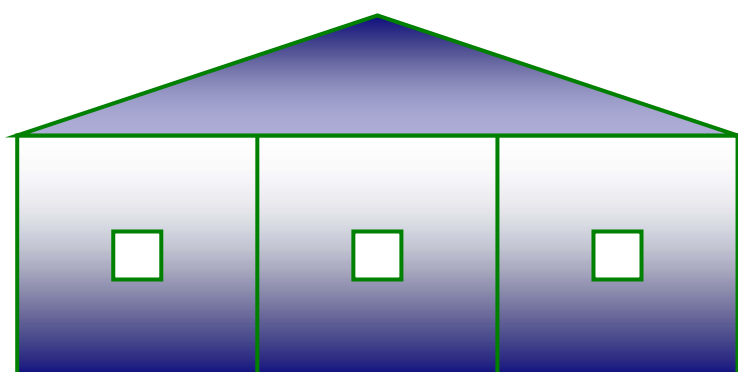


PROGETTARE IL SILENZIO

Manufatti e componenti in PVC



CENTRO DI INFORMAZIONE SUL PVC

IL CENTRO DI INFORMAZIONE SUL PVC

Il Centro di Informazione sul PVC è l'associazione che, in Italia, riunisce le principali aziende di produzione, compoundazione e trasformazione del PVC, i produttori di additivi e di macchine trasformatrici.

Il Centro, costituito il 1° Aprile del 1996, ha l'obiettivo di promuovere la conoscenza del PVC e dei suoi vantaggi applicativi e ambientali tenendo conto anche dell'importanza socio – economica dell'industria del PVC.

L'Associazione, con sede a Milano, conta oggi oltre 80 soci, di cui 4 onorari: Assoplast, Istituto Italiano dei Plastici, Unionplast e Federchimica.

Il centro di Informazione sul PVC fa parte dei PVC Forum collegati ad ECVM (European Council of Vinyl Manufacturers), l'associazione europea dei produttori di PVC. ECVM è a sua volta una divisione dell'Associazione dei Produttori Europei di materie Plastiche.

Centro di Informazione sul PVC – Via Marco Ulpio Traiano, 7 20149 Milano

Tel. 02/33604020 Fax: 02/33604284

www.pvcforum.it infopvc@tin.it

INDICE

- | | |
|--|----------|
| 1) Acustica e termica, prestazioni a confronto
Prof. Alessandro Cocchi
Università di Bologna – Fac. di Ingegneria | pag. 4 |
| 2) Marcatura CE: Norme e Qualità
Arch. Mario Sanvito, consulente tecnico | pag. 13 |
| 3) Microclima e Aerazione degli Ambienti
Dott. Gianluigi Pol | pag. 25 |
| 4) La trasmissione sonora nei materiali per serramenti esterni
Ing. Marco Piana
Centro di Informazione sul PVC | pag. 42 |
| 5) La verifica in opera del serramento
Sig. Alberto Armani, Spectra srl | pag. 59 |
| 6) Le prove di laboratorio: analisi e confronti
Dott. Fabio Scamoni – ITC/CNR
Le verifiche in laboratorio ed in opera
Dott. Fabio Scamoni, Dott. Fabrizio Valentini – ITC/CNR | pag. 68 |
| 7) La certificazione obbligatoria: la marcatura CE e
la normativa di riferimento
Ing. Marco Piana
Centro di Informazione sul PVC | pag. 138 |
| 8) Il rumore degli impianti
Ing. Marco Piana
Centro di Informazione sul PVC | pag. 147 |
| 9) Valutazione delle prestazioni acustiche degli edifici
Ing. Marco Piana
Centro di Informazione sul PVC | pag. 157 |

1. “ACUSTICA E TERMICA, PRESTAZIONI A CONFRONTO”

ALESSANDRO COCCHI

Il problema dell'accostamento, in un'unica visione cumulativa, delle prestazioni termiche e acustiche dei materiali ha sempre affascinato tutti coloro che, a qualsiasi titolo, sono coinvolti in entrambi settori: (fig. 1 – fig. 2) l'accostamento delle prestazioni voluto da un lato dalla logica di chi si interessa di benessere ambientale a tutto campo, dall'altro dalla direttiva europea 89/106 (Ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli stati membri concernenti i prodotti da costruzione)e, in sede legale, dalle leggi regionali 48/84. (Prima normativa tecnica regionale per la disciplina delle opere di edilizia residenziale pubblica) e 3/90 (Regolamento edilizio tipo) porta inevitabilmente a ricercare un gemellaggio possibile, ma con molte cautele.

Fig. 1

CONFRONTO TRA EQUAZIONI		
ACUSTICA	ELETRICITA'	TERMOLOGIA
$\frac{\delta^2 P}{\delta \tau^2} = c \frac{\delta^2 P}{\delta x^2}$	$\frac{\delta V}{\delta \tau} = \frac{1}{R \cdot C} \frac{\delta^2 V}{\delta x^2}$	$\frac{\delta T}{\delta \tau} = \alpha^2 \frac{\delta^2 T}{\delta x^2}$
$u = P/R_c$	$I = v/R_c$	$q = \Delta T/R_c$
$I = p \cdot u$	$I = C_c \frac{\delta V}{\delta \tau}$	$q = C_c \frac{\delta T}{\delta \tau}$
$c^2 = E_0/P_0$	celerità = $\sqrt{\frac{1}{LC}}$	$\alpha^2 = \lambda/C_c$

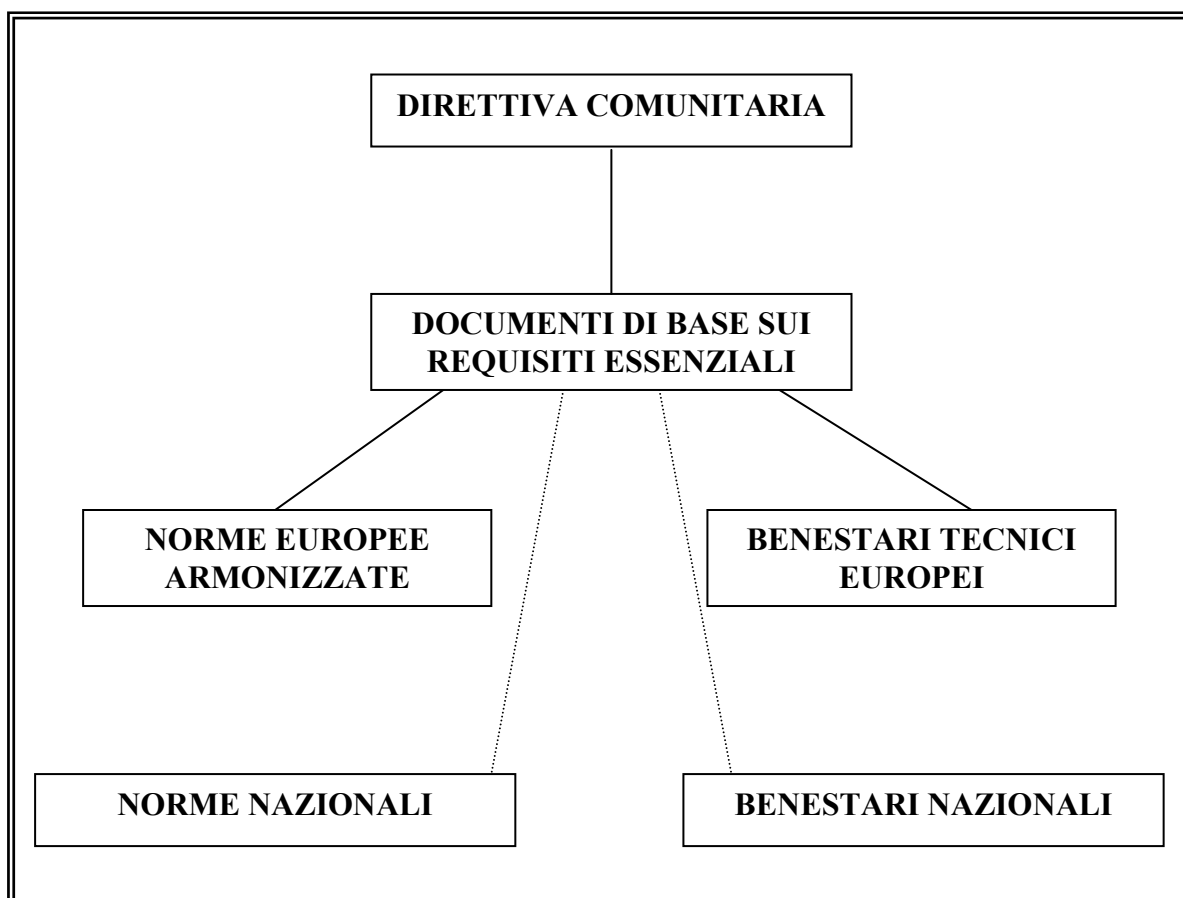
Fig. 2

CONFRONTO TRA GRANDEZZE		
ACUSTICA	ELETRICITA'	TERMOLOGIA
Pressione acustica	ΔV	ΔT
$R_c = P_0 \cdot c$	$R_c (\Omega)$	$R_c = s/\lambda$
Intensità	$I (A)$	q
Cedevolezza	$C_c (F)$	$C_c = p \cdot p$
Inertanza	L	

Negli anni settanta il Comitato per l'Edilizia Residenziale maturò l'idea che fosse opportuno operare un cambiamento radicale nell'impostazione dei capitolati d'appalto, passando dalla richiesta di determinate caratteristiche dei prodotti e dei manufatti alla valutazione di quanto gli stessi erano in grado di fornire in termini di "qualità della vita" nello spazio abitativo: questa scelta avvenne sotto la spinta di un gruppo di ricerca che si era venuto formando a Bologna con il sostegno dell'Assessorato all'Edilizia e Urbanistica della Regione Emilia Romagna. Ne nacque un incarico di ricerca, conferito dal CER alla Regione Emilia Romagna, la cui finalità era quella di costruire un corpo di norme di tipo esigenziale – prestazionale, materializzatosi poi nella Normativa Tecnica Regionale. Molte altre regioni si sono poi ispirate al lavoro svolto in Emilia Romagna, lavoro che dovrebbe infine sfociare in norme a carattere nazionale, anche se non è ben chiaro a questo punto se l'argomento non diverrà prima ancora oggetto di norma a carattere europeo. Al di là di ogni problema di carattere campanilistico e di cronologia degli avvenimenti sopra tratteggiati, resta il fatto che gli anni ottanta hanno visto maturare un certo numero di documenti più o meno poderosi, tutti caratterizzati da un denominatore comune, la fruibilità degli spazi abitativi e la possibilità di conseguire al loro interno condizioni di benessere inteso in senso lato, ed è questo appunto uno dei due aspetti più qualificanti del "fatto nuovo", costituito dalla legge 94/82, che eroga finanziamenti per la sperimentazione della nuova normativa prestazionale. La Regione Emilia Romagna, sensibile a questa nuova impostazione fin dal momento del suo concepimento, si è subito inserita nell'attività di sperimentazione, varando un programma tendente a verificare su circa 500 appartamenti in costruzione la rispondenza ad un certo numero di prescrizioni a carattere fisico – ambientale. La ricerca a suo tempo svolta partì dall'individuazione di esigenze degli utenti del bene edilizio e dalla successiva individuazione delle risposte che l'ambiente costruito avrebbe dovuto fornire per soddisfare le esigenze stesse. Senza entrare troppo nei dettagli, si può affermare in generale che la concezione esigenziale – prestazionale che è stata alla base della ricerca, e che ora costituisce l'ossatura portante della direttiva 89/106 (fig. 3) dedicata alla sicurezza dei prodotti dell'industria delle costruzioni, tende a definire e valutare i prodotti edilizi mediante una caratterizzazione misurabile delle esigenze da soddisfare, tenendo conto delle interazioni del prodotto con ciò che lo circonda, ed indipendentemente dalle particolari soluzioni tecniche adottate. Sotto un'ottica leggermente diversa, la concezione prestazionale può essere vista come metodo per passare, tenendo conto delle condizioni di impiego, dalle esigenze dell'utenza alle proprietà dei prodotti, ovvero come un modo di richiedere qualità al prodotto, fissata la domanda da soddisfare. Da rilevare a questo punto che, in questo contesto, con il termine prodotto si intende sia un oggetto fisico posto in opera, sia un oggetto immateriale, quale la

fruibilità di uno spazio: questo secondo significato non è peraltro contemplato dalla citata direttiva. E' evidente che il risultato verso cui si tende deve essere adeguatamente qualificabile, il che significa che il concetto di prestazione deve essere strettamente connesso con quello di misura, coinvolgendo quindi parametri oggettivi ed oggettivabili. Questo lavoro di ricerca normativa sembra preconizzare non solo la legge regionale 48/84, che in pratica recepisce il lavoro corrispondentemente svolto dalla Normativa Tecnica Regionale, ma soprattutto anticipa la direttiva europea 89/106, nella quale nuovamente troviamo affiancate esigenze di carattere fisico ed ambientale riguardanti la necessità di garantire, tra l'altro, il confort termoigrometrico ed acustico. Da un lato si è portati infatti ad accomunare le prestazioni nei due settori, dal momento che per entrambe si tratta di propagazione di energia attraverso l'involucro edilizio sotto la spinta di una forza motrice oscillante nel tempo, alla quale il componente oppone una resistenza al flusso legata a parametri che spesso concordano: dall'altro appare evidente l'impossibilità di un parallelo generalizzato per un serie di motivi che verranno qui di seguito esaminati.

Fig. 3



Una forza motrice oscillante dà origine ad una propagazione per onde, alla quale si associano i concetti di lunghezza d'onda, frequenza, velocità di propagazione, direttività nella propagazione: nel confronto tra i due fenomeni ritroviamo anzitutto una concordanza formale fra i parametri che determinano i valori della velocità di propagazione, nel termico legata al rapporto tra la conduttività e la capacità termica del sistema, nell'acustico al rapporto tra le caratteristiche elastiche e la densità del mezzo. Troviamo peraltro una parziale discordanza nel fatto, la trasmissione del calore è un fenomeno tipicamente irreversibile mentre la trasmissione di onde acustiche viene considerata in prima approssimazione reversibile se in aria, sicuramente irreversibile se in mezzi liquidi o solidi.

Alla diffusività termica è in qualche modo possibile contrapporre il reciproco dell'impedenza acustica, ma il primo punto sul quale "inciampa" questa passeggiata "sotto braccio" si presenta subito dopo quando si affronta l'equazione di propagazione, solo apparentemente simile nella sua espressione più semplice, in effetti differenziata da una diversa incidenza del tempo, che comporta una simmetria spazio – temporale in acustica, non esistente in termologia se non nel caso di forza motrice oscillante periodicamente nel tempo. Un ulteriore differenziamento possiamo notare nella direttività della propagazione, imposta nella terminologia dalla distribuzione della forza motrice (il campo vettoriale del gradiente di temperatura), imposta dalla sorgente in acustica, grazie alla diversa tipologia dei fenomeni, caratterizzata in acustica da oscillazioni longitudinali (quindi direttive), in termologia da un sorta di "caduta libera", che a suo tempo fece molto parlare di una possibile analogia con la propagazione di un liquido su una superficie solida comunque modellata (teoria del calorico).

Infine, la differenza cresce quando si considera la frequenza, che non influenza le proprietà termofisiche dei materiali, mentre notoriamente interviene anche pesantemente sul comportamento acustico dei materiali e sulla percettibilità di un suono, così, mentre ad un determinato flusso di calore corrisponde, per una determinata struttura divisoria, una ben definita differenza di temperatura, nel caso del rumore può accadere che due diverse composizioni spettrali tali da dar luogo allo stesso livello sonoro in db(A) nell'ambiente trasmittente producano, sempre a parità di struttura divisoria, due diversi livelli sonori nell'ambiente ricevente.

A far tramontare ogni sogno generalizzato interviene poi il duplice settore di impiego del materiale acustico, che richiederebbe di associare in termologia la trasmissione del calore per irraggiamento (onde elettromagnetiche) a quella per semplice contatto (conduzione – convezione), associazione che comunque non servirebbe perché diversi sono gli scopi perseguiti nei due settori applicativi.

In terminologia applicata all'edilizia si tende sempre ad individuare la correlazione esistente tra la sollecitazione termica esterna e risposta termica all'interno dell'ambiente costruito, ragionando per più di quasi sempre in regime stazionario (o al più periodico stabilizzato), allo scopo di individuare un intervento passivo (isolamento termico) od attivo (impianto di climatizzazione) che consenta di realizzare all'interno condizioni di confort termico. In acustica applicata all'edilizia, o meglio in "rumoristica", gli scopi perseguibili possono essere due, ben distinti ma talvolta conviventi: infatti, in relazione alla collocazione dei due elementi terminali della catena fenomenologica, sorgente ed ascoltatore, nello stesso ambiente od in ambienti adiacenti, si presentano problematiche completamente distinte di abbattimento del livello sonoro (riverberazione, quindi assorbimento acustico da un lato, isolamento, quindi abbattimento forzato nella propagazione dall'altro).

Sfogliando uno qualsiasi dei pochissimi testi che abbiano affrontato nel tempo congiuntamente i due problemi, si constata pertanto una inevitabile dicotomia, che porta alla presentazione di capitoli separati, quasi a compartimenti stagni, per la trattazione dei due fenomeni: purtroppo accade sovente di sentire invece proporre determinati materiali o determinate soluzioni tecnologiche come bivalenti, il che non è in genere da escludere, ma pur tuttavia da valutare caso per caso.

Entrando nel tema specifico del convegno e limitando il confronto alle problematiche di isolamento, la finestra costituisce la via di facile penetrazione nell'involucro dell'edificio sia per il caldo ed il freddo sia per il rumore (fig. 4 e 5); sotto questo aspetto le due problematiche vanno nella stessa direzione, peraltro con una differenza sostanziale: la combinazione dei flussi termici attraverso elementi in parallelo avviene con legge matematica lineare, la combinazione dei flussi di energia acustica comporta invece quella di poteri fonoisolanti che ai flussi sono legati da legge logaritmica, con il risultato quindi fortemente compromesso dall'elemento più debole.

Fig. 4

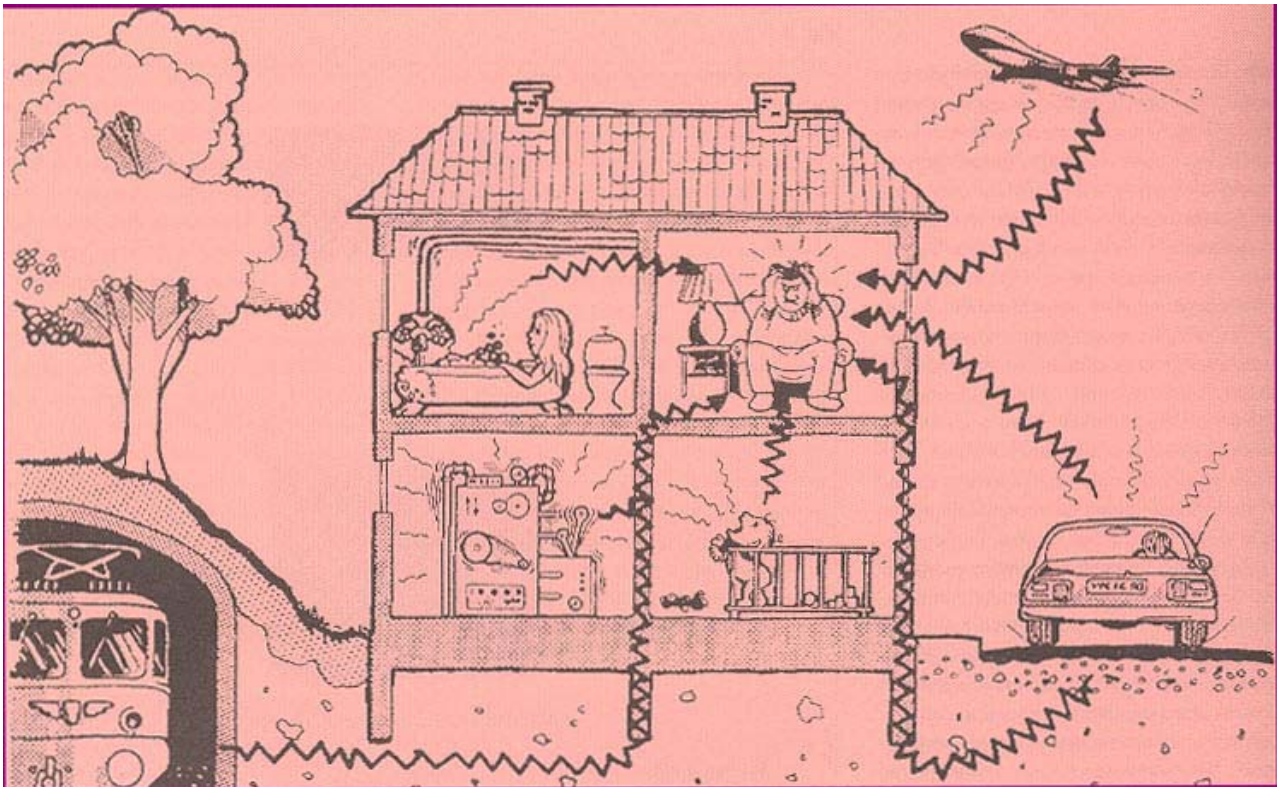
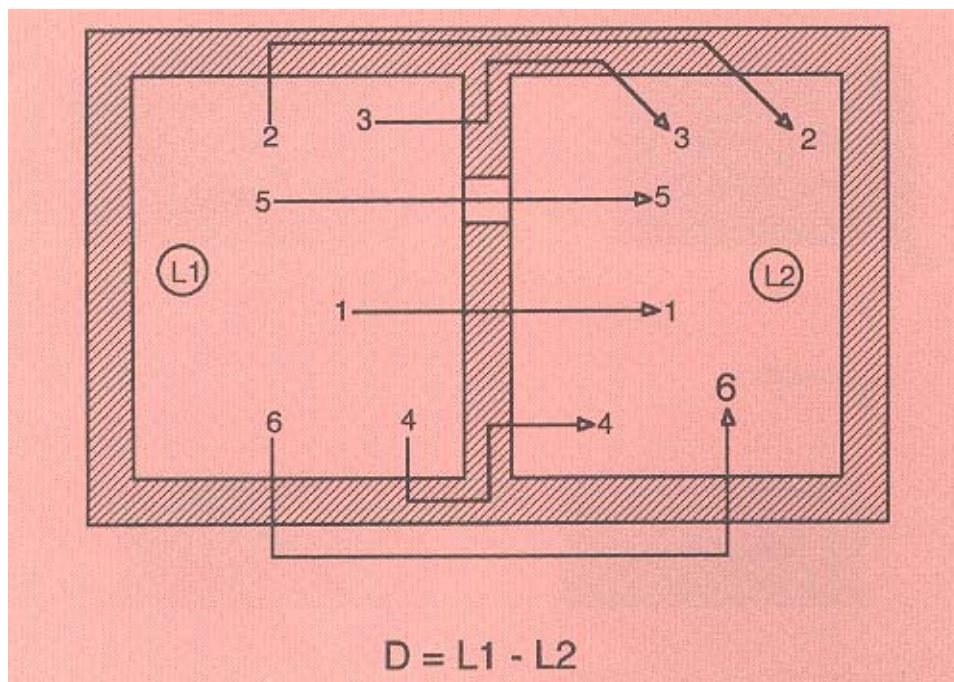


Fig. 5



Il discorso non può essere portato a livello di materiali, ma per le contrastanti esigenze della legge di massa da un lato e di esigenze di trasparenza dall'altro; neppure si può spingere oltre certi limiti il valore della massa relativamente alla parte opaca della finestra, in quanto alla massa corrisponde in genere una facile via di penetrazione del calore. Bisogna allora comporre elementi opachi più o meno leggeri con elementi trasparenti pesanti ma non troppo, in quanto è necessario garantirne la mobilità senza che questa richieda telai troppo pesanti (fig. 6-7-8-9-10-11).

E' possibile quindi individuare, più che materiali, soluzioni tecnologiche conformi alle prescrizioni normative, che nascono da diverse esigenze, che trovano riscontro nel soddisfacimento di diversi requisiti essenziali individuati dalla direttiva 89/106, che realisticamente forniscono una risposta soddisfacente in entrambi i settori.

Fig. 6 - Attenuazione media al variare dello spessore del vetro per frequenze comprese tra 100 – 3150 Hz

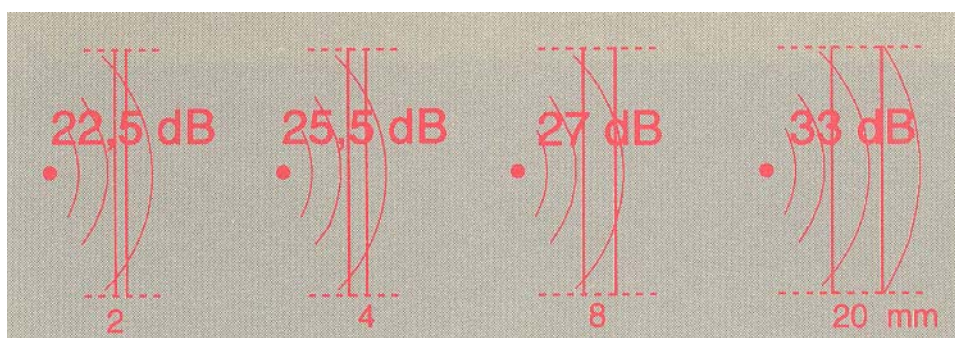


Fig. 7 - Diverso andamento dell'attenuazione di un vetro omogeneo e di un vetro laminato

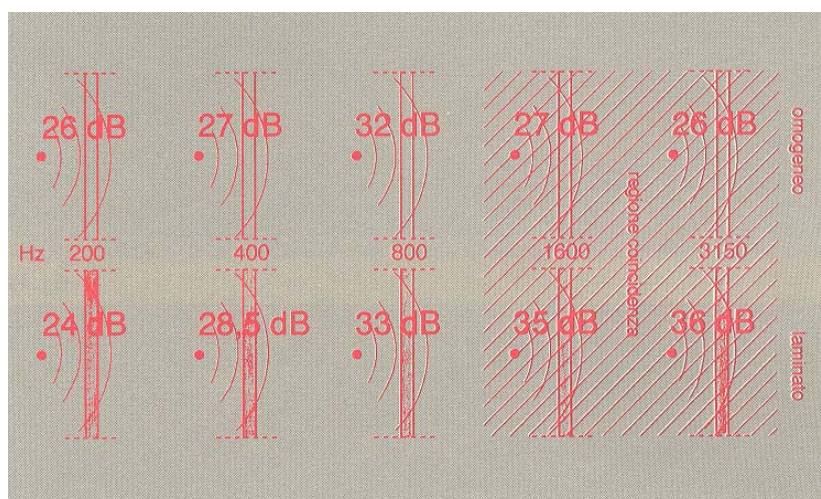


Fig. 8 - Andamento dell'attenuazione di un vetro singolo 9,5 mm e di uno doppio composto da due vetri di 9,5 mm con intercapedini da 25 e 50 mm.

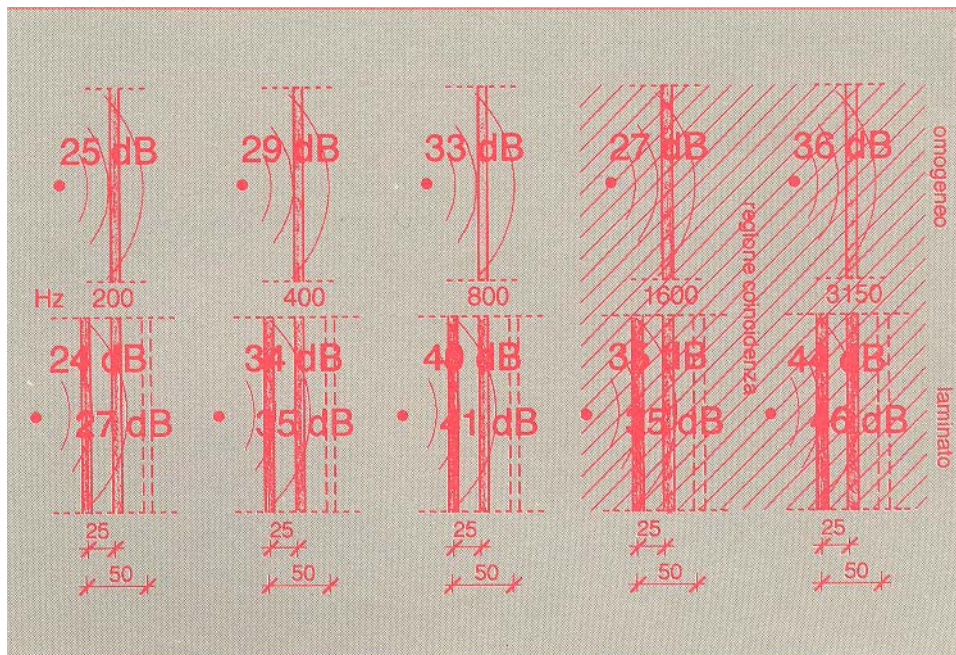


Fig. 9 - Variazione dell'isolamento acustico per vetri con tre diverse intercapedini da 76 – 152 e 305 mm.

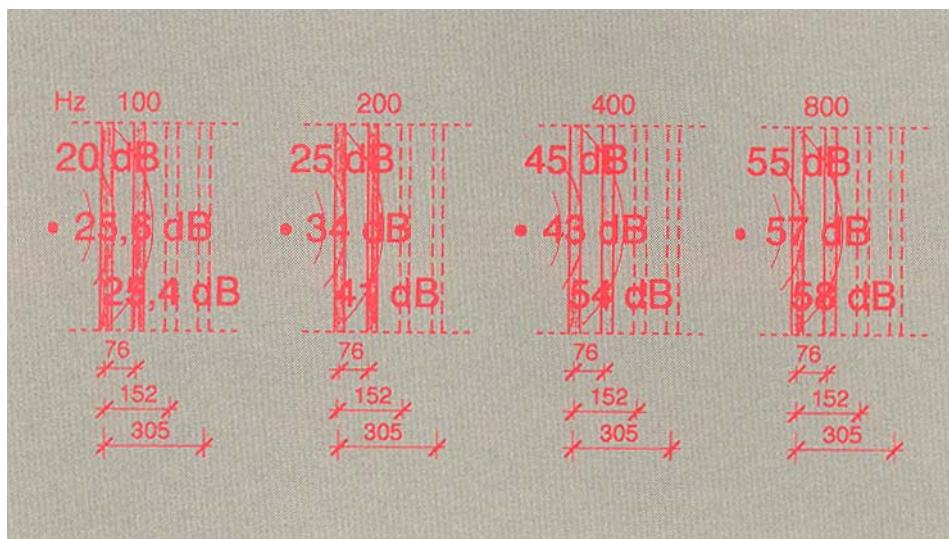


Fig. 10 - Isolamento acustico per vetri doppi da 6 mm di spessore con materiale assorbente di 25 e 100 mm nell'intercapedine d'aria e di 100 mm di spessore.

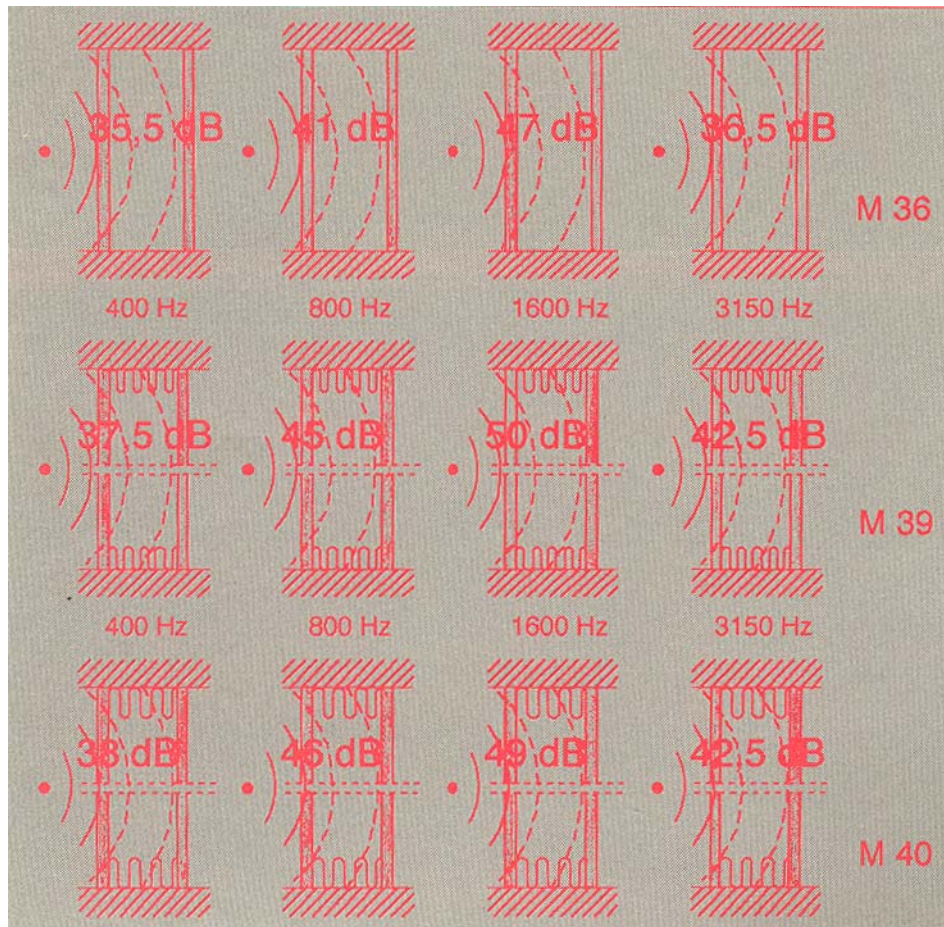
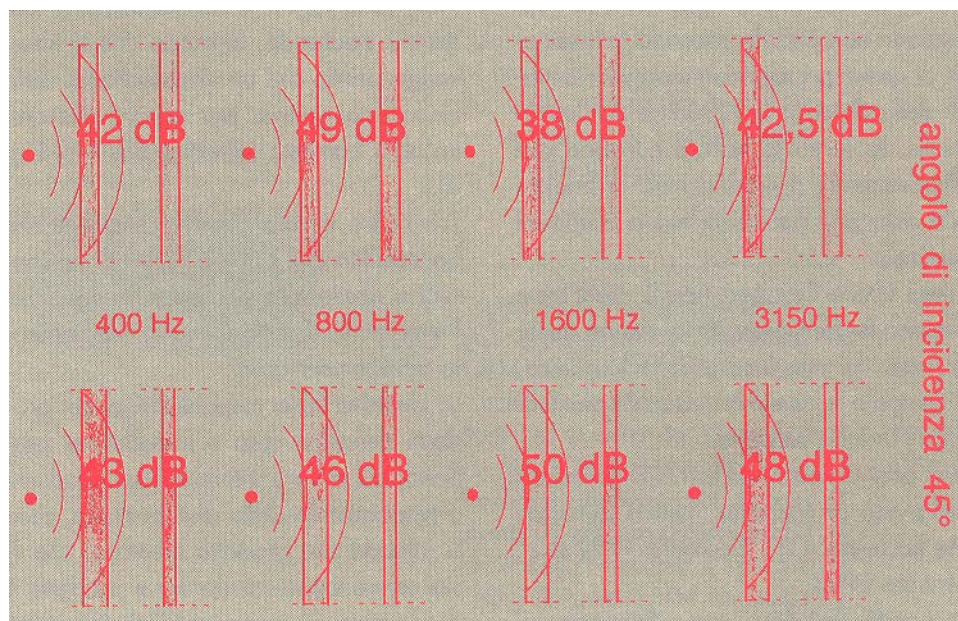


Fig. 11 - Isolamento acustico per doppi vetri di stesso spessore (8 mm) e differente spessore (12 – 4 mm) con intercapedine d'aria di 160 mm.



2. “MARCATURA CE: NORME E QUALITÀ”

Mario San Vito

L'argomento viene suddiviso in tre parti: la prima riguarderà la legislazione europea, la seconda l'attuazione di questi principi con maggiori dettagli della direttiva dei prodotti da costruzione, la terza le norme europee che effettivamente riguarderanno le finestre non solo per l'acustica ma a carattere generale.

L'Atto Unico Europeo non è altro che una legge comunitaria che ha accomunato le tre Comunità: la Ceca, l'Euratom e le comunità europee per fondare l'Unione Europea.

Nell'atto Unico si afferma il principio dell'avvio al Mercato Unico Europeo che ha inizio il 3 Dicembre 1992 o il 1° Gennaio 1993.

La novità dell'atto Unico Europeo sul piano dei regolamenti consiste nel fatto che prima il vecchio approccio delle direttive aveva anche contenuti tecnici specifici, nel nuovo approccio (fig. 1) le direttive hanno solo i requisiti essenziali e demandano alle norme tecniche armonizzate il compito di spiegare come i prodotti devono rispettare questi requisiti essenziali.

Un'altra alternativa è quella della direttiva più le norme nazionali che fino ad ora non è stata perseguita da alcuno stato (fig. 2). Il nuovo approccio è quello che impegna i Paesi membri ad eliminare le regolamentazioni che creano ostacoli tecnici (fig. 3) negli scambi ed afferma che l'attuazione delle prescrizioni tecniche deve essere eseguita attraverso le norme tecniche emanate dal CEN per la legge di normazione europea.

Fig. 1

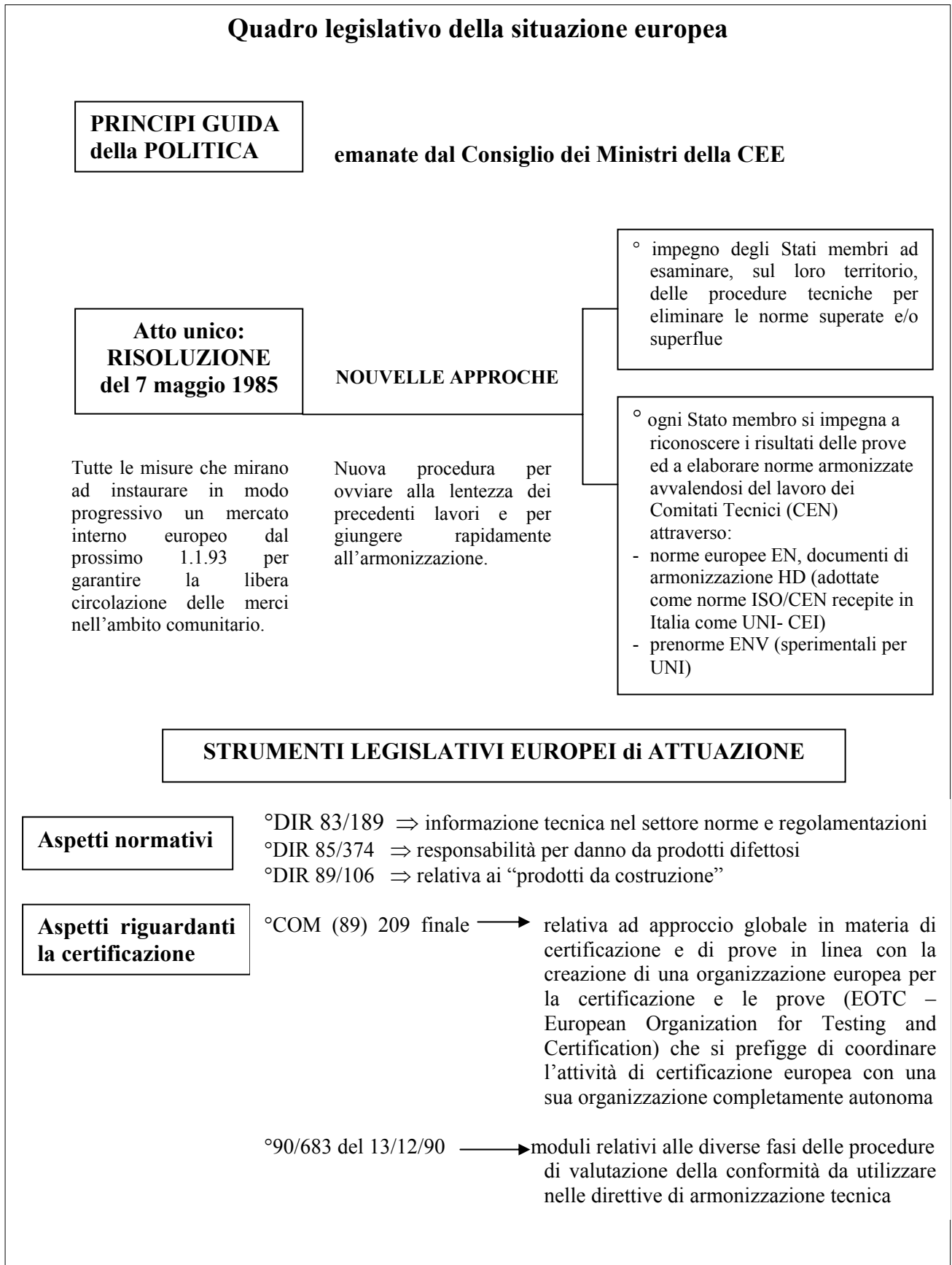


Fig. 2

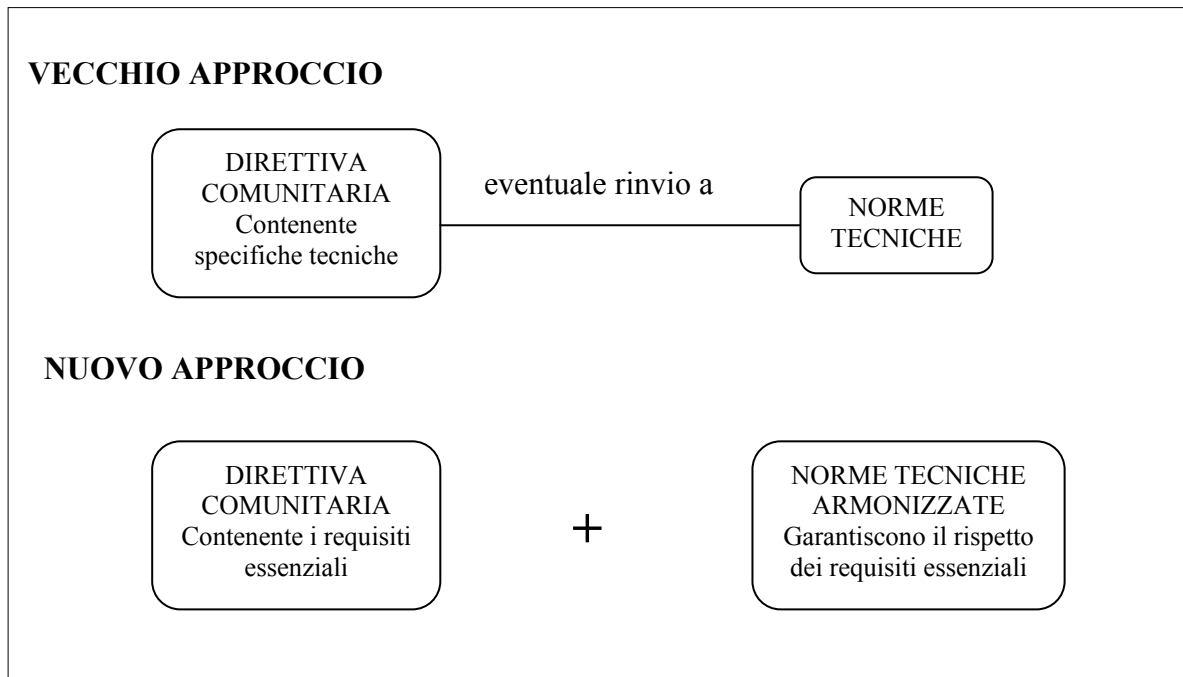


Fig. 3

ATTO UNICO EUROPEO

La volontà del Consiglio di accelerare la realizzazione del mercato Europeo ha trovato autorevole sanzione nell'Atto Unico Europeo entrato in vigore il 1° Luglio 1987 dopo la rettifica di tutti gli Stati membri. L'atto, che notifica i trattati che istituiscono la Comunità Europea, all'art. 13 recita:

*"...omissis...la Comunità adotta le misure destinate alla instaurazione progressiva del mercato intero nel corso di un periodo che scade il 31 Dicembre 1992.
...omissis...il mercato interno comporta uno spazio senza frontiere interne nel quale è assicurata la libera circolazione delle merci, delle persone, dei servizi e dei capitali secondo le disposizioni del presente trattato"*.

La filosofia del nuovo approccio comporta la conoscenza di tre direttive: relativa alle informazioni, relativa alla responsabilità del prodotto in generale e relativa alla propria specifica funzione.

I Paesi Membri si scambiano informazioni sulle regole o norme tecniche che stanno studiando, in modo che si intervenga prima che un singolo Paese definisca una norma, per evitare che crei un'altra barriera (direttive 83/189 fig. 4).

Tra l'altro questa direttiva è quella che ha stabilito che l'UNI è l'ente di normazione nazionale per quanto riguarda l'attuazione di tutto il nuovo regolamento tecnico normativo.

La direttiva sulla responsabilità del prodotto definisce cosa si intende per prodotto, chi si deve intendere per produttore o responsabile della distribuzione, cosa si intenda per prodotto difettoso, che vi sia connessione tra danno e prodotto e il concetto di responsabilità (direttiva 86/374 fig. 5).

La Direttiva dei prodotti da costruzione, come tutte le direttive cosiddette di nuovo approccio è basata sui requisiti essenziali che sono sei (direttiva 89/106 fig. 6).

E' basata sul concetto di controllo, di valutazione di conformità di un prodotto alla norma: è basata anche sul concetto di opposizione del marchio CE sul prodotto per dimostrare che ha rispettato la direttiva attraverso le norme e tutti i controlli previsti.

I requisiti essenziali sono (fig. 7):

- resistenza meccanica
- sicurezza nel caso di incendio
- igiene, salute, ambiente
- sicurezza nell'impiego
- protezione contro il rumore
- risparmio energetico

e si deve aggiungere

- durabilità.

Viene sempre dimenticato che la direttiva impone che questi requisiti devono essere rispettati per il periodo di vita utile del prodotto e la durabilità serve a misurare che quella esigenza sia rispettata nel tempo di vita utile.

I requisiti essenziali sono enunciati in poche righe nella direttiva, ma esistono i documenti interpretativi che sono stati pubblicati sulla G. U.

Le finestre senz'altro hanno a che vedere con la resistenza a pioggia battente, con la trasmissione di energia solare, con il flusso bi o tridimensionale, cioè con i ponti termici.

Nei cinque documenti interpretativi vi è spazio per l'analisi comparativa delle finestre, con esclusione del primo aspetto meccanico che è riferito alla resistenza statica dell'edificio.

Altro elemento inserito nella direttiva è riferito ai controlli ed ai sistemi di controllo di conformità.

Gli schemi proposti sono quattro:

Schema 1 – la certificazione di prodotto che prevede certi compiti per il produttore e compiti dell'Organismo terzo riconosciuto.

Schema 2 – che è sempre una certificazione sistema qualità e in cui l'Organismo terzo verifica se il produttore possiede un buon sistema qualità.

Possano essere adottati anche due sistemi di livello meno severo.

Schema 3 – prova di tipo iniziale eseguita presso un laboratorio esterno ed il produttore esegue i controlli di fabbrica.

Schema 4 – il produttore esegue sia le prove iniziali che il controllo di fabbrica.

Quanto esposto permette di ottenere la marcatura CE. Per concordare quanto previsto dalla Comunità con le prestazioni dei componenti deve essere effettuata una classificazione.

Fig. 4

Approccio metodologico al panorama della Direttiva del Consiglio 83/189/CE

DIRETTIVA CE
83/189 del 28/3/83

Procedura d'informazione nel settore delle
norme e delle regolamentazioni tecniche

recepita con

LEGGE ITALIANA
317 DEL 21/6/86

DIRETTIVA CE
88/182 DEL 22/3/88

Apporta piccoli cambiamenti rispetto alla
Direttiva 83/189/CE

Fissano le informazioni nel settore delle normative e delle regolamentazioni, a monte della metodologia di qualità, per meglio specificarne il prodotto che le norme qualificano.

Disposizioni legislative

Procedura *stand still*:

Gli stati membri della CE prendono le necessarie disposizioni affinché gli organismi di normalizzazione (UNI, BSI, AFNOR, ecc.) non introducano norme nel settore in cui sono in corso, a livello europeo, studi ed elaborazioni.

Disposizioni legislative approccio

- Specificazione tecnica
- Norma
- Programma di normalizzazione
- Progetto di norma
- Regola tecnica
- Progetto di regola tecnica
- Prodotto

Fig. 5

Approccio metodologico al panorama della Direttiva del Consiglio 85/374/CE

Informazione nel settore regolamentare ed amministrativo per gli Stati membri in materia di responsabilità per danno da prodotti difettosi.

DIRETTIVA CE
83/189 del 28/3/83

Tale direttiva trasferisce sui prodotti la responsabilità di fabbricare prodotti sicuri considerando che, in prospettiva, gli oneri causati da un incidente provocato con un prodotto difettoso ricadono sul produttore e contribuiscono ad innalzare i costi.

LEGGE ITALIANA
317 del 21/6/86

Fissa le responsabilità applicabili solo ai beni mobili che sono oggetto di una produzione industriale, contemplando le cose mobili impiegate nella costruzione di immobili od incorporate a beni immobili.

Principali disposizioni legislative	Definizioni legislative
a) Prodotto	E' quel bene immobile che può essere anche incorporato in altro bene mobile o immobile. Per "prodotto" si intende anche l'elettricità.
b) Prodotto difettoso	E' considerato quello che non offre normalmente la sicurezza data dagli altri esemplari della medesima serie, cioè quello che non offre i requisiti prestazionali che ci si può legittimamente attendere considerando le notizie fornite per la presentazione, le avvertenze date per la sua immissione sul mercato (avviene quando è consegnato all'acquirente, all'utilizzatore, al vettore o allo spedizionario) e l'uso al quale è destinato.
c) Produttore	Si intende sia il fabbricante del prodotto finito, o di una sua componente, come il produttore di materia prima, nonchè chi appone il proprio nome, marchio o altri segni distintivi sul prodotto (o sulla confezione) e si presenta come produttore dello stesso.
d) Responsabilità (per danni su prodotti difettosi)	E' comunque il danneggiato che deve dar prova sia del danno, del difetto e della connessione causale tra difetto e danno: questa responsabilità ricade sul produttore che cagiona tali danni ma anche su chiunque importi, nella Comunità Europea, prodotti per la vendita o per altre forme distributive.

Fig. 6

Presentazione della Direttiva del Consiglio 89/106/CE “Prodotti da costruzione”

Direttiva CE
89/106 dl 21/12/88

Disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri in materia di prodotti da costruzione. Considera validi i tre livelli di attestazione di conformità alle norme:

- 1)attestazione rilasciata dal fabbricante ovvero basata su certificati rilasciati da laboratori terzi;
- 2)sistema qualità certificato;
- 3)certificazione rilasciata da organismo indipendente.

<p>Adottando i principi del “nuovo approccio”, costituisce il documento cardine relativo ai requisiti essenziali che devono avere i prodotti del settore edile, nonché le norme procedurali che i materiali devono soddisfare per entrare stabilmente nella costruzione</p>	<p>Creazione di un Comitato permanente per la costruzione che esamina qualsiasi problema dovesse sorgere in sede di attuazione e applicazione della Direttiva (Standing Committee): Documenti elaborati dallo Standing Committee (GP → Guidance Paper Standing Committee) (ID → Documenti Interpretativi)</p>
---	---

Requisiti essenziali dei prodotti da costruzione (sviluppati nei Documenti interpretativi)

Per valutare la conformità del prodotto si presuppone che:

Apporre la marcatura CE significa che i prodotti sono conformi:
a) alle norme armonizzate
b) benessere tecnici europei

- a) resistenza meccanica
- b) sicurezza in caso d’incendio
- c) igiene, salute e ambiente
- d) sicurezza nell’impiego
- e) protezione contro il rumore
- f) risparmio energetico e ritenzione di calore

Questi requisiti possono essere applicabili tutti, alcuni o soltanto uno; essi devono essere soddisfatti per una durata di esercizio economicamente ragionevole. I Documenti Interpretativi facilitano la correlazione dei requisiti essenziali, sopra menzionati, con l’opera da costruire o sue parti.

- Il fabbricante abbia un sistema di controllo della produzione;
- per prodotti che soddisfano i requisiti delle norme, un organismo di certificazione riconosciuto intervenga nella valutazione e sorveglianza successiva della produzione o del prodotto, in aggiunta al sistema di controllo del fabbricante;
- gli Stati membri provvedano affinché gli organismi designati si forniscano di mutua assistenza, constatando che l’organismo riconosciuto non effettui collaudi o controlli in modo irregolare.

- a) Devono esprimere, nell’ambito del possibile, le prestazioni dei prodotti, cioè il rispetto delle norme.
 - b) Dare una valutazione tecnica positiva dell’idoneità di quel prodotto, che non è assoggettato, per l’impiego previsto, ad una norma CEN o nazionale; ciò avviene attraverso prove ed esami di valutazione da parte di un organismo riconosciuto.
- Vedere allegato IV alla Dir.
 - Vedere allegato III alla Dir.

ALLEGATO I

REQUISITI ESSENZIALI

I prodotti devono essere idonei alla realizzazione di opere pronte all'uso, nell'integralità e nelle relative parti, tenendo conto dell'aspetto economico, e a tal fine devono soddisfare i seguenti requisiti essenziali, laddove siano stabiliti. Detti requisiti devono, fatta salva la normale manutenzione, essere soddisfatti per un periodo di tempo economicamente adeguato. I requisiti come norma presuppongono azioni prevedibili.

1 – RESISTENZA MECCANICA

L'opera deve essere concepita e costruita in modo che le azioni cui può essere sottoposta durante la costruzione e l'utilizzazione non provochino:

- a) il crollo dell'intera opera o di una parte
- b) deformazioni di importanza inammissibile
- c) danni ad altre parti dell'opera o alle attrezzature principali o accessorie in seguito ad una deformazione di primaria importanza degli elementi portanti
- d) danni accidentali sproporzionati alla causa che li ha provocati.

2 – SICUREZZA IN CASO DI INCENDIO

L'opera deve essere concepita e costruita in modo che, in caso di incendio:

- a) la capacità portante dell'edificio possa essere garantita per un periodo di tempo determinato
- b) la produzione e propagazione del fuoco e del fumo all'interno delle opere siano limitate
- c) la propagazione del fuoco ad opere vicine sia limitata

3 – IGIENE, SALUTE E AMBIENTE

L'opera deve essere concepita e costruita in modo da non compromettere l'igiene o la salute degli occupanti o dei vicini e in particolare in modo da non provocare:

- a) sviluppo di gas tossici
- b) presenza nell'aria di particelle o di gas pericolosi
- c) emissione di radiazioni pericolose
- d) inquinamento o tossicità dell'acqua o del suolo
- e) difetti nell'eliminazione delle acque di scarico, dei fumi e dei solidi o liquidi
- f) formazione di umidità su parti o pareti dell'opera.

4 – SICUREZZA NELL'IMPIEGO

L'opera deve essere concepita e costruita in modo che la sua utilizzazione non comporti rischi di incidenti inammissibili, quali scivolate, cadute, collisioni, bruciature, folgorazioni, ferimenti a seguito di esplosioni.

5 – PROTEZIONE CONTRO IL RUMORE

L'opera deve essere concepita e costruita in modo che il rumore cui sono sottoposti gli occupanti e le persone situate in prossimità si mantenga a livelli che non nuocciano alla loro salute e tali da consentire soddisfacenti condizioni di sonno, di riposo e di lavoro.

6 – RISPARMIO ENERGETICO E RITENZIONE DI CALORE

L'opera ed i relativi impianti di riscaldamento, raffreddamento ed aerazione devono essere concepiti e costruiti in modo che il consumo di energia durante l'utilizzazione dell'opera sia moderato, tenuto conto delle condizioni climatiche del luogo, senza che ciò pregiudichi il benessere termico degli occupanti.

+ DURABILITÀ

Le proprietà delle finestre sono raggruppate in famiglie: caratteristiche meccaniche, aspetti sociali (suono, termica e fuoco), aspetti addizionali (resistenza anti – intrusione alle pallottole e anti – esplosione) e poi c'è la curabilità che riguarda i materiali del telaio, i trattamenti superficiali delle vernici o delle finiture dei vetri e la protezione contro la corrosione.

Ognuna di queste famiglie si dividono in caratteristiche veramente controllate e misurate con mezzi di precisione e ognuna di queste caratteristiche è legata da una serie di classi per cui le finestre possono avere una resistenza all'uso normale che si traduce in prove di torsione che sono di quattro livelli con relative definizioni degli stessi: 200, 250, 300, 350 N.

Esiste una mappatura, che può essere usata per classificare qualsiasi prodotto, fatto da qualsiasi produttore in qualsiasi punto dell'Europa.

Le norme sono aperte, non sono rigide, semplicemente servono per far parlare lo stesso linguaggio in tutta Europa.

Per ogni esigenza può essere richiesto un particolare profilo ovvero livelli differenti in funzione della prestazione.

Il committente, ad esempio, per una scuola chiede un profilo per la finestra di un'aula scolastica, che sarà certamente differente da quanto richiesto per un ospedale.

In realtà la normativa europea sarà a due livelli: alcune caratteristiche saranno obbligatorie perché legate alla direttiva, altre caratteristiche non saranno obbligatorie per cui resteranno comunque volontarie.

Il giorno in cui la CEE finalmente ci dirà quali sono le caratteristiche legate alla direttiva, alcune di queste saranno obbligatorie.

Sono quelle che sosterranno la marcatura CE, le altre saranno dichiarate volontariamente per il mercato.

Vi sono alcune proposte per legare il prodotto con la classe di rischio. Ci sono tre classi di rischio:

- la classe di rischio, comporta il pericolo di morte per le persone o di funzionamento tendente a zero dell'opera o sua parte rilevante;
- la classe di rischio 2, comporta pericolo di ferite che comportano inabilità temporanea per le persone o di riduzione non oltre il 50% della funzionalità dell'opera o sua parte;
- la classe di rischio 3, comporta rischi limitati per le persone (piccole ferite o danni) e diminuzione delle prestazioni (confort ridotto) dell'opera o sua parte.

Non è ancora chiarito se il serramento rientra nella classe 2 o 3.

Le finestre a piano terreno se sono dichiarate finestre o vetrine che hanno caratteristiche antincendio o antiproiettile(usi speciali), andranno per lo meno in classe 2.

Se sono finestre di uso civile andranno in classe 3.

Questo sul piano obbligatorio.

Sul piano volontario invece può essere richiesto qualunque cosa.

Riprendendo i sistemi di valutazione prima ricordati possono essere così sintetizzati:

- sistema di valutazione 1 quello che prevede la certificazione del prodotto finale,
- sistema di valutazione 2 quello che prevede la certificazione del sistema qualità,
- sistema di valutazione 3 quello che prevede le prove di tipo iniziale presso un laboratorio esterno indipendente;
- sistema di valutazione 4 quello che prevede le prove di tipo iniziale eseguite sotto la responsabilità del produttore.

La valutazione della qualità in base alla classe di rischio è proposta nella modalità seguente:

a livello italiano esiste un marchio UNI operante. Questo marchio UNI è volontario ed è basato sulle caratteristiche principali per il serramento esterno.

La qualità viene ricercata con una successione di enti che controllano, che vengono controllati ed autorizzati ad operare.

Il sistema in alcuni settori è già operante e potrà essere sicuramente utilizzato anche nel campo dell'edilizia ed in particolare per i serramenti.

Classe di rischio	Sistema di valutazione
1	1 o 2
2	2 o 3
3	3 o 4

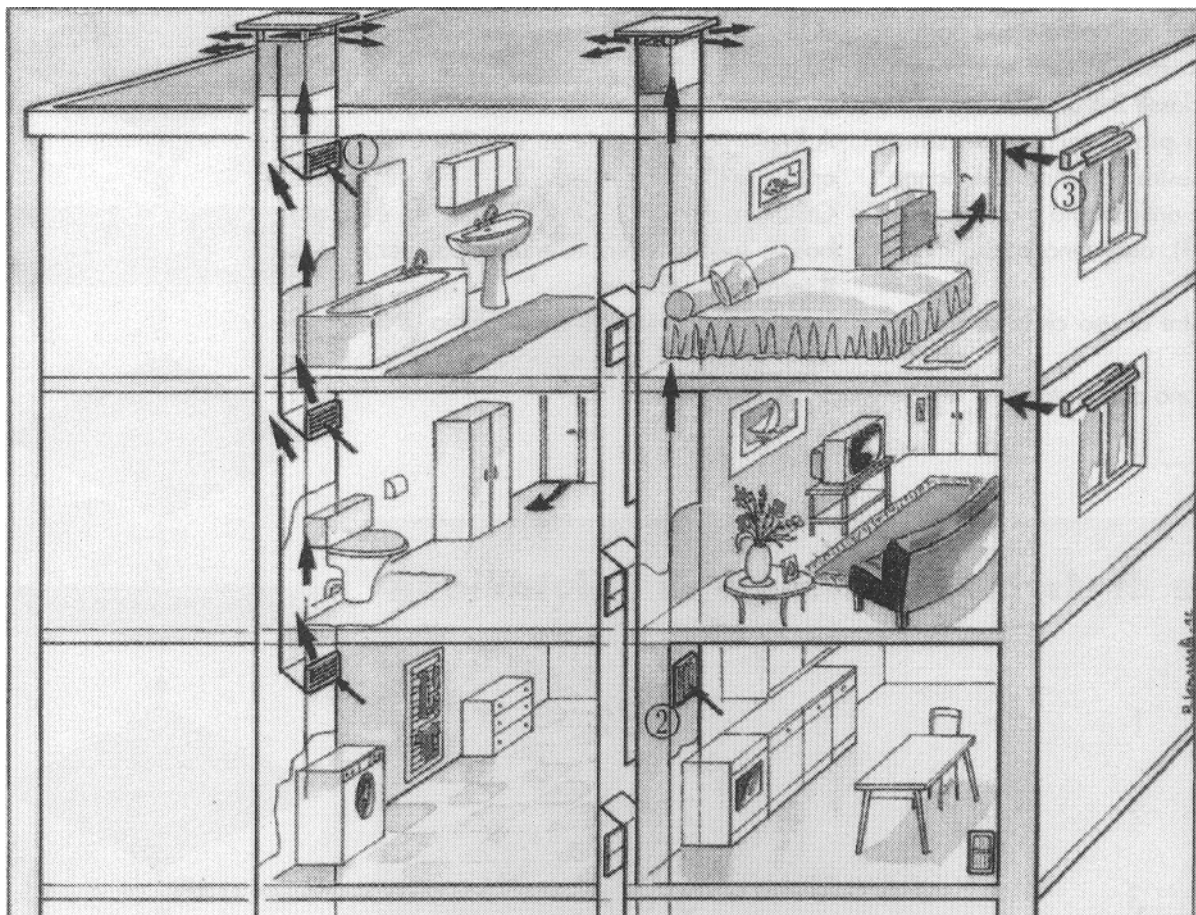
3. “MICROCLIMA E AEREAZIONE DEGLI AMBIENTI”

Gianluigi Pol

Premessa

Negli ultimi anni una maggiore attenzione verso i problemi ambientali e verso la nostra salute ha fatto crescere l'interesse anche sul controllo dell'inquinamento igienico ed acustico negli ambienti e sulla ricerca di sistemi di prevenzione. In questa ricerca di benessere sarà di notevole aiuto la Direttiva CEE 89/106 che, pur partendo dalle definizioni dei singoli componenti edilizi, contribuisce a mantenere l'uomo e le sue necessità al centro del progetto abitativo.

La ventilazione naturale controllata in edifici destinati ad abitazioni collettive



1. MICROCLIMA E QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA

Inquinamento indoor

“Build tight, ventilate right” (isola bene e ventila correttamente). Questa frase sintetizza felicemente le prestazioni di comfort ambientale che un edificio moderno deve offrire:

- 1) il massimo isolamento termico ed acustico;
- 2) una corretta ventilazione che, per i suoi effetti diretti sull'organismo umano ed indiretti su temperatura e umidità dell'aria interna, assicuri un microclima salubre senza compromettere il benessere termico degli occupanti e senza far aumentare le dispersioni energetiche e l'inquinamento esterno.

La massima attenzione dedicata, per motivi energetici ed economici, al primo aspetto, ha finora fatto trascurare il secondo.

Affinché gli spazi abitativi, all'interno dei quali trascorriamo sempre più ore, offrono condizioni di benessere e di salubrità, tutti i componenti del microclima, temperatura interna, velocità, umidità e qualità dell'aria e rumore dovranno essere in gradevole equilibrio e non provocare disagio fisico o pericoli per la salute. Il terzo requisito essenziale della Direttiva CEE, Igiene, Salute ed Ambiente, prevede che l'opera deve essere costruita in modo da non costituire una minaccia per la salute degli occupanti causata da:

- formazione di gas nocivi
- presenza di particelle e gas pericolosi
- emissione di radiazioni pericolose
- formazione di umidità.

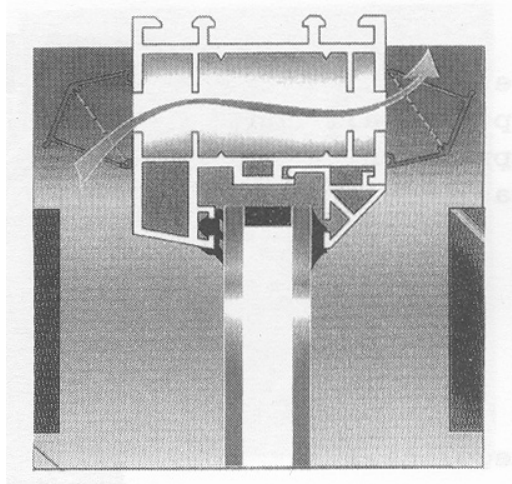
Questa preoccupazione per i rischi di deterioramento della qualità dell'aria interna è condivisa dalla Direttiva CEE in materia di ventilazione degli edifici e dalle Direttive Europee sulla qualità dell'aria interna dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, che forniscono anche un elenco di inquinanti e dei loro effetti dannosi per la salute (allegato A).

Le cause dell'inquinamento indoor sono da ricercarsi in un sufficiente rinnovo dell'aria per l'aumentato isolamento degli edifici ed in una maggiore presenza di inquinanti negli ambienti. Sarebbe augurabile, anche ai fini energetici, l'utilizzo di materiali edili ed arredi poco inquinanti anziché dover aumentare i ricambi d'aria per l'eliminazione delle sostanze nocive.

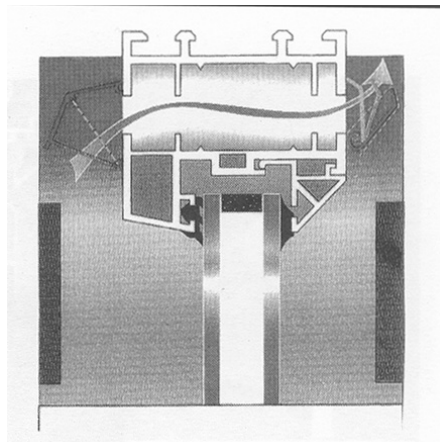
1) AERATORI STANDARD
(griglie di aerazione)

Applicazione su telaio profilo superiore o inferiore dell'anta

Permanenti
(per locali con apparecchi a gas)



Regolabili



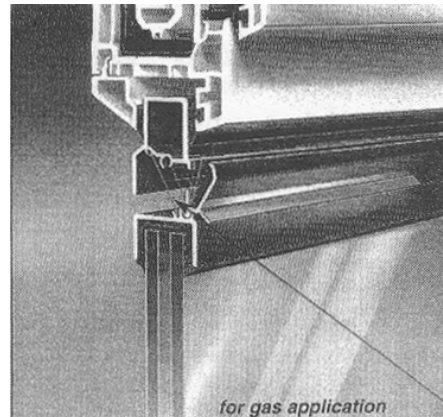
Passaggio d'aria, a 1 Pa, mc/h: da 15 a 30
Superficie di aerazione: da 13 a 75

2) AERATORI STANDARD

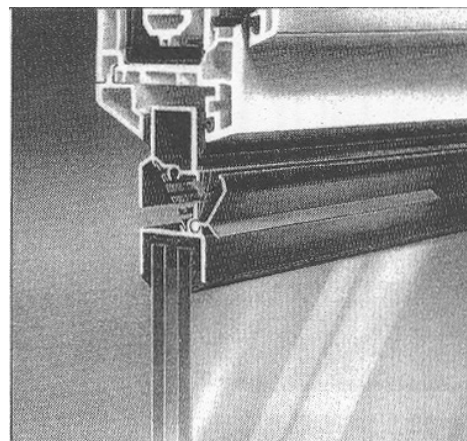
con apertura a ribalta

Applicazione su vetro nella parte superiore o inferiore del vetro

Permanenti (per locali con apparecchi a gas)



Regolabili



Passaggio d'aria, a 1 Pa, mc/h: 16

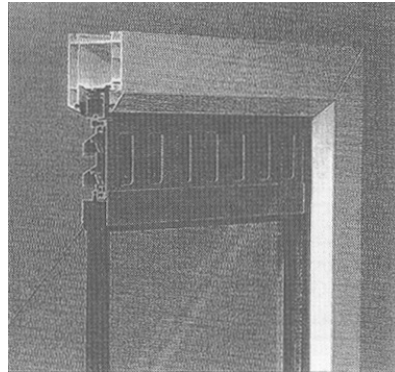
Superficie di aerazione, x 1 mt: 67 cm²

3) AERATORI STANDARD

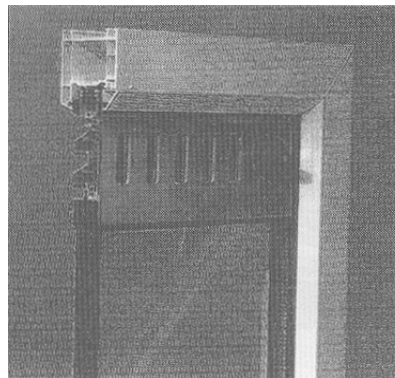
con apertura a lamelle scorrevoli

Applicazione su vetro o traverso nella parte superiore o inferiore del serramento

Permanententi (per locali con apparecchi a gas)



Regolabili



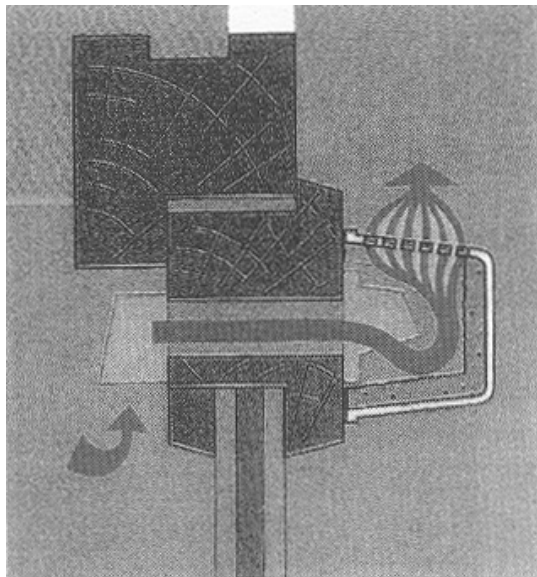
Passaggio d'aria, a 1 Pa, mc/h: da 48 a 150

Superficie di aerazione, x 1 mt: da 154 a 440 cm²

4) AERATORI ISOFONICI SU SERRAMENTO

4.A – Applicazione su telaio dell'anta o porte interne

Autoregolanti

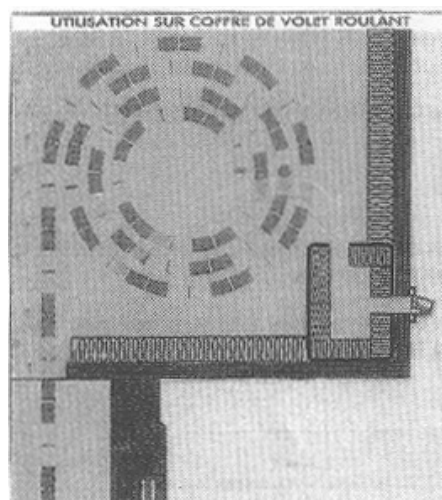
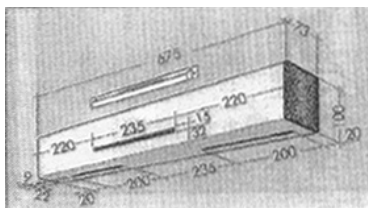


Abbattimento acustico dB A: 45

Passaggio d'aria, a 20 Pa, mc/h: da 15 a 30

4.B – Applicazione su cassetto di avvolgibile

Autoregolanti



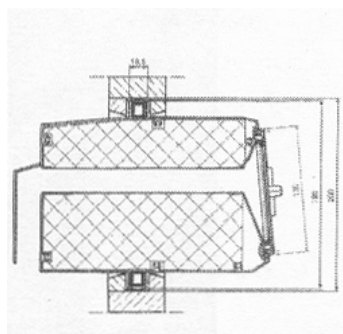
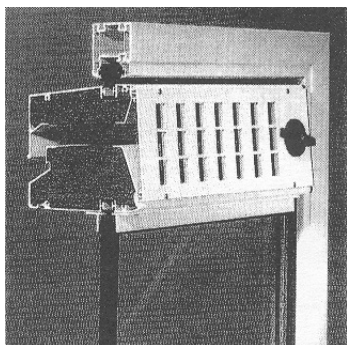
Abbattimento acustico dB A: 45

Passaggio d'aria, tra 10 e 100 Pa, mc/h: da 10 a 35

4) AERATORI ISOFONICI SU SERRAMENTO

4.A – Applicazione su telaio dell'anta o porte interne

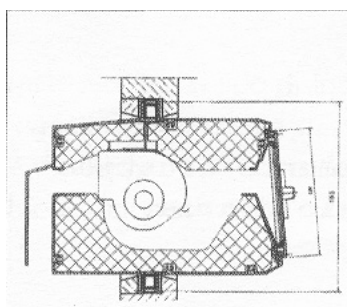
Regolabili



Abbattimento acustico (dB A): da 26 a 43

Passaggio d'aria, x mtl, (mc/h): da 144 a 280 20 Pa

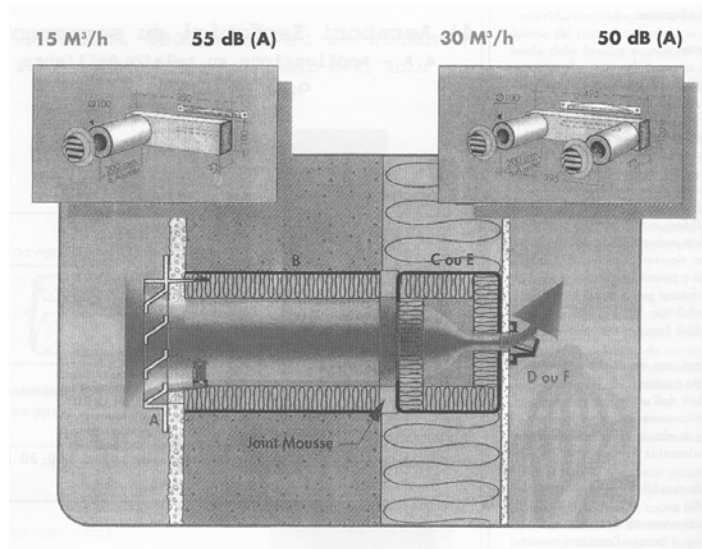
Motorizzati



Abbattimento acustico (dB A): 40

Passaggio d'aria, x 50 cm, (mc/h): 180/300

5) AERATORI ISOFONICI SU PARETE



Abbattimento acustico (dB A): da 50 a 55

Passaggio d'aria, tra 10 e 100 Pa, (mc/h): da 10 a 40

ALLEGATO A

Scheda informativa: i principali inquinanti

Provenienza

Terreno, materiali edili
Prodotti da combustione

Fumo di tabacco

Mobili

Prodotti chimici

- Detersivi e
- Insetticidi
- Colle e vernici
- Moquettes

Impianti condizionamento

Apparecchi elettrici

Gas metabolici

Umidità

Inquinante nocivo

Radon

Ossido di carbonio, anidride solforosa,
biossido di azoto, anidride carbonica.

Aldeidi, benzopireni, ossido di carbonio.

Formaldeide

Tensidi, ammoniaca, triclorostilene,
dicloroetano, estere acido fosforico, lindano.

Fenolo, etilbenzolo, naftalene, toluene.

Formaldeide, tricloroetilene.

Microorganismi, polveri, ossido di carbonio,
ioni positivi

Diossido di azoto, diossido di selenio, ioni
positivi.

Odori

Microrganismi, muffe e funghi

Gli effetti sulla salute variano secondo il tipo di inquinante, la sua concentrazione e le reazioni soggettive: sensazioni di malessere, irritazione delle vie respiratorie, forme di allergia e di asma, fino agli effetti cancerogeni di radon, amianto, formaldeide e fumo di tabacco

Patologie da condensa e muffa

Fra tutti gli inquinanti, l'eccesso di umidità con le sue conseguenze, condensa, muffa e odori, richiede la massima attenzione:

- 1 – Per la frequenza e la gravità del fenomeno che fa degradare la vivibilità degli ambienti e l'edificio stesso ed è, perciò, oggetto di contestazioni e di ricorsi alla magistratura.
- 2 – Per la sua funzione “spia” di ambienti mal ventilati e di possibili pericoli di:
 - asfissia di presenza di apparecchi a gas
 - concentrazione di altri inquinanti tossici non percepibili.
- 3 – Per gli effetti negativi sulla salute che si manifestano con relativa rapidità.

Ambienti molto umidi e poco ventilati sono il terreno ideale per insetti (acari), microrganismi e funghi la cui presenza può creare ipersensibilità alle vie respiratorie e, quindi, asma e manifestazioni allergiche.

I fenomeni di condensa e muffa sono riconducibili o ad errori costruttivi o progettuali (ponti termici) oppure a comportamenti sbagliati degli occupanti; come contributo al dibattito riportiamo alcune informazioni sulla produzione di vapore acqueo nelle abitazioni e sulla rapidità di saturazione dell'aria in ambienti non ventilati (allegato B).

ALLEGATO B

Scheda informativa: la formazione di condensa

Produzione di vapore acqueo in grammi per ora

Pentola in ebollizione, coperta	350
Pentola in ebollizione, scoperta	900
Doccia calda	200
Bagno caldo	500
Biancheria da asciugare, 5 kg	250
Traspirazione persona in attività fisica leggera	40
attività fisica pesante	400
Respirazione persona a riposo	15

Cosa succede in un ambiente chiuso?

Il corpo umano, un vero e proprio motore a combustione interna, esige condizioni ambientali che assicurino l'afflusso di carburante "ossigeno" e lo smaltimento del calore e delle sostanze aeriformi emesse (odori, anidride carbonica e vapore acqueo). Ogni atto respiratorio di un adulto, in condizioni di riposo, è pari a circa mezzo litro e con circa 16 respirazioni al minuto si perviene a 500 l/h di aria, ciò comporta un consumo di 27 l di ossigeno, una produzione di 22 l di anidride carbonica e di circa 15 g di vapore acqueo, al quale vanno aggiunti almeno 40 g per traspirazione: in totale 55 g/h. In una stanza di normali dimensioni, es. 60 m³, con aria alla temperatura di 20° C ed umidità relativa del 50% sono contenuti 520 g di vapore acqueo; in assenza di qualsiasi ventilazione due persone, che si trattengono in una stanza per 4 ore, producono $55 \times 2 \times 4 = 440$ g di vapore, e $440 + 520 = 960$ g di vapore, ossia 16 g/m³, corrispondono ad una umidità relativa di oltre il 90%. In tali condizioni è chiaro che la faccia interna delle pareti esterne, anche se ben coibentate, può facilmente raggiungere la temperatura di rugiada, è prossima a 19,5 °C, con la conseguente formazione di condensazioni. (F. Palmizi)

2. AERAZIONE DEGLI AMBIENTI

Aspetti legislativi – Ventilazione casuale

La necessità di ventilazione degli ambienti abitativi è stata presa in esame dal legislatore in modo vago e non risolutivo:

- Gran parte dei 9000 regolamenti comunali di igiene, basandosi sul DM del 1975 in cui si parla di finestre apribili non inferiori a 1/8 di superficie del pavimento, dispongono semplicemente che gli ambienti abitativi siano soggetti a ricambio d'aria. In pratica il rinnovo dell'aria veniva affidato ad una aerazione casuale: infiltrazioni incontrollate o apertura sporadica delle finestre da parte degli occupanti:
- Le norme “termiche” 373 e 10/91, facendo scomparire le infiltrazioni incontrollate, si preoccupano delle conseguenze sulle condizioni igieniche e sulla vivibilità degli ambienti e prevedono come indispensabile un ricambio orario d'aria pari a mezzo volume di ambiente.

2.2 Aspetti legislativi – Ventilazione controllata

Le prime norme sulla ventilazione controllata, oggi obbligatoria in molti paesi della CEE, sono della fine degli anni '60. Anche l'Italia, tempestivamente nel 1967, con la sua circolare 3151 del Ministero Ll. Pp., introduceva la ventilazione controllata per l'edilizia civile sovvenzionata, “un sistema di aspirazione meccanica atto ad assicurare in ogni alloggio un fattore di ricambio almeno pari ad uno”. Questa disposizione non è stata mai applicata forse perché troppo in anticipo sui tempi e per le seguenti crisi petrolifere. Nel 1984 la Regione Emilia Romagna, con Normativa Tecnica Regionale (N. 48/84) e la Lombardia poco dopo disponevano la ventilazione controllata nell'edilizia sovvenzionata e la stessa Regione Emilia Romagna estenderà presto tale norma a tutta l'edilizia abitativa sino a giungere alle norme e regolamenti attuali in vigore.

2.3 Esigenze di ventilazione

La positiva spinta delle leggi termiche verso il risparmio energetico e l'isolamento degli edifici non è stata ancora bilanciata dalle strutture sanitarie pubbliche né con un intervento legislativo,

né con una opportuna attività informativa sulla necessità di rinnovo dell'aria, per cui abbiamo assistito a:

- una riduzione indiscriminata fino alla abolizione del ricambio d'aria con sigillatura totale delle finestre esistenti o con infissi nuovi sempre più ermetici
- all'illusione tecnologica di poter ottenere magicamente, in ambienti sigillati, un'aria di "montagna" grazie a depuratori, deumidificatori, ozonizzatori, ionizzatori che permettono di rivitalizzare un'aria viziata che andrebbe solo rinnovata.

Per determinare la quantità d'aria di rinnovo, i fattori da prendere in esame sono:

- le dimensioni dell'ambiente e la sua destinazione d'uso
- il numero di occupanti
- la loro attività fisica e le loro abitudini (fumatori e no).

Fonti qualificate suggeriscono una portata di aria esterna variabile da un minimo di 25 mc/h per persona in condizioni di riposo o di leggera attività.

2.4 Funzionamento della ventilazione controllata

L'aria di rinnovo è immessa attraverso aeratori posti nelle stanze principali e l'aria viziata viene espulsa in cucina ed in bagno attraverso bocchette di estrazione poste alle imboccature dei condotti di aspirazione, i quali assicurano il tiraggio necessario per la messa in depressione degli ambienti. La ventilazione sarà:

- naturale, per effetto del vento (tiraggio naturale) e/o della differenza di temperatura tra interno ed esterno dell'edificio (tiraggio termico)
- meccanica, con tiraggio forzato ed estrazione continua
- mista, con tiraggio naturale integrato da tiraggio forzato.

La sua realizzazione nelle abitazioni collettive avverrà attraverso:

- 1) canne fumarie, di ventilazione, o anche vano scale, dotati di estrattori statici o meccanici;
- 2) prese di immissione d'aria (aeratori) e bocchette di estrazione.

2.5 Gli aeratori

Gli aeratori, composti da una griglia esterna e da una interna, si installano abitualmente nella zona alta del serramento per evitare correnti d'aria ad altezza d'uomo; sono integrati nella metratura (senza forare il doppio vetro per non vanificare l'isolamento termico e acustico), oppure fissati sul profilo dell'anta, su traverso e sul cassonetto.

Gli aeratori, avendo superfici di passaggio d'aria da 60 fino a 440 cm²/mtl, permettono di ventilare ambienti di ogni dimensione senza dover ricorrere, in caso di finestre molto grandi o pesanti, a sistemi di apertura complessi o faticosi per gli utenti.

Sono disponibili tipi:

- non chiudibili (con aerazione permanente);
- autoregolanti, con membrana mobile sulla griglia interna o esterna;
- controllabili dall'utente manualmente o anche elettricamente quando l'aeratore è posto molto in alto, o quando si desidera che la movimentazione automatica sia comoda:

1 - da sonde sensibili a gas, ossido di carbonio, umidità ecc.

2 - dal funzionamento di apparecchi (se l'apparecchio è acceso l'aeratore rimane aperto e non può essere chiuso).

3 - da termostato o timer, per garantire l'igiene e /o ridurre i costi di gestione, favorendo il raffrescamento naturale notturno, di edifici con impianti di climatizzazione dotati di ampie superfici vetrate e quindi di elevato apporto solare.

3 Protezione dal rumore durante l'aerazione

3.1 Protezione del microclima acustico

Il quinto requisito essenziale della Direttiva CEE 89/106 è la Protezione contro il rumore: "che i livelli del rumore non minacciano la salute degli occupanti, impedendo loro di lavorare, riposare e dormire in condizioni soddisfacenti". Gli effetti sulla salute (allegato C) dell'inquinamento acustico, come accade spesso per l'inquinamento indoor, non sono immediatamente evidenti e riconducibili alla causa; l'Organizzazione mondiale della Sanità ha individuato in 65 decibel la soglia di sicurezza, oltre la quale sono possibili ripercussioni negative sul sistema psichico, neurovegetativo ed uditivo. L'inquinamento acustico urbano, che dipende per oltre l'80% dal traffico stradale e ferroviario, ha superato ampiamente il suddetto livello di sicurezza: nel corso delle sue indagini in 70 città, il treno verde di Legambiente ha

riscontrato in aree residenziali e miste di alcune città (valori massimi di legge 65 dBA) valori medi diurni e notturni di rumore oltre gli 80 decibels; nelle aree “particolarmente protette” di 49 città (valori massimi di legge 50 dBA) è stato addirittura superato il limite di 70 dBA.

ALLEGATO C

Scheda informativa: Effetti del rumore sull'uomo

Possono essere individuati diversi tipi di effetti sull'uomo e schematizzabili nel modo seguente:

danni di tipo specifico: danno uditivo, danno vestibolare;

danni di tipo non specifico, azione sul sistema nervoso;

azione sul sistema endocrino, azione sulla psiche, azione psicosomatica su organi bersaglio.

Danni di tipo specifico

Un'esposizione a livelli sonori di 75 – 80 dB determina una perdita temporanea dell'udito che può diventare irreversibile dopo esposizione prolungata. In particolare il rischio di ipoacusia insorge nell'uomo in seguito ad un'esposizione prolungata ad un Leq di 85 dB per 8 ore giornaliere.

Danni di tipo non specifico

I livelli subitì nel corso della vita quotidiana possono, a lungo andare, dare origine ad una degradazione della acuità uditiva (perdita parziale dell'udito). Si dicono effetti a breve termine quelli conseguenti ad una stimolazione di breve durata a carattere generalmente provvisorio, mentre gli effetti a lungo termine possono comparire in conseguenza della liberazione, da parte delle ghiandole endocrine, di ormoni che possono produrre effetti su vari organi e tessuti: pressione sanguigna elevata, danni alle pareti delle arterie, occlusione delle arterie ecc...

Da quanto sopra il rumore appare sicuramente come un fattore patogeno da classificare tra gli agenti nocivi contro cui combattere utilizzando gli opportuni mezzi sia legislativi che tecnici. (Fonte Seci).

3.2 Natura dell'esigenza

Un'efficace protezione dal rumore è oggi possibile negli ambienti tramite pareti opache e trasparenti ad alto potere isolante e quindi anche scarsamente permeabili all'aria. Pertanto, l'esigenza di aerazione da soddisfare aumenterà con il crescere dell'isolamento acustico con quella di aerazione?

Tutti gli sforzi di isolamento acustico di un edificio risultano ovviamente vanificati dal momento in cui gli occupanti aprono le finestre per il necessario rinnovo dell'aria. La soluzione viene da una ventilazione controllata generale e permanente realizzata con tiraggio forzato e con aeratori isofonici il cui comportamento acustico sia allineato a quello degli altri componenti della facciata.

3.3 Comportamento acustico degli aeratori isofonici

Nel caso di una facciata di un edificio, sistema composto da più elementi, pareti, finestre e prese d'aria, il risultato finale di isolamento sarà condizionato dalla continuità della barriera acustica e dalla omogeneità isofonica dei suoi componenti; il componente meno isolante, difatti, influenza in maniera determinante l'isolamento globale della facciata.

Se un aeratore è:

- poco isolante, l'isolamento di una parete tende verso quello dell'aeratore;
- se l'isolamento della parete senza aeratore e quello dell'aeratore sono uguali, l'isolamento globale della parete con aeratore è uguale ai precedenti meno 3 dB;
- se, infine, l'isolamento dell'aeratore è superiore a quello della parete, l'isolamento globale della parete diventa uguale a quello della parete senza aeratore. Esempio di calcolo (allegato D).

Le prestazioni acustiche di un aeratore isofonico sono espresse in decibel riferite ad uno spettro di rumore stradale e sono calcolate sulla base di un indice chiamato D_n 10 misurato in laboratorio mentre i passaggi d'aria sono dichiarati in mc/h per una depressione tra i 20 e i 100 Pascals (secondo la norma francese).

ALLEGATO D

Esempio di calcolo per la scelta di un aeratore isofonico

Secondo una facile regola pratica, se x dB A è il valore di isolamento acustico da rispettare per la nuova costruzione o ristrutturazione e per facciata 1/3 vetrata – 2/3 opaca, è consigliato di prendere come valore di isolamento:

- a) per la finestra $x - 2$
- b) per la parete $x + 8$
- c) per l'aeratore $x + 3$

Esempio: per $x = 40$ dB

- la finestra dovrà rispettare 38 dB
- la parete 48 dB
- l'aeratore 43 dB

3.4 Aeratori isofonici per serramenti

Sono disponibili più tipi per le diverse applicazioni:

- in appoggio sul profilo dell'anta o anche su porte interne quando esigenze di isolamento o di riservatezza lo richiedono.

Passaggio d'aria da 15 a 30 mc/h.

- su traverso o nella specchiatura della vetratura.

Sono normalmente in alluminio dotati di griglia smontabile, di taglio termico ed esistono versioni con aspiratore elettrico incorporato in caso si debba incrementare l'ingresso o l'espulsione di aria.

Isolamento acustico da 26 a 43 dB

Passaggio d'aria da 40 a 70 mc/h per mtl.

- all'interno del cassetto degli avvolgibili, gli aeratori sono composti da una cassa acustica e da una griglia autoregolabile.

Isolamento acustico da 43 a 45 dB

Passaggio d'aria a 35 mc/h.

3.5 Aeratori isofonici per parete

Gli aeratori isofonici per parete sono normalmente composti da 1 o 2 tubi accorciabili che attraversano il muro, rivestiti di materiale fonoassorbente a cellula aperta, da una cassa acustica interna e da una griglia autoregolabile.

Isolamento acustico da 50 a 55 dB

Passaggio d'aria da 10 a 40 mc/h.

4. “LA TRASMISSIONE SONORA NEI MATERIALI PER SERRAMENTI ESTERNI”

Marco Piana

Il binomio più importante nella società di oggi può essere identificato in: **uomo – edificio**.

Vita privata e lavoro si svolgono per gran parte di noi in ambienti chiusi e quindi il livello prestazionale della costruzione riveste un importante ruolo mediatore fra la realtà dell’ambiente esterno e la realtà dell’ambiente interno desiderato.

Per motivi di aerazione e di illuminazione l’edificio non può essere realizzato completamente con tamponamenti opachi e per tali motivazioni sono state realizzate in un primo momento semplici aperture (dal latino LUMEN) che ovviamente non presentavano problemi di telai, controtelai, vetrazioni, sigillanti ecc..

I passi successivi sono semplici dopo l’avvento di un materiale trasparente quale il vetro che in combinazione con il legno permise la realizzazione di finestre.

Essendo il tamponamento opaco di tradizione realizzato con materiali pesanti ne deriva intuitivamente un ottimo comportamento acustico. Mentre il serramento, essendo molto più leggero e realizzato con concessioni e giunti fra i diversi materiali che lo compongono, ha sempre presentato un punto problematico dell’isolamento acustico degli edifici.

Le tecniche di installazione, i materiali ed i processi costruttivi permettono oggi di giungere a livelli interessanti di isolamento acustico riducendo notevolmente il divario fra muro e finestra.

La caratteristica peculiare di aerazione dei locali che un tempo era demandata agli spifferi del serramento con conseguente passaggio di rumorosità può oggi essere realizzata con metodi alternativi sicuramente più interessanti e sicuri.

La funzione del serramento è duplice: isolare dall’esterno e isolare dall’interno.

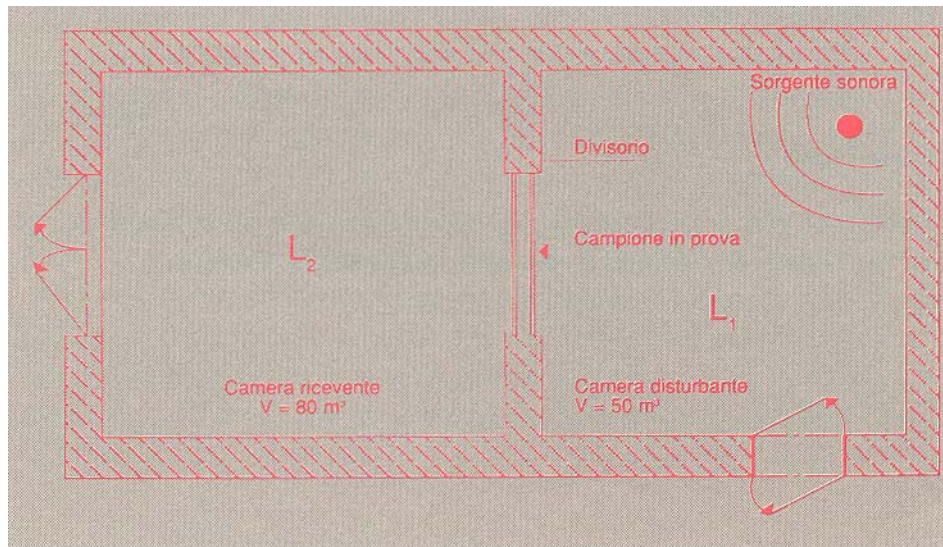
Il materiale che concorrono nel componente in esame sono suddivisi per classi:

- materiali trasparenti
- materiali opachi per la realizzazione dei telai
- guarnizioni e sigillanti
- elementi di fissaggio.

Le caratteristiche delle famiglie si combinano in modo quasi infinito, verranno quindi analizzati i componenti principali.

Il parametro che permette di identificare il grado di isolamento acustico di un materiale nel settore edile è senza dubbio l'isolamento acustico, valore riscontrato in laboratorio (fig. 1) con tecniche ed apparecchiature specifiche da cui ne scaturisce un indice che viene definito anche Potere Fonoisolante.

Fig. 1 - Ambienti di misura: il campione da caratterizzare è collocato nel divisorio



L'isolamento acustico è definito come: $I = L_1 - L_2$ (dB), la differenza fra il livello sonoro misurato nell'ambiente disturbante ed il livello dell'ambiente disturbato.

Il materiale che divide i due ambienti presenta caratteristiche fisiche ben precise che al variare della frequenza del suono presenta un determinato isolamento acustico. La relazione fra queste grandezze definisce l'isolamento acustico di un preciso materiale e la legge che le governa è definita Legge della Massa:

$$I = 20 \log_{10} f \times M - 42,5 \text{ (dB)}$$

f = frequenza (Hz)

M = massa superficiale (kg/m^2).

In realtà l'isolamento è minore di quanto si ottiene con la relazione teorica sopra descritta e comunque si accetta la seguente:

$$I = 18 \log_{10} M + 12 \log_{10} f - 25 \text{ dB (dB)}$$

Come si può verificare da fig. 2, vi sono due zone in cui la legge della massa non può essere applicata: in corrispondenza della frequenza di risonanza e della frequenza di coincidenza.

I valori di isolamento per alcuni materiali sono riportati in fig. 3 e 4.

La frequenza di risonanza è la frequenza in cui l'elemento entra in vibrazione diventando quasi "trasparente" all'onda sonora incidente.

La frequenza di coincidenza è la frequenza alla quale si hanno vibrazioni dell'elemento con oscillazioni flessionali pari a quelle dell'onda eccitante.

Gli elementi che compongono un serramento possono essere suddivisi in due gruppi:

- elementi sottili (lastre trasparenti)
- elementi snelli (profili).

Questa suddivisione deve essere sottolineata in quanto il comportamento che si deduce è sostanzialmente differente nei due casi.

Fig. 2 - Scostamento dalla legge di massa dell'isolamento per effetto di risonanza normale e di coincidenza

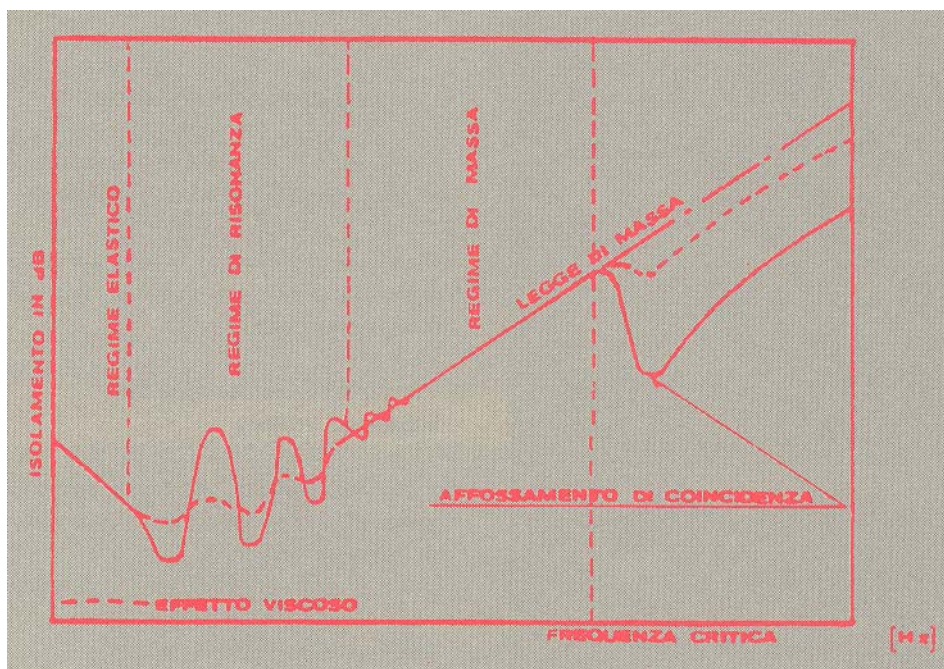


Fig. 3 - Isolamento acustico di pareti in funzione della massa a 500Hz.

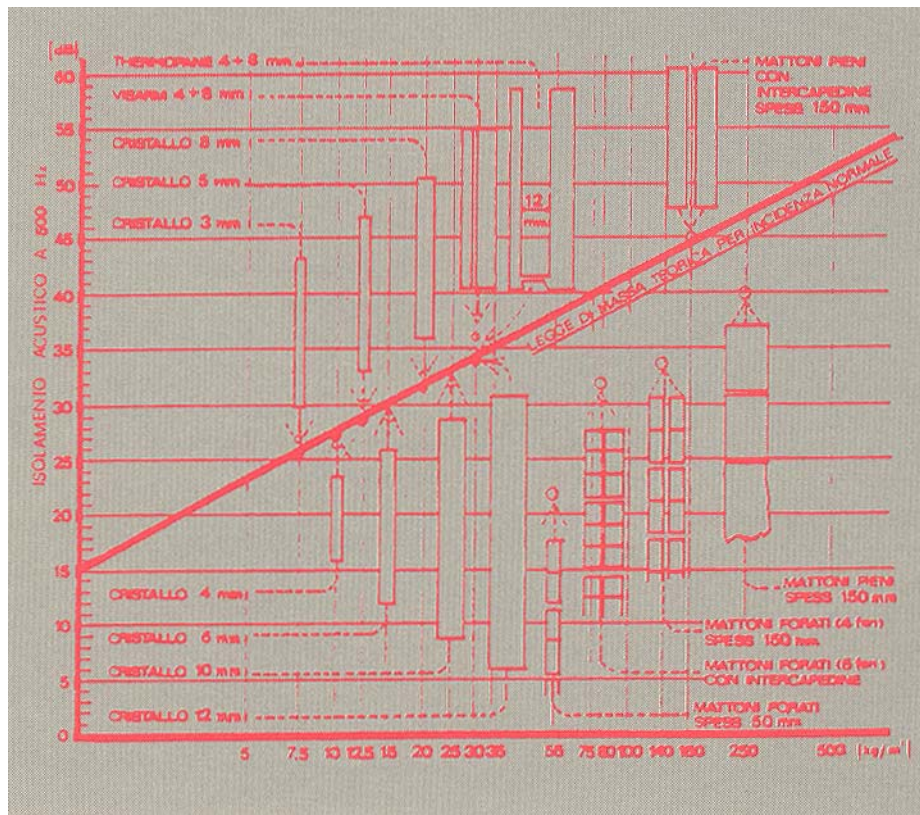
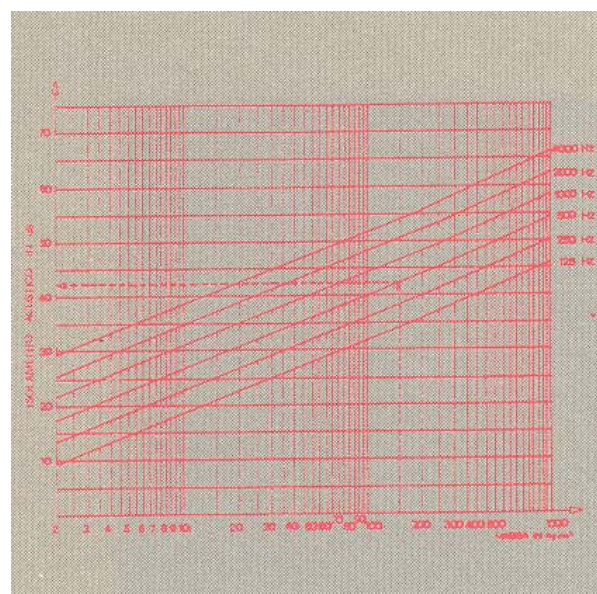


Fig. 4 - Isolamento acustico di pareti in funzione della massa e della frequenza



ELEMENTI SOTTILI

Le lastre utilizzate per le parti trasparenti possono essere considerate sottili in quanto le dimensioni della lastra sono notevolmente superiori allo spessore.

La lastra viene considerata in prima ipotesi come incastrata con frequenze flessionali date da:

$$f = 0,453h \left[\left(\frac{p}{a} \right)^2 + \left(\frac{p}{b} \right)^2 \right] \sqrt{\frac{E}{\gamma(1 - \sigma^2)}}$$

h = spessore

a, b = lati lastra

q, p = coefficienti

E = modulo elastico

γ = densità materiale

σ = coefficiente Poisson

ELEMENTI SNELLI

I profili utilizzati per la realizzazione dei telai del serramento sono elementi definibili snelli in quanto le dimensioni della sezione sono notevolmente inferiori alla lunghezza.

Il profilo interagisce con la superficie trasparente a cui è sostanzialmente aderente oppure alla struttura ad esempio la muratura di fissaggio.

Prescindendo da tali considerazioni, in via preliminare, è possibile analizzare il comportamento di un profilo considerandolo incastrato agli estremi.

Vi possono essere tre modi di vibrare:

VIBRAZIONI ESTENSIONALI

quando sono in direzione parallela all'asse del profilo. Le frequenze proprie di vibrazioni sono date da:

$$f_e = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{E}{\gamma}} \text{ (Hz)}$$

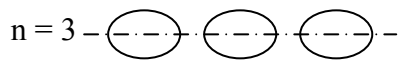
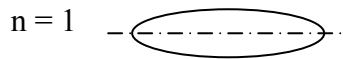
n = numero intero

L = lunghezza profilo

E = modulo elastico

γ = densità materiale

I modi possono essere, con incastri agli estremi, i seguenti:



VIBRAZIONI FLESSIONALI

La frequenza di vibrazioni fondamentale è data da:

$$f_f = 1028 \frac{h}{L^2} \sqrt{\frac{E}{\gamma}}$$

h = spessore profilo

VIBRAZIONI TORSIONALI

$$f_t = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{G}{\gamma}}$$

G = modulo elasticità trasversale

Quanto esposto deve essere corredato dei dati più importanti relativi ai singoli materiali.

Evitando di approfondire in modo eccessivo l'argomento è sufficiente riportare i dati relativi a due grandezze:

- velocità del suono del materiale
- impedenza acustica

La velocità del suono può essere definita in conseguenza a quanto detto in precedenza con tre diversificazioni:

1 - velocità di compressione piana longitudinale: C (importante per materiali elastici)

2 - velocità delle onde longitudinali: CL (la più utilizzata)

La realizzazione fondamentale per la determinazione è la seguente:

$$C_l = \sqrt{\frac{E}{\gamma}}$$

E = modulo elastico

γ = massa

3 - velocità delle onde trasversali: Cr

L'impedenza acustica è la seconda grandezza determinante il comportamento acustico del materiale.

E' definita dalla relazione:

$$A = \gamma C_r$$

γ = massa (kg/m^3)

C_r = velocità onda sonora (m/s)

Questo parametro indica in modo diretto ed intuitivo il comportamento del materiale alle sollecitazioni di un'onda sonora che le colpisce e che si propaga in esso.

Più il valore di A è basso, minore sarà la propagazione dell'onda al suo interno ovvero i materiali smorzanti hanno valori di A bassissimi.

I valori delle due grandezze sopra ricordate per i materiali inerenti ai serramenti ed altri materiali come riferimento sono i seguenti:

MATERIALE	γ Kg/m³	C m/s	C_r m/s	C_L m/s	A m/s
Alluminio	2700	6420	3040	5200	4.000.000
Acciaio	7800	5960	3235	5000	4.000.000
Piombo	11340	1690	690	1210	4.000.000
PVC	1300	2100	800	1200	1.500.00
Abete	500	-	-	3600	1.800.00
Mogano	700	-	-	4000	2.800.000
Gomma	900	1600	-	50	45.000
Polimetilmetacrilato	1180	2680	1100	1840	2.200.000
Vetro	2500	5100	2840	4540	11.350.000
Aria secca	1,20	341	-	-	410
Vapore acqueo	0,60	405	-	-	243

E' possibile notare le differenze veramente sostanziali di comportamento alla trasmissione dell'onda sonora.

Inoltre si deve sottolineare, per quanto riguarda i profili per serramenti, che nel caso del componente in legno questi sono di sezione piena mentre per quelli in alluminio e PVC i profili sono cavi con pluricamere.

La presenza delle camere, con all'interno aria, crea andamenti delle onde sonore molto particolari e curiosi che verranno esposti successivamente.

L'analisi delle caratteristiche dei materiali per serramenti viene svolta mediante due metodologie:

- 3) analisi di telaio e vetro
- 4) analisi del solo profilo

ANALISI TELAIO E VETRO

Le verifiche sperimentali sono iniziate da poco tempo e quindi i risultati vengono espressi solo in modo parziale. Come si vede da Fig. 5 il telaio in prova viene appoggiato orizzontalmente su quattro supporti. Un eccitatore elettromeccanico viene posto al centro della lastra ed alcuni accelerometri rilevano le vibrazioni.

Viene ricercato l'andamento del decadimento della sollecitazione in base alle variabili seguenti:

- 5) materiale profilo (alluminio, legno, PVC)
- 6) tipo di lastra di vetro o di polimetilmetacrilato (vetro semplice e vetro camera, lastra semplice di polimetilmetacrilato).

In fig. 6 viene riportato un esempio di decadimento della sollecitazione impulsiva.

Le sollecitazioni sono di tipo impulsivo quindi di brevissima durata con frequenza ed intensità nata all'interno del campo 500 ÷ 4000 Mz.

I risultati che verranno rilevati saranno riportati in una pubblicazione dedicata al problema.

Fig. 5 - Schema a campione per prova serramento completo

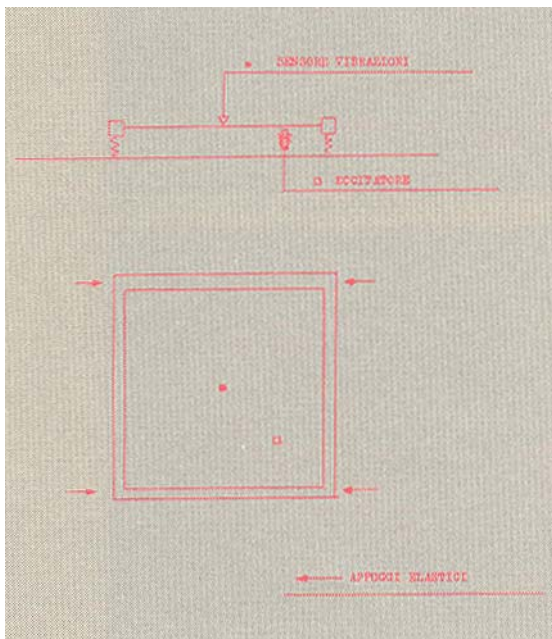
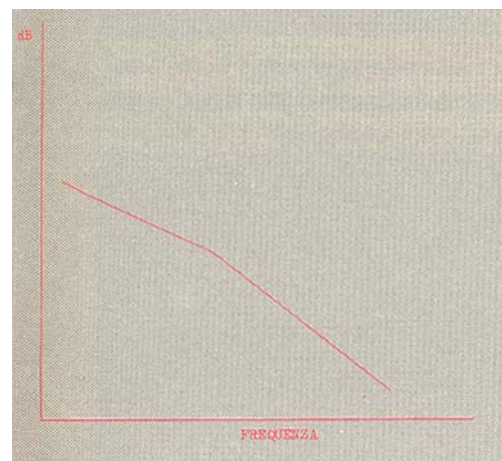


Fig. 6 - Andamento del decadimento tipo di un serramento



ANALISI PROFILO

L'analisi condotta permette di confrontare i modi di vibrare di tre diversi profili di lunghezza 1500 mm appoggiati a due supporti (fig. 7).

Viene posizionato il rilevatore che, collegato ad un analizzatore, permette di ottenere i dati necessari alla descrizione del fenomeno. I supporti sono realizzati con materiali a bassa rigidità e sono posizionati in punti nodali del modo di vibrare del campione.

L'eccitatore è costituito da un martello dinamometrico collegato all'analizzatore in modo da giustificare il livello di eccitazione imposta.

Il metodo è stato derivato da quanto prescritto per il calcestruzzo dalla UNI 9771 (Determinazione della frequenza fondamentale di risonanza flessionale, estensionale e torsionale). I risultati ottenuti e le considerazioni derivabili sono decisamente eccessivi da riportare nel presente contesto.

Vengono quindi riportati solo due gruppi di dati relativi al modo di vibrare del campione ed al decadimento dell'onda di eccitazione in alcune frequenze fondamentali di evidente rilevanza.

L'esame è stato condotto con profili in alluminio, legno e PVC con le sezioni riportate in fig. 8 e posizionati con due modalità per il solo legno.

Quest'ultimo è stato appoggiato sui supporti con la faccia appartenente al piano ortogonale al piano della vetratura (fig. 8).

I risultati denotano un comportamento praticamente simile per i profili in PVC ed il alluminio, mentre per il legno vi è una netta variazione sia nel piano orizzontale che verticale.

Fig. 7 - Schema di prova di profili

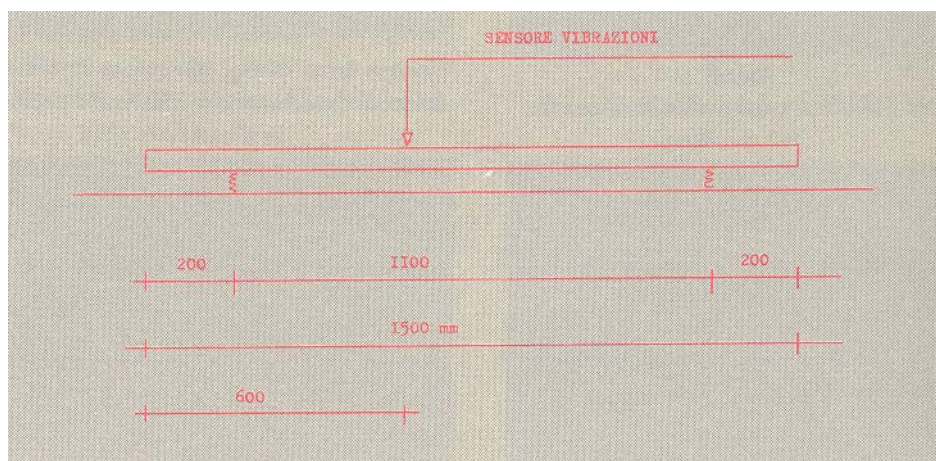
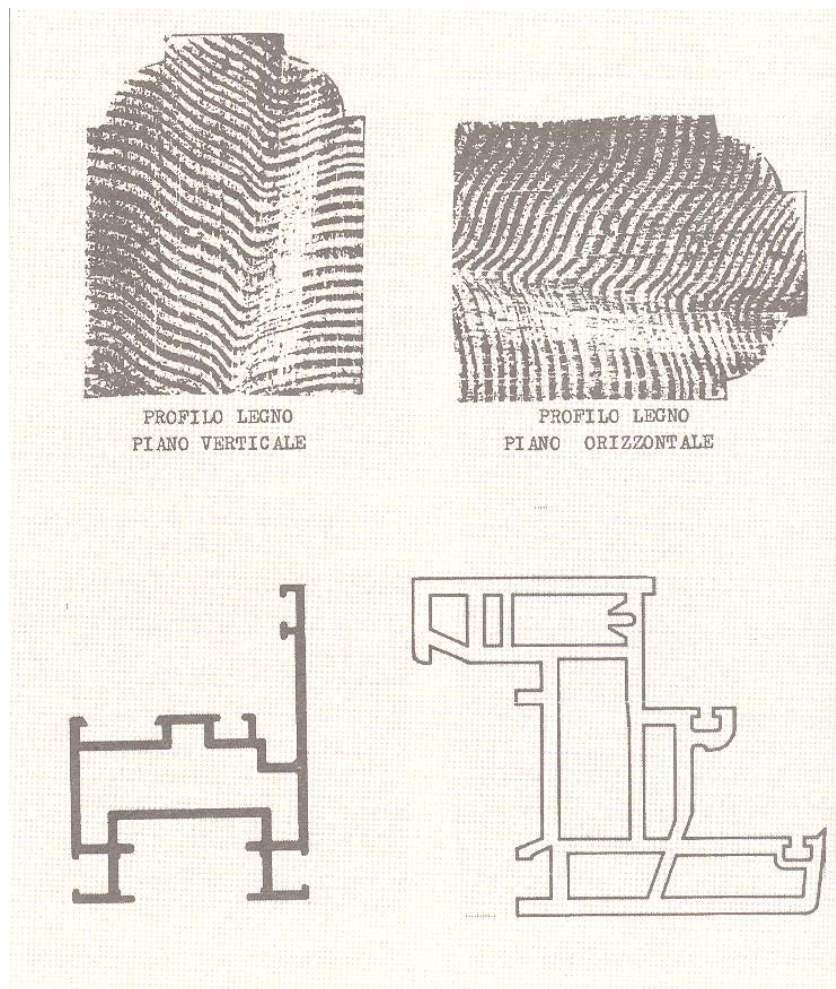


Fig. 8 - Sezione dei profili utilizzati per le prove di propagazione dell'onda sonora

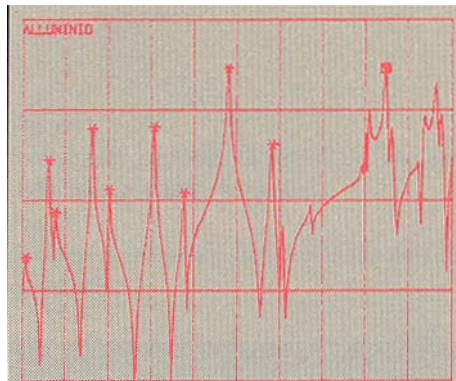


PROFILO IN ALLUMINIO

Campo di analisi in frequenza $0 \div 2000$ Hz. Livello di eccitazione fornito come supporto fra la forza dell'eccitatore e l'accelerazione rilevata dalla sonda.

La fig. 9 riporta il dato analizzato ed elaborato in cui sono evidenziate anche le frequenze di importanza relativa.

Fig. 9 - Modi di vibrare del profilo in alluminio



Alcune di queste frequenze vengono analizzate come decadimento nel tempo ottenendo le figg. 10 – 11 – 12.

Fig. 10 - Curva di decadimento a 150 Hz del profilo in alluminio

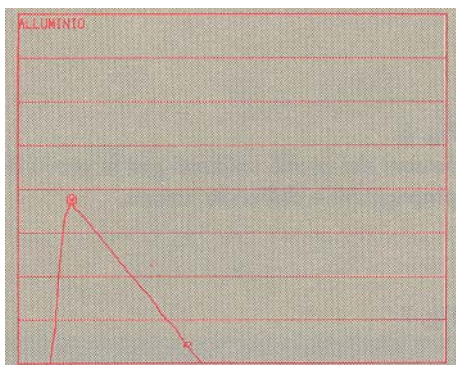


Fig. 11 - Curva di decadimento a 320 Hz del profilo in alluminio

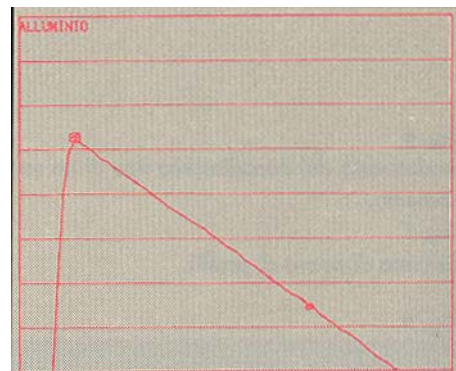
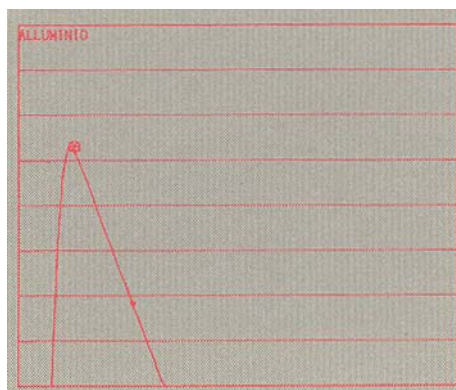


Fig. 12 - Curva di decadimento a 610 Hz del profilo in alluminio



Frequenza (Hz)	Decadimento (N/sec)
150	0,341
320	0,975
610	4,040

(Il valore del decadimento è elevato quando l'onda viene smorzata velocemente dal materiale).

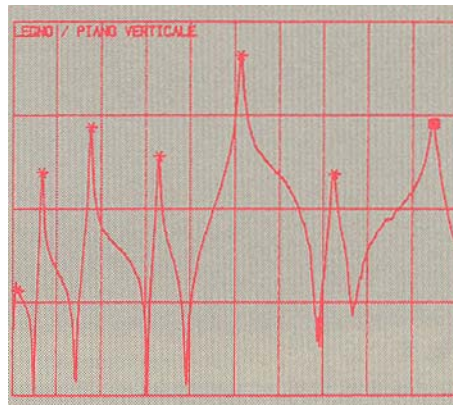
2. PROFILI IN LEGNO (ESSENZA DOUGLAS)

Campo di analisi in frequenza 0 ÷ 2000 Hz.

Livello di eccitazione fornito come rapporto fra la forza dell'eccitatore e l'accelerazione rilevata dalla sonda.

La fig. 13 riporta il dato analizzato ed elaborato in cui sono evidenziate le frequenze di importanza (picchi) di profilo con piano verticale.

Fig. 13 - Modi di vibrare del profilo in legno nel piano verticale



Alcune di queste frequenze vengono analizzate con decadimento nel tempo ottenendo le fig. 14 – 15 riferite a:

Frequenza (Hz)	Decadimento (N/sec.)
130	2,443
650	2,125

Fig. 14 - Curva di decadimento a 130 Hz del profilo in legno/piano verticale

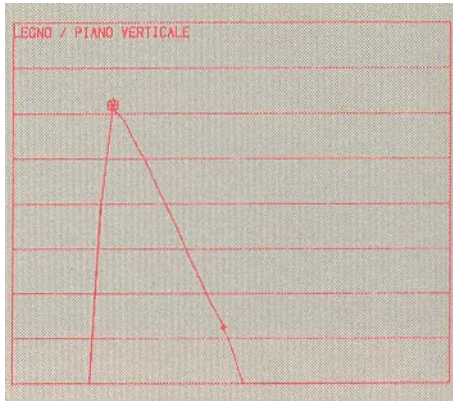
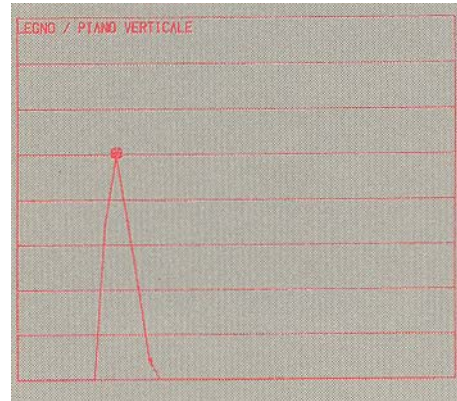


Fig. 15 - Curva di decadimento a 650 Hz del profilo in legno/piano verticale



Il profilo con piano orizzontale invece presenta l'andamento dei picchi in fig. 16 ed il decadimento fig. 17 nella frequenza di differenziazione rispetto al caso precedente di:

Frequenza (Hz)	Decadimento (N/sec.)
104,99	1,840

Fig. 16 - Modi di vibrare del profilo in legno nel piano orizzontale

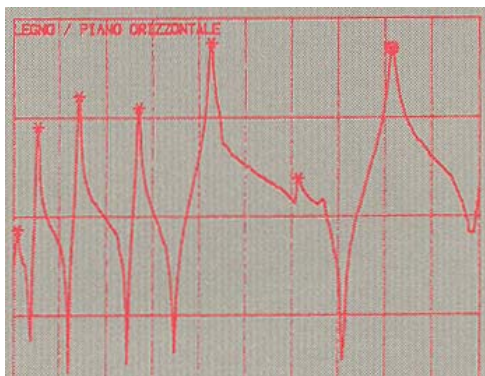
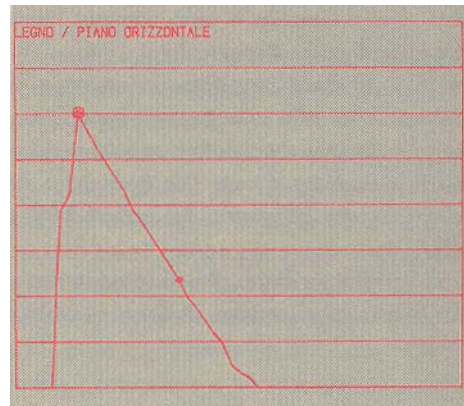


Fig. 17 - Curva di decadimento a 104 Hz del profilo in legno/piano orizzontale



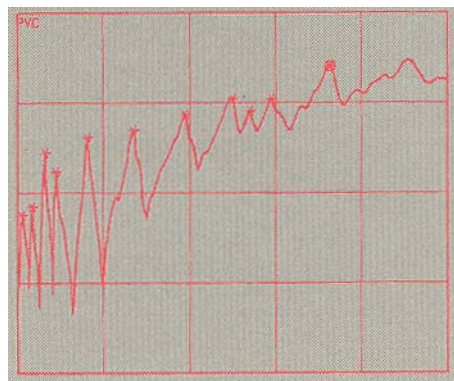
3. PROFILO IN PVC

Campo di analisi in frequenza 0 ÷ 1000 Hz.

Livello di eccitazione fornito come rapporto fra le forze dell'eccitatore e l'accelerazione rilevato dalla sonda.

La fig. 18 riporta il dato analizzato ed elaborato in cui sono evidenziate le frequenze di importanza relativa (picchi).

Fig. 18 - Modi di vibrare del profilo in PVC



Alcune di queste frequenze vengono analizzate come decadimento nel tempo ottenendo le fig. 19 – 20 – 21 – 22 riferite a:

Frequenza (Hz)	Decadimento (N/sec.)
65	1,050
162,5	1,074
267,5	0,974
497,5	2,747

Fig. 19 - Curva di decadimento a 65 Hz del profilo in PVC

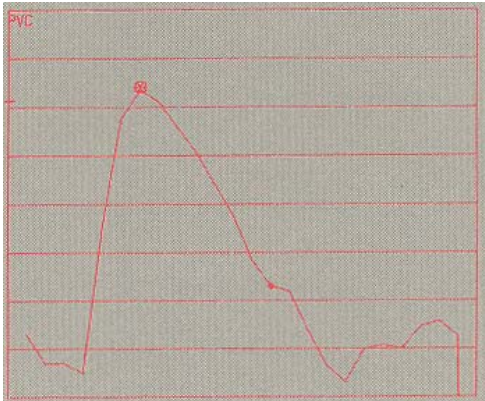


Fig. 20 - Curva di decadimento a 162,50 Hz del profilo in PVC

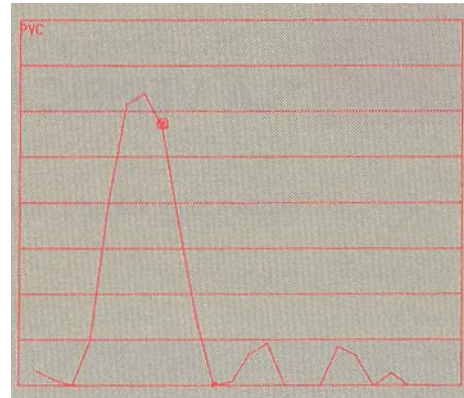


Fig. 21 - Curva di decadimento a 267,50 Hz del profilo in PVC

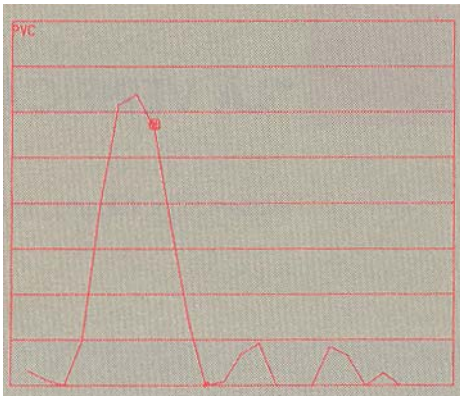
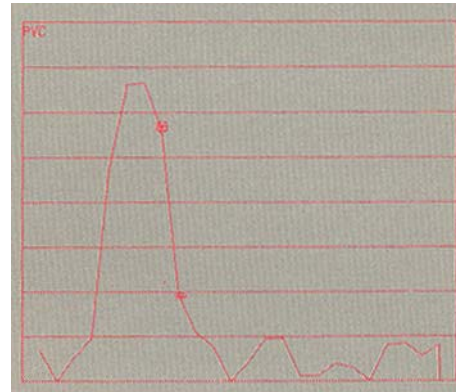


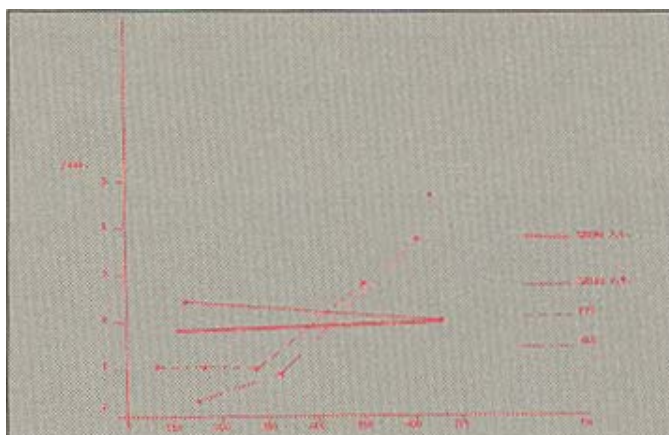
Fig. 22 - Curva di decadimento a 497,50 Hz del profilo in PVC



Quanto esposto è stato trasferito su grafico di fig. 23 in cui possono essere dedotte alcune interessanti considerazioni:

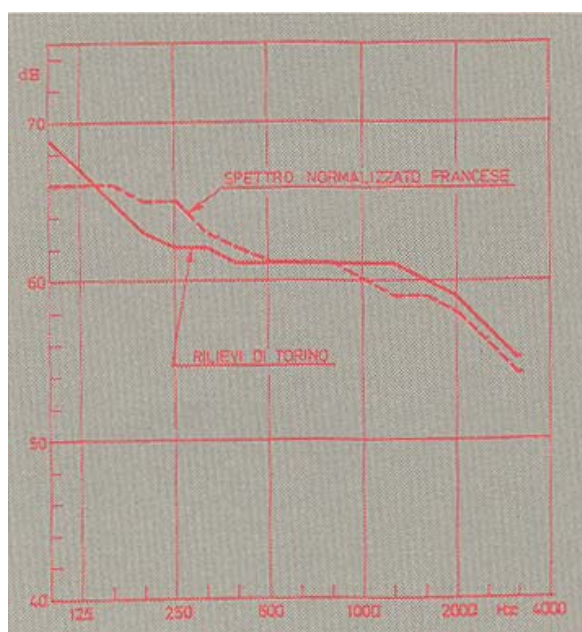
- il profilo in legno si comporta meglio alle medie e basse frequenze, mentre alle medio alte l'alluminio ed il PVC suonano maggiormente;
- alle medio basse frequenze il PVC si comporta in modo migliore dell'alluminio, alle medio alte invece i due materiali convergono;
- l'analisi è corretta se si confronta con un rumore disturbante quale ad esempio il rumore da traffico stradale.

Fig. 23 – Curve



In fig. 24 è riportato uno spettro normalizzato su cui si può notare come l'intensità maggiore è riferita alle frequenze medio basse e medio alte ovvero da 125 a 1000 Hz e quindi i materiali sono analizzati proprio nel campo di frequenza riportato.

Fig. 24 – Spettro della rumorosità dovuta al traffico veicolare



I risultati riportati mostrano una piccola parte della ricerca effettuata che procederà nell'analisi più approfondita dei parametri che possono interessare il comportamento acustico del serramento considerando diverse essenze legnose, differenti profili e diverse geometrie.

5. “LA VERIFICA IN OPERA DEL SERRAMENTO”

Alberto Armani

In realtà per la valutazione dei serramenti è necessario condurre una serie di prove che normalmente vengono eseguite in laboratorio mentre per quanto concerne la verifica in opera questo tipo di valutazione è praticamente inesistente.

Queste prove vengono effettuate raramente anche perché in realtà il produrre una valutazione dell'isolamento e delle capacità isolanti in opera sono richieste strumentazioni costose e metodologie complesse.

Le norme a cui occorre fare riferimento, quando si parla delle capacità di isolamento hanno un inizio comune: la ISO 140. Quando parliamo di isolamento la complicazione sorge dal fatto che si vuole cercare di rappresentare con un unico valore, espresso normalmente in DB, quello che è l'andamento del comportamento fonoisolante del serramento alle diverse frequenze ed installato in un ambiente che può essere diverso come volume, come superficie e soprattutto come capacità assorbente in relazione a ciò che costituisce l'arredo del locale. In pratica per la verifica in opera sono necessari sostanzialmente i seguenti strumenti: una sorgente sonora, costituita da una cassa acustica con un buon altoparlante per i bassi perché nel campo di valutazione richiesto dovremo avere la possibilità di generare rumore ad elevata intensità con frequenze inferiori a 100 hertz fino ad arrivare a 4000 hertz.

Ovviamente il segnale fornito alla strumentazione dovrà essere amplificato prima di essere inviato a questa sorgente sonora e il segnale dovrà essere prodotto da un generatore di rumore rosa.

Per eseguire la misura vera e propria verrà utilizzato il classico fonometro cioè lo strumento principe per rilievi di acustica provvisto però di filtri a terzi di ottava, perché le analisi di comportamento fonoisolante del serramento dovranno essere effettuate banda di frequenza per banda di frequenza poiché la misura risulterà differenziata in funzione della frequenza.

Sarà più scadente per le frequenze basse e migliore per le frequenze alte, seguendo in linea di principio la legge della massa.

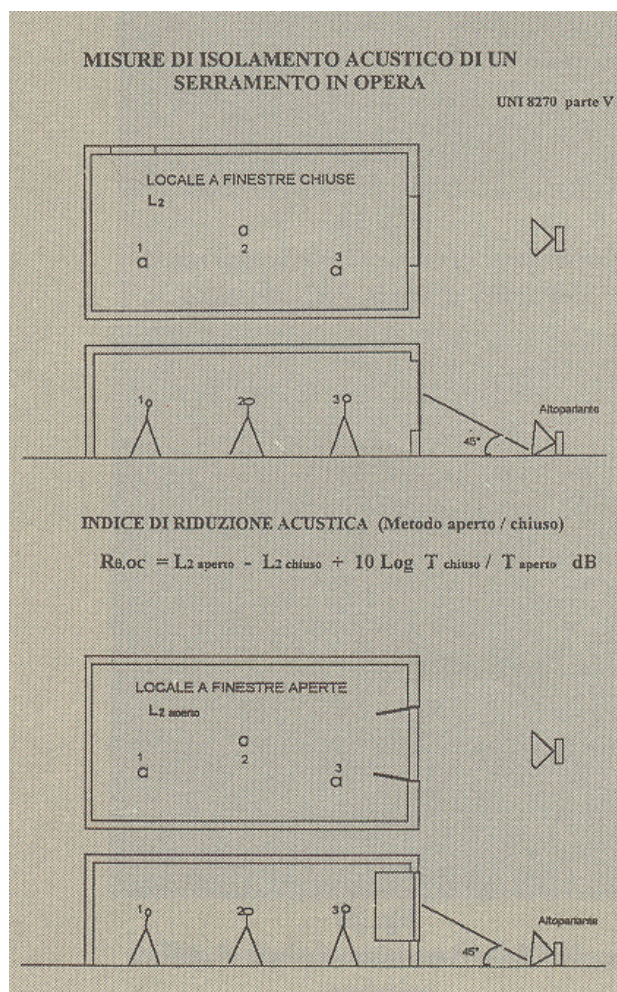
Successivamente verranno poi richieste altre valutazioni per conoscere le capacità assorbenti del locale in cui vengono effettuati i rilievi.

Per fare ciò, a meno di avere strumentazioni specificamente adatte per i rilievi dei tempi di riverberazione, occorrerà disporre di un registratore grafico e dato che si faranno misure in ambienti di diverse dimensioni sarà anche logico e opportuno avere cavi prolunga soprattutto per il microfono.

Al fonometro sarebbe però preferibile l'utilizzo di un analizzatore in grado di eseguire l'analisi su tutto lo spettro che viene richiesto direttamente in tempo reale, cioè contemporaneamente, senza avere la necessità utilizzando un fonometro di eseguire ogni valutazione banda per banda, che significa che se normalmente sono 18 le bande a terzi di ottava che vengono richieste per la valutazione, noi dovremo moltiplicare per 18 tutti i rilievi dei veri parametri richiesti.

In fig. 1 è rappresentato il nostro locale di misura in condizione di finestre aperte. Sempre in fig. 1 il fonometro è sostituito da un analizzatore di frequenza che è in grado di effettuare ogni analisi contemporaneamente su tutto lo spettro richiesto.

Fig. 1



L'amplificatore di misura che prende il segnale dal generatore di rumore inserito nella strumentazione, lo amplifica e lo fornisce all'altoparlante, che per le misure del serramento, verrà messo all'esterno del locale e posizionato a livello del terreno, se a piano terreno ovviamente, con opportune cautele in modo da offrire un angolo di 45° per quanto concerne la direttrice tra il centro del serramento e la posizione dell'altoparlante col terreno.

Le misure dovranno essere effettuate nell'ambiente in diversi punti e devono essere ripetute. Questo per quanto concerne il rilievo del livello di rumore di trasmissione ovvero quello fatto con finestre aperte, quello di ricezione cioè quello fatto con le finestre chiuse e i tempi di riverbero, che nel caso particolare del metodo della valutazione tra finestre aperte e chiuse, dovrà essere ripetuto in una condizione e nell'altra condizione per ogni terzo di ottava il che significa che il numero di misure che devono essere seguite sono 18 volte per ogni posizione per ogni terzo di ottava, per le finestre aperte, per le finestre chiuse, per il rumore di fondo.

A questo punto facendo un po' la moltiplicazione dei tempi di misura che normalmente non dovrebbero essere inferiori alla trentina di secondi per ogni banda poiché occorre effettuare una media spazio-temporale, in quanto i livelli di pressione acustica nel locale non si dispongono in maniera uniforme e di conseguenza anche per cercare di normalizzare questo parametro, la media nel tempo e anche le posizioni diverse.

Spesso viene usata un'asta che ruotando lentamente effettua automaticamente questa media nel tempo muovendosi nello spazio.

Vediamo rappresentato il nostro indice di riduzione acustica con il metodo aperto – chiuso con le finestre aperte e con le finestre chiuse.

Cosa sostanzialmente dovremo effettuare: una misura del livello della pressione acustica mediato nel tempo con le condizioni di serramento a finestre aperte e chiuse e poi dobbiamo cercare di valutare le diverse condizioni dell'assorbimento del locale poiché quando apriamo le finestre automaticamente è come se aumentassimo l'assorbimento che è presente nel locale, in maniera fittizia, in quanto lasciamo propagare in maniera diversa l'energia acustica verso l'esterno.

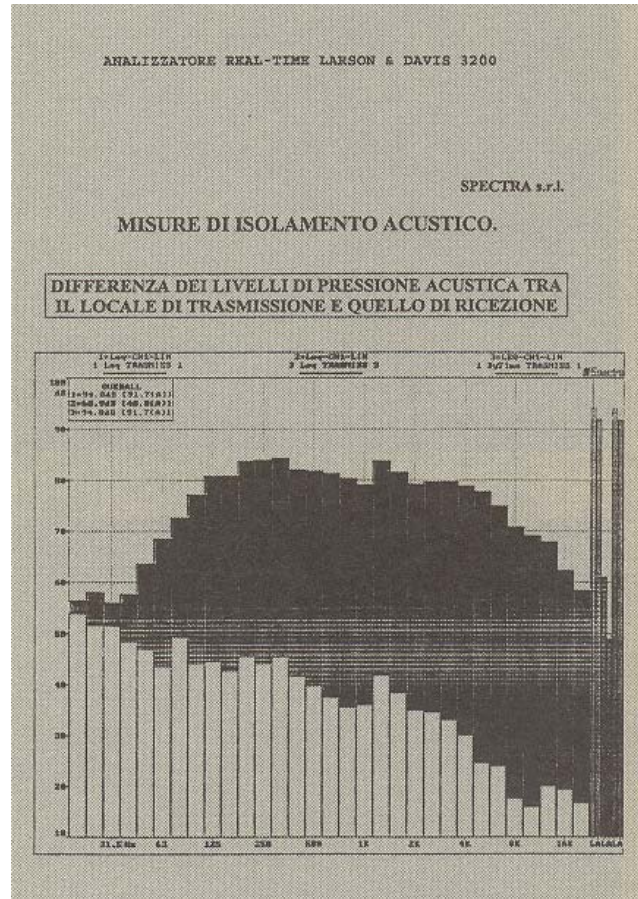
Esiste anche un'altra proposta: tendente a semplificare in un certo senso il rilievo utilizzando come sorgente sonora anziché il rumore rosa o bianco prodotto dal nostro sistema elettroacustico, il rumore presente in realtà ovvero quello generato dal traffico.

Questo tipo di valutazione è utile quando il rumore generato dal traffico è effettivamente importante, quando si trova a livelli superiori a 70 – 75 dB(a): in questo caso il metodo può essere utilizzato con notevole successo, ma per poterlo sfruttare correttamente occorre avere la

contemporaneità del rilievo tra il microfono posto a 2 metri all'esterno al centro del serramento e contemporaneamente uno dei microfoni posti all'interno.

Diversamente se si dovessero effettuare in sequenza questi due rilievi, si dovrebbe valutare il tutto con una media su tempi molto più lunghi. Quello che normalmente viene valutato è la differenza dei rilievi equivalenti, quindi la differenza dei livelli tra esterno ed interno e il tutto è normalizzato per quello che sono le capacità assorbenti del locale, capacità assorbenti che sono determinate normalmente dalla nota formula di Sabine a partire dalla conoscenza, quindi dalla misura, ancora una volta fisica dei tempi di riverberazione. Quindi tipicamente quello che viene richiesto in campo per la valutazione di questi parametri è una valutazione dei livelli di pressione di valutazione acustica generalmente fatta con un fonometro e la determinazione del tempo di riverbero unitamente alla conoscenza della geometria del locale per cui dobbiamo sapere la superficie esposta e il volume del nostro locale. Note queste informazioni i dati possono essere acquisiti in questi termini; il rilievo in terzi di ottava nel locale di trasmissione e nel locale di ricezione (fig. 2) con la condizione a finestre aperte e la condizione a finestre chiuse dove evidenziano la differenza dei livelli banda per banda.

Fig. 2



Quello che a noi interessa sono le bande che vanno dalla 100 hertz fino alla 3500 hertz.

Sostanzialmente questo è il campo di misura. Il rumore a finestre aperte ed il rumore a finestre chiuse è effettuato in due condizioni (Fig. 5), la seconda condizione è quella che offre maggior differenza tra i livelli aperto – chiuso e corrisponde alla migliore sigillatura e quindi tenuta del serramento.

Nell'isolamento effettuato come in laboratorio troverete dei valori che difficilmente verranno verificati in opera, ma in opera nessuno va a effettuare queste valutazioni: si dà per scontato che quello che è dato di targa fornito dal laboratorio sia mantenuto in opera e penso che sia esperienza comune all'ascolto percepire quanto in realtà una non corretta installazione del serramento comporti, come perdita dalle guarnizioni, un decremento sostanziale delle capacità di fono – isolamento.

In questo altro grafico (Fig. 3) vediamo ancora l'andamento del locale di trasmissione, di ricezione, di rumore di fondo. E' sempre richiesta questa valutazione del rumore di fondo perchè là dove la differenza fra rumore di fondo è pari al rumore misurato a finestre chiuse, evidentemente la misura è influenzata dal rumore di fondo e le norme richiedono che questo livello sia almeno 6 o 10 dB inferiore al rumore che si desidera visualizzare.

Fig. 3

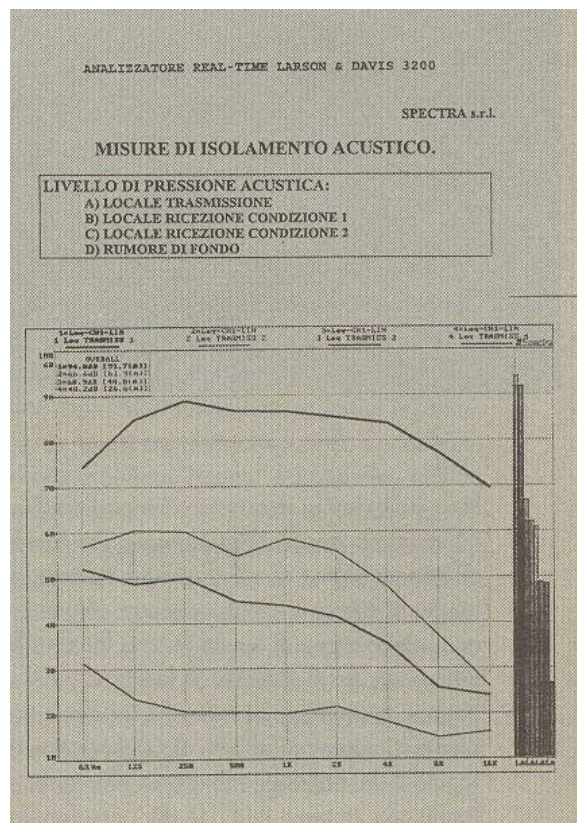


Fig. 4



Fig. 5

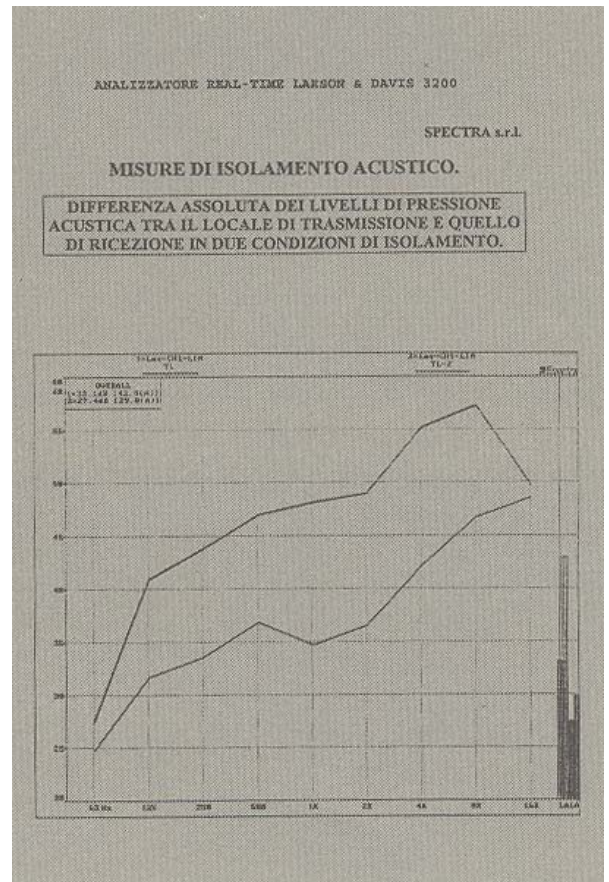


Fig. 6

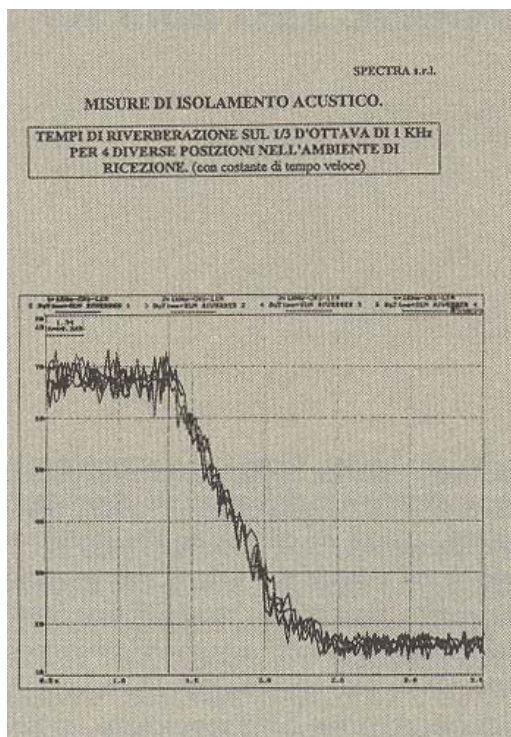


Fig. 7

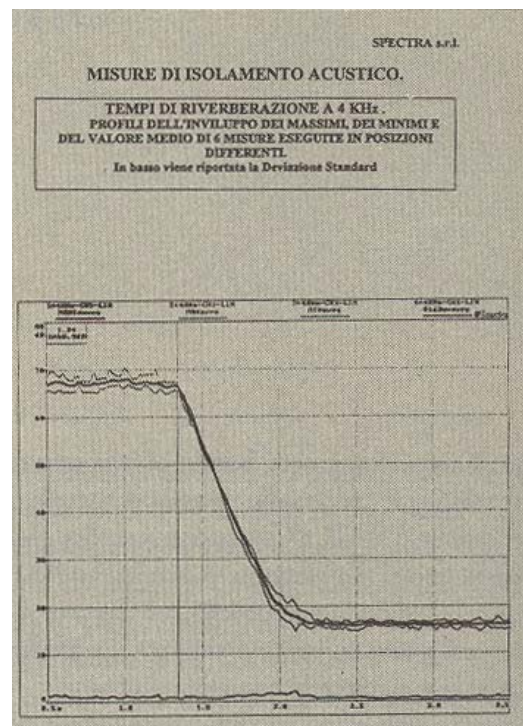


Fig. 8

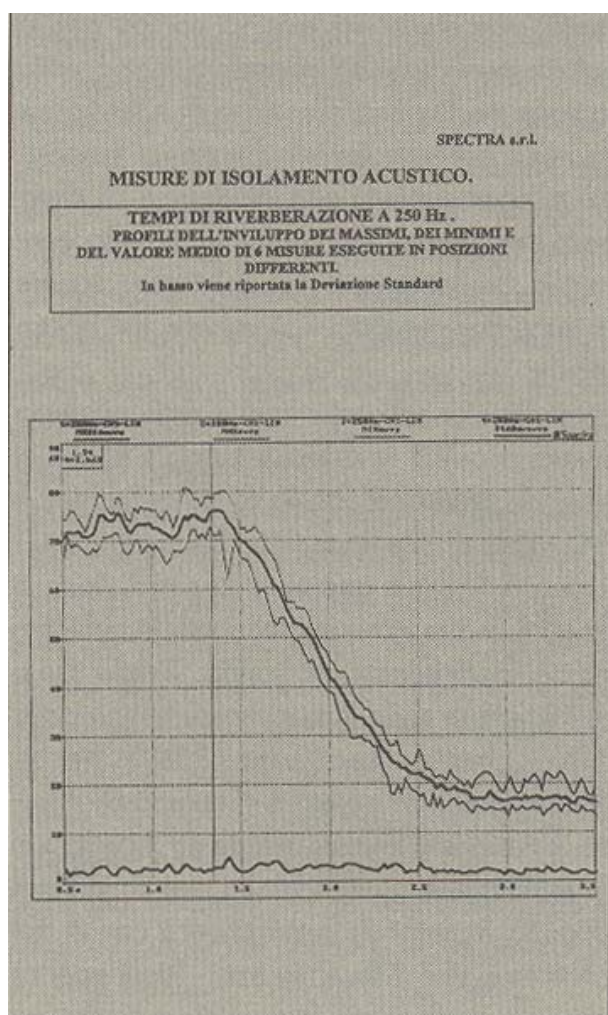
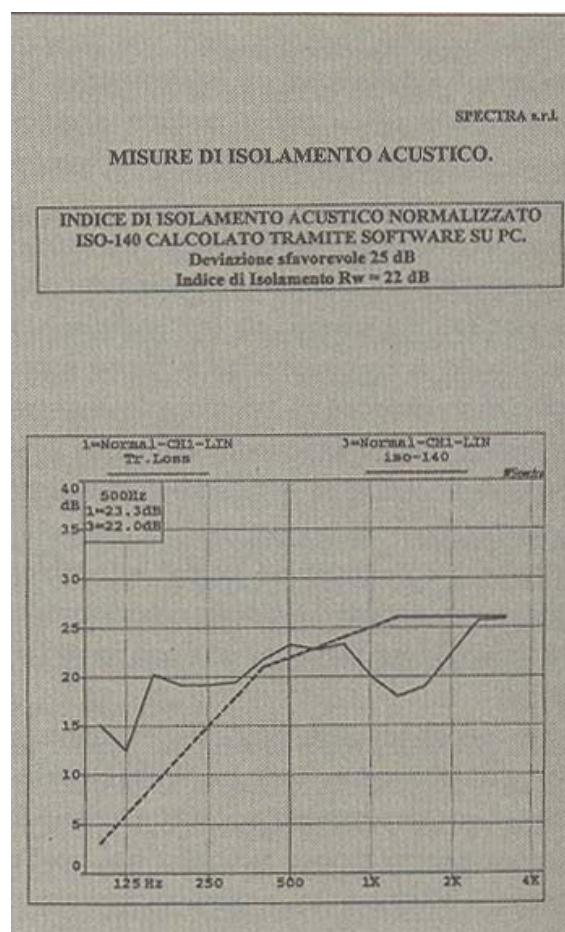


Fig. 9



Gli andamenti nel tempo e le valutazioni del livello di rumore durante il periodo di media nel tempo e nello spazio col microfono sono effettuate in diverse posizioni nell'ambiente (fig. 4) Quando si parla del rumore con le finestre aperte le fluttuazioni sono piuttosto contenute, mentre con le finestre chiuse le fluttuazioni cominciano ad assumere notevole ampiezza. La ragione per cui veniva richiesto anche l'uso del registratore grafico è determinato dal criterio di acquisizione dei dati per determinare il tempo di riverberazione. In sostanza questo criterio è molto semplice perchè si basa sul presupposto per cui se viene fornito un impulso nel locale, se non si ottiene eco significa che tutta l'energia si è propagata senza nessun tipo di riflessione. Ovviamente negli ambienti confinati il locale restituisce, per un certo periodo di tempo, una coda sonora una volta che abbiamo prodotto l'evento. Quello che noi andiamo a valutare è il

tempo di decadimento, il tempo in cui il livello di rumore impiega ad annullarsi, in realtà almeno di 60 dB.

Con la definizione di questa pendenza noi possiamo risalire al tempo di riverberazione e dal tempo di riverberazione, noti la superficie e il volume, noi risaliamo mediante una formula a conoscere le unità assorbenti del nostro ambiente. Un aspetto particolare deve essere anche posto alle misure dei tempi di riverberazione (fig. 6 – 7 – 8): ci sono diverse difficoltà nella valutazione corretta di questo parametro. Come osserviamo questi valori fluttuano e questa fluttuazione dipende dalle frequenze. A frequenze più basse le fluttuazioni sono maggiori che non a frequenze alte. Queste valutazioni vengono fatte in diverse posizioni, quindi occorre una perfetta sincronizzazione e a questo punto è possibile definire il profilo dei valori massimi e minimi e calcolare il valore medio per ottenere dei valori più attendibili.

Normalmente la strumentazione è in grado di produrre e calcolare direttamente i tempi di riverbero espressi in secondi per le diverse frequenze.

La verifica in opera sottolinea il problema della sensibilità nella valutazione dell'importanza dell'isolamento acustico del serramento, per rientrare nelle richieste del DPCM 1/3/91 con livelli di rumore di 75 dBa che sono normalmente il rumore prodotto dal traffico delle vie principali. Non esiste altro sistema per rendere confortevole un ambiente domestico che quello di usare un serramento con un elevato livello di fonoisolamento. L'indice come viene richiesto dall'ISO 140, è definito mediante l'uso di una curva normalizzata che viene spostata fintanto che non vengono soddisfatti determinati requisiti e alla fine si ottiene l'indice di isolamento acustico fornito dai laboratori.

L'elaborazione del dato può essere effettuato a software, con la curva di riferimento secondo ISO 140 (fig. 9) e la nuova proposta di norma ISO 717 (fig. 10), che prevede un diverso tipo di pesatura per un rumore rosa, valido per la valutazione tra ambiente e ambiente interno e quello per il rumore da traffico. E' molto importante la certificazione dei materiali perchè ora sono diffusi in Europa alcuni software di valutazione analitica di quello che può essere la distribuzione dei livelli analitici di pressione acustica negli ambienti. E in questi software sono presi in considerazione indici di isolamento acustico oltre quelli di assorbimento acustico. Per cui è possibile, noti le caratterizzazioni materiali, fare delle revisioni totalmente teoriche, la simulazione del locale con una facciata e le finestre rivolte verso la sorgente e questo è la distribuzione dei livelli di pressione acustica.

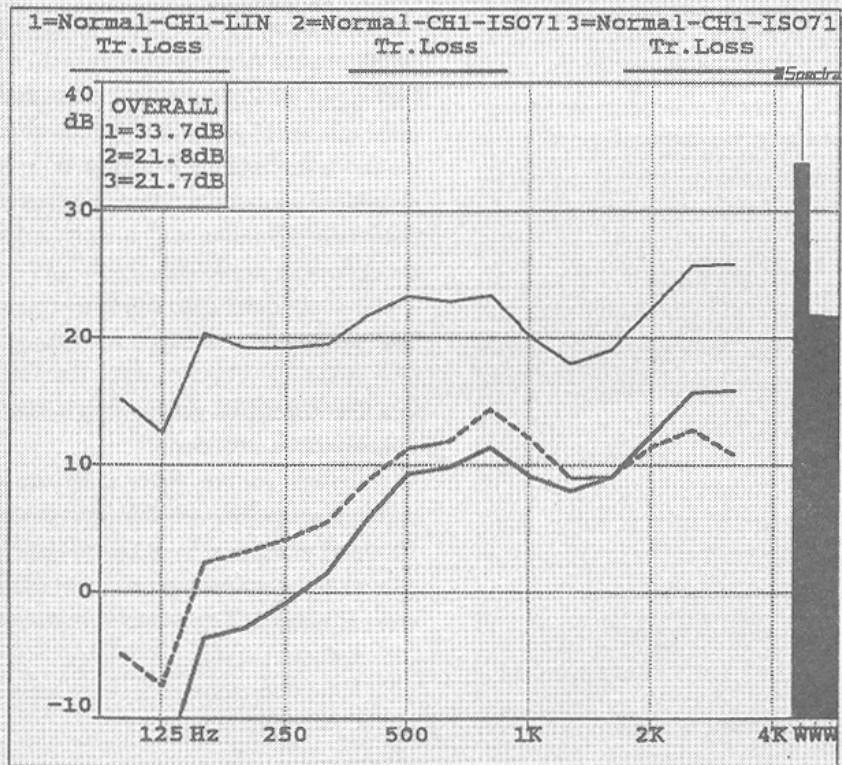
Quindi è importantissima la certificazione dei materiali, attenta, fatta dai laboratori con metodi standard in quanto è possibile poter sfruttare degli strumenti analitici di notevole validità.

Fig. 10

SPECTRA s.r.l.

MISURE DI ISOLAMENTO ACUSTICO.

INDICE DI ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO
ISO-140 (curva superiore).
INDICE ISO-717 ponderazione rumore rosa.
INDICE ISO-717 ponderazione rumore da traffico.



6. “ LE PROVE DI LABORATORIO: ANALISI E CONFRONTI”

Fabio Scamoni

1 - Introduzione

Nell'affrontare globalmente l'acustica dell'edificio si possono distinguere cinque approcci:

1. le misure di laboratorio, per una qualificazione delle opere e dei materiali;
2. l'espressione di questi risultati attraverso un valore unico, come indice di valutazione della qualità, adattato all'uso del prodotto e dunque rappresentativo, anche se riduttivo, della qualità dell'opera o del materiale
3. la formulazione, espressa negli stessi termini, dei requisiti da rispettare
4. il passaggio da questi valori alla previsione del risultato finale sull'edificio compiuto
5. la verifica del rispetto delle esigenze, sia con la scelta del prodotto adatto, sia con la sua messa in opera.

Ci occuperemo qui dei primi due punti.

2 – Le misure di laboratorio

2.1 – Normativa vigente per le prove di laboratorio

La normativa sicuramente più diffusa a livello internazionale è basata sulla serie di norme ISO/CEN che, nella loro ultima versione in fase di approvazione, risolvono anche vecchie lacune come per esempio le caratteristiche e la posizione della sorgente sonora e le misure alle bassissime frequenze. L'applicazione di una stessa norma può condurre come si sa a risultati un pò divergenti fra i diversi laboratori: il Bureau Communautaire de Reference (BCR) si occupa di risolvere questo problema e in tal senso organizza e finanzia degli studi interlaboratorio con lo scopo di quantificare le eventuali differenze di ripetibilità e riproducibilità delle misure e quindi dei risultati. In prima approssimazione, si può comunque affermare che all'interno della CEE i metodi di misura per caratterizzare i prodotti edili di laboratorio siano identici.

2.2 Metodologia di prova

Descriveremo la metodologia indicata nella normativa ISO 140. Tale norma stabilisce il metodo di misura in laboratorio del potere fonoisolante di elementi di edifici quali pareti, pavimenti, porte, finestre, elementi di facciata o facciate. Si definisce in particolare il potere fonoisolante R dell'elemento in prova come la grandezza data dalla seguente espressione:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log (S/A) \text{ dB} \quad \mathbf{1)}$$

dove:

L_1 è il livello medio di pressione sonora nell'ambiente di emissione

L_2 è il livello medio di pressione sonora nell'ambiente di ricezione

S è l'area dell'elemento in prova

A è l'area di assorbimento acustico equivalente dell'ambiente di ricezione.

La misura del potere fonoisolante viene eseguita utilizzando un assetto sperimentale che deve rispondere a precise specifiche indicate anch'esse nella relativa norma ISO 140.

2.3 Specifiche di laboratorio

Nel descrivere l'assetto di prova ci riferiamo al laboratorio operante presso ITC – CNR che risponde pienamente ai requisiti previsti dalla normativa internazionale. La costruzione è formata da due camere affiancate, comunicanti con una apertura di circa 10 m² entro la quale, di volta in volta, viene montato l'elemento di prova: le caratteristiche dimensionali dei due ambienti e dell'apertura di prova sono le seguenti:

AMBIENTE		1	2
Volume (m ³)		50	60
Superficie totale interna (m ²)		79,5	91,5
APERTURA DI PROVA TRA L'AMBIENTE 1 E 2			
Altezza	Lunghezza	Larghezza	Area apertura
3,0 m	3,31 m	0,5 m	9,93 m ²

Entrambe le camere poggiano su supporti elastici e sono completamente separate dal punto di vista strutturale onde evitare ogni possibilità di trasmissione laterale. I bordi dell'apertura di comunicazione tra i due ambienti sono fasciati con una lastra di acciaio che costituisce l'appoggio degli elementi in prova; l'apertura di prova consente l'installazione di divisori fino a spessori di 50 cm. Allo scopo di neutralizzare ogni possibile via di trasmissione laterale, le superfici interne dei due locali sono rivestite con contropareti dotate di un altro smorzamento interno e le pavimentazioni sono di tipo galleggiante. Se l'elemento in prova è più piccolo dell'apertura di prova, come nel caso di una finestra, esso viene installato entro una parete ad elevato potere fonoisolante, costruita nell'apertura di prova stessa; la ISO 140 – 1 prescrive che il muro sia costituito da una doppia parete con intercapedine, riempita di materiale assorbente, per una densità totale non inferiore a 1800 kg/m^3 . Le figg. 1 e 2 mostrano le caratteristiche delle camere di prova e del muro di contenimento della finestra; in fig. 6 è riportato il potere fonoisolante del muro confrontato con quello della finestra in prova: il limite previsto dalla ISO per la differenza fra i due è di 15 dB (nel nostro caso significa che è possibile provare finestre fino a 43 dB).

Fig. 1 – Planimetria delle camere di prova

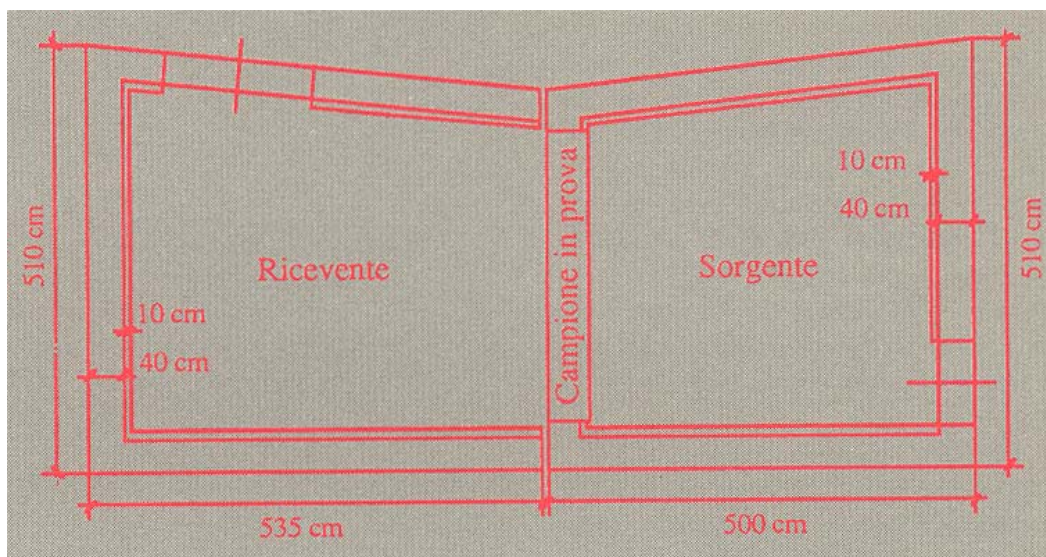
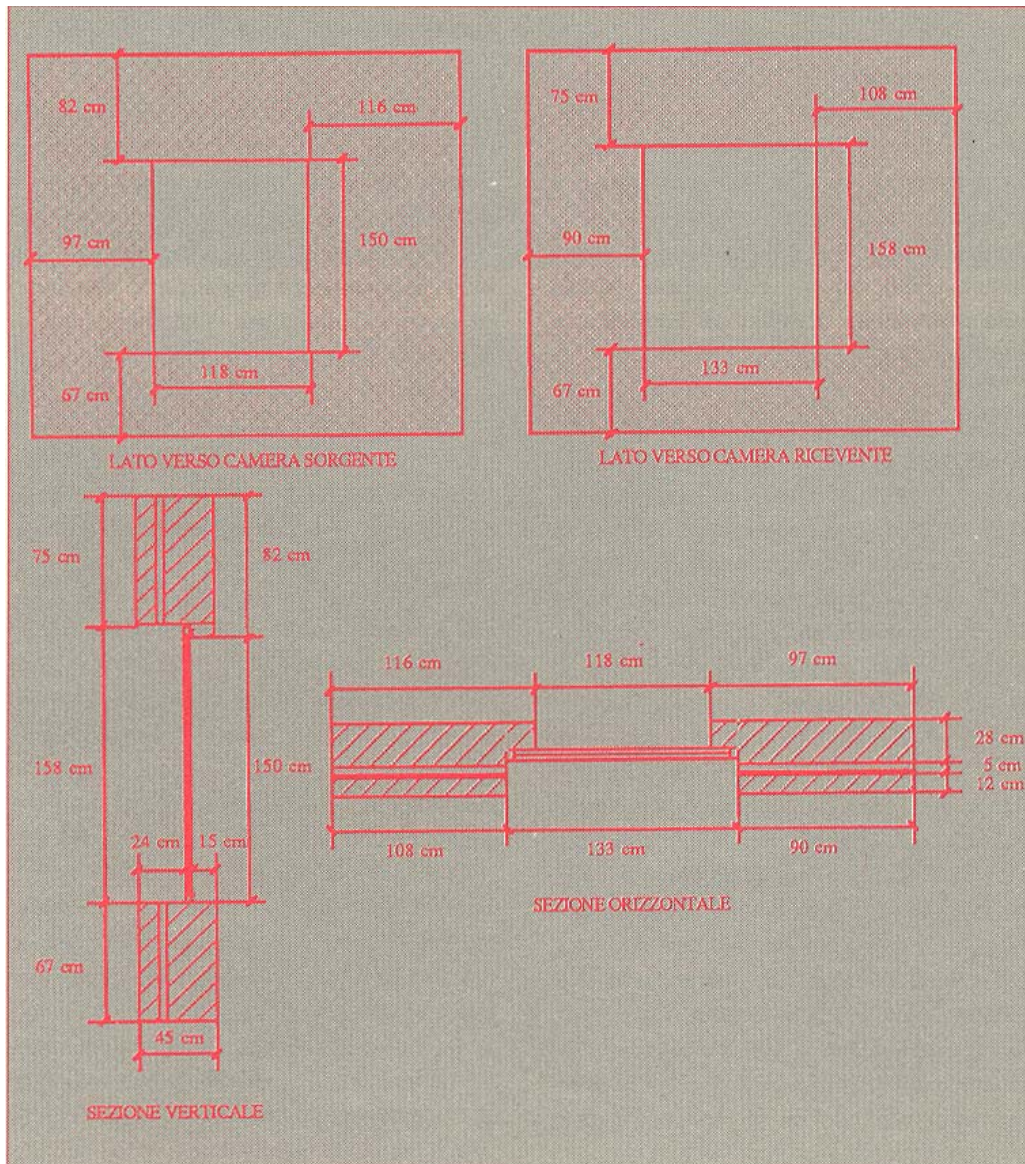


Fig. 2 – Schema del muro di contenimento della finestra



2.4 Generazione del campo sonoro nell'ambiente di emissione

La sorgente sonora viene sistemata in una delle due camere considerata come l'ambiente di emissione in modo da produrre un campo sonoro il più possibile uniforme e a una distanza dall'elemento in esame tale che non sia predominante la radiazione sonora diretta sullo stesso. Secondo quanto espresso dall'ultima versione della ISO 140 – 3 il posizionamento della sorgente sonora è di fondamentale importanza sia per ottenere l'uniformità del campo sonoro generato nella camera di emissione, sia per effettuare una corretta misura dei livelli di

pressione sonora. Vengono perciò date le indicazioni necessarie per definire quali e quante siano le posizioni ottimali che la sorgente sonora deve assumere all'interno della camera di emissione. In particolare il numero delle posizioni e le loro coordinate dipendono:

- dal volume della camera
- dalla distanza minima tra sorgente e pareti della camera
- dalla distanza minima della sorgente dal campione in prova
- dalla distanza minima della sorgente dalle posizioni microfoniche

2.5 Misura del livello medio di pressione sonora

Il livello medio di pressione sonora viene ottenuto mediante la tecnica del microfono mobile con integrazione spazio temporale del quadrato della pressione sonora. Il microfono mobile è disposto in modo tale da rispettare i requisiti richiesti dalla norma ISO 140/1. Il livello di pressione sonora viene misurato utilizzando filtri di 1/3 di ottava nella seguente serie di frequenze nominali: 100 125 160 200 150 315 400 500 630 800 1000 1250 1600 2000 2500 3150 Hz.

2.6 Misura e valutazione dell'area di assorbimento equivalente

L'area di assorbimento equivalente A dell'ambiente di ricezione, presente nel termine di correzione della relazione 1), viene calcolata mediante la formula di Sabine:

$$A = 0,163 V/T \text{ m}^2 \quad 2)$$

dove :

V è il volume dell'ambiente di ricezione in m^3

T è il tempo di riverberazione dell'ambiente di ricezione in secondi.

L'applicazione di tale formula richiede la misura del tempo di riverberazione che viene eseguita nella seconda camera, considerata come ambiente di ricezione, secondo le modalità prescritte dalla norma ISO 354: qui si definisce tempo di riverberazione T il tempo necessario affinché il livello di pressione sonora diminuisca di 60 dB dopo lo spegnimento della sorgente sonora.

Dalla curva di decadimento rilevata si calcola il tempo di riverberazione per ogni banda di frequenza.

3. Risultati e loro interpretazione

Dai valori misurati dei livelli di pressione sonora e dei tempi di riverberazione vengono ricavati i valori del potere fonoisolante R secondo la relazione 1) (nel caso della finestra l'area S è l'area dell'apertura libera nella quale è installato l'elemento incluso il telaio e gli elementi di sigillatura). In fig. 6 viene riportato il grafico di R in funzione delle bande di frequenza (in 1/3 d'ottava) per una finestra in PVC provata presso il laboratorio ITC. A questo punto è possibile ottenere un indice di valutazione che, come numero civico, dà una indicazione globale della prestazione acustica del componente considerato.

3.1 Calcolo degli indici di valutazione del potere fonoisolante

Un primo metodo per la determinazione degli indici di valutazione si basava sulla ISO 717 quasi universalmente accettata a livello europeo (anche dalla UNI) mentre un secondo si basava su un diverso concetto e veniva adottato, anche a livello legislativo, in Francia e in altri paesi. I due metodi differiscono per il fatto che il primo fa uso di curve di riferimento convenzionali, mentre l'altro considera delle sorgenti di rumore diverse a seconda della situazione d'uso e si basa su livelli ponderati di dB (A) (vedi fig. 3). In pratica il metodo ISO considerava sullo stesso piano l'isolamento per via aerea dall'esterno e quello dall'interno, mentre il metodo in dB (A) li differenziava facendo uso di una sorgente di rumore rosa per l'interno e una di rumore di traffico per l'esterno (vedi grafici di fig. 4).

Fig. 3 – Curva di ponderazione A

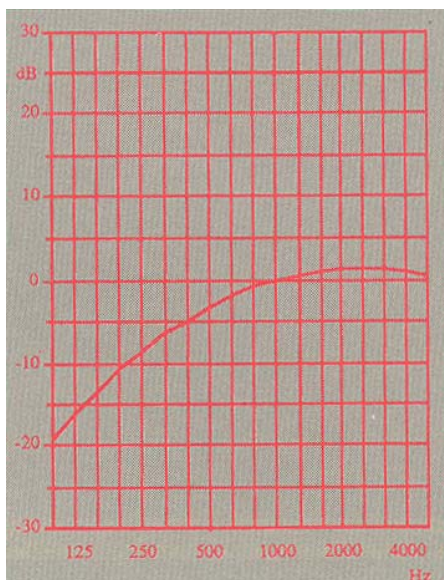


Fig. 4 – Rumore rosa e rumore di traffico



Conseguenza di ciò è che secondo il metodo ISO un prodotto veniva caratterizzato da un solo indice di valutazione R_w uguale e valido per le due diverse situazioni (isolamento dall'interno e dall'esterno) mentre secondo il metodo dB (A) il prodotto veniva qualificato da due indici di valutazione diversi per le due diverse situazioni: R_{rosa} per l'isolamento dall'interno e traffico per l'isolamento dall'esterno.

Se si confrontano gli indici R_w (ISO) e R_{rosa} si trovano dei valori molto vicini fra loro mentre lo stesso non si può dire per il confronto fra R_w (ISO) e $R_{traffico}$, in quanto in questo caso vi è una considerazione maggiore delle basse frequenze.

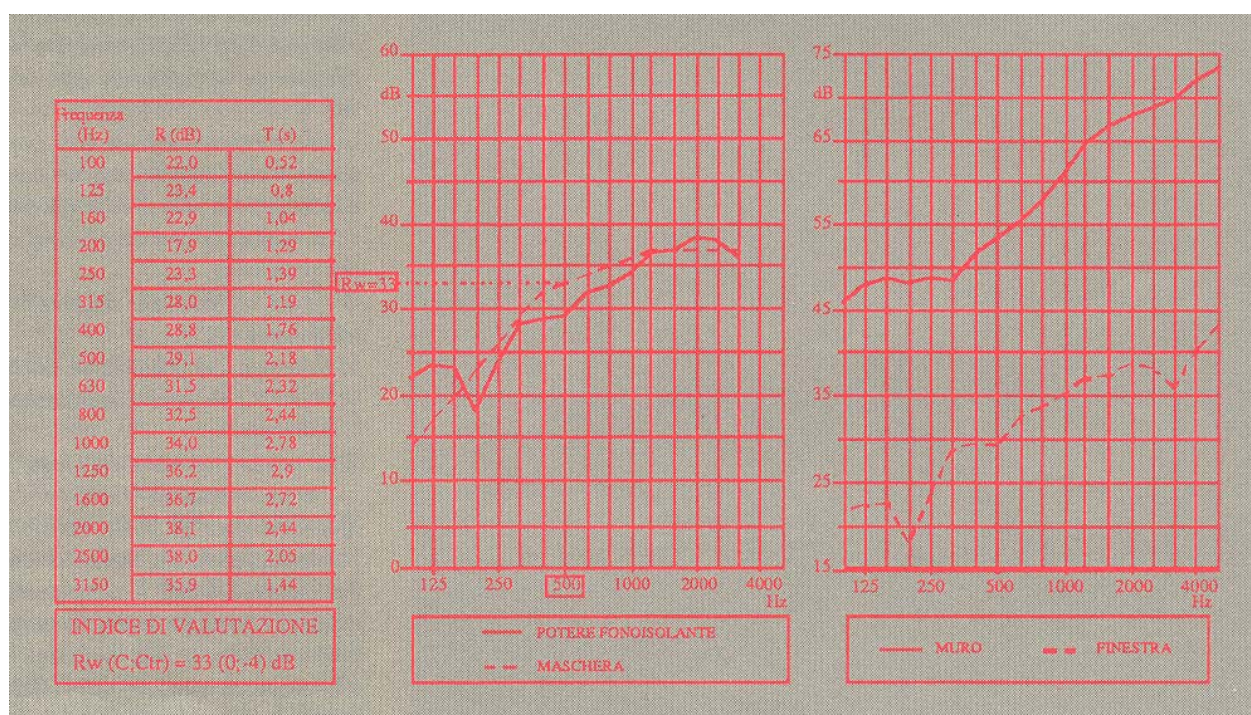
3.2 Il nuovo concetto di indice di valutazione.

Con la nuova normativa ISO/CEN in fase di approvazione determinata dal recepimento della Direttiva Comune sui prodotti da Costruzione, l'indice di valutazione R_w viene affiancato da due o più termini di adattamento spettrale. Nell'applicazione della nuova normativa ai risultati della misura sulla finestra in PVC, assieme ai valori del potere fonoisolante per ogni banda di frequenza, è riportata l'espressione dell'indice di valutazione coi relativi termini di adattamento spettrale introdotti per tenere conto di diversi spettri di sorgente di rumore e per poter valutare curve di isolamento acustico che presentano un valore molto basso in una singola banda di frequenza. I termini di adattamento spettrale vengono calcolati a partire dall'indice di valutazione ISO tradizionale e dagli spettri sonori definiti nella norma e ricollegabili in definitiva alle sorgenti di rumore rosa e di rumore di traffico, pesanti – A e normalizzati a 0 dB, rappresentanti in Fig. 5; sono stati introdotti perciò due termini di adattamento spettrale (C e Ctr) che si usano per caratterizzare l'isolamento acustico dei serramenti rispetto a parecchi tipi di rumore riconducibili agli spettri rosa e di traffico.

Fig. 5 – Spettri sonori e curva di riferimento secondo la ISO/DIS 717-I.



Fig. 6 – Risultati di misure in laboratorio su una finestra in PVC e confronto col muro di contenimento.



LA CERTIFICAZIONE OBBLIGATORIA: LA MARCATURA CE E LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Marco Piana

LA MARCATURA CE PER I SERRAMENTI

A partire probabilmente dal 2006 i Costruttori di serramenti saranno obbligati ad applicare la marcatura CE.

La marcatura andrà applicata sui prodotti finiti (finestre e porte esterne) e non riguarderà la posa in opera.

La marcatura CE sarà OBBLIGATORIA e rappresenterà il sistema al quale tutti dovranno uniformarsi per poter vendere in Europa.

La marcatura CE attesterà che il prodotto finito fornisce determinate prestazioni per specifici requisiti.

1) REQUISITI OBBLIGATORI E VOLONTARI

Le prestazioni che i serramenti a marcatura CE dovranno possedere saranno legate a requisiti obbligatori e a requisiti volontari.

Requisiti obbligatori generali

Resistenza al vento, tenuta all'acqua, permeabilità all'aria, prestazione acustica, resistenza termica, proprietà radiative delle vetrazioni.

Requisiti obbligatori specifici

Resistenza all'urto (laddove richiesto da normative nazionali), capacità portante dei dispositivi di sicurezza (se previsto per finestre incernierate e a bilico), resistenza al fuoco (solo per serramenti taglia fuoco), resistenza al carico di neve (solo per lucernari), resistenza al fuoco esterno (solo per lucernari), resistenza al fuoco (solo per lucernari).

Requisiti volontari generali

Sforzi di manovra, resistenza meccanica, resistenza ai proiettili, resistenza alle esplosioni, curabilità meccanica, resistenza alle effrazioni.

Requisiti volontari specifici

Comportamento a due condizioni climatiche differenti (solo per porte esterne), planarità delle ante (solo per porte esterne), ventilazione (se previsti dispositivi).

2) MARCATURA

- ▶ il logo grafico della marcatura,
- ▶ l'anno di apposizione della marcatura CE,
- ▶ il nome o il codice o il marchio di fabbrica del produttore o il marchio commerciale,
- ▶ il codice del prodotto,
- ▶ l'elenco dei requisiti obbligatori ai quali risponde il prodotto.

CE	Resistenza al vento	Tenuta all'acqua	Permeabilità all'aria	Resistenza all'urto	Prestazione acustica	Resistenza termica	Proprietà radiative	...
Anno	di	produzione	Codice di prodotto					Nome del produttore

3) I LIVELLI PRESTAZIONALI

Sarà il produttore a dover scegliere i livelli prestazionali da attribuire ai propri serramenti per ogni requisito certificato dalla marcatura CE.

I livelli prestazionali scelti dovranno tenere conto dei minimi indicati dalle norme nazionali di riferimento qualora esistano o entrino in vigore.

4) LE PRESTAZIONI PER OGNI REQUISITO OBBLIGATORIO

ARIA, ACQUA, VENTO

Il produttore dovrà eseguire prove in laboratorio su serramenti campione rappresentativi della propria produzione secondo le metodologie indicate dalle norme europee di riferimento.

Acustica, termica e proprietà radiative delle vetrazioni

Il produttore potrà limitarsi ad eseguire un calcolo in accordo con le norme europee di riferimento.

5) LE PRESTAZIONI PER OGNI REQUISITO VOLONTARIO

Per tutti i requisiti volontari il Produttore dovrà eseguire delle prove in laboratorio su serramenti campione rappresentativi della produzione secondo le metodologie indicate dalle norme europee di riferimento.

6) IL SERRAMENTO CAMPIONE

La **tipologia** dovrà coprire il numero maggiore di tipologie di serramenti possibili.

La **dimensione** dovrà essere la massima possibile compatibilmente con il sistema di profilato scelto. La marcatura CE si estenderà a tutti i serramenti di dimensioni inferiori rispetto al serramento campione e sarà estendibile a quelli di dimensioni maggiori fino al 50%.

Le **prestazioni** da ottenere: la marcatura CE si estenderà ai serramenti di livello prestazionale superiore rispetto al serramento campione.

Per le prove di laboratorio il costruttore di serramenti dovrà costruire un serramento campione per ogni famiglia di prodotto.

La valutazione delle prestazioni (tramite prove di laboratorio o metodologie di calcolo), dovrà essere fatta **UNA SOLA VOLTA** all'inizio della marcatura della produzione. Il produttore sarà però tenuto a garantire nel tempo, per la propria produzione, l'omogeneità e il mantenimento delle prestazioni inizialmente possedute dal serramento campione, oltre che la rintracciabilità dei lotti di provenienza dei prodotti. Il tutto attraverso un Piano di controllo della produzione.

Le prove di laboratorio possono essere eseguite ovunque in Europa presso un ente appositamente notificato dai singoli Stati Membri all'Unione Europea. Attualmente in Italia non sono stati ancora notificati gli enti preposti.

7) PIANO DI CONTROLLO DELLA PRODUZIONE

E' il sistema con cui il produttore attesta e garantisce l'omogeneità della sua produzione e il mantenimento nel tempo delle caratteristiche inizialmente possedute dal serramento campione e attestate dalla marcatura CE.

Le aziende che hanno certificato la loro qualità aziendale ai sensi delle norme EN ISO 9000 possiedono già un piano di controllo del processo della produzione conforme a quello necessario per la marcatura CE e indicato nel **Product Standard**, che è la norma europea di riferimento.

Le aziende non certificate EN ISO 9000 devono semplicemente approntare e mantenere un insieme di documenti che principalmente contengano indicazioni su:

- verifiche effettuate sui materiali e i componenti in ingresso;
- controlli e prove da eseguire durante la produzione con la frequenza decisa dal produttore;
- controlli e prove da eseguire sui prodotti finiti con la frequenza decisa dal produttore;
- azioni correttive da prendere nei confronti delle non conformità emerse in sede di controllo.

LA NORMA ARMONIZZATA

1) NORMA ARMONIZZATA

L'EN 14351 è stato elaborato in ambito CEN, ente formatore preposto a emettere norme tecniche europee volontarie, ma parte di esso è destinata a diventare di fatto obbligatoria. Il documento è stato infatti scritto su mandato della Commissione Europea per essere utilizzato come "norma armonizzata" a supporto della Direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciò vuol dire che il rispetto di una parte rilevante di quanto stabilito dalla EN 14351 servirà a dimostrare che il serramento soddisfa i requisiti legali della direttiva (in termini tecnici: la conformità alla EN 14351 conferirà ai prodotti la "presunzione di conformità" ai requisiti essenziali della Direttiva). Tale conformità dovrà essere testimoniata dalla marcatura CE. La marcatura CE sarà obbligatoria. Quando la EN 14351 sarà a tutti gli effetti una norma armonizzata e sarà terminato un periodo transitorio di 12 mesi, senza la marcatura CE non sarà possibile porre sul mercato europeo (Italia compresa) serramenti che ricadono nel campo di applicazione della EN 14351.

La marcatura CE consentirà ai prodotti di circolare liberamente nel mercato comune europeo: nessun paese potrà rifiutare di accettare un prodotto marcato CE in base a leggi e regolamentazioni cogenti nazionali.

2) CAMPO DI APPLICAZIONE

L'EN 14351 si applica a:

- finestre e porte finestre, pronte per l'installazione su aperture in muri verticali o in tetti inclinati (lucernari e abbaini), composte di parti fisse e/o apribili, con o senza parti vetrate, complete di accessori e con o senza persiane o imposte;
- porte esterne pedonali pronte per l'installazione in aperture su muri verticali;
- serramenti composti, costituiti da due o più finestre e/o porte esterne pedonali;

Non si applica, invece, a:

- serramenti composti assemblati in cantiere;
- lucernari e abbaini secondo prEN 1873 (cupole di materiale plastico con basamento);
- facciate continue;
- porte pedonali motorizzate;
- porte di vetro non intelaiate;
- porte girevoli;
- porte e portoni per il passaggio di veicoli;
- per la caratteristica di “controllo del fumo” di finestre apribili.

3) CARATTERISTICHE E REQUISITI, OBBLIGATORI E VOLONTARI

L'En 14351 contiene una parte di prescrizioni obbligatorie, legate alla direttiva e necessarie alla marcatura CE, e una parte di indicazioni di carattere volontario. La conformità a queste ultime è testimoniabile tramite marchi di qualità volontari, chiaramente distinti dalla marcatura CE.

Parte “obbligatoria”. Con la marcatura CE il fabbricante dovrà dichiarare quali sono le prestazioni del suo prodotto in relazione ad alcune determinate caratteristiche (“traduzione” dei requisiti essenziali della direttiva per il caso specifico dei serramenti) e alla sua destinazione d'uso prevista. Dovrà quindi eseguire (o far eseguire) le prove (o calcoli) relative a garantire

tramite un controllo continuo della produzione che le prestazioni rilevate siano mantenute durante la produzione.

Le caratteristiche legate alla direttiva e che devono essere determinate ai fini della marcatura CE sono le seguenti:

Requisito essenziale della CPD	Caratteristica
1. Resistenza meccanica e stabilità	Resistenza al carico del vento Resistenza alla neve e ai carichi permanenti (solo per lucernari e abbaini)
2. Sicurezza in caso di incendio	Prestazioni nei confronti del fuoco proveniente dall'esterno (solo per lucernari e abbaini) Reazione al fuoco (solo per lucernari e abbaini) Resistenza al fuoco Tenuta al fumo (solo per porte) Bloccaggio (solo per porte) Capacità di rilascio (solo per porte chiudibili e su uscite di sicurezza)
3. Igiene, salute e ambiente	Tenuta all'acqua Rilascio di sostanze pericolose
4. Sicurezza nell'impiego	Resistenza all'impatto Capacità portante di dispositivi di sicurezza per finestre incernierate o imperniate Sicurezza sistemi di chiusura/apertura automatici (porte esterne pedonali resistenti al fuoco e a tenuta di fumo)
5. Protezione contro il rumore	Prestazioni acustiche (indice di valutazione del potere fonoisolante)
6. Risparmio energetico e ritenzione del calore	Prestazioni termiche (resistenza termica) Proprietà radiative (fattore solare e fattore di trasmissione luminosa) Permeabilità all'aria
Durabilità	Durabilità

Caratteristiche volontarie

Requisito
Resistenza ai proiettili
Resistenza all'esplosione
Durabilità meccanica (resistenza alle operazioni ripetute di apertura e chiusura)
Comportamento tra due climi differenti (porte soltanto)
Caratteristiche delle ante di porta (dimensioni, ortogonalità, planarità)

Per ogni caratteristica, vengono indicati nell'EN 14351, tramite richiami ad altre norme in gran parte già pubblicate o a progetti ad uno stadio avanzato di elaborazione i metodi di prova

(comuni a tutti i paesi europei) da usare per la determinazione delle prestazioni, oltre i criteri di classificazioni (anch'essi comuni) in base ai risultati ottenuti dalle prove.

Come si è detto, il progetto di norma prEN 14351 include anche una serie di prescrizioni di carattere volontario:

Requisito	Metodo di prova	Metodo di classificazione/ espressione dei risultati
Resistenza ai proiettili	EN 1523	EN 1522
Resistenza all'esplosione	PrEN 13124-1 PrEN 13124-2	PrEN 13123-1 PrEN 13123-2
Curabilità meccanica (resistenza alle operazioni ripetute di apertura e chiusura)	EN 1191	PrEN 12400
Comportamento tra due climi differenti (porte soltanto)	EN 1121	EN 12219
Caratteristiche delle ante di porta (dimensioni, ortogonalità, planarità)	EN 951 EN 952	EN 1529 EN 1530

4) CLASSIFICAZIONE E DESIGNAZIONE

Il produttore dovrà quindi dichiarare, per ogni caratteristica necessaria, la classe di appartenenza del suo serramento o il valore ottenuto in base alle prove/calcoli effettuati. Il prospetto riassuntivo seguente riporta, a titolo di esempio, le caratteristiche richieste (parte obbligatoria) per le finestre e le corrispondenti classi/valori previsti dalle norme richiamate.

5) VALUTAZIONE DELLA CONFORMITÀ

L'EN 14351 fornisce indicazioni sulle procedure da adottare per assicurare che la conformità dei prodotti fabbricati con la stessa norma di prodotto.

Il produttore deve effettuare (o far effettuare) delle prove iniziali di tipo ogni volta che “le condizioni relative a risultati ottenuti cambiano significativamente”. I cambiamenti significativi possono riferirsi al prodotto, ai materiali costituenti e componenti, al sistema di produzione, così come all'assemblaggio. E' lasciata alla responsabilità del produttore la decisione su quanto è necessario effettuare calcolo/prove addizionali (per es. in caso di nuovi metodi di produzione o cambiamenti minori nel prodotto. Le appendici al progetto di norma forniscono la sequenza delle prove da eseguire e indicazioni sul campionamento.

L'EN 14351 stabilisce che, oltre ad effettuare le prove iniziali di tipo, il produttore debba mettere in atto un controllo continuo della produzione in fabbrica, in modo da garantire che la

le caratteristiche del prodotto siano mantenute entro limiti definiti durante la produzione. Il sistema di controllo della produzione deve essere documentato e deve considerare:

- specifica o verifica delle materie prime costituenti;
- controlli e prove che il fabbricante deve effettuare durante la produzione secondo frequenza specificata dal fabbricante stesso;
- verifiche e prove sul prodotto finito con frequenza specificata dal fabbricante;
- descrizione delle azioni necessarie in caso di non conformità/azioni correttive.

Il produttore deve fornire sufficienti informazioni a consentire la rintracciabilità del prodotto.

A seconda dell'uso previsto del serramento, la Commissione Europea ha indicato nelle decisioni 25 gennaio 1999 (1999/93/CE) e 22 giugno 1998 (94/436/CE) quale dei sistemi di attestazione della conformità previsti dalla Direttiva è necessario adottare e cioè in che misura l'ente notificato di terza parte deve intervenire.

Il sistema 4, il più blando, che prevede che la dichiarazione di conformità sia rilasciata dallo stesso produttore, sulla base di prove iniziali di tipo e del controllo della produzione in fabbrica effettuati sotto la propria responsabilità, è previsto per:

- porte e portoni destinati al solo spostamento all'interno agli edifici
- abbaini e lucernari, per usi soggetti a regolamentazioni sulla reazione al fuoco e di classi A***, D, E, F;
- abbaini e lucernari, per usi soggetti a regolamentazioni sulle prestazioni nei confronti del fuoco esterno e che non hanno bisogno di essere sottoposti a prova perché si presuppone soddisfino il requisito.

Il sistema 3, che prevede che la dichiarazione di conformità sia ancora rilasciata dallo stesso produttore e che il controllo della produzione in fabbrica sia ancora sotto la sua responsabilità, ma che le prove iniziali di tipo siano effettuate da un laboratorio notificato, dovrà essere applicato a:

- porte, portoni e finestre per ogni uso specifico dichiarato o soggetti a requisiti specifici (in particolare: rumore, tenuta, energia e sicurezza) diverso dalla limitazione della propagazione del fuoco/fumo e dall'uso in uscite di sicurezza;
- abbaini e lucernari, per usi soggetti a regolamentazioni sulla resistenza al fuoco;
- abbaini e lucernari, per usi soggetti a regolamentazioni sulla resistenza al fuoco;
- abbaini e lucernari, per usi soggetti a regolamentazioni sulle prestazioni nei confronti del fuoco esterno e che necessitano di essere sottoposti a prova;
- abbaini e lucernari per usi destinati a rafforzare la struttura del tetto, per usi soggetti a regolamentazioni sulle sostanze pericolose e altri usi diversi da quelli specificati sopra.

Il sistema 1, che prevede che la certificazione di conformità sia rilasciata da un organismo notificato, che interviene anche nelle prove iniziali di tipo e sorveglia il controllo di produzione in fabbrica, deve essere adottato per:

- porte, portoni e finestre quando l'uso previsto è quello di limitare la propagazione del fumo/fuoco, oltre che nelle uscite di sicurezza;
- abbaini e lucernari, per usi soggetti a regolamentazioni sulla reazione al fuoco e di classi (A, B,C)* e (A, B,C,);

7. IL RUMORE DEGLI IMPIANTI

Marco Piana

Vengono studiati i problemi acustici di un fabbricato come se questo fosse formato da una serie di scatole ravvicinate e sovrapposte. Le scatole, però, comprendono una serie, sempre crescente, di attrezzature (acqua, gas, elettricità, ventilazione, ascensori, ecc.) le quali costituiscono delle sorgenti di rumore che l'acustica deve combattere.

Un sistema di tubazioni è costituito da una rete rigida, collegata ad un certo numero di rubinetti e di apparecchi sanitari, che è soggetta a delle vibrazioni originate dalle pompe e dai rubinetti. Poiché l'insieme è fissato alle strutture del fabbricato, le vibrazioni vi si trasmettono e queste emettono dei rumori aerei che possono essere fastidiosi. Le tubazioni vibrano più facilmente e trasmettono forti rumori in tutti gli ambienti o gli appartamenti che attraversano. L'acqua arriva ai piani di un edificio mediante colonne montanti dalle quali si diramano le tubazioni che vanno agli appartamenti: sulle tubazioni si innestano i rubinetti e gli apparecchi sanitari. Se la pressione è insufficiente per garantire un servizio regolare, si installa un surpressore: in questo caso le principali sorgenti di rumore sono i rubinetti ed il surpressore. Nei rubinetti lo scorrimento dell'acqua, in pressione, è disturbato a causa dei cambiamenti di velocità e di direzione dell'acqua, che ne rendono turbolento il movimento e creano delle vibrazioni. Queste si propagano nella colonna d'acqua, con la velocità di ca. 1000 m/s, e nel tubo, con velocità variabile da 3000 a 5000 m a seconda del materiale usato. La pressione dell'acqua influisce sulla perturbazione causata dal rubinetto perché fa aumentare la velocità di deflusso: di conseguenza, se la portata è notevole, si riduce, generalmente, l'apertura del rubinetto accrescendo, in tal modo, l'entità della perturbazione e quindi del rumore.

In definitiva un rubinetto strozzato disturba più di uno completamente aperto e perciò conviene prevedere un *riduttore* di pressione all'entrata negli appartamenti. Per una pressione data, il rumore dipende dal profilo interno del rubinetto che deve essere idrodinamico e cioè con cambiamenti progressivi di sezione e di direzione e quindi *privo di gomiti ed angoli vivi*: si devono togliere anche le sbavature di fonderia che agiscono come le linguette di un fischio. La chiusura del rubinetto non deve essere brusca perché in tal caso si produce il "colpo d'ariete" dato che l'acqua, pressoché incompressibile, si comporta come una massa solida in movimento ed esercita sull'ostacolo una pressione che tende a respingerla. Il brusco aumento di pressione

si propaga lungo il tubo come un'onda d'urto. Per eliminare il colpo d'ariete vi sono diversi dispositivi che realizzano, praticamente, degli ammortizzatori a molla, a bottiglia, ad accumulazione idro pneumatica a vescica ecc.: questi ultimi sono i più efficaci. Conviene, però, evitare che si verifichi il colpo d'ariete usando dei rubinetti a chiusura progressiva.

Per ridurre il livello sonoro del rumore emesso da un rubinetto, si può aggiungere un rompigitto, oppure un manicotto elastico, posto tra il rubinetto e la tubazione: si possono anche accoppiare i due rimedi. La diminuzione della velocità implica un'attenuazione del rumore, ma anche quella della portata.

- I manicotti elastici limitano la trasmissione delle vibrazioni alle tubazioni
- Un manicotto di materia plastica associato ad un rompigitto aeratore consente di ridurre di $10 \div 12$ dB (A) il livello sonoro (a 1000 l/h)

Le tubazioni disturbano più come trasmettitori di vibrazione che come sorgenti di rumore:

- *Trasmissione del rumore lungo le tubazioni.*

Le tubazioni sono rigide e quindi trasmettono lontano e rapidamente le vibrazioni prodotte dai rubinetti e perciò l'impianto finisce con l'irradiare un rumore aereo.

I collegamenti rigidi comunicano una parte dell'energia alle strutture e queste producono un rumore aereo, non solo nel locale che contiene la tubazione, ma anche in quelli vicini: di conseguenza una rete trasmette il disturbo in numerosi alloggi.

Per evitare l'inconveniente vi sono tre sistemi:

- si ostacola la propagazione delle vibrazioni nella rete;
- si riduce l'irradiazione dei rumori aerei prodotti dai tubi che vibrano;
- si impedisce la trasmissione delle vibrazioni dai tubi alle strutture.

Per impedire che l'energia si propaghi lungo una sbarra si deve tagliarla: anche in questo caso si adotta la stessa soluzione. Le vibrazioni, però, si trasmettono sia attraverso l'acqua, con la velocità di 1000 m/s, che attraverso il tubo, con la velocità di ca. 40000 m/s. Il tubo può essere tagliato in un punto e collegato da un manicotto elastico. Se il manicotto si dispone, ad esempio, tra il rubinetto ed il tubo, alla sua uscita la vibrazione del tubo è quasi smorzata. La vibrazione dell'acqua rimane però invariata e, a poco a poco, si trasmette al tubo che riprende ad oscillare e perciò, alla distanza di ca. 6 m dal manicotto, si rende necessario un nuovo taglio. Non si deve quindi disporre un solo manicotto, in vicinanza della sorgente del rumore, ma

bensi una serie opportunamente distanziata. Nel caso di una colonna montante si collocherà un manicotto in ogni piano, all'ingresso dei singoli appartamenti: in questo modo il rumore di un rubinetto resta limitato ad un alloggio e non si propaga negli altri. Gli ancoraggi delle tubazioni sono, quasi sempre, di acciaio e trasmettono molto bene le vibrazioni alle pareti che si eccitano maggiormente quanto più sono leggere, ma in modo notevole, anche se sono pesanti. Per eliminare l'inconveniente si deve desolidarizzare, ancora una volta, la rete dal muro. Ciò si ottiene in due modi:

- con un collare di materia plastica;
- disponendo uno strato elastico tra il collare ed il tubo.

Alcuni consigliano di fissare i tubi con del piombo, ma questa soluzione è poco efficace, è costosa ed è difficile. Le precauzioni non devono essere limitate al fissaggio dei tubi, ma vanno estese anche ai loro attraversamenti delle pareti, che devono essere isolati mediante guarnizioni elastiche. Qualche volta si fa passare la tubazione in un elemento di diametro maggiore e ciò per tenerla staccata dal muro, ma in questo modo si genera un rumore aereo, nell'intercapedine, analogo a quello prodotto da una fessura: l'inconveniente è particolarmente sensibile con le frequenze acute. Questa soluzione richiede un riempimento, con mastice, dello spazio compreso tra il tubo ed il suo astuccio, ma allora risulta più pratico l'uso di una guarnizione elastica.

- Le tubazioni possono essere sorgente di rumore.

In generale i rumori emessi dalla rete idraulica derivano dai rubinetti e dalle pompe, ma anche la velocità dell'acqua ne provoca, sotto forma di un fischio, a causa della turbolenza e dell'attrito con le pareti dei tubi. Se la velocità dell'acqua è modesta, il suo movimento non è turbolento ed il rumore prodotto risulta, praticamente, trascurabile, ma ciò implica l'adozione di tubi più grossi perché se D è la portata in l/s, S la sezione del tubo in cm^2 e V la velocità dell'acqua in m/s:

$$D = \frac{S.V}{10}$$

Il dimensionamento normale fa sì che lo scorrimento dell'acqua sia turbolento: si è dimostrato che il moto non produce disturbi se la sua velocità rimane al di sotto dei 2 m/s, cosa che dà la portata di 11 l/s con il diametro di 2,5 cm. Anche la natura del tubo influisce sulla trasmissione del rumore: il rame emette un suono di 46 dB (A) quando la velocità dell'acqua è di 3,4 m/s;

nelle stesse condizioni si ottengono per la plastica, l'acciaio, il piombo ed il rame con rivestimento plastico, rispettivamente i seguenti risultati: 41, 38, 39 e 29 dB(A). Infine si devono considerare i cambiamenti di direzione e di sezione, specialmente se bruschi, che danno luogo a moti turbolenti dell'acqua e quindi a rumori. In un gomito a squadra il liquido batte contro la parete del tubo successivo e la distribuzione dei filetti liquidi diventa irregolare: il colpo e la turbolenza generano vibrazioni e quindi rumori che si ripercuotono nell'impianto. Qualora si prepari gradualmente il liquido al cambiamento di direzione, guidandolo secondo un largo raggio, il fenomeno risulta notevolmente attenuato. Questi apparecchi possono produrre dei notevoli rumori sia per effetto del movimento dell'acqua, che a causa della loro utilizzazione. I rubinetti e gli scarichi sono, spesso, collegati rigidamente agli apparecchi che, a loro volta, sono fissati alle murature e quindi si devono isolare sia i rubinetti dalle tubazioni, che gli apparecchi dalle strutture murarie. La caduta dell'acqua, specialmente nelle vasche da bagno, fa un rumore che non si può eliminare nel locale dove è installato l'apparecchio, ma la cui trasmissione, nelle stanze vicine, può essere ridotta isolando quest'ultimo dalla muratura. Il distacco degli apparecchi è utile anche perché i colpi che questi ricevono – ad esempio un lavello urtato dal vasellame – vengono, altrimenti, trasmessi al muro come se questo fosse colpito direttamente. Purtroppo la depolarizzazione non si realizza facilmente ed è costosa: per i lavabi si dispongono delle rondelle di gomma tra le mensole e la vaschetta, mentre le vasche si posano sopra una soletta galleggiante, oppure su blocchi antivibranti. Per questi apparecchi si incontra una certa difficoltà nella giunzione con la parete verticale, giunzione che deve risultare stagna. Infine si deve ricordare il rumore provocato dalla cacciata dei W.C.; questa si effettua in tre modi:

- la cacciata con serbatoio all'aria libera;
- la cacciata idropneumatica
- i rubinetti di cacciata.

Con i serbatoi all'aria libera, il riempimento avviene mediante un rubinetto che è chiuso, progressivamente, da un galleggiante. Poiché la sezione del rubinetto è piccola, la velocità dell'acqua risulta notevole e quindi si genera un fischio sgradevole la cui intensità aumenta col progredire della chiusura: questa richiede, tra l'altro, un certo tempo ed è accompagnata, inoltre, anche dal rumore di caduta dell'acqua. Nel sistema idropneumatico, l'acqua arriva dalla parte inferiore di un cilindro chiuso, contenente dell'aria che viene compressa: quando si libera l'acqua questa viene espulsa dalla pressione dell'aria. Il riempimento del cilindro si

effettua con la stessa velocità per tutta la durata e perciò è più rapido e silenzioso. I rubinetti di cacciata producono un rumore intenso, ma breve, perché non devono più riempire un serbatoio: questi possono però dar luogo al colpo d'ariete.

Apparecchi di scarico delle acque usate

Quando si vuota un lavabo, l'acqua di scarico aspira dell'aria dal troppo-pieno: questo genera un moto turbolento e quindi un fischio: per evitarlo vi sono vari artifici:

- si può collegare il troppo-pieno con l'uscita del sifone: ma ciò richiede un sifone ausiliario che impedisca la fuoriuscita degli odori;
- si aumenta la sezione del tubo di scarico in modo che, in corrispondenza della valvola, questa rimanga maggiore di quella del sifone, oppure si dà al raccordo un diametro superiore a quello del tubo di scarico e ciò per ridurre la velocità dell'acqua nel primo. Infine si porta la presa del troppo-pieno in prossimità del sifone.

Il diametro del raccordo dovrebbe essere di 60 mm(2)

Lo scarico non è rumoroso quando la portata è ridotta perché allora il tubo terminale non è pieno e l'aria vi circola liberamente: nel caso contrario, la colonna d'acqua agisce come un pistone ed aspira l'aria attraverso il sifone producendo un gorgoglio sgradevole. Per evitarlo occorre che la depressione dovuta alla differenza di livello tra l'uscita dal sifone e l'arrivo al tubo di caduta non sia troppo forte e praticamente, sia minore dell'altezza dell'acqua contenuta nel sifone. La velocità di scarico dipende anche dal dislivello tra il pelo dell'acqua contenuta nel lavabo ed il raccordo tra il tubo di scarico e quello di caduta, cosa che obbliga a soluzioni di compromesso: conviene, comunque, che il tubo di scarico sia grosso. Anche quello di raccordo deve essere abbondante per evitare la formazione dei vortici che sono molto rumorosi perché aspirano dell'aria. Il collegamento dell'uscita del sifone ad un tubo di ventilazione secondaria riduce il rumore dello scarico. Anche il sifone influisce sulla produzione dei rumori: questo deve determinare delle perdite di carico maggiori di quelle che si verificano nel raccordo e l'altezza dell'acqua in esso contenuta deve essere sufficiente. Le colonne di caduta hanno, generalmente, diametro notevole ed attraversano tutti i piani ai quali trasmettono i rumori dell'acqua. L'attraversamento dei solai ne riduce l'isolamento sia perché le pareti della

tubazione sono relativamente leggere, sia perché resta, quasi sempre, una fessura tra il tubo ed il solaio.

Posizione degli apparecchi

Gli apparecchi sanitari sono fonti di rumori che si sopprimono con difficoltà e con notevole spesa e quindi conviene raggrupparli in ambienti posti in contiguità del vano scale: comunque si deve:

- collocare le colonne montanti e le cadute entro involucri sufficientemente pesanti;
- evitare l'attacco degli apparecchi e dei tubi su pareti leggere che vibrano facilmente;
- evitare l'attacco di apparecchi e tubazioni sulle pareti che separano l'ambiente da quello contiguo se questo è un soggiorno o una stanza da letto;
- utilizzare tubazioni idonee allo scopo.

Sistemi di tubazioni di scarico fonoassorbenti in PVC

Il sistema tubazioni è stato realizzato secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 1329-1 che specifica i requisiti per i tubi, i raccordi e per il sistema di tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo degli scarichi (a bassa ed alta temperatura) sia all'interno della struttura dell'edificio (marcati "BD"). La rigidità anulare supera la classe SN 4. Le sue caratteristiche ignifughe, inoltre, sono state determinate utilizzando il metodo EN 13823 che ne simula l'applicazione.

Il rumore causato dagli impianti all'interno degli edifici

Il rumore è considerato un fattore di stress per l'organismo. Rumori continui e prolungati possono essere infatti un elemento di forte disturbo. Rumori particolarmente molesti derivano dal funzionamento degli impianti collettivi: gli ascensori, gli impianti di riscaldamento e di condizionamento, le apparecchiature e i servizi sanitari. Nella progettazione degli edifici è importante perciò prospettare soluzioni tecnologiche capaci di realizzare le condizioni per il benessere acustico degli individui.

Normative sul rumore

A tale proposito si deve fare riferimento al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 5 dicembre 1997 che introduce i valori limite e i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne, al fine di ridurre l'esposizione al rumore. Il DPCM del 5/12/97 stabilisce che la rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:

- a. **35 dB (A)** per i servizi a funzionamento discontinuo
- b. **25 dB (A)** per i servizi a funzionamento continuo.

Inoltre definisce come servizi a funzionamento discontinuo:

- ascensori
- scarichi idraulici, bagni
- servizi igienici e rubinetteria

La propagazione del suono

L'onda sonora proveniente dai sistemi di scarico può propagarsi all'edificio per via aerea e attraverso la struttura.

Collari certificati anti-vibrazione

Per evitare la trasmissione delle vibrazioni attraverso la struttura, deve essere creata una discontinuità tra la sorgente di vibrazioni e la parete d'installazione. Per realizzare efficacemente e in modo rapido questo isolamento, il sistema dispone di appositi collari certificati DIN 4109 che permettono di assorbire le vibrazioni provenienti dal tubo, evitandone la trasmissione alla struttura della parete d'installazione. Quindi l'applicazione del sistema completo di tubazioni permette di non utilizzare elementi fonoisolanti aggiuntivi.

CARATTERISTICHE TECNICHE

LA GUARNIZIONE PREINSERITA

Il tubo fonoassorbente per colonne di scarico è dotato di guarnizione preinserita e bloccata. La guarnizione preinserita, oltre ad impedire lo sfilamento e limitare la propagazione della vibrazione lungo la colonna, consente una posa in opera molto più veloce, sicura, anche in condizioni di lavoro non ottimali, rispetto ai sistemi di giunzione tradizionali.

PROVE DI LABORATORIO

Per verificare in modo scientifico le caratteristiche di fonoassorbenza, il sistema è stato sottoposto a severi test di laboratorio che hanno coinvolto sia i materiali fonoassorbenti sia la realizzazione di una soluzione di installazione in grado di abbattere in modo drastico la trasmissione del rumore. Per verificare le proprietà di fonoassorbenza del sistema sono stati eseguiti numerosi test dal “Fraunhofer Institut”, Istituto di fisica civile di Stoccarda, specializzato in misurazioni acustiche.

DETERMINAZIONE DEL LIVELLO ACUSTICO DELL’IMPIANTO IN LABORATORIO

Impianto di prova

Impianto per smaltimento acque reflue, costituito da tubi, con guarnizione reinserita e raccordi in lega polimerica a base di PVC collari anti-vibrazione con rivestimento in gomma.

ALLESTIMENTO DELL’IMPIANTO

- La rete di tubazioni consiste in tubi per convogliare le acque reflue (dimensione nominale DN – diametro esterno – 100), due derivazioni di entrata da 87°, due curve da 45° al primo piano interrato con una sezione intermedia di rallentamento (lunghezza 250 mm ca.), più una sezione orizzontale fognaria.
- Morsetti per tubi: collari anti-vibrazione \varnothing 110 mm con rivestimento in gomma lungo la sezione, completamente chiusi, fissati alla parete dell’impianto mediante perni e tiranti a vite.

DESCRIZIONE DELL'INFRASTRUTTURA DI PROVA

Impianto di prova: P12 con parete di installazione di massa relativa 220 Kg/m^2

Sale dell'impianto:

- secondo piano interrato (KG);
- primo piano interrato (UG);
- piano terra (EG);
- piano superiore (DG).

Sale di misurazione:

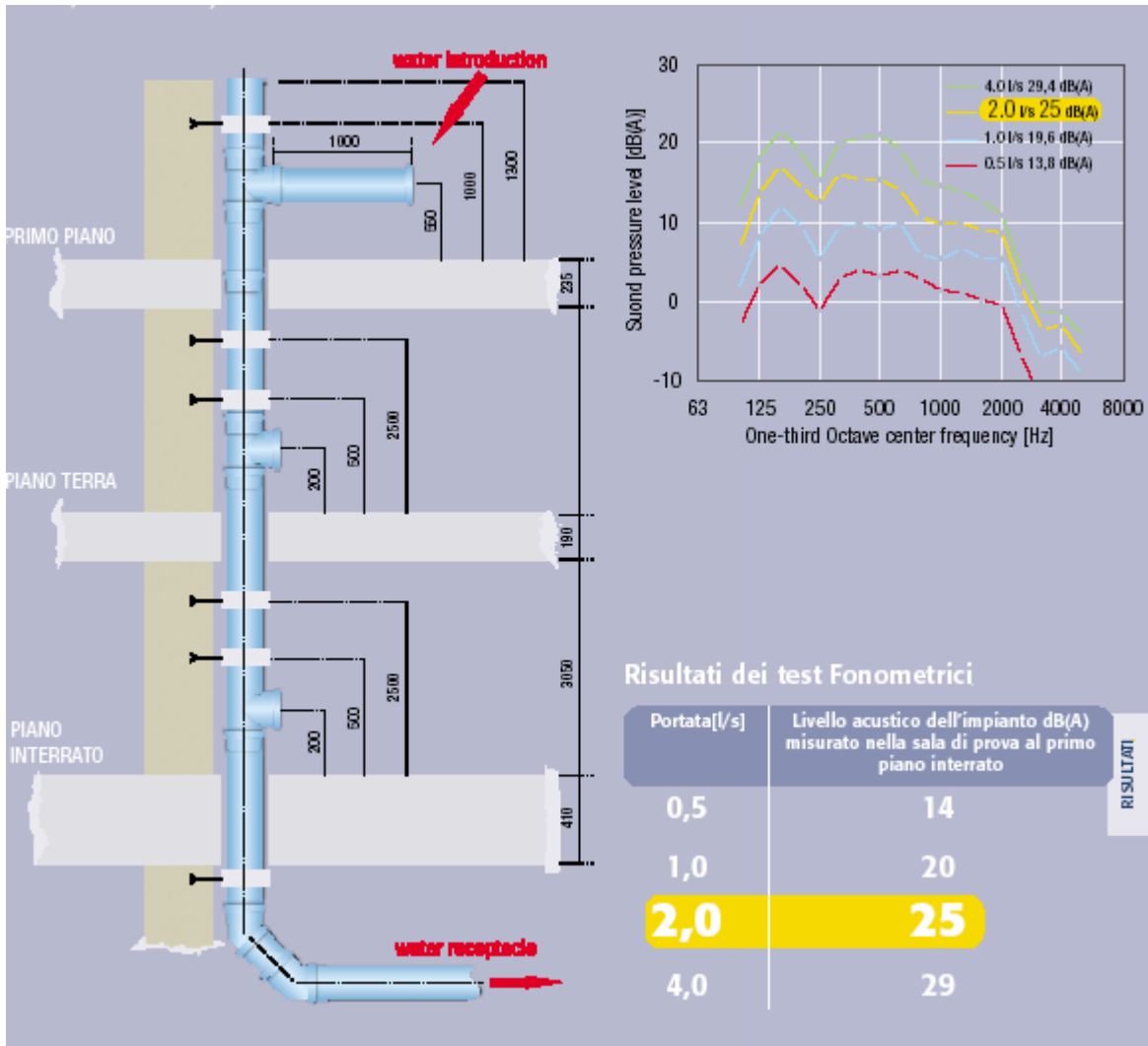
- retro UG (specifiche tecniche secondo lo standard DIN EN 14366).

Metodo di prova:

Le misurazioni sono state effettuate conformemente agli standard tedeschi DIN 52219 e DIN EN 14366, eccitazione acustica mediante flusso stazionario dell'acqua con 0,5 lt/s, 1 lt/s, 2 llt/s e 4 lt/s.

Il "Fraunhofer Institut" dichiara che la portata di 2 lt/s corrisponde al flusso medio richiesto dai WC. A tale portata, il livello acustico dell'impianto è di soli 25 dB (A).

Schema dell'impianto con sistema di tubazione, installato con collari anti-vibrazione con rivestimento in gomma (disegno non in scala, dimensioni in mm)



Il sistema di tubazioni sottoposto a prova, rispetta i requisiti dello standard DIN 4109/A1:2001. Il livello acustico dell'impianto misurato dietro la parete di installazione, è inferiore a 30 dB (A), ben al di sotto del limite di 35 dB(A) definito dal DPCM del 05/12/1997. (Fonte Faraplan)

9. VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE DEGLI EDIFICI

Marco Piana

INDICE

**A. ISOLAMENTO ACUSTICO AL CALPESTIO FRA AMBIENTI
SECONDO NORMA UNI EN 12354 - 2**

**B. LA PROGETTAZIONE ACUSTICA DEGLI EDIFICI.
L'ISOLAMENTO ACUSTICO DELLE FACCIATE**

A) ISOLAMENTO ACUSTICO AL CALPESTIO FRA AMBIENTI

Due sono le norme utilizzate nel campo specifico:

1. UNI EN ISO 717-2

2. UNI EN 12354-2

1. UNI EN ISO 717-2

Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio.

Isolamento del rumore di calpestio.

Lo scopo della presente parte della ISO 717 è di normare un metodo che consenta di convertire i valori di isolamento del rumore di calpestio in funzione della frequenza in un indice di valutazione che caratterizzi la prestazione acustica.

A. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente parte della ISO 717

- ▶ definisce l'indice di valutazione delle grandezze per l'isolamento del rumore di calpestio in edifici e dei solai;
- ▶ prescrive delle regole di determinazione di detti valori in base ai risultati delle misurazioni effettuate per bande di terzo di ottava in conformità alla ISO 140-6 e ISO 140-7 e di ottava in conformità alla ISO 140-7 esclusivamente per le misurazioni in opera;
- ▶ definisce degli indici di valutazione per l'attenuazione del livello di rumore di calpestio dei rivestimenti di pavimentazioni e dei pavimenti antivibranti sulla base dei risultati di misurazioni effettuate in conformità alla ISO 140-8.

L'indice di valutazione delle grandezze in conformità alla presente parte della ISO 717 servono a valutare l'isolamento del rumore di calpestio e a semplificare la formulazione dei requisiti acustici nei capitolati edilizi.

B. DEFINIZIONI

Indice di valutazione dell'isolamento del rumore di calpestio derivato da misurazioni per bande di terzo di ottava: valore, in decibel, della curva di riferimento a 500 Hz dopo spostamento secondo il metodo specificato nella presente parte della ISO 717.

Indice di valutazione dell'isolamento del rumore di calpestio derivato da misurazioni per bande di ottava: Valore, in decibel, della curva di riferimento a 500 Hz dopo spostamento secondo il metodo specificato nella presente parte della ISO 717, ridotto di 5 dB.

Prospetto 1

Indici di valutazione delle proprietà di ISOLAMENTO ACUSTICO DI PAVIMENTAZIONI dal rumore di calpestio.

Derivati da valori per bande di terzo di ottava	
Indice di valutazione	Termine e simbolo
Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, $L_{n,w}$	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, L_n

Prospetto 2

Indici di valutazione dell'ISOLAMENTO ACUSTICO dal rumore di calpestio TRA AMBIENTI negli edifici

Derivati da valori per bande di ottava o di terzo di ottava	
Indice di valutazione	Termine e simbolo
Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, $L'_{n,w}$	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, L'_n
Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $L_{n,T,w}$	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, L'_{nT}

Indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio:

Differenza tra gli indici di valutazione dei livelli di pressione sonora di calpestio normalizzati di un solaio di riferimento senza e con rivestimento per pavimentazioni, ottenuta in conformità al metodo specificato nella presente parte della ISO 717. Detta grandezza è designata da ΔL_w ed è espressa in decibel.

Termine di adattamento allo spettro, C_1 : Valore, in decibel, da aggiungere all'indice di valutazione per tenere conto del livello di rumore di calpestio non ponderato, che rappresenta le caratteristiche di spettri tipo dei rumori di calpestio.

Livello equivalente di pressione sonora di calpestio normalizzato di un solaio nudo

compatto: Somma tra l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato di un solaio nudo sottoposto a prova con il rivestimento per pavimentazioni di riferimento e l'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio del rivestimento per pavimentazioni di riferimento ottenuta in conformità al metodo specificato nella presente parte della ISO 717. Detta grandezza è designata da $L_{n,eq,O,w}$ ed è espressa in decibel.

C. PROCEDIMENTO DI CALCOLO DEGLI INDICI DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO DEL RUMORE DI CALPESTIO**Metodo di confronto****Misurazione per bande di terzo di ottava**

Per valutare i risultati di una misurazione di L_n , L'_n o L'_{nT} per bande di terzo di ottava (con un decimale), avvicinare la curva di riferimento, procedendo a passi di 1 dB, alla curva misurata fino a quando la somma degli scarti sfavorevoli sarà più grande possibile, e comunque non maggiore di 32,0 dB. Uno scarto sfavorevole, ad una frequenza data, si produce quando i risultati delle misurazioni sono maggiori del valore di riferimento. Si devono prendere in considerazione solo gli scarti sfavorevoli. Il valore, in decibel, della curva di riferimento a 500 Hz, dopo spostamento in conformità al presente metodo, è $L_{n,w}$, $L'_{n,w}$, $L'_{n,T,w}$, rispettivamente.

Misurazione per bande di ottava

Per valutare i risultati di una misurazione in opera di L'_n o L'_{nT} per bande di ottava (con un decimale), avvicinare la curva di riferimento, procedendo a passi di 1 dB, alla curva misurata fino a quando la somma degli scarti sfavorevoli sarà più grande possibile, e comunque non maggiore di 10,0 dB. Il valore, in decibel, della curva di riferimento a 500 Hz, dopo spostamento della curva in conformità al presente metodo e dopo riduzione di 5 dB, è L'_n o L'_{nT} rispettivamente. Uno scarto sfavorevole, ad una frequenza data, si produce quando i risultati delle misurazioni sono maggiori del valore di riferimento. Si devono prendere in considerazione solo gli scarti sfavorevoli.

D. PROCEDIMENTO DI CALCOLO DELL' INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ATTENUAZIONE DEL LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO.

Generalità

L'attenuazione, ΔL , del livello di pressione sonora di calpestio (miglioramento dell'isolamento del rumore di calpestio) dei rivestimenti per pavimentazioni sottoposti a prova su una soletta di calcestruzzo omogenea come descritto nella ISO 140-8 è indipendente dal livello di pressione sonora di calpestio normalizzato del solaio nudo, $L_{n,0}$. Tuttavia, gli indici di valutazione dei livelli di pressione sonora di calpestio normalizzati del solaio con e senza rivestimento per pavimentazioni dipendono fino ad un certo punto da $L_{n,0}$. Al fine di ottenere valori confrontabili di ΔL_w tra diversi laboratori, è pertanto necessario riportare i valori misurati di ΔL ad un solaio di riferimento.

Prospetto 3

Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato del solaio di riferimento

Frequenza Hz	$L_{n,r,O}$ dB
100	67
125	67.5
160	68
200	68.5
250	69
315	69.5
400	70
500	70.5
630	71
800	71.5
1000	72
1250	72
1600	72
2000	72
2500	72
3150	72

L'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato del solaio di riferimento $L_{n,r,O,w}$, è 78 dB.

(I valori indicati nel prospetto 4 rappresentano una idealizzazione lineare del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato di una soletta di calcestruzzo omogeneo di 120 mm che, come nella pratica, mostra un andamento orizzontale a frequenze maggiori di 1000 Hz).

Calcolo

Calcolare l'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio ΔL_w in conformità alle formule seguenti:

$$L_{n,r} = L_{n,r,O} - \Delta L$$

$$\Delta L_w = L_{n,r,O,w} - L_{n,r,w} = 78 \text{ dB} - L_{n,r,w}$$

Dove:

$L_{n,r}$ è il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato del solaio di riferimento calcolato con il rivestimento per pavimentazioni in prova;

$L_{n,r,O}$ è il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato del solaio di riferimento definito (vedere prospetto 3);

ΔL è l'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio misurata in conformità alla ISO 140-8;

$L_{n,r,w}$ è l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di rumore di calpestio normalizzato del solaio di riferimento calcolato con il rivestimento per pavimentazioni sottoposto a prova;

$L_{n,r,O,w}$ si ottiene da $L_{n,r,O}$ in conformità al "Metodo di confronto"

E. CALCOLO DEL TERMINE DI ADATTAMENTO ALLO SPETTRO

Termine di adattamento allo spettro per il livello di rumore di calpestio

I risultati di una misurazione di L_n , L'_n o L'_{nT} per bande di terzo di ottava nel campo di frequenze da 100 Hz a 2500 Hz o per bande di ottava nel campo di frequenze da 125 Hz a 2000 Hz sono addizionati su base energetica per ottenere $L_{n,sum}$, $L'_{n,sum}$ o $L'_{nT,sum}$.

Quindi si calcola il termine di adattamento C_1 da una delle formule seguenti:

$$C_1 = L_{n,sum} - 15 - L_{n,w} \text{ dB}$$

$$C_1 = L'_{n,sum} - 15 - L'_{n,w} \text{ dB}$$

$$C_1 = L'_{nT,sum} - 15 - L'_{nT,w} \text{ dB}$$

La soma su base energetica si calcola, per K bande di frequenza, con:

$$L_{sum} = 10 \lg \sum_{i=1}^K 10^{L_i/10} \text{ dB}$$

Termine di adattamento allo spettro per l'attenuazione del rumore di calpestio dei rivestimenti per pavimentazioni

Per acquisire maggiore esperienza nel campo del livello di rumore di calpestio non ponderato (recentemente introdotto) in aggiunta al calcolo dell'attenuazione ponderata del livello di pressione sonora di calpestio ΔL_w basato sulla curva di riferimento può essere determinato e specificato un termine di adattamento allo spettro per l'attenuazione del rumore di calpestio in caso di risposta piatta. Il termine di adattamento allo spettro $C_{1\Delta} = C_{1,r,O} - C_{1,r}$

Dove:

Cl_r è il termine di adattamento allo spettro per il solaio di riferimento con il rivestimento per pavimentazioni sottoposto a prova;

$Cl_{r,O}$ è il termine di adattamento allo spettro per il solaio di riferimento con $L_{n,r,O}$ ($Cl_{r,O} = 10$ dB)

Un indice di valutazione di attenuazione basato sul livello di pressione sonora lineare non ponderato di calpestio ΔL_{lin} può essere calcolato da:

$$\Delta L_{lin} = L_{n,r,O,w} + Cl_{r,O} - (L_{n,r,w} + Cl_r) = \Delta L_w + C_{l,\Delta}$$

Dove:

$L_{n,r,w}$ è l'indice di valutazione del livello di pressione sonora normalizzato di calpestio del solaio di riferimento calcolato con il rivestimento per pavimentazioni sottoposto a prova;

$L_{n,r,O,w}$ si ottiene da $L_{n,r,O}$ ($L_{n,r,O,w} = 78$ dB).

F. PROCEDIMENTO DI CALCOLO DELL'INDICE DI VALUTAZIONE DEL LIVELLO EQUIVALENTE DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO NORMALIZZATO DEI SOLAI NUDI COMPATTI

Per la valutazione delle proprietà di trasmissione del rumore di calpestio dei solai in generale, si utilizza l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato $L_{n,w}$. Tuttavia, è raro che sia utilizzato un solaio di calcestruzzo nudo senza un rivestimento per pavimentazioni. Pertanto, nella presente appendice è indicato un metodo per calcolare un indice di valutazione del livello equivalente di pressione sonora di calpestio normalizzato per solai nudi di calcestruzzo al fine di descrivere l'isolamento del rumore di calpestio di un solaio nudo in rapporto all'effetto di un rivestimento per pavimentazioni su detto solaio.

L'indice di valutazione del livello equivalente di pressione sonora di calpestio normalizzato di un solaio nudo compatto, $L_{n,eq,O,w}$ può essere utilizzato per calcolare l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, $L_{n,w}$ di detto solaio nudo con un rivestimento per pavimentazioni di cui è noto ΔL_w come segue:

$$L_{n,w} = L_{n,eq,O,w} - \Delta L_w$$

Rivestimento di riferimento per pavimentazioni

Il rivestimento di riferimento per pavimentazioni è definito dai valori di attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio (miglioramento dell'isolamento al rumore di calpestio), ΔL_r , indicati nel prospetto 4:

Prospetto 4

Attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio di un rivestimento di riferimento per pavimentazioni

Frequenza Hz	ΔL dB
100	0
125	0
160	0
200	2
250	6
315	10
400	14
500	18
630	22
800	26
1000	30
1250	30
1600	30
2000	30
2500	30
3150	30

L'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio del rivestimento di riferimento per pavimentazioni, $\Delta L_{r,w}$ è di 19 dB.

Calcolo

L'indice di valutazione del livello equivalente di pressione sonora di calpestio normalizzato dei solai nudi compatti, $L_{n,eq,O,w}$, si calcola utilizzando le formule seguenti:

$$L_{n,1} = L_{n,0} - \Delta L_r$$

$$\begin{aligned} L_{n,eq,0,w} &= L_{n,1,w} + \Delta L_w \\ &= L_{n,1,w} + 19 \text{ dB} \end{aligned}$$

dove:

$L_{n,1}$ è il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato del solaio sottoposto a prova calcolato con il rivestimento di riferimento per pavimentazioni;

$L_{n,0}$ è il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato del solaio nudo sottoposto a prova misurato in conformità alla ISO 140-6;

ΔL_i è l'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio del rivestimento di riferimento per pavimentazioni, definita nel prospetto 4;

$L_{n,1,w}$ è l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato del solaio sottoposto a prova calcolato con il rivestimento di riferimento per pavimentazioni;

$L_{n,1,w}$ si ottiene da $L_{n,1}$ in conformità al "Metodo di confronto".

G. ESEMPIO

A) Solaio nudo compatto – Misure in laboratorio

$$L_{n,sum} = 83,5 \text{ dB}$$

$$\text{Somma scarti } 28 < 32$$

$$L_{n,w} = 79 \text{ dB}$$

$$C_i = 83,5 - 15 - 79 = - 10 \text{ dB}$$

B) solaio come precedente con rivestimento in piastrelle

$$L_{n,sum} = 76,1 \text{ dB}$$

$$\text{Somma scarti } 30 < 32$$

$$L_{n,w} = 64 \text{ dB}$$

$$C_i = 76,1 - 15 - 64 = - 3 \text{ dB}$$

C) Solaio di riferimento con rivestimento

$$L_{n,sum} = 75,7 \text{ dB}$$

$$L_{n,r,0,w} = 78 \text{ dB}$$

$$\text{Somma scarti } 28,4 < 32$$

$$L_{n,r,w} = 63 \text{ dB}$$

$$\Delta L_w = 78 - 63 = 15 \text{ dB}$$

$$C_{i,r} = 75,7 - 15 - 63 = -2 \text{ dB}$$

$$\Delta L_{in} = 78 - 10 - (63 - 2) = 7 \text{ dB}$$

2. UNI EN 12354-2

Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni, di prodotti.
Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.

A. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma europea definisce i modelli di calcolo per valutare l'isolamento acustico al calpestio tra ambienti sovrapposti, basandosi principalmente sui dati rilevati che caratterizzano la trasmissione diretta o laterale indiretta degli elementi di edificio interessati; specifica inoltre i metodi di valutazione della propagazione del suono negli elementi strutturali. È descritto un modello dettagliato di calcolo per bande di frequenza; a partire dai risultati dei calcoli può essere determinato l'indice di valutazione. Da questo primo modello è dedotto un modello semplificato con un campo di applicazione limitato, adatto a calcolare in modo diretto l'indice di valutazione a partire dagli indici di valutazione degli elementi. La presente norma europea descrive inoltre i principi dello schema di calcolo, elenca le grandezze pertinenti, definendone le applicazioni ed i limiti. È destinata ad esperti di acustica e fornisce una struttura finalizzata allo sviluppo di documenti applicativi e di strumenti per utilizzatori nel campo dell'edilizia, tenendo conto delle condizioni locali. I modelli di calcolo qui descritti applicano l'approccio più generale ai fini tecnici, con un legame chiaramente definito con grandezze misurabili che specificano le prestazioni di elementi di edificio. Vengono altresì descritti i limiti noti di tali modelli di calcolo. Gli utilizzatori, tuttavia, dovrebbero essere a conoscenza del fatto che esistono anche altri modelli di calcolo, ciascuno dei quali con applicabilità e limiti propri. I modelli sono basati sull'esperienza di previsione per edifici ad uso residenziale; tali modelli potrebbero essere utilizzati anche per altri tipi di edificio a condizione che il sistema di costruzione e le dimensioni degli elementi non siano troppo diversi da quelli utilizzati per le abitazioni.

B. GRANDEZZE RILEVANTI

Grandezze per esprimere le prestazioni di un edificio.

Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico,

L'_n :

Livello di pressione sonora di calpestio corrispondente all'area di assorbimento acustico equivalente di riferimento nell'ambiente ricevente.

$$L'_n = L_i + 10 \log \frac{A}{A_0} \text{ (dB)}$$

Dove:

L_i = livello pressione sonora di calpestio nell'ambiente ricevente (dB)

A = area assorbimento equivalente ambiente ricevente (m^2)

A_0 = area di assorbimento equivalente di riferimento; per le abitazioni $A_0 = 10m^2$

Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico

rispetto al tempo di riverberazione L'_{NT} : livello di pressione sonora di calpestio

corrispondente ad un valore di riferimento del tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente.

$$L'_{NT} = L_i - 10 \log \frac{T}{T_0} \text{ dB}$$

Dove:

T = tempo riverberazione ambiente ricevente (sec)

T_0 = tempo di riverberazione di riferimento (per le abitazioni: $T_0 = 0,5$ sec)

Questa grandezza deve essere determinata in conformità alla EN ISO 140-7

Relazione tra grandezze

La relazione tra le grandezze L'_N è determinata mediante:

$$L'_{NT} = L'_N - 10 \log \frac{0,16V}{A_0 T_0} = L'_N - 10 \log 0,032 V \text{ (dB)}$$

Dove:

$V =$ Volume ambiente ricevente (m^3)

Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato L_n : livello di pressione sonora di calpestio corrispondente all'area di assorbimento equivalente di riferimento nell'ambiente ricevente.

$$L_n = L_i + 10 \log \frac{A}{A_0} \text{ dB}$$

Dove:

L_i = livello di pressione sonora di calpestio nell'ambiente ricevente, utilizzando un generatore di rumore di calpestio normalizzato in conformità alla EN ISO 140 – 7, in decibel;

A è l'area di assorbimento equivalente nell'ambiente ricevente, in m^2 ;

A_0 è l'area di assorbimento equivalente di riferimento con $A_0 = 10 m^2$.

Questa grandezza deve essere determinata in conformità alla EN ISO 140-6.

Attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio Δ_L (incremento dell'isolamento dal rumore di calpestio): attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio ottenuto con la posa in opera del rivestimento di pavimentazione sottoposta a prova.

$$\Delta_L = L_{n0} - L_n \text{ (dB)}$$

dove:

L_{n0} livello di pressione sonora di calpestio normalizzato in assenza del rivestimento in decibel;

L_n livello di pressione sonora di calpestio normalizzato con rivestimento in opera, in decibel.

Questa grandezza deve essere determinata in conformità alla EN ISO 140-8.

Attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio, ΔL_d : attenuazione del livello di pressione sonora, ottenuta aggiungendo un rivestimento addizionale sul lato ricevente dell'elemento divisorio (pavimento). Questa grandezza deve essere determinata in conformità alla EN ISO 140-8.

Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato laterale $L_{n,r}$: Media nel tempo e nello spazio del livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente prodotto da un generatore di

calpestio normalizzato che agisce sull'elemento in diverse posizioni nell'ambiente emittente, normalizzato rispetto all'area di assorbimento equivalente di riferimento (A_o) nell'ambiente ricevente; $A_o = 10 \text{ m}^2$. La trasmissione è considerata solamente quando la misurazione è effettuata attraverso un elemento laterale specificato, per esempio, un pavimento sopraelevato.

$$L_{n,f} = L_i + 10 \lg \frac{A}{A_o} \text{ dB}$$

Questa grandezza deve essere determinata in conformità al prEN ISO 10848-1.

Per i pavimenti sopraelevati vedere EN ISO 140-12.

Potere fonoisolante, R : dieci volte il logaritmo in base dieci del rapporto tra la potenza sonora, W_1 , incidente su un campione di prova, e la potenza sonora, W_2 , trasmessa attraverso il campione.

$$R = 10 \log \frac{W_1}{W_2} \text{ dB}$$

Questa grandezza deve essere determinata in conformità alla EN ISO 140-3.

Incremento del potere fonoisolante ΔR : differenza tra potere fonoisolante di una struttura di base completa di un rivestimento supplementare (per esempio un controsoffitto) e il potere fonoisolante per trasmissione diretta della struttura di base senza tale rivestimento.

C. MODELLI DI CALCOLO

La potenza sonora irradiata nell'ambiente ricevente è dovuta al suono irradiato da ciascun elemento strutturale in quell'ambiente. Il suono irradiato da ciascun elemento strutturale è causato dal suono trasmesso a tale elemento e dovuto a calpestio su un elemento strutturale posto nell'ambiente emittente. Si suppone che la trasmissione per mezzo di ciascuna di queste vie può essere considerata indipendente e che i campi sonori e vibratorii si comportano in modo statistico, cosicché il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L'_n , può essere ottenuto sommando l'energia trasmessa per mezzo di ciascuna via. Le vie di trasmissione considerate sono definite nella figura 1, nella quale d indica la trasmissione diretta ed f la trasmissione laterale relative al rumore di calpestio. Per gli

ambienti sovrapposti, il livello totale della pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L'_n , nell'ambiente ricevente è determinato mediante:

$$L'_N = 10 \lg \left(10^{L_{nd}/10} + \sum_{j=1}^n 10^{L_{nj}/10} \right) \text{ dB}$$

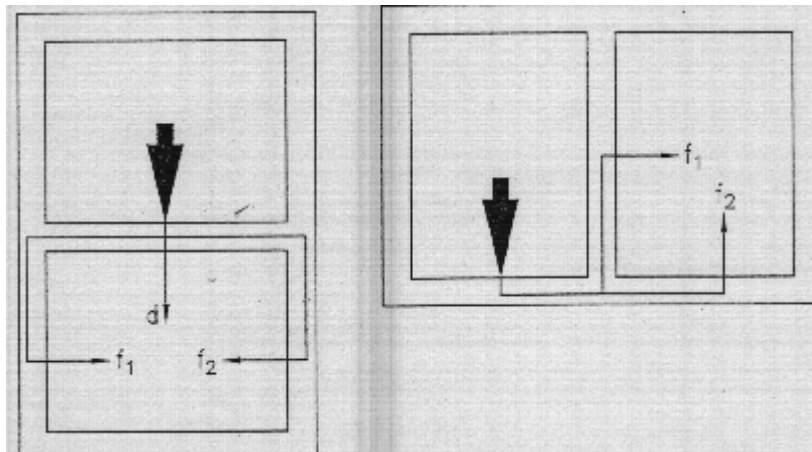
Dove:

$L_{n,d}$ è il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato per trasmissione diretta, in decibel;

$L_{n,ij}$ è il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato per trasmissione laterale, in decibel;

n è il numero degli elementi.

Definizione delle diverse vie di trasmissione sonora tra due ambienti, rispettivamente sovrapposti e adiacenti.



Per gli ambienti adiacenti il livello totale di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L'_n , nell'ambiente ricevente è determinato mediante:

$$L'_N = 10 \lg \sum_{j=1}^n 10^{L_{nj}/10} \text{ dB}$$

D. MODELLO SEMPLIFICATO

Calcola le prestazioni dell'edificio sotto forma di "Indice di valutazione" a partire dagli indici di valutazione relativi alle prestazioni degli elementi considerati.

L'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato è basato sugli indici degli elementi con procedimento dato da EN ISO 717-2 con il seguente campo di impiego:

- Ambienti sovrapposti
- Pavimenti omogenei
- Smorzamento strutturale medio
- Trasmissione laterale è considerata
- Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento:

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

K correzione per trasmissione laterale

(vedi tabella di prospetto 1)

attraverso costruzioni laterali su queste sono provviste di rivestimenti con frequenza di risonanza $f_0 < 125 \text{ Hz}$

non sono contemplate nel calcolo della massa media

Reperimento dei valori dei due parametri:

- 1) $L_{n,w,eg}$ = indice di valutazione del livello equivalente di pressione sonora di calpestio normalizzato
(vedi app. B2 della norma UNI EN 12354-2
oppure sperimentalmente con norma EN ISO 717-2)

$$L_{n,w,eg} = 164 - 35 \lg \frac{m'}{m'o}$$

$$m' = \text{Kg/m}^2$$

$$(100 - 600 \text{ Kg/m}^2)$$

$$m'o = 1 \text{ Kg/m}^2$$

TERMINE DI CORRELAZIONE K IN dB

Massa per unità di area del'elemento divisorio (pavimento) Kg/m^2	Massa media per unità di area degli elementi laterali omogenei non ricoperti con rivestimenti supplementari Kg/m^2								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

- 2) ΔL_w = indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio del rivestimento della pavimentazione
oppure sperimentalmente con norma EN ISO 717-2
(es. galleggianti e rivestimenti resilienti)

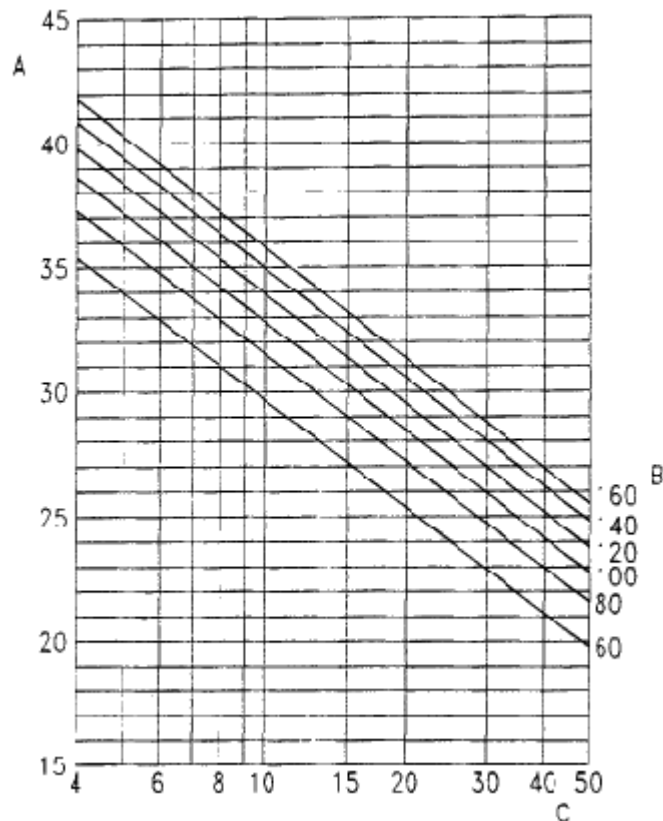
Gli indici di calcolo possono essere dedotti dalle figure C1 e C2:

Fig. C1

Indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio per pavimenti galleggianti in malta di cemento o solfato di calcio

Legenda

- A Indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora, ΔL_w , in dB
B Massa per unità di area del pavimento galleggiante, in Kg m^{-2}
C Rigidità dinamica per unità di area, s' , dello strato resiliente, in MN m^{-3}

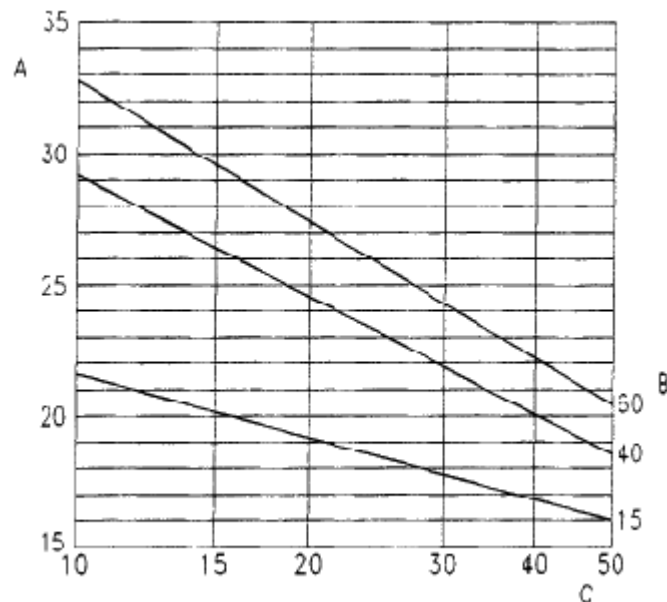


b) Per pavimenti galleggianti in asfalto o per pavimenti galleggianti a secco, i valori possono essere dedotti dalla figura C2:

Indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio per pavimenti galleggianti in asfalto o per pavimenti a secco

Legenda

- A Indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora, ΔL_w , in dB
- B Massa per unità di area del pavimento galleggiante, in Kgm^{-2}
- C Rigidità dinamica per unità di area, s' , dello strato resiliente, in MNm^{-3}



Nota: Quando sono presenti due o più strati resilienti, la rigidità dinamica per unità di area dovrebbe essere calcolata utilizzando la seguente formula:

$$S'_{\text{tot}} = \left[\sum_{i=1}^n \frac{1}{s'_i} \right]$$

dove:

S'_i è la rigidità dinamica per unità di area dello strato resiliente, i , come dalla EN 29052-1 “Acoustics – Determination of dynamic stiffness – Materials used under floating floors in dwellings”, misurata senza nessun precarico.

Ciò è valido unicamente quando ciascuno strato resiliente ricopre interamente la superficie del pavimento, senza alcuna interruzione o separazione, per esempio, per tubazioni del riscaldamento, dell’acqua o di impianti elettrici.

E. ESEMPIO

MODELLO SEMPLIFICATO

SITUAZIONE

Si calcoli L'_n tra due ambienti sovrapposti separati da soletta in calcestruzzo rivestita da pavimento galleggiante

Volumi ambienti 50 m^3

Pavimento $S_i = 5 \times 4 = 20 \text{ m}^2$

Calcestruzzo 140 mm , $m' = 0,14 \times 2300 \text{ Kg/m}^3 = 322 \text{ Kg/m}^2$

Pavimento galleggiante: calcestruzzo di 35 mm di spessore $m' = 80 \text{ Kg/m}^2$ + isolante lana minerale di 20 mm di spessore con $S' = 8 \text{ MN/m}^3$

1) calcolo $L_{n,w,eq}$

$$\begin{aligned} L_{n,w,eq} &= 164 - 35 \lg \frac{m'}{m'_o} \\ &= 164 - 35 \lg \frac{322}{1} = 76,22 \text{ dB} \sim 76 \text{ dB} \end{aligned}$$

2) calcolo ΔL_w

da fig. C1 $S' = 8$

$$m' = 80$$

$$\Delta L_w = 33 \text{ dB}$$

3) calcolo coefficiente K

K = 2 dB da tabella di correlazione

$m' = 145 \text{ Kg/m}^2$ media masse superficiali pareti laterali

Calcolo indice finale

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K = 76 - 33 + 2 = 45 \text{ dB}$$

Calcolo indice finale normalizzato rispetto tempo riverbero:

$$L'_{ntw} = L'_{n,w} - 10 \lg \frac{V}{30} \quad (\cong L'_n - 10 \lg 0,032 V)$$

$$= 45 - 10 \lg \frac{50}{30}$$

$$= 45 - 2,2 = 42,8 = 43 \text{ dB}$$

vedi DPCM 2.12.97 e tabelle relative.

B) LA PROGETTAZIONE ACUSTICA DEGLI EDIFICI: L'ISOLAMENTO ACUSTICO DELLE FACCIATE

- 1) PREMESSA
- 2) GLI OBBLIGHI DI LEGGE
- 3) LA NORMATIVA VIGENTE
- 4) LA LEGISLAZIONE ITALIANA ED EUROPEA
- 5) PROGETTAZIONE E VERIFICA DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA DI EDIFICIO

1. PREMESSA

A fronte della sempre crescente attenzione alle problematiche ambientali e alla coscienza di dover affrontare e risolvere i problemi relativi ad uno sviluppo realmente sostenibile, anche l'edilizia inizia a considerare nuovi percorsi.

Da tempo si parla di “sviluppo sostenibile” e “eco compatibile”: disciplina progettuale che, attraverso studi svolti da medici, architetti, ingegneri, geologi, ecc., cerca di dare una risposta all'origine di alcuni problemi che insidiano la salute dell'uomo e la salvaguardia dell'ambiente. Promuovere un'edilizia sostenibile, in sintesi, vuol dire pensare anche soluzioni costruttive compatibili con la soddisfazione dell'utenza, la salvaguardia dell'ambiente e la creatività del progettista. In poche parole la città viene intesa come un ecosistema in cui promuovere una integrazione armoniosa tra la natura, l'uomo e ciò che egli stesso costruisce: **una casa per una città a misura d'uomo.**

Il rumore era, sino a poco tempo fa, una delle fonti di inquinamento più sottovalutate e meno controllate e solo da poco è stato riconosciuto come grave minaccia per la salute e per il benessere psico – fisico dell'uomo; presa di coscienza che ha portato ad elaborare leggi che regolamentano i livelli ammissibili di inquinamento da rumore.

L'inquinamento da rumore e l'interferenza che si materializza in termini di disturbo da rumore, sono parametri determinati nella definizione della qualità ambientale; un'unità abitativa o un

ufficio inseriti in un ambiente rumoroso sono meno appetibili e quindi il rumore incide sulla quotazione degli immobili.

Non sempre però è facile valutare la rumorosità caratteristica e potenziale di una unità immobiliare per la quale si potrebbe avere interesse. Non basta infatti controllare se l'immobile ha doppi vetri per avere la certezza di abitare un ambiente silenzioso.

Occorre approfondire ogni aspetto, verificando:

- l'isolamento acustico delle facciate, intese come insieme di elementi di tamponamento e di elementi finestrati complessi;
- l'isolamento acustico dei divisori verticali ed orizzontali, migliorabile attraverso applicazione o inserzione di materiali ad elevata resa acustica o soluzioni tecniche di equivalente valenza;
- l'isolamento al calpestio delle solette, adeguabile attraverso pavimenti galleggianti o soluzioni analoghe;
- il basso livello di emissione degli impianti sanitari, contenibile attraverso la posa svincolata dei componenti o la scelta di soluzioni a basso rumore intrinseco;
- il rumore degli impianti di servizio quali ascensore, riscaldamento, autoclavi, ecc..

E' in fase di progetto che prende forma e si rende possibile la vera protezione contro i rumori esterni ed interni dell'edificio.

La progettazione acustica dovrà quindi essere "guidata", considerando prima di tutto l'edificio come blocco da difendere dal rumore intrusivo dell'ambiente esterno, per poi scomporlo nelle singole unità a cui dare difesa dal rumore intrusivo generato a seconda della destinazione d'uso e, in ultimo, rendere il rumore proprio delle singole unità in condizioni di accettabilità.

Sono state pubblicate tre parti della norma UNI EN 12354 "Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti" e precisamente:

- Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti
- Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
- Parte 3: Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.

La Parte 1 descrive modelli di calcolo per valutare l'isolamento dal rumore trasmesso per via aerea tra i diversi ambienti di un edificio, utilizzando principalmente i dati misurati che

caratterizzano la trasmissione laterale diretta o indiretta da parte degli elementi di edificio e i metodi di derivazione teorica riguardanti la propagazione sonora negli elementi strutturali.

La Parte 2 definisce, in particolare, i modelli di calcolo per l'isolamento acustico al calpestio tra ambienti sovrapposti. La Parte 3 definisce invece un modello di calcolo per l'isolamento acustico o la differenza di livello di pressione sonora di una facciata o di una diversa superficie esterna di un edificio. Il calcolo è basato sul potere fonoisolante dei diversi elementi che costituiscono la facciata e considera la trasmissione diretta e laterale. Il calcolo fornisce dei risultati che approssimativamente dovrebbero corrispondere ai risultati ottenuti con misurazioni in opera, secondo la UNI EN ISO 140 – 5. I risultati del calcolo possono essere altresì utilizzati per determinare il livello di pressione sonora immesso in ambiente interno dovuto, per esempio, al rumore del traffico stradale.

L'inquinamento da rumore e l'interferenza che si materializza in termini di disturbo da rumore, sono parametri determinanti nella definizione della qualità di un ambiente. Non sempre però è facile valutare la rumorosità caratteristica e potenziale di una unità immobiliare per la quale si potrebbe avere interesse:

- 1) nella Legge n. 447 “Legge quadro sull'inquinamento acustico”, all'art. 8 il legislatore fa intravedere la volontà di attivare questa iniziativa di attività preventiva, introducendo la valutazione del clima acustico oltre la previsione e valutazione dell'impatto acustico con riferimento ad un gran numero di tipologie di attività ed anche in riferimento ai requisiti degli edifici;
- 2) nel DPCM 05 – 12 – 97 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”, si focalizza l'importanza dell'intervento tecnico in fase progettuale e di controllo, presupposto di una efficace azione di contenimento dell'inquinamento acustico e dell'esposizione al rumore

E' bene ricordare che sono disponibili tutte le norme utili all'esecuzione di collaudi e di verifiche dell'isolamento acustico, sia in opera che in laboratorio. La serie delle norme UNI EN ISO 140, se correttamente applicate e poste in relazione alla UNI EN ISO 717 Parte 1 e Parte 2, consente di svolgere tutte le verifiche richieste dal DPCM stesso e, quindi, mettere a disposizione dell'acquirente la certificazione di conformità dell'edificio ai requisiti richiesti in funzione dell'utilizzo.

2. GLI OBBLIGHI DI LEGGE: LEGGE 447/95, DPCM 5/12/97

Premessa

In data 30 ottobre 1995, sul Supplemento ordinario alla gazzetta Ufficiale n. 254, è stata pubblicata la “Legge quadro sull’inquinamento acustico” – Legge 26 ottobre 1995 n. 447 che stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela del rumore prodotto dall’ambiente esterno e dall’ambiente abitativo, ai sensi e per gli effetti dell’art. 117 della Costituzione.

L’art. 3 della suddetta legge fissa le competenze dello Stato ed in particolare, al comma 1) lettera e), al fine di ridurre l’esposizione umana al rumore, affida al Ministero dell’Ambiente, di concerto con il Ministero della Sanità e con quelli dei Lavori Pubblici e dell’Industria, l’incarico di stabilire, a mezzo decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici stessi e dei loro componenti in opera.

In ottemperanza ai disposti sopra citati, in data 22 dicembre 1997 sulla Gazzetta Ufficiale n. 297 è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”.

Sintesi del DPCM 5/12/97

L’art. 1 precisa che, in attuazione dell’art. 3 comma 1) lettera e) della Legge 26 ottobre 1995 n. 447, il decreto 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.

Ai fini dell’applicazione del decreto gli ambienti abitativi sono distinti nelle categorie indicate nella tabella A del documento, di seguito riportata.

Tabella A – Classificazione degli ambienti abitativi (art. 2)

Categoria A	Edifici adibiti a residenza o assimilabili
Categoria B	Edifici adibiti a 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

Al comma 2) di questo articolo sono definiti componenti degli edifici sia le partizioni orizzontali che quelle verticali.

Il comma 3) definisce servizi a funzionamento discontinuo gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria. Il comma 4) definisce servizi a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento.

Infine il comma 5) rimanda all'Allegato A del decreto la definizione delle grandezze acustiche cui fare riferimento. Al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore sono indicati in Tabella B, qui di seguito riportata, i valori limite delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne, definiti nell'allegato A del DPCM.

Tabella B - Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici (art. 3)

Categorie di cui alla tab. A	$R^2_w(*)$	$D_{2m,n} T_{.w}$	$L^2_{n.w}$	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^2_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari

Nota: per quanto riguarda l'edilizia scolastica i limiti per il tempo di riverberazione sono quelli riportati nella normativa precedentemente emanata (Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967 e successivo Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975, per altro non citato nel DPCM in esame).

Le grandezze di riferimento riportate alla tab. B, che caratterizzano i requisiti acustici degli edifici, da determinare con misure in opera, sono:

- il tempo di riverberazione (T)
- il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione tra ambienti (R^2). Tale grandezza rappresenta il potere fonoisolante degli elementi di separazione tra alloggi e tiene conto anche delle trasmissioni laterali (dB).

Dai valori R^2 , espressi in funzione delle frequenza (terzi di ottava), si passa all'indice di valutazione R^2_w del potere fonoisolante apparente delle partizioni fra ambienti facendo ricorso ad una apposita procedura.

L'indice di valutazione permette quindi di caratterizzare con un solo numero le proprietà fonoisolanti della partizione.

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 sonoro (dB)

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

L_2 è il livello di pressione sonora medio nell'ambiente ricevente (dB).

T è il tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente in s.

T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento pari a 0,5 s.

Dai valori $D_{2m,nT}$, espressi in funzione della frequenza, si passa all'indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT}$) facendo ricorso ad un'apposita procedura.

L'indice di valutazione permette quindi di caratterizzare con un solo numero le proprietà fonoisolanti della facciata.

- il livello di calpestio normalizzato (L_{2n})

Dai valori L_{2n} espressi in funzione della frequenza (terzi di ottava), si passa all'indice L_{2nw} del livello di calpestio di solaio normalizzato facendo ricorso ad una apposita procedura.

L'indice di valutazione permette quindi di caratterizzare, con un solo numero, le proprietà di isolamento del solaio ai rumori di impatto.

- $L_{A\ Smax}$ è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A, con costante di tempo slow, prodotta dai servizi a funzionamento discontinuo.
- L_{Aeq} è il livello massimo di pressione sonora ponderata A, prodotta dai servizi a funzionamento continuo.

Art. 4 – Entrata in vigore

Poiché il DPCM entra in vigore sessanta giorni dopo la sua pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale n. 297 del 22 dicembre 1997, lo stesso diviene operante dal 21 febbraio 1998.

In questa sede illustreremo brevemente le conseguenze pratiche che si avranno, ad esempio nell'edilizia residenziale, per rispettare l'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ il cui valore, inteso come indice di valutazione, è fissato in 40 dB.

Per quanto riguarda l'isolamento acustico delle facciate occorre che di norma nell'edilizia residenziale le stesse sono costituite da tre parti:

- il muro e il suo isolamento termico
- le finestre (vetro + telaio)
- i cassonetti, nel caso di sistemi tradizionali di oscuramento con tapparelle

Affinché l'influenza della parte opaca, opportunamente mediata con quella trasparente, risulti trascurabile sull'isolamento globale della parete esterna, è necessario in ogni caso che la stessa abbia un potere fonoisolante R_w superiore ai 50 dB.

Bisogna poi tenere presente che l'isolamento acustico delle facciate è pesantemente condizionato dalla presenza dei serramenti e a sua volta questi ultimi da quella dei cassonetti e dalla quantità di tenuta e dal peso dei telai.

Infatti, per ottenere un potere isolante del complesso vetro + telaio + cassonetto R_w maggiore od eguale a 40 dB, occorre:

- un vetro - camera, ben sigillato sul telaio e con la camera d'aria riempita possibilmente di uno speciale gas che ne aumenta considerevolmente il potere fonoisolante ($R_w = 40$ dB circa);
- un telaio di potere fonoisolante non inferiore a quello del vetro e quindi con R_w di 40 dB. Ciò può essere ottenuto solo con serramenti particolari, piuttosto pesanti e possibilmente a taglio termico;
- telai ermetici sia lungo i giunti tra parti mobili che tra telaio e controtelaio;
- un cassonetto con potere fonoisolante R_w 35 – 38 dB.

Da quanto esposto si evince che un potere fonoisolante del complesso telaio + vetro + cassonetto di circa 40 dB può quindi essere ottenuto solo adottando soluzioni abbastanza complesse e non ancora note alla maggior parte dei progettisti.

Un'importante osservazione per concludere: per realizzare edifici realmente protetti contro i rumori sia interni che esterni è indispensabile che:

- progettisti ed imprese acquisiscano un'adeguata cultura nell'acustica edilizia sui materiali, sulle tecniche di insonorizzazione e sugli accorgimenti da adottare in sede di posa in opera;
- non vengano impiegati materiali isolanti non idonei ai fini acustici;
- vengano esercitati controlli sia in corso d'opera sia a lavoro finito;
- intervenga, in tutte le fasi dell'opera e cioè dal progetto all'esecuzione, una nuova figura: quello dello specialista di acustica che affianchi l'impresa e che garantisca, con la sua specifica competenza, il rispetto dei disposti della nuova normativa.

3. LA NORMATIVA VIGENTE

ELENCO NORME

UNI EN ISO 140

Acustica – Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio

Parte 1 – Requisiti per le attrezzature di laboratorio con soppressione della trasmissione laterale;

Parte 3 – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio;

Parte 4 – Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti;

Parte 5 – Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate;

Parte 6 – Misurazioni in laboratorio dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai;

Parte 7 – Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai;

Parte 8 – Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio pesante normalizzato.

UNI EN 20140

Acustica – Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio

Parte 2 – Determinazione, verifica e applicazione della precisione dei dati;

Parte 9 – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea da ambiente e ambiente coperti dallo stesso controsoffitto;

Parte 10 – Misura in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di piccoli elementi di edificio.

UNI EN ISO 717

Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio

Parte 1 – Isolamento di rumori aerei

Parte 2 – Isolamento di rumore di calpestio

UNI EN 29052 – 1

Acustica – Determinazione della rigidità dinamica. Materiali utilizzati sotto i pavimenti galleggianti negli edifici residenziali

UNI EN ISO 11654

Acustica – Assorbitori acustici per l'edilizia – Valutazione dell'assorbimento acustico

UNI EN ISO 140 – 12:2001

Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico dai rumori trasmessi per via aerea e dal calpestio tra due ambienti attraverso un pavimento sopraelevato.

UNI EN ISO 3382:2001

Acustica – Misurazione del tempo di riverberazione di ambienti con riferimento ad altri parametri acustici.

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.

UNI EN 12354-2:2002

Acustica in edilizia – Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.

UNI EN 12354 – 3:2002

Acustica in edilizia – Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.

UNI EN 12354 – 4:2003

Acustica in edilizia – Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Trasmissione del rumore interno all'esterno.

UNI EN 12549:2001

Acustica – Procedure per prove di rumorosità degli utensili per l’inserimento di elementi di fissaggio – Metodo tecnico progettuale.

4. LEGISLAZIONE ITALIANA ED EUROPEA

Italia – Europa

D.P.C.M. 1/3/91 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno;

Decreto Legislativo n. 277 “ATTUAZIONE DELLE DIRETTIVE n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE n. 88/642 in MATERIA DI PROTEZIONE DEI LAVORATORI CONTRO I RISCHI DERIVANTI DA ESPOSIZIONE AD AGENTI CHIMICI, FISICI E BIOLOGICI DURANTE IL LAVORO, A NORMA DELL’ART. 7 DELLA LEGGE 30 LUGLIO 1990, N. 212”.

Decreto Legislativo n. 137 “Livello di potenza acustica del rumore prodotto nell’ambiente atmosferico e di pressione acustica del rumore propagato nell’aria e misurato sul posto di guida ammessi per le gru a torre utilizzate per compiere lavori nei cantieri industriali ed edili”

Legge 26 Ottobre 1995 n. 447 “Legge Quadro sull’inquinamento acustico”

Decreto 11/12/1996 “Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo”.

D.P.C.M. 18 Settembre 1997 – Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante.

Decreto 31 Ottobre 1997 – Metodologia di misura del rumore aereoportuale.

D.P.C.M. 14 Novembre 1997 – Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore

D.P.C.M. 5 Dicembre 1997 – Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici

Decreto 11 Dicembre 1997 n. 496 – Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico degli aereomobili civili.

D.P.C.M. 19 Dicembre 1997 – Proroga dei termini per l'acquisizione delle apparecchiature di controllo e registrazione nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 18 Settembre 1997.

Decreto 16 Marzo 1998 – Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.

D.P.C.M. 31 Marzo 1998 – Tecnico Competente.

D.P.R. n. 459 – 18 Novembre 1998 – regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 Ottobre 1995, 447, in materia di inquinamento acustico derivante dal traffico ferroviario.

Estratto legge 9 Dicembre 1998, n. 426, Nuovi interventi in campo ambientale.

D.P.C.M. 16 Aprile 1999 n. 215 – Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi.

Decreto 20 Maggio 1999 – Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico.

Decreto Legislativo 27 Luglio 1999 n. 271 “Adeguamento della normativa sulla sicurezza e salute dei lavoratori marittimi a bordo delle navi mercantili da pesca nazionali, a norma della legge 31 Dicembre 1998, n. 485”.

D.P.R. 9 Novembre 1999 n. 476 – “Regolamento recante modificazioni al decreto del Presidente della Repubblica 11 Dicembre 1997, n. 496 concernente il divieto dei voli notturni.

Decreto 3 Dicembre 1999 – “Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti”.

Decreto legislativo 4 Agosto 2000 - Disposizioni modificative e correttive del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 345, in materia di protezione dei giovani sul lavoro.

Decreto 29 Novembre 2000 – Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.

D.P.R. 3 Aprile 2001, n. 304 – “Regolamento recante disciplina delle emissioni sonore prodotte nello svolgimento delle attività motoristiche a norma dell’art. 11 della legge 26 novembre 1995 n. 447”.

Direttiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio dell’8 Maggio 2000 sul ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l’emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all’aperto.

Decreto 23 Novembre 2001 Modifiche dell’allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 – Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto e delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore (G. U. 288 del 12/12/2001).

Decreto 14 dicembre 2001 – Autorizzazione ad emettere certificazione CE di conformità in materia di emissione acustica ambientale all’organismo Novicom sas in Monte Marengo.

Decreto 14 dicembre 2001 – Autorizzazione ad emettere certificazione CE di conformità in materia di emissione acustica ambientale all’organismo Consorzio DNV – Modulo Uno, in Torino.

Decreto 14 dicembre 2001 – Autorizzazione ad emettere certificazione CE di conformità in materia di emissione acustica ambientale all’organismo ECO spa in Faenza.

Legge n. 179 del 13 Luglio 2002 – Disposizioni in materia ambientale.

Decreto legislativo 4 Settembre 2002, n. 262 – Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.

Direttiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 6 Febbraio 2003 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore) diciassettesima direttiva particolare ai sensi dell'art. 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE.

Regioni

Liguria

Liguria – Legge regionale n. 12 del 20/3/98 – Disposizioni in Materia di Inquinamento Acustico

DGR 1754/98 – Modalità di presentazione delle domande per svolgere attività di tecnico competente in acustica ambientale e criteri per l'esame

Liguria – Estratto Deliberazione n. 2510 del 18.12.1998 “Definizione degli indirizzi per la predisposizione di regolamenti comunali in materia di attività all'aperto e di attività temporanee di cui all'art. 2 comma 2 lettera I) L.r.n. 12 1998 – Disposizioni in materia di inquinamento acustico.”

Liguria – Deliberazione n. 534 del 28.5.1999 – “Criteri per la redazione della documentazione di Impatto Acustico ai sensi dell'art. 2 c. 2 L.R. 20.3.1998 n. 12”.

Liguria – Deliberazione n. 1585 del 23.12.99 – “Definizione dei Criteri per la classificazione acustica e per la predisposizione e adozione dei piani comunali di risanamento acustico – Soppressione artt. 17 e 18 delle disposizioni approvate con DGR 1977 del 16.6.1995”.

Decreto Dirigenziale n. 2874 del 14.12.1999 “Definizione del tracciato record per la trasmissione dei dati acustici al sistema informativo regionale”.

Liguria – Deliberazione n. 18 del 13 gennaio 2000.

Toscana

Toscana – legge regionale n. 89 del 1/12/98 – Norme in Materia di Inquinamento Acustico (B.U.R. n. 42 del 10/12/1998).

Proposta di Legge n. 425 “Norma in materia di inquinamento acustico” (Consiglio regionale della Toscana).

Toscana – Decreto Dirigenziale n. 1852 del 16/04/1999 Dipartimento Politiche Territoriali e Ambientali – Area Qualità dell’Aria, Inquinamento Acustico, Industrie a Rischio – UOC Analisi Meteorologiche ed Inquinamento Acustico “Legge quadro sull’inquinamento acustico Legge 26.10.95 n. 447 – Aggiornamento dell’elenco dei tecnici competenti in acustica ambientale di cui all’art. 2 comma 6, 7 L. 447/95 (B.U.R. Toscana n. 20 del 19/05/1999 Parte seconda sezione I).

Toscana – Deliberazione n. 77 del 22/02/2000 “Definizione dei criteri e degli indirizzi della pianificazione degli enti locali ai sensi dell’art. 2 della L. R. n. 89/98 – Norme in materia di Inquinamento acustico (B.U.R. Toscanan. 12 del 22/03/00 – parte 2^ sezione 1^).

Toscana – D.G.R. n. 652 del 25/06/2002 “Commissione Tecnica di cui all’art. 4 della Convenzione tra la regione Toscana e l’Agenzia regionale per la Protezione dell’Ambiente (A.R.P.A.T.) per il monitoraggio dell’inquinamento acustico prodotto dal traffico autoveicolare sulle strade regionali e per la predisposizione dei piani di contenimento e abbattimento del rumore. Nomina rappresentanti regione Toscana”

Abruzzo

L.R. n. 37 del 22/4/97 “Contributi alle Provincie per l’organizzazione di un sistema di monitoraggio e di controllo dell’inquinamento acustico nel territorio attraversato dalla S. S. 16 Adriatica” (B.U.R. Abruzzo n. 9 del 20/05/1997).

Veneto

Veneto – Legge regionale n. 21 del 10/5/1999 (B.U.R. n. 42/1999) “Norme in materia di inquinamento acustico”.

Piemonte

Piemonte – Legge regionale n. 60 del 13 aprile 1995.

Piemonte – Deliberazione n. 44 del 26 aprile 2000.

Piemonte – Deliberazione n. 52 del 20 ottobre 2000.

Piemonte – Deliberazione n. 53 del 20 ottobre 2000.

D.G.R. n. 85 – 3802 del 06/08/01 “L.R. n. 52/2000, art. 3, comma 3 lettera a), linee guida per la classificazione del territorio” (B.U.R. Piemonte n. 33 del 14/08/01).

Emilia Romagna

D.G.R. n. 1203 del 08/07/02.

Direttiva per il riconoscimento della figura di tecnico competente in acustica ambientale

D.G.R. n. 45 del 21/01/02.

“Criteri per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività ai sensi dell’art. 11, comma 1 della legge regionale 09/05/01 n. 15 recante disposizioni in materia di inquinamento acustico”.

D.G.R. n. 2053 del 09/10/01.

“Disposizioni in materia di inquinamento acustico: criteri per la classificazione acustica del territorio ai sensi del comma 3 dell’art. 2 della legge regionale 09/05/01 n. 15 recante disposizioni in materia di inquinamento acustico”.

Emilia Romagna – Legge regionale n. 15 del 9 maggio 2001.

Lombardia

Lombardia – Legge Regionale n. 16 del 14 agosto 1999 – Istituzione dell’Agenzia regionale per la Protezione dell’Ambiente ARPA (B.U.R. Lombardia n. 32 del 19/8/99, 2° suppl. ord.).

Lombardia – Legge Regionale n. 13 del 10 Agosto 2001 - Norme in materia di inquinamento acustico (B.U.R. Lombardia n. 33 del 13/8/01).

Lombardia – DGR 16 Novembre 2001 n. 7 6906 – Piano di risanamento acustico.

Lombardia – DGR 2 Luglio 2002 n. VII – 9776 – Criteri tecnici di dettaglio per la classificazione acustica del territorio comunale.

Lombardia – DGR n° VII/8313 seduta del 08/03/02 Legge n. 447/1995 “Legge quadro sull’inquinamento acustico” e legge regionale 10 agosto 2001, n. 13 “Norme in materia di inquinamento acustico”.

Allegato DGR n° VII/8313 – Approvazione del documento “Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico”. (B.U.R. Lombardia n. 12 del 18/03/02).

Lombardia – DGR 2 Luglio 2002 n. VII – 9776 – Allegato.

Lombardia – D.G.R. n° VII/10556 seduta del 04/10/02. Approvazione dello schema di Convenzione tra la regione Lombardia e l’Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente per la realizzazione degli interventi denominati “Presidio tecnico regionale rumore aeroportuale” e “Predisposizione delle curve di isolivello per Linate, Malpensa, Orio al Serio”, nell’ambito dell’Accordo di Programma Quadro in materia di Ambiente ed Energia sottoscritto il 2 Febbraio 2001.

Lombardia – DGR 13/12/2002 – n. VII – 11582 – Linee guida per la redazione della relazione biennale sullo stato acustico del Comune (B.U.R. Lombardia n° 53 del 30/12/02).

Lazio

Lazio – Legge Regionale n. 18 del 3 agosto 2001.

Marche

Marche – Legge Regionale n. 28 del 14 novembre 2001.

D.G.R. n. 3157 OT/AMB del 28/12/01. Approvazione schema di protocollo di Intesa fra: Regione Marche, Provincia di Ancona, Comuni di Falconara marittima e Chiaravalle, Agenzia regionale per la protezione dell’Ambiente delle Marche, Aerdorica spa, per la realizzazione di una rete di monitoraggio integrato dell’inquinamento acustico nella Bassa Vallesina; Assegnazione di L. 100.000.000 (Euro 51.645,69) a favore della Provincia di Ancona quale cofinanziamento per la realizzazione della prima “fase pilota” del sistema di monitoraggio. Impegno di spesa sul Capitolo 2132242/2001.

Umbria

Umbria – Legge regionale n. 8 del 6 Giugno 2002 – Disposizione per il contenimento e la riduzione dell’inquinamento acustico.

Puglia

L.R. n. 3 del 12/02/02 “Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell’inquinamento acustico” (B.U.R. Puglia n. 25 del 20/02/02).

Campania

Regione Campania Giunta Regionale – Seduta del 24 aprile 2003 – Deliberazione n. 1537 – Area generale di Coordinamento Ecologia, Tutela Ambiente, CIA – Procedure regionale per il riconoscimento della figura di tecnico competente in acustica ambientale (Art. 2, comma 6 e 7, della legge 447/95 e DPCM 31/3/98). Aggiornamento disposizioni adottate con delibera di Giunta regionale n. 4431 del 18/8/2000. (Con allegati).

DISPOSIZIONI COMUNALI, PROVINCIALI & VARIE

Provincia di Genova DGP n. 234 del 24/04/02 “L. 447/95 L.R. 12/98 Approvazione della classificazione acustica del territorio comunale del Comune di Genova”.

Provincia di Trento DGP di Trento n. 1333 del 14/06/02. Ulteriori modifiche alla deliberazione della Giunta Provinciale n. 390 del 25/02/00 recante “Approvazione di indicazioni concernenti l’applicazione del DCPM 16/4/99 n. 215 e DPGR 23/12/98 n. 43 – 115 Legge in materia di inquinamento acustico”

Provincia di Trento DGP di Trento n. 153 del 26/01/01 Modifiche alla deliberazione della Giunta Provinciale n. 390 del 25 febbraio 2000 recante “Approvazione di indicazioni concernenti l’applicazione del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 16 Aprile 1999 n. 215 e del decreto del Presidente della Giunta provinciale 23 Dicembre 1998, n. 43 – 115/Leg in materia di inquinamento.

Provincia di Trento DGP di Trento n. 99 del 19/01/01 Approvazione dei criteri per la programmazione degli interventi di realizzazione delle barriere antirumore lungo le strade statali e provinciali.

Provincia di Trento DGP di Trento del 25/02/00 “Approvazione di indicazioni concernenti l’applicazione del DPCM 16/4/99 n. 215 e DPGR 23/12/98 n. 43 – 115 Legge in materia di inquinamento acustico”.

Finanziaria 2000 – Imposta regionale sulle emissioni sonore degli aereomobili.

Provincia di Trento Art. 60 L.P. n. 10 del 11/9/98.

Provincia di Trento Art.DPGP n. 38 – 110 Leg. Del 26/11/98 “Norme regolamentari di attuazione del capo XV della legge provinciale 11 settembre 1998 n. 10 e altre disposizioni in materia di tutela dell’ambiente degli inquinanti”.

Provincia di Trento DGP di Trento n. 390 del 25/02/00 “Approvazione di indicazioni concernenti l’applicazione del DPCM 16/4/99 n. 215 e DPGR del 23/12/98 n. 43 – 115 Leg in attesa di inquinamento acustico”.

Provincia di Milano Allegato alla proposta di deliberazione del Comune di Milano “Definizione dei criteri e delle procedure per il rilascio di autorizzazione in deroga ai valori

limite previsti dalle norme in materia di inquinamento acustico per attività temporanee di pubblico spettacolo – sanzioni”.

Provincia di Verona Ordinanza del Comune di Verona “Determinazione provvisoria dei limiti di orario e delle prescrizioni per l’effettuazione di attività musicali durante manifestazioni temporanee all’aperto”.

Ministero dell’Ambiente – FIPE; Adempimenti Pubblici esercizi DPCM 16 Aprile 1999 n. 215.

ASL di Milano “Indicazioni Tecniche sulle modalità di esecuzione dei rilievi fonometrici” (20/6/99).

DISPOSIZIONI IN AMBITO DI PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Disposizioni regionali

Abruzzo

L. R. N. 22 DELL’11/10/02

Modalità di calcolo per l’applicazione dei parametri urbanistico – edilizi ai fini del miglioramento dei livelli di coibentazione termo – acustica e del contenimento dei consumi energetici. (B.U.R. Abruzzo n° 22 del 25/10/02).

L. R. N. 37 DEL 22/4/97

“Contributi delle Province per l’organizzazione di un sistema di monitoraggio e di controllo dell’inquinamento acustico nel territorio attraversato dalla S. S. Adriatica” (B. U. n. 9 del 20/05/1997).

Campania

D. G. R. N. 2436 DEL 01/08/03

Classificazione acustica dei territori comunali – Aggiornamento linee guida regionali (B. U. R. Campania n. 41 del 15/09/03).

Emilia Romagna

D. G. R. N. 45 DEL 21/01/02

“Criteri per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività ai sensi dell’art. 11, comma 1 della legge regionale 09/05/01 n. 15 recante disposizioni in materia di inquinamento acustico”.

D. G. R. N. 2053 DEL 09/10/01

“Disposizioni in materia di inquinamento acustico: criteri per la classificazione acustica del territorio ai sensi del comma 3 dell’art. 2 delle legge regionale 09./05/01 n. 15 recante disposizioni in materia di inquinamento acustico”.

L. R. N. 15 DEL 9/5/01

“Disposizioni in materia di inquinamento acustico” (B.U.R. Emilia Romagna n. 62 del 11/05/2001).

Lazio

L. R. N. 18 DEL 3/8/01

“Disposizioni in materia di inquinamento acustico per la pianificazione ed il risanamento del territorio – Modifiche alla legge regionale 06/08/99 n. 14” (B.U.R. Lazio n. 22 del 10/08/01 – suppl. ord. N. 5 del 13/08/01).

Liguria

L. R. N. 6 DEL 12 MARZO 2003 – ART. 3

“Disposizioni urgenti in campo ambientale (B.U.R. Liguria n. 5 del 19/03/03).

D. G. R. N. 18 DEL 13 GENNAIO 2000

Decreto Dirigenziale n. 2874 del 14.12.1999

“Definizione del tracciato record per la trasmissione dei dati acustici al sistema informativo regionale”.

D. G. R. N. 1585 DEL 23/12/99

Definizione dei criteri per la classificazione acustica e per la predisposizione e adozione dei piani comunali di risanamento acustico – Soppressione artt. 17 e 18 delle disposizioni approvate con DGR 1977 del 16.6.1995”.

D.G.R. N. 534 DEL 28/5/99

“Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico ai sensi dell’art. 2 comma 2, L. R. 20/3/98 n. 12”.

D. G. R. N. 2510 DEL 18/12/98

“Definizione degli indirizzi per la predisposizione di regolamenti comunali in materia di attività all’aperto e di attività temporanee di cui all’art. 2, comma 2 lettera I) L. R. 12/98 – Disposizioni in materia di inquinamento acustico”

L. R. N. 12 DEL 20/3/98

“Disposizioni in materia di inquinamento acustico”

L. R. N. 31 DEL 4/7/94

“Indirizzi per il contenimento e la riduzione dell’inquinamento acustico” (B.U.R. Liguria n. 17 del 27/7/94).

Lombardia

DGR VII/11582 DEL 13/12/2002

Linee guida per la redazione della relazione biennale sullo stato acustico del Comune (B.U.R. Lombardia n. 53 del 30/12/02).

DGR N. VII/10556 SEDUTA DEL 04/10/02

Approvazione dello schema di Convenzione tra la regione Lombardia e l'Agenda Regionale per la Protezione dell'Ambiente per la realizzazione degli interventi denominati "Presidio tecnico regionale rumore aeroportuale" e "Predisposizione delle curve di isolivello per Linate, Malpensa, Orio al Serio", nell'ambito dell'Accordo di Programma Quadro in materia di Ambiente ed Energia sottoscritto il 2 febbraio 2001.

DGR N. VII/9776 SEDUTA DEL 02/07/02

Legge n. 447/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e legge regionale 10 agosto 2001, n. 13 "Norme in materia di inquinamento acustico". Approvazione del documento "Criteri tecnici di dettaglio per la redazione della classificazione acustica del territorio comunale". (B.U.R. Lombardia n. 29 del 15/07/02).

DGR N. VII/8313 SEDUTA DEL 08/03/02

Legge n. 447/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e legge regionale 10 agosto 2001 n. 13 "Norme in materia di inquinamento acustico". Approvazione del documento "Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico". (B.U.R. Lombardia n. 12 del 18/03/02).

DGR N. VII/6906 SEDUTA DEL 16/11/01

"Criteri di redazione del piano di risanamento acustico delle imprese da presentarsi ai sensi della legge n. 447/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" articolo 15, comma 2 e della legge regionale 10 agosto 2001, n. 13 "Norme in materia di inquinamento acustico" articolo 10, comma 1 e comma 2." (B.U.R. Lombardia n. 50 del 10/12/01).

L.R. N. 13 DEL 10/08/01

"Norme in materia di inquinamento acustico" (B.U.R. Lombardia n. 33 del 13/08/01).

L. R. N. 16 DEL 14/08/99

"Istituzione dell'Agenda Regionale per la protezione dell'Ambiente – Arpa (B.U.R. n. 32 del 19/08/99, 2° suppl. ord.).

Marche

D.G.R. N. 896 DEL 24/06/03

Legge n. 447/1995 “Legge quadro sull’inquinamento acustico” e legge regionale 14 Novembre 2001, n. 28 “Norme per la tutela dell’ambiente esterno e dell’ambiente abitativo dall’inquinamento acustico nella regione Marche” Approvazione del documento tecnico “Criteri e Linee Guida di cui: all’art. 5, comma 1, punti a), b), c), d), e), f), g), h), i), l), all’art. 12, comma 1, all’art. 20, comma 2 della legge regionale 14 novembre 2001, n. 28” (B.U.R. Marche n. 62 del 11/07/03).

L.R. N. 28 DEL 14/11/01

“Norme per la tutela dell’ambiente esterno e dell’ambiente abitativo dell’inquinamento acustico nella regione marche” (B.U.R. Marche n. 137 del 29/11/01).

Piemonte

D.G.R. N. 85 – 3802 DEL 06/08/01

“L.R. n. 52/2000, art. 3, comma 3 lettera a), linee guida per la classificazione del territorio (B.U.R. Piemonte n. 33 del 14/08/01).

L.R. n. 52 del 20/10/00

“Disposizioni per la tutela dell’ambiente in materia di inquinamento acustico” (B. U. R. Piemonte n. 43 del 25/10 00).

L.R. n. 53 del 20/10/00

“Integrazione alla legge regionale 20 ottobre 2000, n. 52 “Disposizioni per la tutela dell’ambiente in materia di inquinamento acustico” (B.U.R. Piemonte n. 43 del 25/10/00).

Puglia

L.R. N. 3 DEL 12/02/02

“Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell’inquinamento acustico” (B.U.R. Puglia n. 25 del 20/02/02)

Sardegna

DETERMINAZIONE DEL DIRETTORE DEL SERVIZIO 22 novembre 2002, n. 2530/11.
Esecutività della deliberazione della Giunta Regionale n. 34/71 del 29/10/2002 concernente
“Linee guida per la predisposizione dei Piani di classificazione acustica dei territori comunali”.
(B.U.R. Sardegna n. 35 del 03/12/02).

Toscana

DECRETO DIRETTORE GENERALE N. 277 DEL 11/04/03

“Approvazione del bando per l’assegnazione di contributi finanziari da assegnare ai Comuni della regione Toscana per la realizzazione di classificazione acustiche del territorio di comuni appartenenti alla Regione Toscana”.

D.G.R. N. 652 DEL 25/06/02

“Commissione Tecnica di cui all’art. 4 della Convenzione tra la Regione Toscana e l’Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (A.R.P.A.T.) per il monitoraggio dell’inquinamento acustico prodotto dal traffico autoveicolare sulle strade regionali e per la predisposizione dei piani di contenimento e abbattimento del rumore. Nomina rappresentanti Regione Toscana.”.

DELIBERAZIONI N. 77 DEL 22/02/00

“Definizione dei criteri e degli indirizzi della pianificazione degli enti locali ai sensi dell’art. 2 della L.R. n. 89/98 – Norme in materia di inquinamento acustico” (B.U.R. Toscana n. 12 del 22/03/00 – parte 2[^] sez. I[^]).

D.G.R. N. 788 DEL 13/07/99

“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 L. R. n. 89/98 (B.U.R. Toscana n. 32 del 11/08/1999 – parte 2[^] sez. I[^]).

DECRETO DIRIGENZIALE N. 1852 DEL 16/04/1999

Dipartimento Politiche territoriali e Ambientali – Area Qualità dell’Aria, Inquinamento Acustico, Industrie a Rischio – UOC Analisi Meteorologiche ed Inquinamento Acustico

“Legge quadro sull’inquinamento acustico Legge 26.10.95 n. 447 – Aggiornamento dell’elenco dei tecnici competenti in acustica ambientale di cui all’art. 2. commi 6,7 L. 447/95.” (B.U.R. Toscana n. 20 del 19/05/1999, parte Seconda, sezione I).

L.R. N. 89 DELL’1/12/98

“Norme in materia di inquinamento acustico” (B.U.R. Toscana n. 42 del 10/12/98).

L.R. N. 79 DEL 03/11/98

“Norme per l’applicazione della valutazione di impatto ambientale” (B.U.R. Toscana n. 37 del 12/11/98)

PROPOSTA DI LEGGE N. 425

“Norma in materia di inquinamento acustico” (Consiglio regionale della Toscana).

Umbria

L. R. N. 8 DEL 06/06/02

“Disposizioni per il contenimento e la riduzione dell’inquinamento acustico” (B.U.R. Umbria n. 27 del 19/0602).

Veneto

L.R. N. 21 DEL 10/5/99

“Norme in materia di inquinamento acustico” (B.U.R. veneto n. 42/99)

DISPOSIZIONI PROVINCIALI

Provincia di Genova

DGP N. 234 DEL 24/04/02

“L. 447/95 L.R. 12/98 Approvazione della classificazione acustica del territorio comunale del Comune di Genova”.

Provincia di Trento

DGP DI TRENTO N. 1333 DEL 14/06/02

Ulteriori modifiche alla deliberazione della Giunta Provinciale n. 390 del 25/02/00 recante “Approvazione di indicazioni concernenti l’applicazione del DPCM 16/4/99 n. 215 e DPGR 23/12/98 n. 43 – 115. Legge in materia di inquinamento acustico”.

DGP DI TRENTO N. 153 DEL 26/01/01

Modifiche alla deliberazione della Giunta Provinciale n. 390 del 25 febbraio 2000, recante “Approvazione di indicazione concernenti l’applicazione del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 16 aprile 1999 n. 215 e del decreto del Presidente della Giunta provinciale 23 dicembre 1998, n. 43-115/Leg in materia di inquinamento.

DGP DI TRENTO N. 99 DEL 19/01/01

Approvazione dei criteri per la programmazione degli interventi di realizzazione delle barriere antirumore lungo le strade statali e provinciali.

DGP DI TRENTO N. 390 DEL 25/02/00

“Approvazione di indicazioni concernenti l’applicazione del DPCM 16/4/99 n. 215 e DPGR 23/12/98 n. 43-115 Legge in materia di inquinamento acustico”.

DGP n. 38-110 Leg. del 26/11/98

“Norme regolamentari di attuazione del capo XV della legge provinciale 11 settembre 1998 n. 10 e altre disposizioni in materia di tutela dell’ambiente dagli inquinanti”

ART. 60 L. P. N. 10 DELL’11/09/98

DISPOSIZIONI COMUNALI

Comune di Mercato San Severino (SA)

D.C.C. N. 7 DEL 27/06/01

“Regolamento di attuazione della normativa statale e regionale in materia di acustica ambientale”.

Comune di Milano

ALLEGATO ALLA PROPOSTA DI DELIBERAZIONE DEL COMUNE DI MILANO

“Definizione dei criteri e delle procedure per il rilascio di autorizzazione in deroga ai valori limite previsti dalle norme in materia di inquinamento acustico per attività temporanee di pubblico spettacolo – sanzioni”.

Comune di Quartu Sant'Elena

ORDINANZA DEL COMUNE DI QUARTU SANT'ELENA

Comune di Ripi (FR)

DECRETO DEL SINDACO 15 MAGGIO 2002, N. 5

Approvazione accordo di programma tra i comuni di Ripi, Arnara, Pofi, Strangolagalli e Torrice per la lotta all'inquinamento acustico.

Comune di Treviso

CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO COMUNALE

Ai sensi della Legge 26 Ottobre 1995, n. 447; DPCM 14 novembre 1997 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”.

LEGGE 26 ottobre 1995, n. 447

Legge quadro sull'inquinamento acustico

(in Suppl. ordinario n. 125, alla Gazz. Uff. n. 254, del 30 ottobre)

La Camera dei deputati ed il Senato della Repubblica hanno approvato;

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA PROMULGA

la seguente legge:

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'art. 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 decreto legislativo 15 agosto 1991, n. 277, 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) 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 legge 8 luglio 1986, n. 349 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'art. 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'art. 80 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 e successive modificazioni;

- c) la determinazione, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 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 legge 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 decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 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 decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 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'art. 155 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 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 vevoli 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'art. 13 della legge 8 luglio 1986, n. 349, nonché le associazioni dei consumatori maggiormente rappresentative, di campagne di informazione del consumatore e 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'art. 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'art. 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 d'uso, si prevede l'adozione dei piani di risanamento di cui all'art. 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'art. 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'art. 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'art. 3, comma 1, lettera a), della presente legge; tali riduzioni non si applicano ai servizi pubblici essenziali di cui all'art. 1 della legge 12 giugno 1990, n. 146;

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 legge 8 giugno 1990, n. 142;

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

l) i criteri da seguire per la redazione della documentazione di cui all'art. 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'art. 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'art. 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 legge 8 giugno 1990, n. 142;

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

c) le funzioni di controllo e di vigilanza di cui all'art. 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'art. 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'art. 7;

d) il controllo, secondo le modalità di cui all'art. 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 decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 e successive modificazioni;

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

h) l'autorizzazione, anche in deroga ai valori limite di cui all'art. 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'art. 3, comma 1, lettera a), secondo gli indirizzi determinati dalla regione di appartenenza, ai sensi dell'art. 4, comma 1, lettera f). Tali riduzioni non si applicano ai servizi pubblici essenziali di cui all'art. 1 della legge 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'art. 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'art. 4, comma 1, lettera a).

Art. 7.

Piani di risanamento acustico.

1. Nel caso di superamento dei valori di attenzione di cui all'art. 2, comma 1, lettera g), nonché nell'ipotesi di cui all'art. 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 decreto legislativo 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'art. 3, comma 1, lettera i), e all'art. 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'art. 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'art. 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'art. 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'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, ferme restando le prescrizioni di cui ai decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377 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 decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 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'art. 4, comma 1, lettera l), della presente legge, con le modalità di cui all'art. 4 della legge 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'art. 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'art. 8 della legge 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'art. 650 del codice penale, chiunque non ottempera al provvedimento legittimamente adottato dall'autorità competente ai sensi dell'art. 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'art. 2, comma 1, lettere e) e f), fissati in conformità al disposto dell'art. 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'art. 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'art. 7, con incentivi per il raggiungimento dei valori di cui all'art. 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'art. 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'art. 3 della legge 24 dicembre 1976, n. 898 e successive modificazioni.

Art. 12.

Messaggi pubblicitari.

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

'2-bis. è 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 decreto legislativo 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'art. 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 decreto-legge 4 dicembre 1993, n. 496, convertito, con modificazioni, dalla legge 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'art. 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'art. 6;
- d) della corrispondenza alla normativa vigente dei contenuti della documentazione fornita ai sensi dell'art. 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'art. 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'art. 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'art. 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'art. 17, comma 2, della legge 23 agosto 1988, n. 400, 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.

La presente legge, munita del sigillo dello Stato, sarà inserita nella Raccolta ufficiale degli atti normativi della Repubblica italiana. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarla e di farla osservare come legge dello Stato.

Data a Roma, addì 26 ottobre 1995

SCALFARO

Dini, *Presidente del Consiglio dei Ministri*

Visto, *il Guardasigilli*: Dini

Viene omessa la parte relativa ai lavori preparatori e la parte relativa alle note

I dati contenuti in questa sezione del sito non hanno carattere di ufficialità,

pertanto è necessario riferirsi sempre alla documentazione originale (Gazzetta Ufficiale).

Si declina ogni responsabilità per eventuali errori od omissioni presenti nel testo riportato

5. PROGETTAZIONE E VERIFICA DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATE DI EDIFICIO

Italia – Europa

D.P.C.M. 1/3/91 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e

Riferimenti

RIFERIMENTI NORMATIVI

UNI EN ISO 140 – 3	misura in laboratorio
UNI EN ISO 140 – 5	misura in opera
UNI EN ISO 717 – 1	isolamento acustico
UNI EN 20140	isolamento acustico piccoli elementi
UNI EN 12354 - 3	prestazioni acustiche rumore dall'esterno

RIFERIMENTI LEGISLATIVI

Legge 447/95 Legge quadro inquinamento acustico

DPCM 5/12/97 Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici. (Grandezza richiesta per facciata $D_{2m, nT}$)

Grandezze per esprimere le prestazioni acustiche di un edificio

Le grandezze sono espresse a singolo numero ovvero esprimono le proprietà acustiche degli edifici in modo indipendente dalla frequenza.

Il valore unico espresso corrisponde alla prestazione riferita a 500 Hz sulla curva di riferimento relativa (secondo norma EN ISO 717 – 1).

I parametri vengono espressi con l'aggiunta di due indici posti fra parentesi che esprimono il valore del parametro riferito a due sorgenti di rumore differente.

ad es.

POTERE FONOIOLANTE

$$R'(C; C_{tr}) = 41 (0; - 5) \text{ dB}$$

Ovvero il potere fonoisolante presenta due valori

$$R' = 41 + 0 = 41 \text{ dB riferito ad un rumore ROSA}$$

$$R' = 41 - 5 = 36 \text{ dB riferito ad un rumore di traffico urbano}$$

Il componente quindi isolerà in modo differente in funzione del rumore incidente sullo stesso.

POTERE FONOIOLANTE APPARENTE R'_{45°

Sorgente: altoparlante a 45° rispetto alla facciata

$$R'_{45^\circ} = L_{1,s} - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} - 1,5 \text{ dB}$$

$L_{1,s}$ è il livello medio di pressione sonora sulla superficie esterna dell'elemento di edificio, compresi gli effetti di riflessione della facciata, in decibel;

L_2 è il livello medio di pressione sonora nell'ambiente ricevente, in decibel;

S è l'area dell'elemento edificio, in metri quadri;

A è l'area di assorbimento equivalente nell'ambiente ricevente, in metri quadri

POTERE FONOIOLANTE APPARENTE $R'_{TR,S}$

Sorgente = traffico

$$R'_{tr,s} = L_{eq,1,s} - L_{eq,2} + 10 \lg \frac{S}{A} - 3 \text{ dB}$$

$L_{eq,1,s}$ è il livello medio equivalente di pressione sonora sulla superficie esterna dell'elemento di edificio, compresi gli effetti di riflessione della facciata, in decibel;

$L_{eq,2}$ è il livello medio equivalente di pressione sonora nell'ambiente ricevente, in decibel.

ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO $D_{2M,N}$

rispetto all'assorbimento

$$D_{2m,n} = L_{1,2m} - L_2 - 10 \lg \frac{A}{A_0}$$

A_0 è l'area di assorbimento equivalente di riferimento, in metri quadri; per le abitazioni = 10 m²

ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO $D_{2M,NT}$

rispetto al tempo di riverbero

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \lg \frac{T}{T_0}$$

$L_{1,2m}$ è il livello medio di pressione sonora alla distanza di 2m dalla facciata, in decibel

T è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente, in secondi

T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento, in secondi ; per le abitazioni = 0,5 s

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

3) Grandezze per esprimere le prestazioni acustiche di un elemento

POTERE FONOISOLANTE R

$$R = 10 \lg \frac{W_1}{W_2} \text{ dB}$$

W_1 potenza sonora incidente su un campione di prova

W_2 potenza sonora trasmessa attraverso il campione

4) Isolamento acustico normalizzato di piccoli elementi (escluso porte e finestre, per elementi con superficie minore di 1 m², sono piccoli elementi, griglie di aereazioni e prese d'aria).

$$D_{n,e} = L_1 - L_2 - 10 \lg \frac{A}{A_0}$$

$$D_{n,e} = - 10 \lg \frac{S}{10}$$

S = superficie piccolo elemento

5) Forma della facciata

Se la facciata dell'edificio presenta sagomature:

$$\Delta L_{fs} = L_{1,in} - L_{1,s} + 6 \text{ dB}$$

$L_{1,in}$ è il livello medio di pressione sonora a livello del piano della facciata, senza la presenza di tale facciata, in decibel

$L_{1,s}$ è il livello medio di pressione sonora sulla superficie esterna del piano reale della facciata, in decibel

Il valore di ΔL_{fs} è variabile in funzione della forma della facciata. Per i casi più usuali:

$$\Delta L_{f1} = 0 \quad \text{facciata liscia}$$

$$\Delta L_{fs} = +1 \quad \text{facciata con balconi}$$

6) Modelli di calcolo

Il potere fonoisolante apparente di una facciata composta da più elementi è data da:

$$R' = -10 \lg (\sum \tau_{e,i} + \sum \tau_f) \text{ dB}$$

$\tau_{e,i}$ è il fattore di trasmissione della potenza sonora irradiato da un elemento i di facciata, dovuto alla trasmissione diretta del suono incidente su tale elemento, e la potenza sonora incidente sull'intera facciata

τ_f è il fattore di trasmissione della potenza sonora irradiato da una facciata o da un elemento laterale f nell'ambiente ricevente, dovuta alla trasmissione laterale, e la potenza sonora incidente sull'intera facciata

L'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverbero è dato da:

$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \lg \frac{V}{6T_0S} \text{ dB}$$

V è il volume dell'ambiente ricevente, in metri cubi

S è l'area totale della facciata vista dall'interno (cioè la somma delle aree di tutti gli elementi di facciata), in metri quadri

ΔL_{fs} è la differenza del livello di pressione sonora per la forma della facciata, in decibel

I valori di trasmissione diretta sono calcolati con:

$$\text{tutti gli elementi } \tau_{e,i} = \frac{S_i}{S} 10^{-R_i/10}$$

$$\text{piccoli elementi } \tau_{e,i} = \frac{A_0}{S} 10^{-D_{n,e,i}/10}$$

R_i è il potere fonoisolante dell'elemento i , in decibel

S_i è l'area dell'elemento i , in metri quadri

S è l'area totale della facciata, vista dall'interno (cioè la somma delle aree di tutti gli elementi) in metri quadri

A_0 10 m²

$D_{n,e,i}$ è l'isolamento acustico normalizzato di un piccolo elemento i in decibel

Il valore di trasmissione laterale τ_f si trascura.

Valutazione livello di pressione sonora all'interno:

$$L_{2,nT} = L_{1,2m} - D_{2m,nT} \text{ dB}$$

$L_{2,nT}$ è il livello medio di pressione sonora nell'ambiente ricevente, normalizzato rispetto ad un tempo di riverberazione di 0,5 s, in decibel

$L_{1,2m}$ è il livello di pressione sonora all'esterno, alla distanza di 2 m dalla facciata, in decibel, in conformità alla EN ISO 140-5

$D_{2m,nT}$ è l'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, in conformità alla presente norma, in decibel

VETRATE – POTERE FONOISOLANTE

Tipo vetrata R_w (C; C_{tr})

Vetro singolo

28 (-1, -4)

29 (-2, -3)

31 (-2, -3)

32 (-2, -3)

Vetro camera

4 – 16 – 4

29 (-1, -4)

6 – 16 – 4

32 (-2, -4)

6 – 16 – 6

31 (-1, -4)

8 – 16 – 6

35 (-2, -6)

SERRAMENTI – POTERE FONOISOLANTE

Da valori sperimentali secondo ISO 140 – 3 con giunti a tenuta.

Esempio 1

volume ambiente interno 50 m³

superficie interna parete 11,3 m²

senza balconi $\Delta Lf_s = 0$ dB

1) Parete: 6 m² mattoni 400 kg/ m²

R_w (C; C_{tr}) = 57 (-2; -6)

Valore utile = 51

2) Finestra: 4,5 m² (di cui 2,5 m² apribili) con vetro 6 – 12 – 4 e telaio PVC

R_w (C; C_{tr}) = 33 (-1; -4)

Valore utile = 29

3) Sopra finestra: 0,5 m² con vetro semplice 6 mm e telaio PVC

$$R_w (C; C_{tr}) = 32 (-1; -2)$$

Valore utile = 30

4) Presa d'aria = 3 x 0,1 m fonoisolata

$$18 \text{ dm}^3/\text{s}/1\text{Pa}$$

$$R_w (C; C_{tr}) = 32 (-1; -3)$$

Valore utile = 29

$$R' = -10 \lg \sum \tau_{ei}$$

• piccoli elementi $\tau_{ei} = \frac{A_o 10^{-D/10}}{S}$

• altri $= \frac{S_i 10^{-R/10}}{S}$

$$\tau_{ei} = \frac{6}{11,3} 10^{-51/10} + \frac{4,5}{11,3} 10^{-29/10} + \frac{0,5}{11,3} 10^{-30/10} + \frac{10}{11,3} 10^{-29/10} =$$

$$= 4,2177 \cdot 10^{-6} + 0,0005 + 0,00004 + 0,00111 = 0,00166$$

$$R' = -10 \lg \sum \tau_{ei} = 27,8 \text{ dB}$$

$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \lg \frac{V}{6T_0S} \text{ dB} = 27,8 + 0 + 10 \lg \frac{50}{6 + 0,5 + 11,3} = 29 \text{ dB}$$

Esempio 2

volume ambiente interno 50 m^3
 superficie interna parete $11,3 \text{ m}^2$
 senza balconi $\Delta L_{fs} = 0 \text{ dB}$

1) Parete: $7,85 \text{ m}^2$ mattoni 400 kg/ m^2
 $R_w (C; C_{tr}) = 57 (-2; -6)$
 Valore utile = 51

1) Finestra: $1,20 \times 1,20 \text{ m} = 1,44$
 vetro 6 – 12 – 4 - telaio PVC
 $R_w (C_T; C_{tr}) = 36 (0; -4)$
 Valore utile = 31

$$R' = -10 \lg \sum \tau_{ei} = -10 \lg \left(\frac{7,85}{11,3} 10^{-51/10} + \frac{1,44}{11,3} 10^{-31/10} \right) = -10 \lg (0,00001 + 0,0001) = 39,5$$

$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \lg \frac{V}{6T_0S} \text{ dB} = 39,5 + 0 + 10 \lg \frac{50}{6 + 0,5 + 11,3} = 41,2 \text{ dB}$$