

**VALUTAZIONE SU PROGETTO DEI  
REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI  
EX D.P.C.M. 5/12/97**

**AMPLIAMENTO DEL CENTRO IRM  
INDAGINI RICERCHE MEDICHE  
SEDE DI UN'AZIENDA SANITARIA PRIVATA**

**COMMITTENTE:  
IRM - INDAGINI RICERCHE MEDICHE SRL  
VIATORINO N.19  
10044 PIANEZZA (TO)**

**EDIFICIO SITO IN:  
VIATORINO N.19  
10044 PIANEZZA (TO)**

Ing. Francesco Orsini

Tecnico Competente in acustica ambientale ai sensi  
dell'art. 2 comma 7 della L.Q. n 447/95 abilitato con  
Determinazione Dirigenziale n° 9344 del 18/10/2006  
dalla Giunta Regionale Umbra



22 marzo 2016

---

Ing. Francesco Orsini

| tel: 0578 337500 | Cell.: +39.338.1604646 | Email : ing.orsini@gmail.com | [acusticaenergetica.it](http://acusticaenergetica.it) |

## Indice generale

1	Introduzione.....	3
2	Legislazione vigente .....	3
3	Riferimenti Normativi.....	4
4	Definizioni delle grandezze.....	5
5	Metodi di calcolo analitico.....	7
6	Accuratezza del metodo di previsione numerica .....	7
7	Descrizione dell'intervento.....	8
7.1	Descrizione dell'intervento.....	8
7.2	Caratteristiche dei materiali e componenti utilizzati .....	9
7.2.1	Involucro .....	9
7.2.2	Divisori orizzontali nella zona uffici.....	14
7.2.3	Partizioni verticali interne .....	14
7.3	Impianti idraulici (indicazioni generiche).....	15
7.4	Provvedimenti generali contro la trasmissione delle vibrazioni .....	16
7.5	Impianti a funzionamento continuo .....	18
8	I locali sottoposti a valutazione previsionale.....	19
9	Verifica dei requisiti acustici passivi degli edifici .....	19
10	Indicazioni per una corretta posa in opera dei materiali in via generale .....	19
11	$L_{Amax}$ - Isolamento acustico impianti tecnologici a funzionamento discontinuo .....	23
11.1	Ascensori .....	25
12	Valutazioni conclusive.....	27
13	Allegati.....	27

## I Introduzione

La presente relazione ha lo scopo di valutare la rispondenza del progetto in esame ai parametri acustici di cui al D.P.C.M. 5/12/97 (*"Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"*), attuativo della Legge 447/95 (*"Legge quadro sull'inquinamento acustico"*). Tale valutazione prende in considerazione le caratteristiche prestazionali delle tecnologie e dei materiali da utilizzare in fase di realizzazione dell'opera per soddisfare i limiti imposti dalla vigente normativa in materia di acustica e da capitolato prestazionale.

## 2 Legislazione vigente

Il D.P.C.M. 5/12/97, in vigore dal febbraio 1998, determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi dei loro componenti in opera (partizioni orizzontali e verticali), al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore. Per l'applicazione del decreto, gli ambienti abitativi di cui all'art. 2, comma 1, lettera b), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono distinti nelle categorie indicate nella seguente **Tabella I** allegata al decreto stesso. Ai sensi della Legge citata gli ambienti abitativi sono gli *"ambienti interni ad un edificio destinati alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzati per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive (...)"*.

In **Tabella I** sono indicate in rosso le destinazioni presenti nel complesso oggetto di verifica.

Tabella I Classificazione degli ambienti abitativi (Art.2)	
Categoria	Destinazione
A	edifici adibiti a residenza o assimilabili
<b>B</b>	<b>edifici adibiti ad uffici e assimilabili</b>
C	edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
D	edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
E	edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
F	edifici adibiti ad attività ricreative o di culto ed assimilabili
G	edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Per quanto concerne i servizi, questi sono classificati in funzione delle modalità di funzionamento secondo la seguente **Tabella II**, fermo restando che gli stessi devono essere considerati fissi, ovvero parte integrante dell'edificio.

Tabella II Classificazione dei servizi in relazione alle modalità di funzionamento	
Tipologia funzionamento servizi	Tipo di servizio
funzionamento discontinuo	ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici e rubinetteria
funzionamento continuo	impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento

Il decreto in oggetto, in funzione della destinazione degli ambienti, indica valori minimi per le prestazioni dei componenti edilizi, in termini di (Cfr. **Tabella III**):

- isolamento acustico ai rumori aerei di partizioni interne tra distinte unità immobiliari (indice di valutazione del potere fonoisolante apparente,  $R'_w$ );
- isolamento acustico ai rumori di calpestio di solai (indice di valutazione del livello di rumore da calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico,  $L'_{n,w}$ );
- isolamento acustico ai rumori aerei di facciate (indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione,  $D_{2m,nT,w}$ );

nonché:

- valori massimi di rumorosità di impianti definiti in relazione al funzionamento continuo ( $L_{Aeq}$ ) o discontinuo ( $L_{5max}$ ) degli stessi (v. **Tabella III**).

<b>Tabella III - Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici</b>					
Categorie di cui alla Tabella I	Parametri				
	$R'_{w*}$ (dB)	$D_{2m,nT,w}$ (dB)	$L'_{n,w}$ (dB)	$L_{A5max}$ dB(A)	$L_{Aeq}$ dB(A)
D	55	45	58	35	25
A,C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
<b>B,F,G</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>55</b>	<b>35</b>	<b>35</b>

(\*) Valori di  $R'_{w*}$  riferiti ad elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

I valori delle prestazioni acustiche da assicurare, per quanto attiene in particolare la protezione delle facciate, sono indipendenti dalla localizzazione urbanistica dell'immobile, ovvero non viene fatta distinzione tra facciate esposte ad intenso rumore e facciate prospicienti corti interne o comunque aree sostanzialmente prive di sorgenti sonore disturbanti.

Inoltre, ai fini dell'applicazione dei requisiti acustici di **Tabella III** si deve tenere conto che per unità immobiliare distinta s'intende, ai sensi del all'articolo 2 del D.M. 02/01/98 (catasto dei fabbricati), *una porzione di edificio dotata di autonomia funzionale e di reddito*. In tale senso il requisito relativo all'isolamento acustico ai rumori aerei interni (indice di valutazione del potere fonoisolante apparente,  $R'_{w*}$ ), si applica unicamente alle partizioni, verticali ed orizzontali, tra distinti appartamenti.

I valori minimi stabiliti dal decreto, per quanto riguarda le unità adibite ad uffici o assimilabili, sono:

- $L'_{n,w} \leq 55$  dB per i solai interpiano;
- $D_{2m,nT,w} \geq 42$  dB per le facciate;
- $R'_{w*} \geq 50$  dB per le partizioni interne tra unità immobiliari distinte;
- $L_{A5max} \leq 35$  dB(A) per gli impianti a funzionamento discontinuo (ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici, rubinetteria);
- $L_{Aeq} \leq 35$  dB(A) per gli impianti a funzionamento continuo (impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento)

Pur concentrando l'attenzione sui requisiti dei componenti edilizi, occorre rilevare che non sempre è facile ottenere il rispetto dei requisiti di *silenziosità* nel funzionamento degli impianti, tra i quali sono da annoverare anche i servizi (bagni e cucine): per questo occorre porre attenzione alla loro posizione e realizzazione, con particolare riguardo ai relativi scarichi.

### 3 Riferimenti Normativi

UNI EN ISO 140-3:1997 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio.

UNI EN ISO 140-4:2000 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti.

UNI EN ISO 140-14:2004 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Linee guida per situazioni particolari in opera.

UNI EN 20140-9:1998 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e in elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea da ambiente a ambiente coperti dallo stesso controsoffitto.

UNI EN 20140-10:1993 Acustica - Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misura in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di piccoli elementi di edificio.

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 140-14:2004 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Linee guida per situazioni particolari in opera.

UNI EN ISO 354:2003 Acustica - Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante.

UNI EN ISO 717-1:1997 Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea.

SERIE UNI EN 12354:2002 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti.

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

## 4 Definizioni delle grandezze

L'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverbero  $D_{2m,nT}$  è definito dalla norma UNI EN ISO 140-5 mediante la seguente relazione:

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \lg \left( \frac{T}{T_0} \right) \quad (\text{dB})$$

dove:

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

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

$T$  è il tempo di riverberazione dello stesso ambiente ricevente;

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

A partire dalla suddetta grandezza è poi possibile calcolare l'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione,  $D_{2m,nT,w}$  (norma UNI EN ISO 717-1).

Il potere fonoisolante apparente  $R'$  di una partizione è una grandezza che esprime la quantità di energia sonora trasmessa dalla parete nelle reali condizioni di utilizzo. Tale grandezza differisce dal potere fonoisolante  $R$  risultante da misure di laboratorio in quanto tiene conto, oltre che della trasmissione diretta attraverso la parete ( $\tau_d$ ), anche di eventuali percorsi di trasmissione aerea del suono ( $\tau_e$  e  $\tau_s$ ) e dei percorsi di trasmissione sonora dovuti alle strutture laterali ( $\tau_l$ ) (v. figura 4.1).

Se la potenza sonora complessivamente trasmessa tra due ambienti è  $W_t = W_1 + W_2$ , con  $W_1$  potenza trasmessa direttamente dalla partizione e  $W_2$  potenza trasmessa dalle strutture laterali, e la potenza sonora incidente sulla partizione è  $W_i$ , si ha:

$$R = 10 \lg \frac{W_i}{W_1} \quad (\text{dB})$$

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

A partire dalla suddetta grandezza è poi possibile calcolare l'indice di valutazione del potere fonisolante apparente  $R'_w$  (norma UNI EN ISO 717-1).

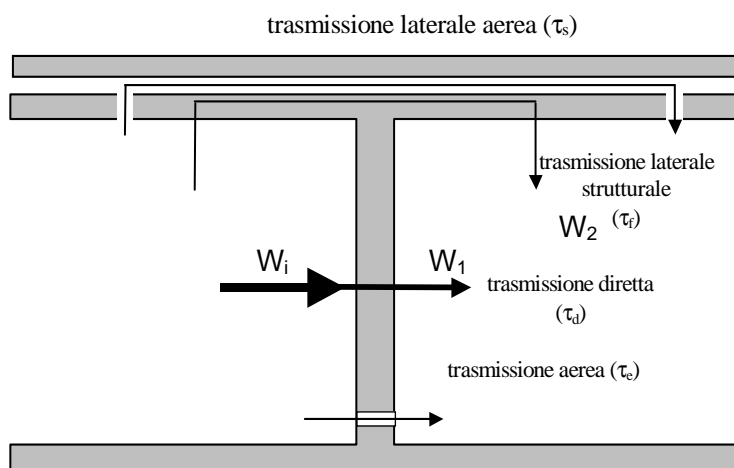


Figura 4.1: Percorsi di trasmissione del suono tra due ambienti adiacenti.

**Il livello di rumore da calpestio  $L_p$**  è il livello medio di pressione sonora che si stabilisce in un ambiente quando sul solaio dell'ambiente disturbante agisce un generatore di rumore da calpestio normalizzato.

La misurazione del livello di rumore da calpestio viene eseguita in laboratorio seguendo la procedura definita dalla norma UNI EN ISO 140-6.

Il livello di rumore da calpestio in opera ( $L_p$ ) differisce dal livello  $L_i$  in quanto tiene conto, oltre che della trasmissione diretta attraverso il solaio in esame, anche della trasmissione che avviene attraverso le strutture laterali dell'ambiente ricevente.

Il livello di rumore da calpestio in opera normalizzato rispetto all'assorbimento acustico ( $L'_n$ ), di cui si chiede la verifica ai sensi del D.P.C.M. 5/12/97, si ottiene dal livello di rumore da calpestio misurato in opera ( $L_p$ ) mediante la seguente equazione:

$$L'_n = L_p - 10 \lg \frac{A}{A_0} \quad (\text{dB})$$

dove:  $A$  è l'area di assorbimento equivalente dell'ambiente ricevente ( $m^2$ );  $A_0$  è l'area di assorbimento equivalente di riferimento ( $10 m^2$ ).

Per quanto attiene gli impianti le grandezze da prendere in esame sono:

- $L_{ASmax}$  livello massimo di pressione sonora, ponderato A e misurato con costante di tempo slow;
- $L_{Aeq}$  livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderato A.

Le misure di livello sonoro degli impianti devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello di cui il rumore si origina.

## 5 Metodi di calcolo analitico

Le prestazioni di isolamento acustico dei componenti, secondo quanto riportato sul D.P.C.M. 5/12/97, **devono essere assicurate in opera**: in altri termini nella fase di progettazione è necessario disporre di un metodo di calcolo analitico che consenta di prevedere con sufficiente approssimazione tali prestazioni a partire dalle caratteristiche acustiche dei singoli elementi che compongono l'edificio; queste sono normalmente rilevabili dalle certificazioni di laboratorio fornite dai produttori dei vari componenti edilizi (pareti, solai, serramenti, ecc.), oppure da dati reperibili in letteratura, e dipendono in buona parte dalle modalità costruttive e di montaggio che si ritiene di dover adottare.

La norma UNI EN 12354 (parti 1-2-3) riporta metodi di calcolo utilizzabili per tale valutazione. Occorre tuttavia evidenziare che l'attendibilità del metodo è strettamente vincolata:

- alla veridicità delle certificazioni acustiche dei componenti edilizi;
- alla effettiva utilizzazione in corso d'opera dei componenti certificati;
- alla esecuzione a regola d'arte dei componenti oggetto di valutazione (pareti, solai) ed alla corretta installazione dei serramenti (finestre, porte), secondo le indicazioni fornite nella presente relazione;
- alle incertezze insite nel modello stesso, e comunque presenti in ogni valutazione analitica del tipo in esame.

Il metodo di calcolo, le condizioni di applicabilità oltre alle ipotesi semplificative sono consultabili direttamente sulla norma. I dati di input e tutti gli elaborati di calcolo non presenti in questa relazione sono in possesso del sottoscritto.

## 6 Accuratezza del metodo di previsione numerica

L'utilizzo dei modelli di calcolo, presentati nella norma UNI EN 12354:2002, permette di prevedere le prestazioni in opera di edifici ed elementi di edificio, presupponendo il rispetto delle regole dell'arte per la loro realizzazione o posa in opera, nonché un'elevata accuratezza delle misurazioni in sede di verifica.

L'accuratezza della previsione dipende da molti fattori, quali: l'accuratezza dei dati d'ingresso, l'adattabilità della situazione rispetto al modello, il tipo degli elementi e dei giunti interessati, la geometria della situazione e la qualità di esecuzione. Non è pertanto possibile specificare l'accuratezza delle previsioni in generale per tutti i tipi di situazioni ed applicazioni.

Per ciò che concerne la norma UNI EN 12354-1 :2002 , nel caso di previsioni delle prestazioni in opera di edifici costituiti da elementi omogenei, l'indice di valutazione tramite il modello dettagliato è mediamente corretto (nessun errore sistematico) con uno scarto tipo da 1,5 dB a 2,5 dB.

Le previsioni con il modello semplificato (solo sugli indici di valutazione) mostrano uno scarto tipo di circa 2 dB, con una tendenza a sopravvalutare leggermente l'isolamento.

Per ciò che riguarda la norma UNI EN 12354-2 :2002 e quindi la trasmissione verticale dei rumori di calpestio (caso del modello dettagliato), è possibile rilevare che la previsione dell'indice di valutazione è corretta con uno scarto tipo di 2 dB.

Per la trasmissione orizzontale, l'indice di valutazione calcolato ha un errore sistematico variabile da 0 dB a 5 dB con uno scarto tipo di circa 3 dB.

Gli esempi di calcolo con il modello semplificato evidenziano che circa il 60% dei valori della previsione hanno un intervallo di  $\pm 2$  dB rispetto ai valori misurati, mentre il 100% varia entro un intervallo di  $\pm 4$  dB.

L'utilizzo dei modelli di calcolo, presentati nella norma UNI EN 12354-3:2002, garantiscono una previsione dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata standardizzato rispetto al tempo di riverberazione che evidenzia uno scostamento tipo di circa 1,5 dB.

## 7 Descrizione dell'intervento

### 7.1 Descrizione dell'intervento

L'intervento in esame prevede la realizzazione di un piano secondo ospitante uffici direzionali per la struttura sanitaria privata IRM ad oggi esistente in via Torino 19.

Il nuovo piano sarà realizzato su struttura portante completamente scollegata dalla struttura esistente, al di sopra del piano primo del centro IRM mediante una struttura in CLS.

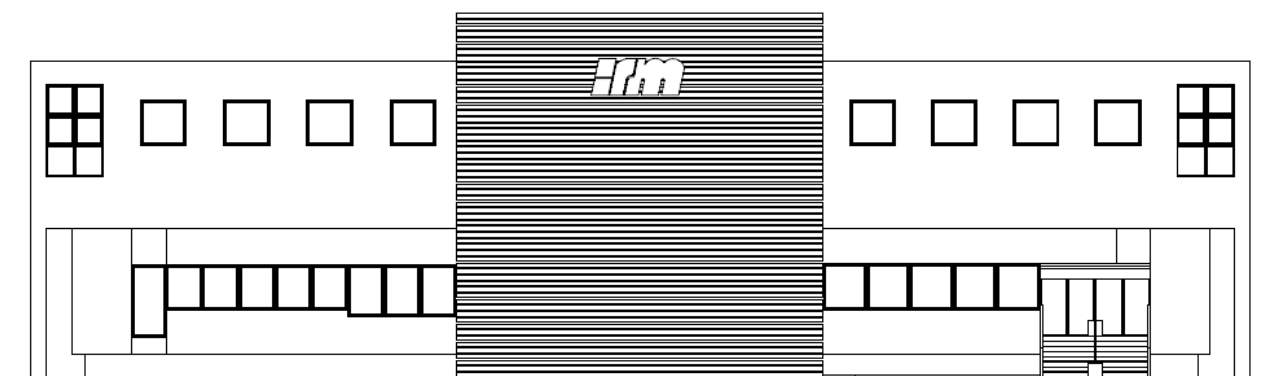


fig. 7.1 Prospetto della costruzione in progetto



Il nuovo piano di pianta quadrata di circa 40 m di lato sarà realizzata con solaio di calpestio e copertura isolato tipo Isoltravet e pareti esterne con sistema Muro Cassero a perdere in CLS da 15 cm. E' un muro autoportante costituito da due pannelli in polistirene espanso ad alta densità (30 kg/mc) autoesingente di classe I di spessore da 65 a 300 mm accoppiati con un sistema di staffe metalliche. I distanziali sono predisposti in modo tale da permettere l'inserimento (in cantiere) dei ferri d'armatura creando una doppia rete metallica.

Il successivo getto, vista la robustezza del modulo, può essere VIBRATO come in un tradizionale cassero in legno, non presentando deformazioni o rigonfiamenti.

al centro del piano si apre un cortile quadrato di 15 metri di lato per dar luce agli spazi adibiti ad uffici direzionali e magazzini a servizio della struttura sanitaria.

Nell'allegato I sono riportate le piante, di progetto fuori scala per permettere l'individuazione delle varie unità sulle quali sono state effettuate le verifiche dei requisiti acustici.

## 7.2 Caratteristiche dei materiali e componenti utilizzati

Con riferimento alla richiesta di verifica su progetto, sulla base delle planimetrie, sezioni e prospetti a disposizione e sulle composizioni delle strutture da utilizzare nell'edificio concordate con la committenza, è stata effettuata la verifica dei requisiti acustici passivi degli edifici ai sensi del D.P.C.M. 05/12/97.

### 7.2.1 Involucro

Le componenti utilizzate nella realizzazione dell'involucro della zona destinata agli uffici, alle sale CDA ed ai locali tecnici dell'edificio si dividono in:

#### Partizioni verticali

- |           |   |
|-----------|---|
| PA.CL.007 | Parete in calcestruzzo (150 mm) tra pannelli in polistirene espanso ad alta densità da 100mm esterni e 65 interni con funzione di cassero a perdere |
| PA.U.FCI  | Facciata continua leggera zona uffici quota +281 e +285,24;   |

#### Partizioni orizzontali

- |           |   |
|-----------|---|
| SO.PR.002 | Solaio realizzato con lastre precomprese in calcestruzzo di 4 cm, con blocchi di alleggerimento in polistirolo (20 cm); |
|-----------|---|

In allegato I è possibile individuare la tipologia delle partizioni e il loro posizionamento sulle piante dell'edificio ai vari livelli.

La parete di facciata PA.CL.007 è realizzata in calcestruzzo (150 mm) tra pannelli in polistirene espanso. E' un muro autoportante costituito da due pannelli in polistirene espanso ad alta densità (30 kg/mc) autoesingente di classe I di spessore da 100mm esterni e 65 interni accoppiati con un sistema di staffe metalliche con funzione di cassero a perdere. Ha un valore d'isolamento al rumore aereo desumibile dalla relazione  $R_w = 23.2 \log m' - 4.5$  con una massa superficiale minima di 345.0 kg/m<sup>2</sup>. In totale è desumibile un  $R_w=54.4$  dB. Tale valore risulta essere cautelativo poiché non si tiene conto delle caratteristiche acustiche del cappotto in polistirene espanso.

Al valore d'isolamento calcolato poi cautelativamente non è aggiunto il contributo del placcaggio della controfoderata interna realizzata con 1 lastra del tipo GYPROC WALLBOARD 13 (tipo A e

Euroclasse A2-s1,d0 secondo UNI EN 520 e classe di fumo F1 secondo AFNOR NF 16-101 e ISO5659-2) da 12,5 mm di spessore e da 1 lastra in gesso fibrato del tipo GYPROC RIGIDUR H 13 (tipo GF C1 I W2 secondo EN 15283-2 e Euroclasse A1 di reazione al fuoco) da 12,5 mm di spessore che potranno essere realizzate per il passaggio degli impianti.

Le lastre potranno essere fissate con viti autoperforanti su orditura metallica di sostegno con rivestimento organico. La struttura, in lamiera d'acciaio zincato da 0,6 mm di spessore, sarà costituita da profili montante a C aventi larghezza 50 mm, opportunamente inseriti in guide ad U orizzontali, poste a pavimento e a soffitto.

I montanti saranno posati con interasse massimo di 600 mm. Nell'intercapedine tecnica tra i montanti potrà essere inserito pannello isolante in lana minerale.

Su tutto il perimetro della struttura metallica e sulle ali interne dei montanti a contatto con la muratura di supporto, sarà applicato un nastro in polietilene espanso per desolidarizzare la parete dalla struttura portante. La posa in opera dovrà essere conforme a quanto riportato nella documentazione tecnica del produttore.

Il sistema parete nella parte opaca quindi così descritto ha un valore prudenzialmente stimato del potere fonoisolante almeno pari a  $R_w = 54,4$  dB.



Figura 7.2.1: Particolare parete esterna

**La parete di facciata zona uffici PA.U.FCI** rientra nella definizione della EN 13830 "Curtain walling - Product standard" che definisce la facciata continua come: una chiusura esterna verticale costituita da una ossatura realizzata principalmente in metallo.

E' costituita da un reticolo di elementi portanti verticali ed orizzontali tra di loro connessi ed ancorati alla struttura dell'edificio, al fine di sostenere un rivestimento di facciata continuo e

leggero che ha il compito di garantire tutte le funzione tipiche di una parete perimetrale esterna comprese la resistenza agli agenti atmosferici, la sicurezza nell'uso, la sicurezza ed il controllo ambientale, ma che comunque

non contribuisce alle caratteristiche portanti della struttura dell'edificio. Com'è possibile notare nella figura seguente, la facciata continua della zona uffici sarà caratterizzata da queste caratteristiche peculiari:

- il sistema di fissaggio della facciata alla struttura principale dell'edificio sarà costituito da staffe, montanti, cannotti e traversi con interposto antivibrante per smorzare le sollecitazioni meccaniche create dall'incidenza di rumore sulla superficie continua;

- il sistema di completamento e di chiusura della facciata costituito sia da pannelli vetrati che da pannelli opachi dovrà possedere caratteristiche acustiche omogenee.

**La parete di facciata PA.U.FCI omogenea dovrà garantire un valore minimo  $R_w = 44,0$  dB supportato da certificati prova di laboratorio in opera su componenti analoghe a quelle da installare nel caso presente. Lo stesso valore minimo dovrà essere garantito per tutte le parti apribili (porte vetrate d'ingresso uffici) oltre a eventuali finestre incluse nell'involucro.**



Figura 7.2.2: Particolare facciata continua

In allegato 3 sono riportati i certificati di laboratorio che descrivono le caratteristiche acustiche della facciata continua simile a quella installabile all'uopo.

**Per le partizioni orizzontali di calpestio verrà realizzato un solaio isolato composto da parte strutturale e massetto galleggiante .**

Partendo dall'esterno verrà realizzato un isolamento con pannello in lastra di cartongesso da esterno da 1,3 cm su telaio metallico in aderenza alla parte strutturale costituita come meglio descritto in allegato 1 da solaio in elementi strutturali tralicciati e isolati con EPS gettati in opera. Al di sopra verrà installato un pavimento galleggiante su pannello resiliente con rigidità dinamica totale del materiale eventualmente composito  $< 13$  MN/mc - massetto galleggiante  $160$  kg/m<sup>2</sup>. Lo strato resiliente dovrà essere sottoposto con successo a prova di compressibilità (UNI EN 12431) e di creep (UNI EN 1606). Lo spessore sarà  $> 15$  mm  $s' = s't + s'a < 13$  MN/m<sup>3</sup>.

Avrò un massetto in sabbia e cemento da 6 cm con rete elettrosaldata 160 kg/m<sup>2</sup> o in alternativa massetto autolivellante dello stesso peso e di spessore non minore di 5 cm.

Il dato  $R_w = 60$  dB è calcolato partendo dal dato d'isolamento del solaio nudo e considerando gli effetti della lastra di chiusura esterna e del massetto galleggiante interno. Lo spessore minimo totale del solaio composto è di 30 cm mentre la massa superficiale minima è di 360 kg/m<sup>2</sup>.

**La struttura orizzontale di copertura utilizzata è composta da parte strutturale analoga a quella da calpestio e da controsoffitto interno.**

**Serramenti (finestre, porte finestre):** Le caratteristiche d'isolamento acustico dei serramenti installati fuori dal contesto della facciata continua dipendono in maniera sostanziale dal buon abbinamento infissi-sistema di vetratura.

Gli infissi dovranno possedere requisiti di permeabilità all'aria, tali da poter rientrare nell'ambito della classe 3 secondo UNI EN 12207, 2000.

Il serramento dovrà avere una guarnizione centrale ed almeno una guarnizione esterna o interna in corrispondenza della battuta dei telai. L'infisso dovrà essere dotato di listello ferma vetro interno. Su tutto il perimetro dovrà essere presente una tripla guarnizione in gomma termoplastica con caratteristiche di isolamento acustico. Per finestre a più di un'anta, nelle battute fra un'anta e l'altra dovrà essere inserita una guarnizione di tenuta.

La chiusura sarà del tipo a nottolini, le cerniere a 3 "gambi".

Sugli infissi si ipotizza l'installazione di vetrate per le quali sia certificato un valore dell'indice del potere fonoisolante ( $R_{w, vetrata}$ ) non inferiore ai 42 dB.

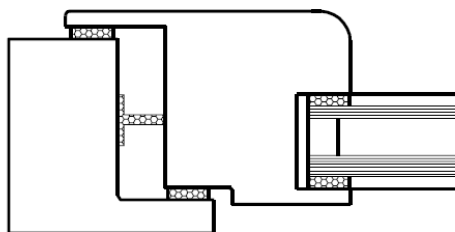


Figura 7.2.3 - Tipologia di telaio ad alte prestazioni acustiche

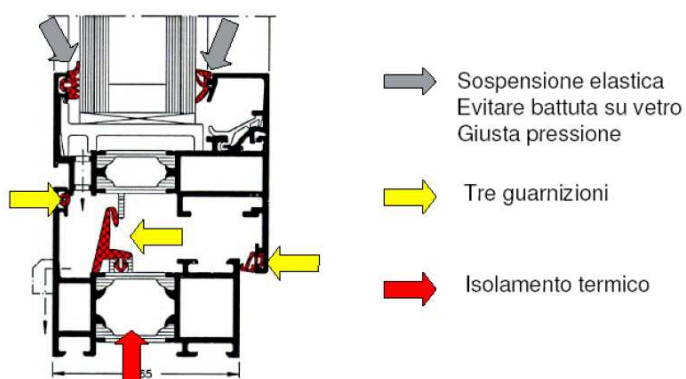


Figura 7.2.4 - Esempio di telaio metallico in grado di garantire idonea tenuta all'aria (tripla guarnizione)

A questo proposito potranno essere utilizzati vetri doppi del tipo stratificato ad esempio un 6/12/4.4 con lastra in PVB acustico da 0.76 mm interposta tra i vetri Saint Gobain Climalit Silence oppure un vetro doppio stratificato Pilkington Optilam Phon 5/16/5.5 con lastra in PVB acustico da 0.76 mm.

Su tutte le linee di giunzione tra telaio e controtelaio dovrà essere applicato sigillante siliconico in idonea quantità. Lo spazio tra il controtelaio ed il telaio fisso dovrà essere completamente riempito e sigillato in malta o con sigillante di idonea densità. E' necessario evitare l'utilizzo di schiume poliuretaniche ad espansione per il fissaggio degli infissi perché prive di proprietà isolanti acustiche. E' bene prevedere fin dalla fase di progettazione architettonica collegamenti tra gli infissi e le murature a battuta e non in luce come descritto nella figura seguente.

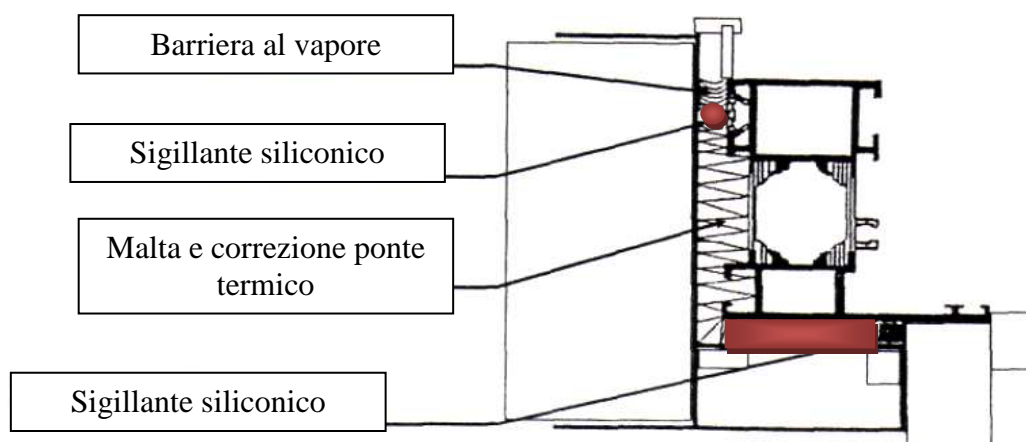


Figura 7.2.5 - Esempio di fissaggio del telaio metallico alla parete

In ogni caso il valore  $R_w$  totale (infisso + sistema di vetratura) minimo da rispettare dovrà essere pari a 40 dB ( $R_w=40$  dB).

Le prestazioni acustiche degli elementi edilizi devono essere supportate da regolari certificati di prova presentati secondo le norme vigenti.

### 7.2.2 Divisori orizzontali nella zona uffici

Le componenti utilizzate nella realizzazione dei divisori orizzontali nella zona destinata agli uffici, magazzini ed ai locali tecnici del nuovo piano dell'edificio IRM si dividono in:

**SO.PR.002 Solaio realizzato con lastre precomprese in calcestruzzo di 4 cm, con blocchi di alleggerimento in polistirolo (20 cm);**

Al di sopra di tale solaio strutturale verrà realizzato un pavimento galleggiante su pannello resiliente con rigidità dinamica totale del materiale eventualmente composito  $< 13 \text{ MN/mc}$  - massetto galleggiante  $325 \text{ kg/m}^2$ . Lo strato resiliente dovrà essere stato sottoposto con successo a prova di compressibilità (UNI EN 12431) e di creep (UNI EN 1606). Dovrà avere uno spessore  $> 15 \text{ mm}$  per cui  $s'=s't+s'a < 13 \text{ MN/m}^3$ . Al di sopra del materiale resiliente sarà realizzato un massetto in sabbia e cemento da 5 cm con rete elettrosaldata.

Le caratteristiche acustiche utilizzate per i calcoli previsionali sono riportate in allegato I.

### 7.2.3 Partizioni verticali interne

Le componenti utilizzate nella realizzazione dei divisori verticali si dividono in:

**PA.CA.023 Parete in gesso rivestito (4 lastre), struttura metallica singola, isolante in lana di vetro;**

**PA.PU.D001 Sistema di chiusura in acciaio nobilitato e vetro modulare EVO**

La parete PA.CA.023 è realizzata in lastre in cartongesso (struttura metallica singola) con pannelli in fibre di vetro. Risulta così composta: orditura metallica (75 mm). Pannelli in lana di vetro Habito Sound, posti nell'intercapedine tra i montanti della struttura. Rivestimento in doppio strato di lastre di gesso (12,5 mm ciascuna). Lo spessore della parete è 12,5 cm la massa superficiale  $40.0 \text{ kg/m}^2$ . Il valore d'isolamento acustico da certificato di laboratorio è  $R_w=54 \text{ dB}$ .

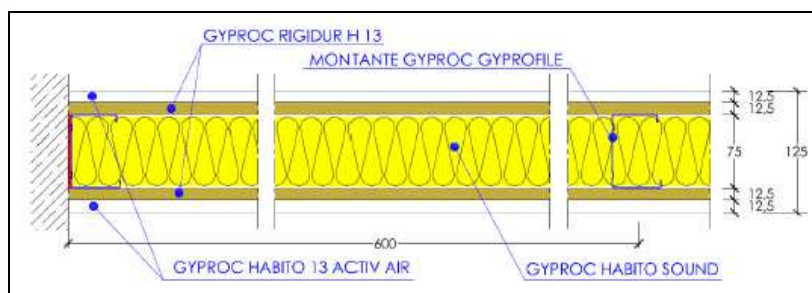


Figura 7.2.3.1 - Particolare realizzazione parete PA.CA.023

La partete denominata EVO - in acciaio, nobilitato e vetro modulare PA.PU.D001 sarà utilizzata per dividere gli uffici direzionali internamente permettendo comunque il passaggio della luce e la parziale visibilità. Tale parete modulare sarà composta da elementi ciechi ed elementi vetrati ed avrà mediamente isolamento acustico pari a  $R_w=46 \text{ dB}$  così da garantire ottimi valori

d'isolamento all'interno degli uffici per garantire adeguata privacy.

Al di sotto di tutte le strutture metalliche di sostegno delle partizioni è prevista la desolidarizzazione attraverso idonea fascia resiliente.

### 7.3 Impianti idraulici (indicazioni generiche)

**Tubazioni di scarico e di adduzione fluidi:** Nei bagni dovranno essere installati tubi in polietilene pesante (Tipo Geberit silent o equivalenti) del diametro minimo di mm. 90/110 con giunti perfettamente sigillati, posti in opera entro cassettoni in muratura o entro appositi cavedi isolati acusticamente.

I tubi di scarico non dovranno essere inseriti all'interno di partizioni verticali fra diverse unità immobiliari. Il passaggio degli scarichi nei solai dovrà avvenire con interposizione di materiale resiliente.

Le colonne di scarico delle cucine saranno eseguite sempre in polietilene con diametro sufficiente allo smaltimento dei liquami, poste entro cassettoni in muratura o apposito cavedio isolato acusticamente (figura 7.2.4.1).

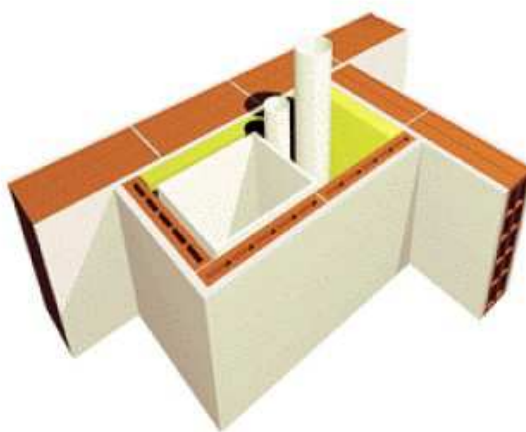


Figura 7.2.4.1 – Rappresentazione di cavedio per impianti isolato acusticamente

Per “cavedio isolato acusticamente” s'intende che le colonne principali di scarico (sia orizzontali che verticali) che attraversano gli alloggi ai vari piani dell'edificio, oltre ad essere posizionate entro cassette in muratura (**realizzato con blocchi di tipo porizzato, peso specifico dell'impasto cotto di circa 1450 kg/ m<sup>3</sup>, a fori verticali spessore 8 cm oppure con blocchi leca dello spessore di 8 cm**), dovranno essere realizzate mediante l'utilizzo di tubazioni insonorizzate rivestite ulteriormente da uno strato di materiale resiliente costituito da un foglio in materiale sintetico morbido, una lamina in piombo e uno strato in gomma. In alternativa è possibile utilizzare un manto flessibile in gomma ad alta densità e agglomerato poliuretanico. I cavedi contenenti le tubature di scarico dovranno essere riempiti con lana minerale per evitare fenomeni di risonanza. Le tubature di scarico dovranno essere supportate mediante collari con interposizione di materiale elastico, al fine di limitare la trasmissione di vibrazioni strutturali tra tubazione e muratura di supporto (figura 7.2.4.2). Il fissaggio dovrà comunque avvenire su pareti di densità  $d > 1800 \text{ kg/m}^3$ .



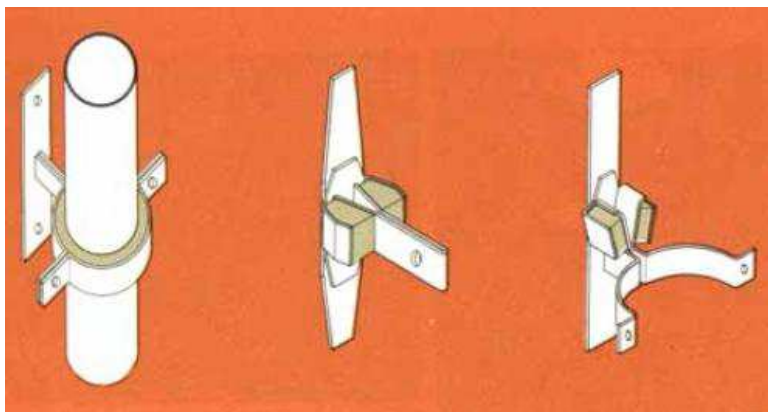


Figura 7.2.4.2 – Sistemi di bloccaggio delle tubazioni (tipo antivibrante)

Tutte le curvature dovranno essere eseguite con raccordi a 45°, al fine di limitare le turbolenze dei fluidi e quindi il rumore generato.

Per evitare la trasmissione delle vibrazioni meccaniche è necessario escludere la formazione di ponti acustici con la struttura dell'edificio; i passaggi in pareti e solette dei tubi devono essere disaccoppiati dalla struttura utilizzando rivestimenti con guaina isolante in schiuma morbida e, nel caso di raccordi, nastro isolante per attraversamento struttura.

La rumorosità della rubinetteria in fase di apertura aumenta con l'aumentare della velocità e della pressione dell'acqua per questo è opportuna l'installazione di un riduttore di pressione all'entrata di ogni unità abitativa. La brusca chiusura delle valvole all'interno dell'appartamento può generare colpi d'ariete che possono essere ridotti con opportuni ammortizzatori installati sui tratti lunghi delle tubazioni. E' opportuno prevedere quindi l'installazione di un manicotto elastico tra tubazione e rubinetto associato ad un rompi getto aeratore installato sul rubinetto ed ad una chiusura progressiva del getto. La velocità dell'acqua all'interno delle tubazioni idrauliche (adduzione fluidi e riscaldamento) dovrà essere contenuta al di sotto di 2,1 m/s per tubi da 125 mm fino a 0,9 m/s per tubi da 25 mm.

Particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione degli aspiratori d'aria localizzati al servizio di locali ciechi o cucine per sopperire alla mancanza di aerazione naturale. Per evitare che a causa dell'elevato numero di giri della ventilante e dell'elevata portata d'aria elaborata in poco tempo possa generare rumore trasmissibile strutturalmente, non debbono essere fissati direttamente al muro ma collegati attraverso l'interposizione di una piastra, sospesa da antivibranti, che permetta un sostegno elastico.

Ulteriori indicazioni riguardanti la corretta posa in opera del materiale verranno forniti nei prossimi capitoli e negli allegati riservati agli impianti.

## 7.4 Prowedimenti generali contro la trasmissione delle vibrazioni

Le parti in movimento delle macchine in uso nel complesso edilizio (termiche e non) devono essere equilibrate staticamente e dinamicamente. Tutte le macchine rotanti o comunque fonti di possibili vibrazioni devono essere posate su supporti antivibranti.

Per ogni macchina installata saranno forniti i disegni dei basamenti delle apparecchiature e i dispositivi antivibranti da inserire nelle strutture in muratura. Per il dimensionamento dei basamenti e degli antivibranti si rimanda alle prescrizioni degli ASHRAE Handbooks.



In ogni caso sarà assicurato un grado di isolamento per cui la frequenza propria di risonanza della struttura supportata sia inferiore ad  $1/3$  della frequenza della forzante.

La frequenza propria di risonanza ( $f_n$ ) è esprimibile (in Hertz o cicli al secondo) con  $f_n = 15,8/Vd$ , essendo  $d$  la deflessione statica dei supporti resilienti, espressa in mm.

Per macchine rotanti si assume come frequenza forzante la più bassa velocità di reazione. Quando si debba ricorrere a basamenti inerziali, questi devono avere una massa in calcestruzzo da 1 a 3 volte il peso del componente supportale. La scelta del tipo di antivibrante sarà eseguita, oltreché in relazione alle condizioni di carico, considerando la temperatura di esercizio e la presenza di sostanze aggressive. Isolatori in gomma o neoprene si applicheranno per deflessioni fino a 12 mm.

Per deflessioni statiche più elevate si ricorrerà a molle. Le molle non guidate elicoidali soggette a compressione avranno diametri di spira abbastanza ampi per non piegarsi lateralmente sotto il carico (nel caso in cui gli ingombri non permettano ampi diametri, si farà ricorso a guide stabilizzatrici).

Per apparecchiature che possono avere variazioni di peso rilevanti (quali per esempio boilers, gruppi frigoriferi, torri evaporative) saranno previste delle molle con dei blocchi di fine corsa che impediscano movimenti eccessivi allo scarico. Quando necessario saranno previsti dei reggispinta per oscillazioni trasversali.



Figura 7.4.1 – Condotte aria e acqua – sistemi di sospensione antivibrante

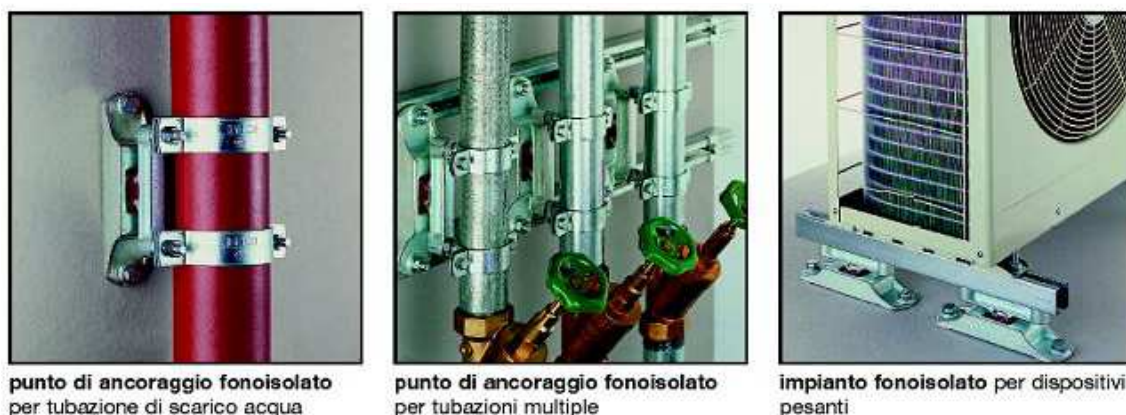


Figura 7.4.2 – Sistemi di fissaggio antivibrante per impianti meccanici

Le apparecchiature quali pompe, ventilatori e gruppi frigoriferi saranno corredate di giunti elastici al fine di evitare le trasmissioni di vibrazioni ai canali ed alle tubazioni.

I canali e le tubazioni saranno sospesi alle pareti a mezzo di dispositivi tali che evitino la trasmissione alla struttura ed alle pareti dell'edificio di vibrazioni residue, provenienti dalla macchina o dovute alla circolazione dei fluidi.

## 7.5 Impianti a funzionamento continuo

L'impianto di riscaldamento/condizionamento dell'edificio prevede tecnologia ad espansione diretta VRV di terza generazione, con il sistema a recupero di calore a 3 tubi, per consentire il contemporaneo funzionamento in raffrescamento e riscaldamento, suddiviso in varie zone termiche con unità esterne apposite e con unità interne a cassetta a 4 vie più impianti ventilazione primaria a recupero di calore;

Le unità esterne dell'impianto VRV verranno trattate con appositi pannelli assorbenti e supporti antivibranti in modo da soddisfare i limiti di emissione assoluti e di immissione assoluti e differenziali previsti dal D.P.C.M. 14/11/97 secondo prescrizioni riportate nell'apposita valutazione d'impatto acustico oltre a limitare la trasmissione vibrazionale indotta sulle strutture di sostegno e quindi all'edificio; i condotti di espulsione e alimentazione aria saranno adeguatamente coibentati e posti all'interno di cavedio tecnico isolato così da annullare la trasmissione di rumore alle strutture circostanti.

Secondo quanto definito dalla normativa UNI 11367 "Acustica in edilizia Classificazione acustica delle unità immobiliari "Procedura di valutazione e verifica in opera", vengono detti:

**ambiente abitativo:** porzione di unità immobiliare completamente delimitata destinata al soggiorno e alla permanenza di persone per lo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso;

**ambiente accessorio o di servizio:** porzione di unità immobiliare (se di utilizzo individuale) o di sistema edilizio (se di utilizzo comune o collettivo) con funzione diversa da quella abitativa ovvero non destinato allo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso. Sono ambienti accessori gli spazi completamente o parzialmente delimitati destinati al collegamento degli ambienti abitativi ed alla distribuzione orizzontale e verticale all'interno del sistema edilizio, nonché gli spazi destinati a deposito, immagazzinamento e rimessaggio. Sono ambienti di servizio gli spazi completamente delimitati destinati ad ospitare elementi tecnici connessi con il sistema edilizio, (per esempio vani ascensore, vani scala, ecc), e quelli specializzati a fornire servizi

richiesti da particolari attività degli utenti, quali i servizi igienici, i locali tecnici degli edifici, i ripostigli anche interni all'unità abitativa, ecc.;

**ambiente verificabile acusticamente:** ambiente abitativo di dimensioni sufficienti a consentire l'allestimento di misurazioni in conformità ai procedimenti di prova e valutazione descritti nelle pertinenti parti della serie UNI EN ISO 140 per la determinazione dei livelli prestazionali acustici in opera.

Da quanto descritto i valori previsti dal DPCM 05/12/97 devono essere garantiti nelle aree destinate all'ambiente abitativo quale ambiente verificabile acusticamente escludendo quindi gli ambienti accessori o di servizio (bagni, i corridoi, i ripostigli etc.). Nonostante non sia prescritto un valore massimo di rumorosità degli impianti all'interno della stessa unità abitativa la Committenza ha scelto di installare macchine caratterizzate da bassa rumorosità all'interno degli spazi destinati alla permanenza delle persone nella zona uffici.

Per quanto attiene gli schemi degli impianti ed il posizionamento delle centrali termiche si rimanda agli elaborati depositati dal progettista termotecnico.

## 8 I locali sottoposti a valutazione previsionale

La valutazione dei requisiti acustici passivi dell'intervento in oggetto è stata effettuata su un campione di locali, prudenzialmente individuati in base alle condizioni di maggiore criticità.

Per quanto attiene la verifica dell'isolamento acustico di facciata, sono stati selezionati i locali avente maggiore superficie finestrata rispetto alla superficie complessiva della facciata, e minor volume, tenendo conto anche della diversa destinazione d'uso degli ambienti su un unico ambiente abitativo.

## 9 Verifica dei requisiti acustici passivi degli edifici

I risultati ottenuti per ogni partizione e tipologia edilizia testa secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 12354:2002 vengono riportate in Allegato I.

## 10 Indicazioni per una corretta posa in opera dei materiali in via generale

Si deve tener presente che una posa in opera non corretta delle strutture edilizie in tutte le loro parti, comporta una riduzione sensibilissima dell'indice di fonoisolamento calcolato con i metodi previsionali. Le indicazioni riportate di seguito devono ritenersi una integrazione agli opuscoli e alle direttive dettate dai fornitori di materiali oltre a cognizioni di base per garantire un risultato il più possibile conforme con quello verificabile teoricamente.

Per quanto riguarda l'isolamento acustico degli infissi, particolarmente sensibile ad errori di posa in opera, viene pertanto raccomandato di sigillare con materiali siliconici (o malte) e con estrema cura tutte le intercapedini che si possono formare fra i telai degli infissi e la muratura e di curare la posa in opera delle strutture murarie avendo cura di chiudere perfettamente i giunti senza lasciare lame d'aria.

La esecuzione delle tracce per le reti impiantistiche (elettrica ed idraulica) deve essere effettuata con scanalatrice (Figura 10.0). Dopo l'inserimento delle tubazioni e la chiusura a malta delle tracce si procede all'applicazione dell'intonaco, eventualmente armandolo con una rete nel primo strato di malta, in corrispondenza delle tracce.

Tracce di limitate dimensioni possono essere tollerate purché ben riempite di malta dopo la posa degli impianti e successivamente ricoperte dall'intonaco. Per tracce di grandi dimensioni è necessario prevedere dei cavedi.

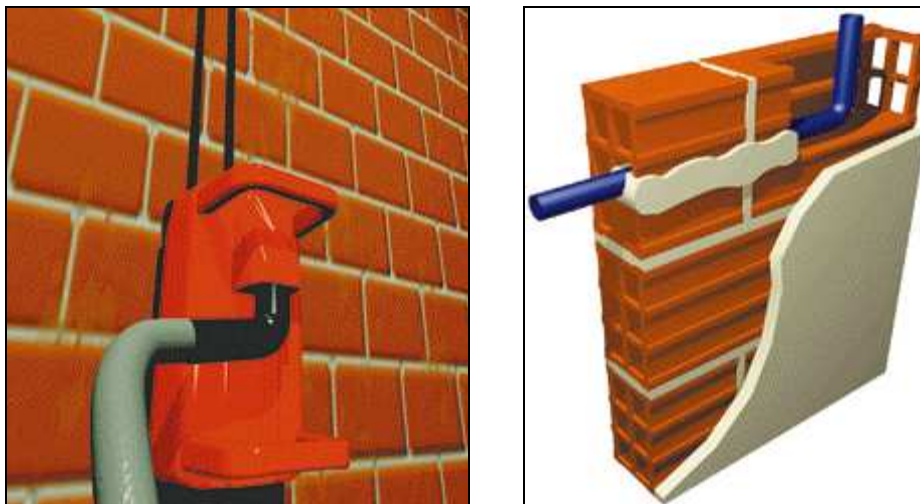


Figura 10.0: Scanalatrice con aspirazione delle polveri, per la esecuzione delle tracce per gli impianti e particolare della corretta chiusura a malta delle tracce prima dell'intonacatura.

Per quanto attiene la realizzazione dei giunti tra le pareti di facciata e divisorie tra ambienti abitativi affiancati si deve tener presente, in linea generale quanto riportato di seguito nelle figure esplicative che descrivono i particolari di posa in opera riguardante i giunti di malta tra elementi murari. In figura viene riportato un particolare di posa in opera riguardante i giunti di malta tra elementi per muratura.

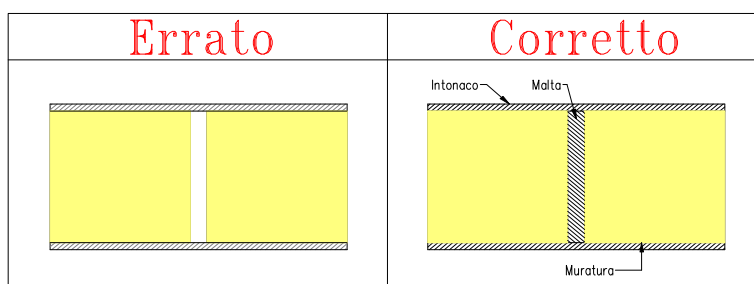


Figura 10.1: Particolare di posa in opera: i giunti in malta

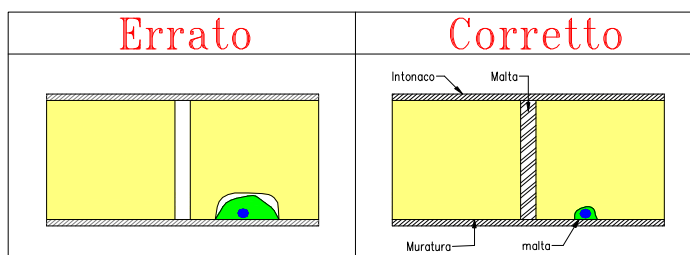


Figura 10.2: Particolare delle tracce di impianti su strutture in muratura

Tracce di limitate dimensioni possono essere tollerate purché ben riempite di malta dopo la posa degli impianti e successivamente ricoperte dall'intonaco.

**I giunti tra gli elementi in muratura (pannelli) ed i pilastri** devono essere riempiti con malta pur con la presenza di intonaci oppure opportunamente sigillati, in modo da evitare il passaggio di rumore per via aerea. L'utilizzo di materiali resilienti per evitare trasmissioni laterali seppur auspicabile deve essere verificato caso per caso per non pregiudicare la stabilità strutturale delle tramezzature.

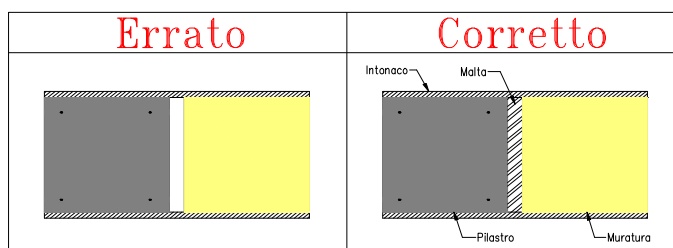


Figura 10.3: Particolare della chiusura delle lame d'aria tra pilastri e muratura

Il mancato riempimento con malta dei giunti verticali ed orizzontali tra i laterizi e/o blocchi pur in presenza di intonaci, porta ad una riduzione delle prestazioni acustiche pregiudicando fortemente la prestazione della partizione calcolata. Percorsi preferenziali per il rumore si possono formare anche nel caso di pareti divisorie poste al di sotto di solai con “pignatte” forate aventi travetti ortogonali rispetto alla parete (trama del solaio perpendicolare al divisorio verticale). I fori delle pignatte sono allineati e, se non interrotti, formano un percorso preferenziale per il rumore. Per tale motivo devono essere previsti rompitratta in corrispondenza delle pareti divisorie tra unità abitative diverse.

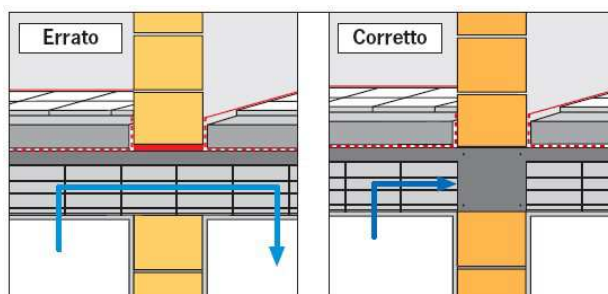


Figura 10.4: Particolare realizzazione rompitratta su solaio per prevenire il passaggio di rumore nelle pignatte posizionate ortogonalmente alla muratura.

Per evitare il passaggio di rumore in corrispondenza del nodo tra la parete divisoria due unità abitative e l'eventuale parete a doppio tavolato è necessario prevedere l'interruzione di passaggi preferenziali di rumore.

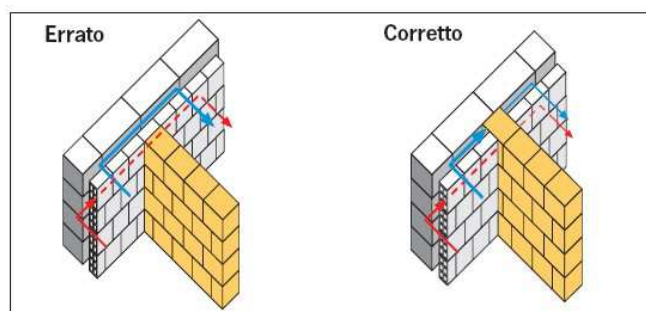


Figura 10.5: Particolare realizzazione del nodo tra muratura di divisione appartamenti e facciata a doppio tavolato.

**Nella realizzazione delle tramezzature a contatto con la parete di separazione tra unità abitative è fondamentale che non deve essere interrotta la continuità del divisorio.**

**Per la realizzazione del pavimento galleggiante** devono essere rispettate le seguenti fasi costruttive. Il fondo alleggerito di base deve essere livellato in modo da evitare che il materiale resiliente possa subire degli schiacciamenti localizzati con conseguente incremento della rigidità dinamica. Anche nel caso in cui vi siano reti impiantistiche, la superficie a contatto con il materiale resiliente deve essere ben livellata. Una fascia di materiale isolante che consenta di svincolare strutturalmente il massetto ed il pavimento superiore dalle pareti laterali deve essere posata sui bordi perimetrali, in aderenza alle pareti già stuccate e che sono vincolate al massetto di compensazione ed agli altri elementi verticali (ad esempio rampe scale, pilastri, stipiti delle porte ecc.). Il posizionamento del materiale resiliente sia in rotoli o in pannelli deve essere effettuato assicurandosi di eliminare qualsiasi discontinuità tra i vari elementi; tali discontinuità potrebbero creare punti deboli o di contatto tra il massetto superiore ed il solaio sottostante. È opportuno a tale proposito, ricoprire il materiale resiliente con fogli di materiale impermeabile (tipicamente polietilene), sovrapposti nei giunti, in modo che possa essere evitato ogni rischio di infiltrazione successiva alla posa del massetto.

La realizzazione del massetto superiore e del pavimento deve avvenire in modo tale che essi si posizionino in corrispondenza delle pareti all'altezza della fascia perimetrale. Una volta posato il pavimento deve avvenire la rifilatura della fascia perimetrale, un eventuale battiscopa non dovrà essere in contatto con il pavimento se non tramite un giunto elastico. La realizzazione del massetto galleggiante deve essere eseguita prestando particolare attenzione alla realizzazione dei giunti di dilatazione se necessari. Tali giunti devono impedire che il massetto possa fessurarsi.

Eventuali giunti di dilatazione devono essere posizionati in corrispondenza ai giunti già presenti sul solaio portante, oltre a tali giunti, il massetto ne deve presentare ulteriori perimetrali in cui la distanza tra gli stessi e la grandezza dei campi dei massetti deve essere valutata in funzione del tipo di legante e del rivestimento finale in base alle indicazioni del progettista architettonico o del direttore dei lavori. L'armatura deve essere protetta dalla corrosione e deve interrompersi in corrispondenza dei giunti di dilatazione.





Il controllo della rumorosità degli apparecchi e degli impianti passa anche attraverso un'accorta scelta distributiva dei locali degli alloggi fatta in sede progettuale, o quantomeno degli arredi, degli apparecchi sanitari e delle relative colonne di scarico; anzi tale aspetto risulta spesso fondamentale per sopprimere ad eventuali carenze o disattenzioni realizzative, sempre possibili in materia di trasmissione del rumore.

Le camere da letto non dovrebbero essere posizionate a contatto con i servizi igienici o vani scale; se ciò non è possibile assicurarsi che la testata del letto sia posizionata dalla parte opposta dei suddetti vani: in tal modo si limitano le possibilità di udire i rumori aumentando la distanza sorgente-ricettore e interponendo più ostacoli al percorso tra gli stessi.

Poiché i servizi igienici costituiscono spesso la principale sorgente di disturbo, è bene che questi confinino tra loro e con la parete attrezzata dei sanitari in comune.

Altro accorgimento senz'altro utile è quello di portare le colonne di scarico in facciata alloggiate in appositi cavedi dove possono trovare collocazione, opportunamente separate, le calate dei pluviali.

È anche da evitare che la testata del letto sia a contatto con vani dove è possibile la presenza di impianti TV, e di riproduzione sonora in genere: l'indicazione dell'arredamento su progetto deve essere quindi giustificata anche in base al controllo delle possibili sorgenti sonore disturbanti.

**Particolare attenzione deve poi essere posta alle connessioni tra soletta delle scale e pareti laterali: è bene evitare connessioni rigide, che trasmettono le vibrazioni del calpestio, e privilegiare le soluzioni a rampe staticamente indipendenti con appoggi sui pianerottoli attestati sulla parete esterna.**

Nell'intervento in esame sono state selezionate soluzioni tecnologiche per la realizzazione degli impianti che dovrebbero garantire il rispetto dei valori limite di pressione sonora, previsti dalla normativa vigente. Particolare attenzione deve essere inoltre posta alla modalità di realizzazione dei cavedi degli impianti. Questi possono infatti costituire un importante percorso di trasmissione sonora sia tra alloggi posti sullo stesso piano che tra alloggi posti a piani differenti, sovrapposti o sfalsati. Per diminuire l'entità di tali trasmissioni, che possono ridurre fortemente l'efficacia delle partizioni progettate, è necessario che tutte le pareti dei cavedi siano realizzate con muratura in mattoni semipieni in laterizio normale o alleggerito (ad esempio del tipo doppio UNI o Poroton®), intonacate sulle facce esterne del cavedio, e che all'interno del cavedio sia posto materiale fonoassorbente. Nel caso dei cavedi posti nei locali soggiorno-pranzo-cottura, i tubi di esalazione fumi delle cappe aspiranti possono costituire un ulteriore importante percorso di trasmissione sonora. A tale riguardo, tali tubature dovranno essere rivestite, per tutta la loro estensione all'interno del cavedio, con materiale fonoassorbente di idonee caratteristiche (ad esempio lana di vetro).

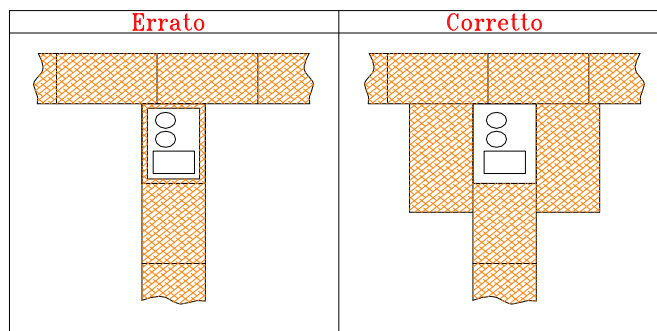


Figura 11.1 : Corretta realizzazione dei cavedi su muratura



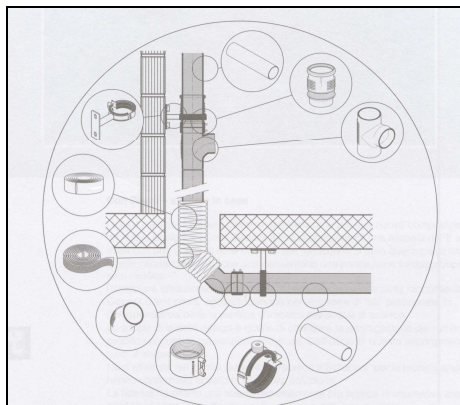


Figura 11.2 : Particolari da curare per la corretta posa in opera di impianti di scarico

I raccordi tra i discendenti ed i tratti orizzontali dovranno essere eseguiti mediante raccordi a 45° e comunque tali impianti dovranno essere eseguiti secondo le norme di buona tecnica, ed opportunamente dimensionati.

I cavedi non dovranno essere ricavati in nessun modo andando a realizzare tracce nelle tamponature interne ed esterne.

Sia la vasca da bagno che il piatto doccia ed i vasi di cacciata dovranno essere posati su giunti elastici.

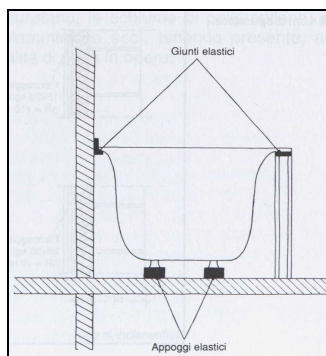


Figura 11.3 : Installazione di giunti antivibranti sulla vasca da bagno

## 11.1 Ascensori

Per quanto concerne gli ascensori, nel caso specifico ne è previsto 1 da realizzarsi nel vano scale esterno, è necessario che siano realizzate strutture autoportanti così da evitare qualsiasi trasmissione di vibrazioni all'interno delle unità abitative. La scelta dell'ascensore dovrà ricadere su una tipologia a basse emissioni sonore e dalle caratteristiche acustiche collaudate in opera. Indicativamente le prestazioni migliori si raggiungono con impianti del tipo a fune dove il carico è appeso a "piombo" rispetto alla colonna strutturale. L'utilizzo di cinghie di trazione composte da sottili cavi di metallo rivestiti in gomma e poliuretano che sostituiscono negli impianti moderni le tradizionali funi di acciaio, fanno sì che si abbia un minor peso, un minor ingombro ed un funzionamento più silenzioso. I motori elettrici a frequenza variabile inoltre garantiscono alti standard qualitativi rispetto ai comuni sistemi idraulici.

In particolare, per ridurre al minimo la generazione del rumore alla sorgente, dovranno essere previsti:

- motori elettrici non troppo veloci o comunque con controllo elettronico della velocità di corsa e dei transitori di fermata e ripartenza;
- adozione di riduttori vite senza fine-ruota elicoidale con le superfici di contatto accuratamente lavorate e ben lubrificate ;
- perfetto equilibrio dal punto di vista dinamico del gruppo argano motore e verifica di tutte le spinte originate sulle guide;
- installazione di teleruttori e relais silenziosi e posizionamento dei componenti del quadro di manovra in appositi armadietti isolati acusticamente;
- posa in opera delle guide di cabina e del contrappeso in modo che le giunzioni siano perfettamente combacianti e che le stesse siano perfettamente verticali;
- utilizzo di materiali antifrizione (come per esempio il polizene), per i pattini della cabina e del contrappeso, atti a ridurre il rumore degli attriti e dello strisciamento;
- utilizzo, al posto dei normali invertitori di piano nel vano corsa, di dispositivi di comando a magneti e piastre metalliche molto più silenziosi;
- utilizzo di sistemi di controllo elettronici che regolano la velocità di chiusura delle porte così da evitare la classica battuta al contatto delle ante.

Per ridurre poi la trasmissione del rumore generato negli ambienti abitativi confinanti, dovranno essere previsti:

- il perfetto isolamento del sistema di sostegno del gruppo argano motore dalle strutture portanti dell'edificio servendosi di materiale elastico opportunamente dimensionato (rigidezza e spessore) che eviti il propagarsi delle vibrazioni;
- installare in corrispondenza degli ancoraggi delle guide di cabina e del contrappeso delle placche antivibranti in modo da isolare le stesse guide dalla struttura dell'edificio;
- la insonorizzazione del locale macchine e la presenza all'interno di un alto coefficiente di assorbimento a per evitare riflessioni e quindi riverbero;
- supporti antivibranti tra l'intradosso del vano corsa e la eventuale soprastante soletta portante del locale macchinario.

## 12 Valutazioni conclusive

I risultati dei calcoli effettuati hanno dato esito positivo rispetto alle specifiche tecniche dettate dalla normativa vigente per quanto attiene i requisiti acustici passivi.

Si sottolinea, comunque, come tali calcoli siano stati effettuati riferendosi a un progetto dell'edificio e come non possano essere considerati idonei se vengano apportate variazioni agli elementi presi in considerazione per i calcoli stessi, rispetto alla situazione rappresentata nel progetto preso come riferimento.

Si ricorda, infine, che gli esiti positivi, inerenti le valutazioni previsionali, per essere conseguiti richiedono non solo l'uso dei materiali suddetti ed il rispetto delle soluzioni tipologiche, dimensionali e tecnologiche esaminate, ma anche e soprattutto un'accurata posa in opera: **in sintesi, l'uso di prodotti acusticamente certificati assicura l'ottenimento delle prestazioni attese esclusivamente in concomitanza con una buona esecuzione.**

In questo senso, si sottolinea come il conseguimento dei risultati presentati nella relazione sia subordinato all'attenersi scrupolosamente, in fase di posa in opera, a quanto illustrato e prescritto nelle schede tecniche degli elementi presi in considerazione nel presente documento.

Ulteriori indicazioni, nel caso si presenti la necessità o nel caso vi fossero situazioni critiche non evidenziate dalla presente relazione, verranno proposte in fase esecutiva fatti salvi i valori prescritti dal DPCM 5/12/97.

Ing. Francesco Orsini

Tecnico Competente in acustica ambientale ai sensi  
dell'art. 2 comma 7 della L.Q. n. 447/95 abilitato con  
Determinazione Dirigenziale n° 9344 del 18/10/2006  
dalla Giunta Regionale Umbra

## 13 Allegati

1. Risultati del calcolo previsionale acustico
2. Schede e indicazioni di posa dei materiali