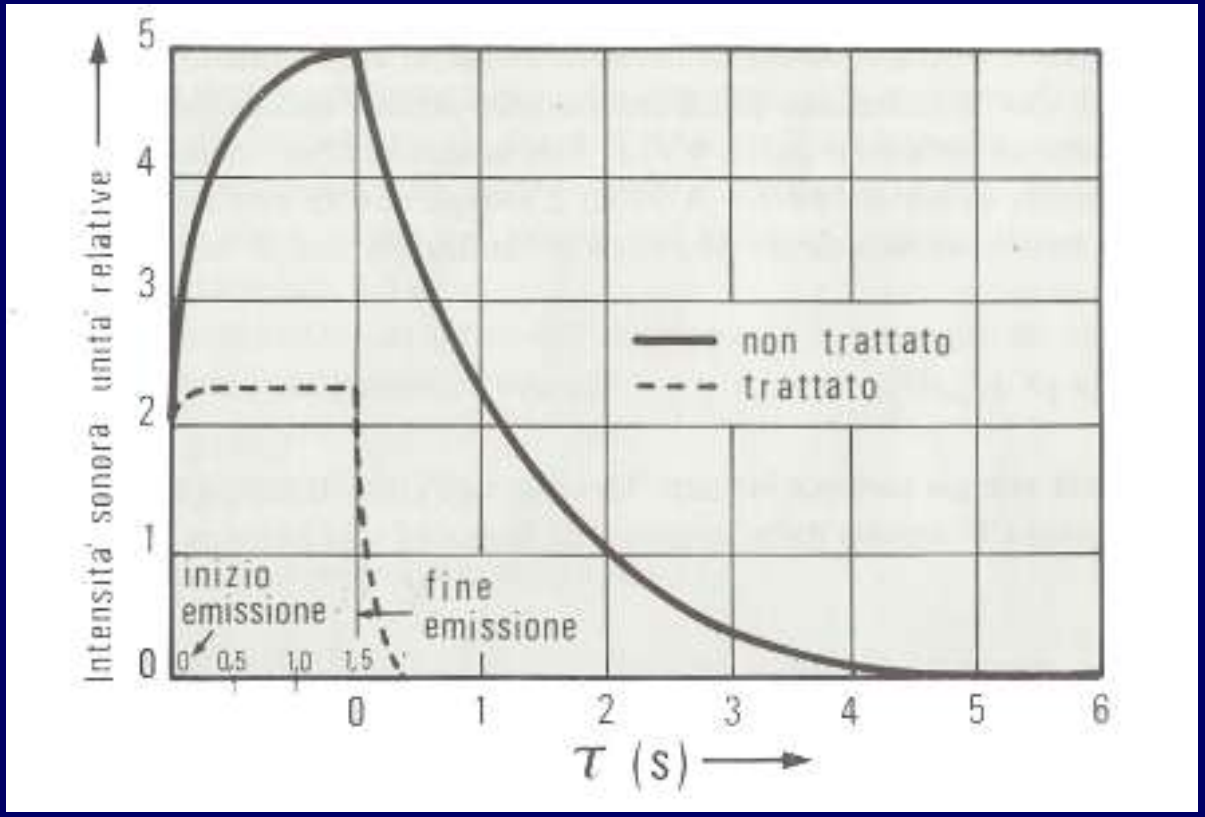
•**Tempo di riverberazione**

•Se la sorgente cessa improvvisamente di irradiare il livello sonoro nella stanza diminuisce in maniera **tanto più lenta quanto minore è l'assorbimento delle pareti.**

•**Infatti affinchè si annulli l'intensità sonora è necessario che l'energia di regime venga completamente assorbita.**

•Caratteristica del linguaggio parlato è quella di essere una successione di suoni (sillabe) che vanno percepiti separati l'uno dall'altro per la facile intelligibilità del discorso, una riverberazione eccessiva porta invece a confondere i suoni emessi ad un certo istante con le riflessioni dei suoni precedenti creando effetti di mascheramento


(a) 1/200 sec
(b) 1/100 sec
(c) 1/50 sec
(d) 1/25 sec


Intensità sonora unità relative
5
4
3
2
1
0
non trattato
trattato
inizio emissione
fine emissione
0 0.5 1.0 1.5
0 1 2 3 4 5 6
τ (s)

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 princìpi 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.

•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);

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.

•Art. 3. Competenze dello Stato.

1. Sono di competenza dello Stato:

……

e) la determinazione, ……..., **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……;**

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**;

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;

…….

•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;

Art. 5. Competenze delle province.

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;

•Art. 7. Piani di risanamento acustico.

•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;

D.P.C.M. 14 NOVEMBRE 1997

Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

Il "Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14/11/97 fissa i limiti massimi di accettabilità delle emissioni sonore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

Il DPCM stabilisce una suddivisione del territorio secondo le seguenti classi fissandone per ognuna i limiti massimi ammessi in regime diurno (7.00/22.00) ed in regime notturno (22.00/7.00):

Valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente (Leq A) relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento

Limiti massimi [Leq in dB (A)]

Tempi di riferimento

	Classi di destinazione d'uso del territorio	Diurno	Notturno
I	**Aree particolarmente protette**	**50**	**40**
II	Aree prevalentemente residenziali	55	45
III	Aree di tipo misto	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
V I	Aree esclusivamente industriali	70	70

•**Classe I: Aree particolarmente protette**

Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, **scolastiche**, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.

•Classe II: Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività industriali ed artigianali.

•Classe III: Aree di tipo misto

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.

•Classe IV: Aree di intensa attività umana

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.

•Classe V: Aree prevalentemente industriali

Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.

•Classe VI: Aree esclusivamente industriali

Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

D.P.C.M. 5 dicembre 1997

Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici

(Gazzetta Ufficiale - Serie generale n. 297 del 22/12/97)

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.

•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 definiti nell'allegato A che ne costituisce parte integrante.

•Art. 3. Valori limite

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 onore interne.

•Art. 4. Entrata in vigore

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

ALLEGATO A

Rumore prodotto dagli impianti tecnologici

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

35 dB(A) L_{Amax} con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;

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

Tabella A Classificazione 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_{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.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Partizioni di separazione

Secondo il DPCM 5/12/97 " Determinazione dei Requisiti acustici passivi degli edifici " gli edifici scolastici debbono garantire valori di potere fonoisolante R'w= 50 dB per le partizioni di separazione interne; D' 2m,nTw= 48 dB per le partizioni di facciata, L' n,w= 58 dB per i solai.
Le pareti di divisione tra le aule e gli altri ambienti, tra le aule ed i corridoi e tra aule ed aule devono quindi essere realizzati in funzione dell'ottenimento dei valori sovrariportati con particolare attenzione alla scelta di pareti di divisione tra aule e corridoi di particolare conformazione che può essere lignea piuttosto che in cartongesso, e/o sistemi costruttivi a secco similari a questi elementi.
Altro elemento di attenzione è la presenza degli impianti nelle strutture delle partizioni di separazione che possono creare "*ponti acustici*" tali da inficiarne il fonoisolamento richiesto da ottenere in opera.

Serramenti

La composizione delle vetrate deve tenere conto dei criteri di isolamento acustico delle facciate come previsto dalla normativa DPCM del 5/12/97 "Requisiti acustici passivi degli edifici" e quindi del raggiungimento "*in opera*" del valore D' 2m,nTw= 48 dB.

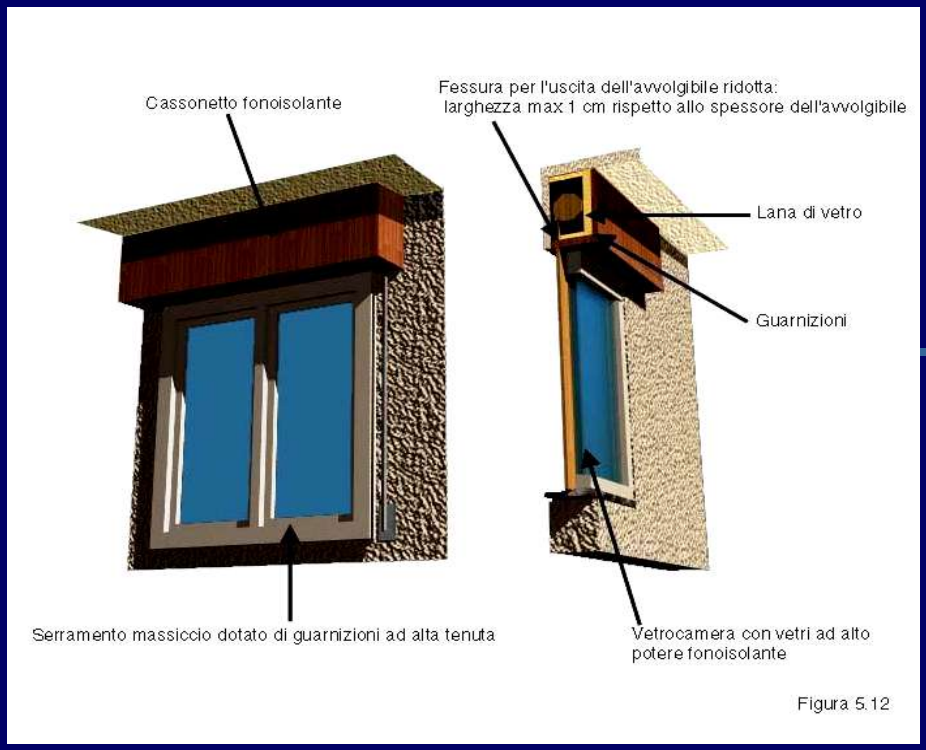


Figura 5.12

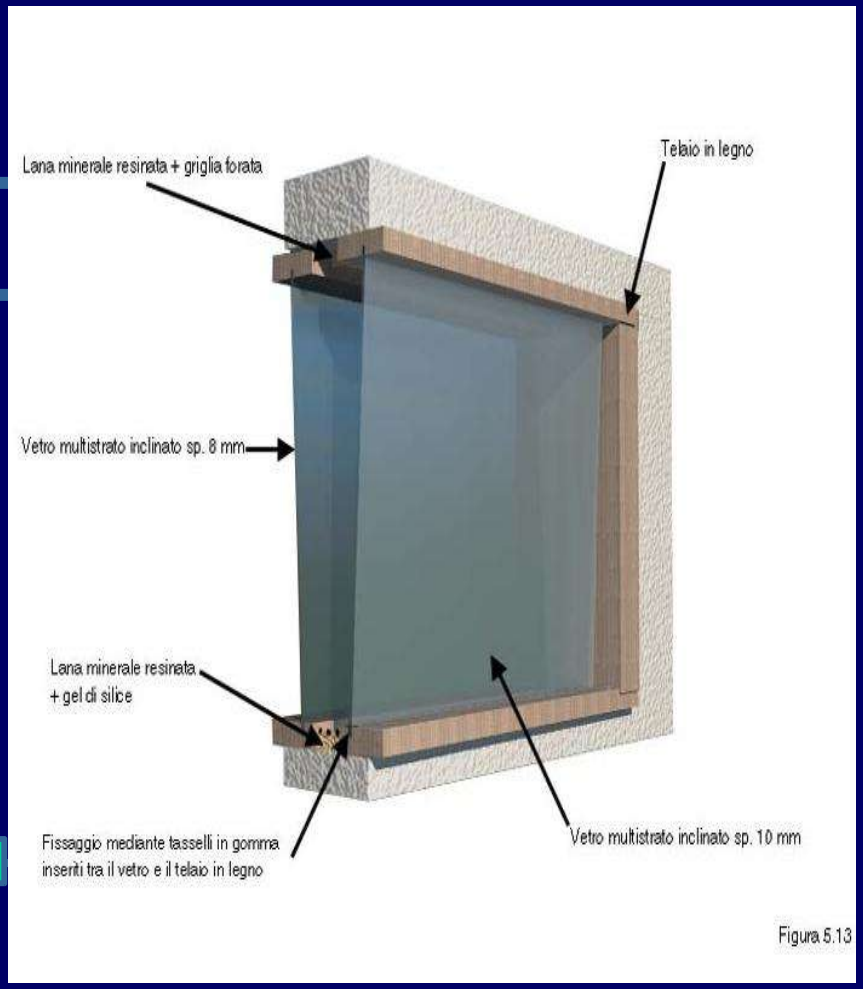


Figura 5.13

NORME DI COMFORT ACUSTICO

Facciate

L'immissione di rumorosità dall'esterno non deve superare i limiti definiti dal DPCM 5/12/97.

L'isolamento acustico in opera delle facciate si intende complessivo di muratura, serramento ed eventuali prese d'aria ed è previsto in D' 2m,nTw = 48dB.

A tale proposito, i valori di isolamento acustico standardizzato di facciata dovranno tenere conto:

- del traffico esistente;

- dell'emissione di rumorosità di eventuali impianti posti sulle coperture od in zone particolarmente vicine ai ricettori del complesso;

- delle misure in sito del rumore ambientale a varie ore del giorno e della notte nell'arco di una settimana.

Aule, Aule Magna ed Aule di Musica.

All'interno delle aule, in assenza di funzionamento degli impianti, l'emissione dall'esterno deve essere tale da non superare un livello di rumore equivalente Leq pari a 35 dB(A), livello da non superare per più del 30% del tempo, con un isolamento di facciata non inferiore ai limiti del DPCM 5/12/97 tabella B come sovraddetto.

Isolamento acustico interno tra aule adiacenti o sovrapposte

L'isolamento acustico in opera deve essere, con misura in centro stanza, non inferiore a:

- 50 Rw tra aule attigue, sovrapposte o comunicanti;

- 50 Rw tra aula e corridoio con porta d'ingresso in opera;

- valore non di normativa ma consigliato 60 dB(A) tra aule e locale di servizio rumoroso, locale pubblico, ascensori, montacarichi, cavedi impiantistici;

L'isolamento di Rw 50 tra aula e corridoio è dipendente dalle prestazioni acustiche della messa in opera della porta e del nodo della parete con inseriti gli impianti elettrici e l'impianto di riscaldamento.

Valore non di normativa ma consigliato.

L'isolamento acustico misurato in opera per le aule, aula magna, aula di musica, laboratori e/o uffici confinanti con le aree destinate a cucine, zone di lavaggio stoviglie, o locali tecnici con impianti rumorosi dovrebbe essere, con misura in centro stanza, non inferiore a 70 Rw e comunque tale da garantire a centro stanza un livello di rumore ambientale misurato con le sorgenti a massimo regime non superiore a 35 dB(A).

Isolamento al calpestio

Il rumore di calpestio della partizione orizzontale composta da solaio, eventuale isolante e pavimentazione, da misurare secondo la procedura della norma UNI 8270, non deve superare 58 dB(Ln,w) per le aule e tra altre aree sovrastanti le aule e le aule stesse, e 63 dB(Ln,w) per le altre zone.

Isolamento acustico altre zone.

Valori non di normativa ma consigliati

Per quanto riguarda le aree comuni e gli uffici si dovrà ottenere un fonoisolamento tale da garantire un livello di rumore equivalente pari a :

- Aula Magna	<-->	Aree adiacenti, corridoi	40 dB(A)
- Pareti mobili	<-->	Altro modulo (pareti mobili)	45 dB(A)
- Ufficio	<-->	Ufficio	50 dB(A)
- Mensa	<-->	Cucina	50 dB(A)
- Cucina, mensa	<-->	Altre aree	70 dB(A)

Isolamento acustico di pareti mobili divisorie

Valori non di normativa ma consigliati

In particolare per quanto attiene le separazioni ottenute con pareti mobili le stesse dovrebbero garantire in opera un isolamento acustico non inferiore a 45 dB(A).
Si deve pertanto tenere conto dei punti deboli quali controsoffitti, canalizzazioni, porte comunicanti.

Prescrizioni acustiche per gli impianti di climatizzazione

E' risaputo che il rumore generato dagli impianti di riscaldamento, ventilazione e idricosanitari si propaga all'interno degli edifici sia per via aerea sia per via strutturale (a seguito di moti vibratori trasmessi alla struttura dell'edificio) e risulta maggiormente fastidioso quanto più basso è il rumore di fondo all'interno dei locali in esame.

Per quanto riguarda gli impianti di ventilazione facciamo notare che due sono i principali problemi sui quali intervenire con sistemi di insonorizzazione:

- i motori ed i ventilatori producono rumori e vibrazioni che possono disturbare gli ambienti adiacenti alle sale macchine e per i quali ambienti si seguirà la normativa UNI 8199.

- I condotti di ventilazione possono trasmettere il rumore dei motori e dei ventilatori ed inoltre possono mettere in comunicazione sonora gli ambienti adiacenti e da qui tutte le aree dell'intervento.

I livelli di rumore prodotti dai vari componenti degli impianti tecnologici dovrebbero risultare tali da rientrare nella curva NR 25 all'interno delle aule, NR 30 per gli uffici, NR 25 all'interno dell'aula magna e dell'aula di musica, NR 35 per tutti gli altri ambienti.

I canali di mandata e di ripresa dell'aria devono essere coibentati esternamente (ad esempio con un pacchetto formato da lamina di piombo accoppiata a guaina caricata) ed all'interno saranno trattati con un materassino fonoassorbente (per esempio di fibra di poliestere 35 Kg/mc protetto da un lamierino forato con percentuale di foratura minima del 20%).

Inoltre per ciascuno dei diffusori e delle griglie di ripresa previsti, lo spettro delle immissioni sonore dovrebbe sottostare ai seguenti valori per quanto riguarda la componente aerea:

Per la misura e la valutazione della rumorosità prodotta negli ambienti in esame si fa riferimento alle vigenti norme UNI 8199.

Freq. (Hz)	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Leq dB (lin)	55	45	30	27.5	20	< 20	< 20	< 20	< 20









