



COMUNE DI PRATO

Loc. San Giusto

PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO "SAN GIUSTO / GELLO"

Piano di zona S.Giusto Z.2/11

LOTTO AA

Complesso di Edilizia Residenziale Sovvenzionata per 29 alloggi
(di cui 15 da D.D.R.T. 5020/2010 - 14 da risorse di reinvestimenti) e Centro Civico

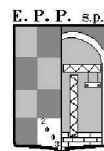
PROGETTO ACUSTICA



COMMITTENTE:

E.P.P. Edilizia Pubblica Pratese

Presidente : Ing. FEDERICO MAZZONI



R.U.P. E CONSULENTE
TECNICO NORMATIVO:

Geom. FABIO CIPRIANI (Coordinatore Generale EPP spa)

SUPPORTO AL R.U.P.:

Ing. GIULIA BORDINA (Direttore Operativo EPP spa)

PROGETTO STRUTTURE, IMPIANTI
COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA
IN FASE DI PROGETTAZIONE :

ing. ANDREA GUIDOTTI



CONSULENTE ACUSTICA :

ing. FABIO MINIATI

Dott. Ing. Fabio Miniati
Tecnico Competente in Acustica Ambientale

H.01

ELABORATO:

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI
ai sensi del D.P.C.M. 5/12/97

"Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"

CONSEGNA PREVISTA:

26/06/2012

EFFETTIVA:

26/06/2012

SCALA:

Dott. Ing. Fabio Miniati

Tecnico Competente in Acustica Ambientale

Viale Europa, 101 – 50126 Firenze

Tel/fax 055-650.38.31

Cell. 348-86.05.113 (329-21.56.653)

e-mail: fabio.miniati@alice.it

C. F. MNT FBA 67R04 F656Z

P.IVA 05154900483

Firenze, 26 giugno 2012

Oggetto: Comune di Prato. Piano di Zona S. Giusto Z.2/11 - LOTTO AA
29 alloggi di edilizia residenziale sovvenzionata e centro civico

Precisazioni sui materiali indicati nella relazione sui requisiti acustici (successiva)
Tappetino anticalpestio.

Pannello fonoassorbente posto nell'intercapedine della muratura a cassetta.

Nella relazione sui requisiti acustici passivi, di seguito allegata, alle voci tappetino anticalpestio e pannello fonoassorbente da inserire nell'intercapedine della muratura a cassetta (parete separazione tra distinte u.i. e facciata) sono indicati dei materiali di esempio. Ovviamente potranno essere usati altri materiali purché abbiano le caratteristiche simili di seguito richiamate.

Tappetino anticalpestio

A parità di massa superficiale del massetto per pavimento, l'attenuazione al calpestio del pavimento galleggiante è funzione della **rigidità dinamica s'** (grandezza espressa MN/m^3) del tappetino anticalpestio.

La rigidità dinamica s' è ottenuta dalla seguente relazione:

$$s' = s'_t + s'_a$$

dove:

s' rigidità dinamica

s'_t rigidità dinamica apparente

s'_a rigidità dinamica gas contenuto

È necessario, che il produttore fornisca il valore della rigidità dinamica s' , dato che caratterizza in maniera univoca la prestazione.

La prestazione del tappetino anticalpestio deve essere $s' \leq 21 \text{ MN/m}^3$

Pannello da inserire nell'intercapedine della parete di separazione tra distinte unità immobiliari.

La parete di progetto (muratura a cassetta con tre intonaci, con intercapedine di spessore 8 cm riempita con un doppio pannello fonoassorbente) deve garantire un potere fonoisolante R_w (dato di laboratorio) non inferiore a 60 dB.

Il potere fonoisolante della parete di separazione dipende dal potere fonoisolante degli elementi in laterizio, dallo spessore dell'intercapedine e quindi del materiale fonoassorbente ed infine dalla resistività al flusso d'aria dei materiali fonoassorbenti.

Il materiale dovrà essere fornito con certificazione analoga o simile a quella di progetto.

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5/12/97) - Verifica analitica delle soluzioni di progetto		
OGGETTO: Comune di Prato Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 12 marzo 2012	
	Pag. 2 di 20	

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	LEGISLAZIONE E NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO.....	4
3.	GRANDEZZE ACUSTICHE E RELATIVI VALORI LIMITE	5
4.	PARETE DI SEPARAZIONE TRA DISTINTE UNITÀ IMMOBILIARI	7
4.1	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLA PARETE DI SEPARAZIONE FRA DISTINTE UNITÀ	7
4.2	CALCOLO DELL'INDICE DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE	8
4.3	NOTE RELATIVE ALLA POSA IN OPERA.....	9
5.	SOLAIO	10
5.1	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEL SOLAIO INTERPIANO	10
5.2	CALCOLO DELL'INDICE DI RUMORE DI CALPESTIO DI SOLAI	12
5.3	NOTE RELATIVE ALLA POSA IN OPERA.....	13
6.	FACCIATA.....	16
6.1	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLA FACCIATA	16
6.2	CALCOLO DELL'INDICE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO STANDARDIZZATO DI FACCIATA.....	18
7.	RUMOROSITÀ DEGLI SCARICHI.....	20

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5/12/97) - Verifica analitica delle soluzioni di progetto		
OGGETTO: Comune di Prato Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 12 marzo 2012	
	Pag. 3 di 20	

1. PREMESSA

Nel presente documento sono verificate le soluzioni costruttive, progettate per garantire il rispetto dei requisiti acustici passivi di legge (D.P.C.M. 05/12/1997), relative al seguente intervento edilizio:

Comune di Prato

Programma Integrato di intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11

Lotto AA - Complesso di Edilizia Residenziale Sovvenzionata per 29 alloggi.

I calcoli di verifica delle soluzioni sono stati eseguiti conformemente alle norme tecniche richiamate al paragrafo seguente. Lo studio si basa sul progetto architettonico (piante e prospetti) del mese di febbraio 2012, al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

Si ricorda che una corretta posa in opera è essenziale per il raggiungimento delle prestazioni acustiche necessarie al soddisfacimento dei requisiti di legge.

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5/12/97) - Verifica analitica delle soluzioni di progetto		
OGGETTO: Comune di Prato Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 12 marzo 2012	
	Pag. 4 di 20	

2. LEGISLAZIONE E NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

Sono di seguito riportati i principali riferimenti legislativi a livello nazionale inerenti l'acustica in edilizia:

- Legge n. 447 del 26 ottobre 1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici".
- Circolare n. 1769 del 30 aprile 1966 del Ministero dei Lavori Pubblici.

L'argomento è inoltre trattato dalle linee guida regionali:

- Regione Toscana Direzione Generale del Diritto alla Salute e delle Politiche di Solidarietà e Direzione Generale delle Politiche Territoriali ed Ambientali. "L'acustica in edilizia - Linee guida per la valutazione dei requisiti acustici passivi degli edifici D.P.C.M. 5/12/97". Settembre 2006, approvata con D.G.R.T. 12 marzo 2007 n. 176.

Per l'elaborazione della presente valutazione si è fatto riferimento alla normativa tecnica seguente:

- 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 - Valutazioni 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 - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.
- UNI EN 12354-5:2009. Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici.
- UNI/TR 11175:2005. Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale.

Sono infine richiamati i contenuti della norma UNI 11367 (pubblicata il 22 luglio 2010) "Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di validazione e verifica in opera".

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5/12/97) - Verifica analitica delle soluzioni di progetto		
OGGETTO: Comune di Prato Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 12 marzo 2012	
	Pag. 5 di 20	

3. GRANDEZZE ACUSTICHE E RELATIVI VALORI LIMITE

Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", prevede la verifica in opera dei componenti edilizi e fissa criteri e metodologie per il contenimento dell'inquinamento da rumore all'interno degli "ambienti abitativi".

Le unità immobiliari oggetto della presente valutazione rientrano tra gli edifici inseriti nella **categoria A** della tabella A del D.P.C.M. 05/12/97, **edifici adibiti a residenza o assimilabili**.

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

- i) *Potere fonoisolante apparente R'* : esprime l'effetto di barriera acustica della parete (solaio) nei confronti dei suoni aerei che incidono sulla medesima, nelle reali condizioni di utilizzo. Tale grandezza tiene conto non solo della trasmissione diretta attraverso la parete, ma anche degli eventuali percorsi di trasmissione per fiancheggiamento dovuti alle strutture laterali.
- ii) *Isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT}$* : rappresenta la differenza di livello sonoro esterno-interno, nelle reali condizioni di traffico se questo è prevalente, altrimenti utilizzando una sorgente di rumore artificiale. La grandezza fornisce il grado di protezione della facciata contro i rumori aerei provenienti dall'esterno.
- iii) *Livello di rumore di calpestio di solai normalizzato L'_n* : fornisce un'indicazione delle proprietà di isolamento acustico al calpestio dei solai. Tale valore rappresenta il livello di pressione sonora misurato nell'ambiente ricevente quando il solaio sottoposto a prova è eccitato dal generatore di calpestio normalizzato.
- iv) *Livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow $L_{A\ s_{max}}$* : fornisce un'indicazione della rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici, relativamente ai servizi a funzionamento discontinuo (ad esempio gli scarichi idrici).
- v) *Livello equivalente continuo di pressione sonora ponderata A L_{Aeq}* : fornisce un'indicazione della rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici, relativamente ai servizi a funzionamento continuo (ad esempio gli impianti di condizionamento).

Le grandezze che caratterizzano l'isolamento acustico ai rumori aerei (facciata e pareti di separazione) e ai rumori impattivi (solai) sono dipendenti dalla frequenza. I valori limite previsti dalla normativa vigente sono espressi in maniera sintetica tramite indici di valutazione a singolo numero che caratterizzano globalmente la prestazione acustica dell'elemento di edificio considerato.

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5/12/97) - Verifica analitica delle soluzioni di progetto		
OGGETTO: Comune di Prato Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 12 marzo 2012	
	Pag. 6 di 20	

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

- Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di partizione tra ambienti R'_w
- Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$
- Indice di valutazione del rumore di calpestio normalizzato di solai $L'_{n,w}$

Il pedice (w), indica che l'indice a singolo numero è ottenuto attraverso una pesatura dei valori in frequenza della grandezza in esame, mentre l'apice (') indica che si tratta di un valore derivante da misure in opera della grandezza medesima.

I valori degli indici a singolo numero delle grandezze acustiche elencate devono essere confrontati con i valori limite fissati dal D.P.C.M. 05/12/1997, per la verifica del rispetto dei requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici (tab. 1).

Categoria	Parametri				
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{A\ Smax}$	L_{Aeq}
categoria A edifici adibiti a residenza o assimilabili	≥ 50	≥ 40	≤ 63	≤ 35	≤ 35

Tabella 1 - Requisiti acustici passivi degli edifici D.P.C.M. 05/12/1997 – valori limite.

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici a funzionamento discontinuo, rilevata negli ambienti diversi da quelli in cui il rumore si origina¹, non deve superare il limite di L_{ASmax} pari a 35 dB(A).

La norma UNI 11367:2010 conferma che è esclusa la valutazione del rumore immesso dagli impianti nella stessa unità immobiliare cui essi sono asserviti e in ambienti accessori o di servizio di unità immobiliari diverse (considerati come ambienti riceventi).

Di seguito si riportano i risultati dei calcoli di verifica progettuale dei requisiti acustici passivi relativi all'edificio in esame.

¹ La Circolare n. 1769 del 30 aprile 1966 del Ministero dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale "Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie", richiamata in premessa del D.P.C.M. 05/12/1997, nella parte I – Norme Generali, al punto 2.8 indica le modalità di verifica del disturbo: "La determinazione della rumorosità provocata dai servizi e dagli impianti fissi è limitata agli ambienti residenziali. Per quanto riguarda i disturbi provenienti dall'impianto idraulico, il livello di rumore va misurato in un appartamento diverso da quello nel quale viene utilizzato il servizio".

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5/12/97) - Verifica analitica delle soluzioni di progetto		
OGGETTO: Comune di Prato Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 12 marzo 2012	
	Pag. 7 di 20	

4. PARETE DI SEPARAZIONE TRA DISTINTE UNITÀ IMMOBILIARI

4.1 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLA PARETE DI SEPARAZIONE FRA DISTINTE UNITÀ

La parete tipo di separazione tra unità immobiliari sarà una parete doppia in elementi di laterizio sp. 36/37 cm (fig. 3). In particolare è prevista la posa in opera di:

- blocco Poroton 800 fonoisolante sp. 17 cm, con intonaco sp. 1 cm su entrambi i lati;
- due pannelli autoportanti tipo Extrawall sp. 4 cm ciascuno (ditta Isover Italia SpA) in lana di vetro montati a giunti sfalsati, sp. complessivo 8 cm;
- forato sp. 8 cm;
- intonaco sp. 1 cm.

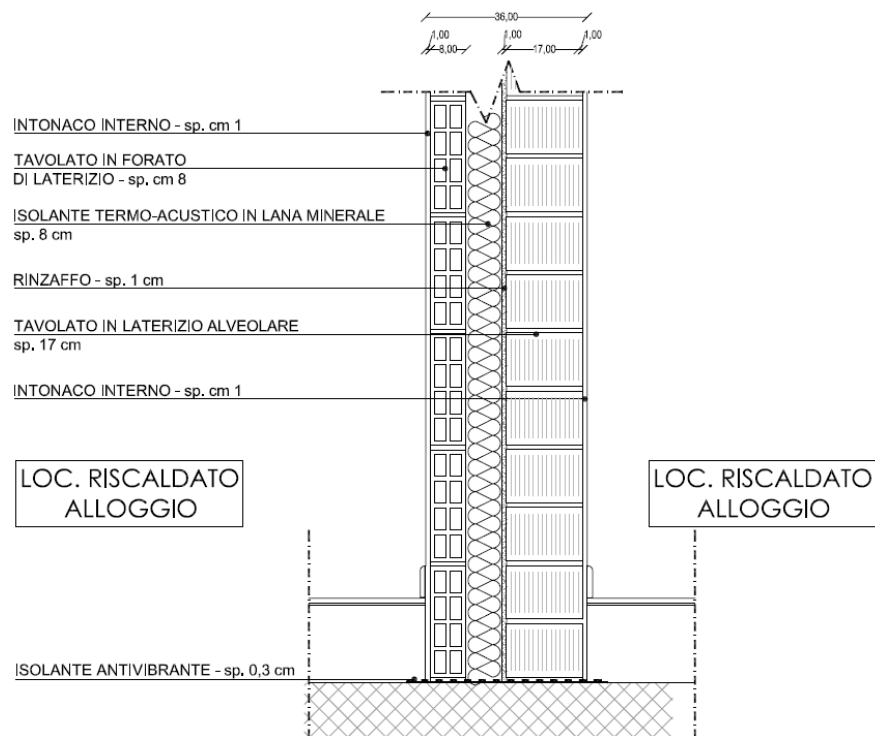


Fig. 1 – Parete di separazione tra distinte unità immobiliari

All'interno dell'intercapedine, a completo riempimento, saranno inseriti due pannelli in lana di vetro del tipo Isover Extrawall (spessore singolo pannello 4 cm; sono previsti due pannelli). Il pannello suddetto è del tipo autoportante in lana di vetro (dim. 1,20 x 2,90 m), non idrofilo, trattato con speciale legante a base di resine termoindurenti rivestito su una faccia con un velo di vetro e sull'altra con carta kraftalluminio retinata.

Gli elementi di laterizio, posti in opera con giunti verticali e orizzontali continui in malta cementizia, saranno separati dal solaio tramite strato di materiale antivibrante tipo Feltro Fonas Isover Italia (spessore 3 mm) o similari.

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5/12/97) - Verifica analitica delle soluzioni di progetto		
OGGETTO: Comune di Prato Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 12 marzo 2012	
	Pag. 8 di 20	

4.2 CALCOLO DELL'INDICE DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE

Per la parete di progetto non è disponibile nessun certificato del potere fonoisolante ottenuto con prove di laboratorio effettuate secondo procedure stabilite dalla normativa tecnica.

Nel caso specifico, tale valore è stimato superiore a 58 dB sulla base dei certificati di laboratorio di pareti con analoghe caratteristiche costruttive, ma di spessore inferiore, e di singoli componenti. Risulta che:

- $R_w = 58 \text{ dB}$ per la parete a cassetta con doppio forato da 8 cm, pannello Extrawall sp. 5 cm (Istituto Giordano s.p.a. - Rapporto di prova n. 183497 del 20/05/04);
- $R_w = 53 \text{ dB}$ per la sola parete costituita dal blocco di Poroton 800 (ad elevato potere fonoisolante) con intonaco su entrambi i lati sp. 1,8 cm (Università di Padova Dip. Fis. Tec. – Certificato n. 173 del 01/02/05).

In opera si verifica una riduzione della prestazione di laboratorio della parete di separazione a causa delle trasmissioni laterali. In prima approssimazione il potere fonoisolante apparente può essere determinato a partire dal potere fonoisolante della parete attraverso la relazione seguente, indicata anche dalle Linee guida della Regione Toscana:

$$R'_w = R_w - 5 \quad [\text{dB}]$$

con

R_w indice di valutazione del potere fonoisolante (valore di laboratorio);

5 termine che tiene conto tra l'altro delle trasmissioni laterali.

Quindi nell'ipotesi di posa in opera a regola d'arte il potere fonoisolante apparente R'_w della partizione è stimato non inferiore a 52-53 dB. Tale valore è superiore al valore minimo del requisito di legge (50 dB) che dunque risulta soddisfatto.

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5/12/97) - Verifica analitica delle soluzioni di progetto		
OGGETTO: Comune di Prato Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 12 marzo 2012	
	Pag. 9 di 20	

4.3 NOTE RELATIVE ALLA POSA IN OPERA

Al fine di ridurre le trasmissioni per fiancheggiamento le pareti di separazione tra distinte unità immobiliari devono essere tutte posate su guaina antivibrante (tipo Feltro Fonas ditta Isover Italia), prestando inoltre attenzione alla modalità di realizzazione della giunzione laterale della parete (in particolare per il giunto di facciata); per eliminare il ponte acustico realizzare la soluzione C della figura seguente (da evitare la soluzione indicata con A).

*Figura 06.13
Alcune configurazioni del giunto tra parete divisoria interna e parete di facciata, per pareti in elementi di laterizio a doppio strato.*

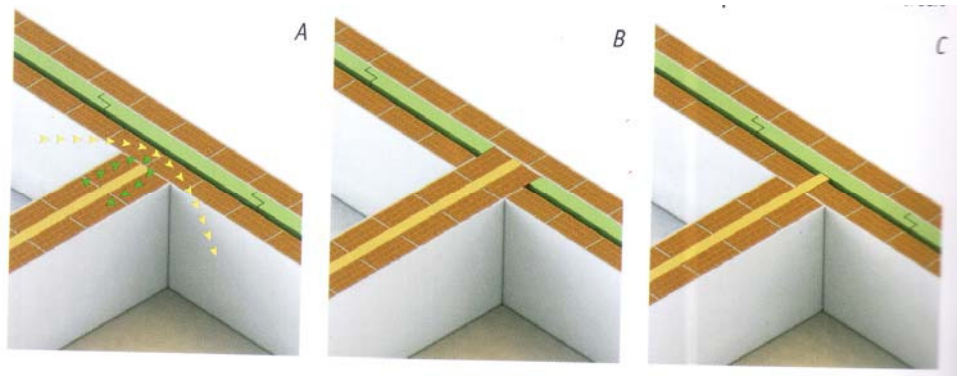


Fig. 2 – Immagine tratta da “Pareti leggere e stratificate in laterizio” di Adolfo Baratta edito da Edizioni Later service. Cap. 6 - Il comfort acustico negli edifici a cura di Simone Secchi

La parete di separazione sarà collegata ai pilastri con una malta cementizia elastica vibro smorzante tipo Fonoplast della ditta Index SpA o similari. Tale materiale sarà utilizzato anche per disaccoppiare i tavolati dall'intradosso del solaio superiore.

Nell'intercapedine i pannelli di lana minerale dovranno essere perfettamente accostati. Per non compromettere il potere fonoisolante della parete di separazione, come indicato dalle regole di buona tecnica, si dovrà:

- ridurre al minimo le tracce dell'impianto elettrico;
- sfalsare le tracce dell'impianto elettrico sui due lati della parete, richiudere ermeticamente le stesse con malta, sfalsare le scatole degli interruttori e delle prese elettriche.

5. SOLAIO

I requisiti di isolamento ai rumori aerei e di calpestio cui devono rispondere i solai, rendono necessaria la realizzazione di pavimenti cosiddetti "galleggianti", ossia separati dalle strutture circostanti, inferiore e laterali, tramite uno strato resiliente (antivibrante) in grado di interrompere la propagazione delle vibrazioni.

5.1 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEL SOLAIO INTERPIANO

Il solaio interpianto tra unità immobiliari sp. 45 cm sarà realizzato secondo la seguente stratigrafia (fig. 3):

- intonaco all'intradosso sp. 1 cm;
 - solaio strutturale interpianto (solai grezzi) in latero-cemento sp. 20+4 cm, con soletta da 4 cm in calcestruzzo (strato di completamento);
 - massetto alleggerito porta impianti sp. 7,5 cm;
 - materassino anticalpestio Fonostop Duo. sp. 7 mm (Index SpA) o in alternativa UnderSlim sp. 5 mm (Isolmant SpA) entrambi caratterizzati da rigidità dinamica $s'=21 \text{ MN/m}^3$.
- ΔL_w ricavato in funzione di s' , tramite metodo UNI EN 12354-2, pari a circa 28 dB;
- fascia perimetrale angolare per eseguire i risvolti;
 - pannello radiante sp. 6 cm;
 - caldana addittivata per pavimento sp. 5 cm;
 - pavimento sp. 1 cm.

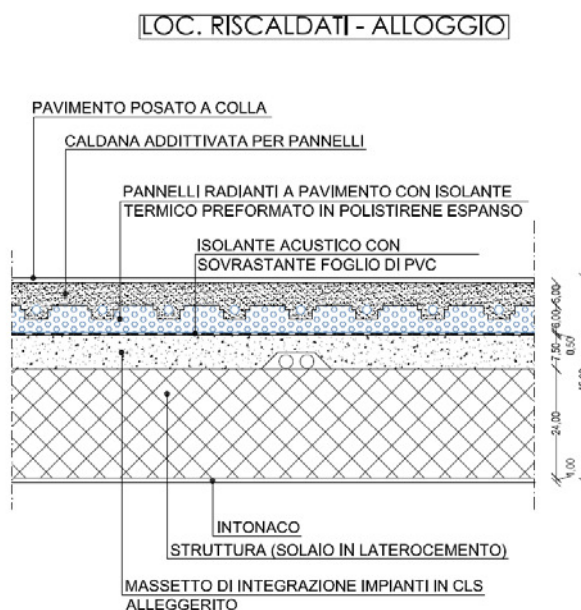


Fig. 3 – Stratigrafia solaio interpianto.

Si riporta in figura 4 lo schema esemplificativo di pavimento galleggiante nel quale è schematizzata la disposizione della fascia perimetrale necessaria ad interrompere la trasmissione delle vibrazioni dall'insieme massetto-pavimento, alle strutture verticali sul perimetro.

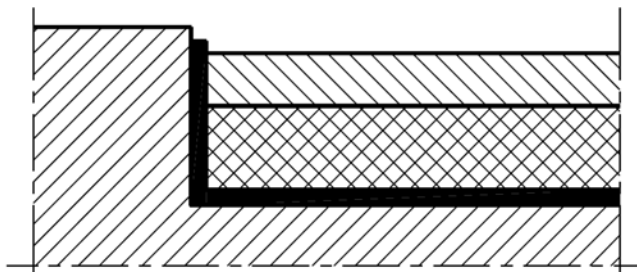


Fig. 4 – Schema esemplificativo di pavimento galleggiante.

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5/12/97) - Verifica analitica delle soluzioni di progetto		
OGGETTO: Comune di Prato Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 12 marzo 2012	
	Pag. 12 di 20	

5.2 CALCOLO DELL'INDICE DI RUMORE DI CALPESTIO DI SOLAI

Per la stima teorica del livello di rumore di calpestio la norma UNI EN 12354-2, propone un modello di calcolo semplificato che si basa sul calcolo degli indici di valutazione.

Il metodo semplificato consente di stimare direttamente l'indice di valutazione del livello equivalente di pressione sonora di calpestio normalizzato di solaio omogeneo, senza pavimento galleggiante, mediante la seguente relazione empirica:

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \log \frac{m'}{m_0} \quad [dB] \quad [1]$$

dove:

m' è la massa superficiale del solaio grezzo [kg/m²]

m_0 è pari a 1 [kg/m²]

infine si determina l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico $L'_{n,w}$ attraverso la relazione:

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K \quad [dB] \quad [2]$$

dove:

ΔL_w indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio, ottenuta con la posa in opera di isolante e pavimentazione, rispetto al solaio grezzo;

K termine di correzione per la trasmissione dei rumori di calpestio attraverso le strutture laterali omogenee.

Nel caso specifico la massa del solaio strutturale (1,5+20+4 cm) cm è pari a circa 340 kg/m². Ne consegue che $L_{n,w,eq} = 75,5$ dB.

Stando ai risultati di prove sperimentali eseguite dal CNR e dal Galileo Ferraris, per la tipologia di solaio (latero-cemento) prevista nel progetto architettonico, la formula [1] risulterebbe sovrastimare l'isolamento al calpestio². Da letteratura si ricava un'altra relazione più conservativa, riportata di seguito, ripresa anche dalle Linee Guida regionali (v. § 2):

$$L_{n,w,eq} = 160 - 30 \log \frac{m'}{m_0} \quad [dB] \quad [3]$$

² E. Brosio *Possibilità di previsione del comportamento acustico di strutture in laterizio*. Tratto da "Il collaudo acustico degli edifici secondo il DPCM 5-12-97". Ancona 15 giugno 2005.

Per solaio interpiano nudo in latero cemento con travetti a traliccio spessore (1,5+16+4) si registra uno scostamento di 5 dB tra il livello normalizzato da calpestio in opera rilevato dal Laboratorio di Acustica dell'Università di Bologna e il livello stimato con tale formula.

Cautelativamente si assume quindi pari a 84 dB il livello di rumore al calpestio del solaio grezzo (privo di pavimento galleggiante).

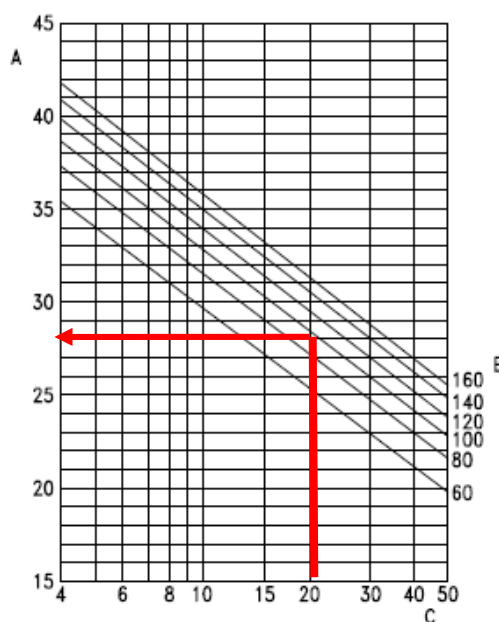
Il termine di correzione K per la trasmissione laterale ricavato dal prospetto 1 della norma UNI EN 12354-2 risulta pari a 2 dB (nell'ipotesi di massa superficiale media degli elementi laterali omogenei, non ricoperti da rivestimenti resilienti di un ambiente tipo pari a circa 180-200 kg/m²).

L'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio, ottenuta con la posa del pavimento galleggiante, è funzione della rigidità dinamica del materassino anticalpestio suddetto (21 MN/m³) e della massa superficiale del massetto (circa 100 kg/m²). L'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio (ΔL_w) risulta quindi pari a circa 28 dB (si veda diagramma seguente UNI EN ISO 12354-2:2002).

figura C.1 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 kgm⁻²
C Rigidità dinamica per unità di area, s' , dello strato resiliente, in MNm⁻³



Si ottiene quindi:

$$L'_{n,w} = 84 - 28 + 2 = 58 \text{ dB}$$

Tale livello di rumore è inferiore al valore massimo del requisito di legge (63 dB) che dunque risulta soddisfatto.

5.3 NOTE RELATIVE ALLA POSA IN OPERA

È necessario realizzare una posa in opera accurata evitando la formazione di ponti acustici tra il

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5/12/97) - Verifica analitica delle soluzioni di progetto		
OGGETTO: Comune di Prato Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 12 marzo 2012	
	Pag. 14 di 20	

sottofondo-pavimento ed il resto della struttura (solaio, pilastri, pareti ed impianti) che può compromettere l'efficacia dell'intervento. Eventuali discontinuità del materassino o rotture dello stesso abbattano sensibilmente il valore dell'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio ΔL_w .

La modalità di realizzazione del pavimento galleggiante a regola d'arte è indicata ai punti successivi.

1. **tubazioni sul solaio portante:** sul solaio portante devono essere posate le tubazioni degli impianti idraulici, termici ed elettrici.
2. **sottofondo di compensazione:** ricoprire le tubazioni degli impianti stese sul solaio in latero cemento grezzo con calcestruzzo alleggerito in modo da realizzare un piano di posa livellato;
3. **ripulire la superficie di posa** da eventuali detriti e stendere il tappetino anticalpestio secondo le modalità indicate dal produttore;
4. **inserimento materassino anticalpestio:** stendere il tappetino su tutta l'area del locale, accostare perfettamente e ricoprire i giunti con le alette di sormonto incorporate, facendo attenzione che non avvengano perforazioni o lacerazioni. Il manto deve essere continuo e non danneggiato. Si consiglia di prestare attenzione alle sovrapposizioni per eliminare il rischio di infiltrazione di materiali cementizi che potrebbero creare indesiderati ponti acustici; in questa maniera si viene a creare una vasca su cui galleggia il sistema massetto-pavimento isolato dalla struttura dell'edificio.
5. **fascia perimetrale:** lungo il perimetro (pareti e pilastri) deve essere posizionata la fascia perimetrale (Fonocell) autoadesiva di polietilene espanso a forma di L (a formare un angolo tra piano verticale ed orizzontale). La fascia dovrà essere di altezza maggiore rispetto alla quota del pavimento finito compreso le piastrelle, allo scopo di evitare ogni contatto della struttura con il sistema sottofondo-pavimento.
6. **pannello radiante**
7. **massetto per pavimento**
8. **pavimento:** il pavimento non dovrà essere a diretto contatto con l'intonaco della parete.
9. **rifilo fascia perimetrale/angolare ad L:** il rifilo della fascia perimetrale dovrà essere eseguito dopo la posa del pavimento.
10. **battiscopa:** il battiscopa, non dovrà risultare a contatto con la pavimentazione. Nel caso di battiscopa in ceramica o marmo, utilizzare una guarnizione adesiva da applicare sul battiscopa (sp. $\approx$ 2 mm). È preferibile l'utilizzo di battiscopa in legno.

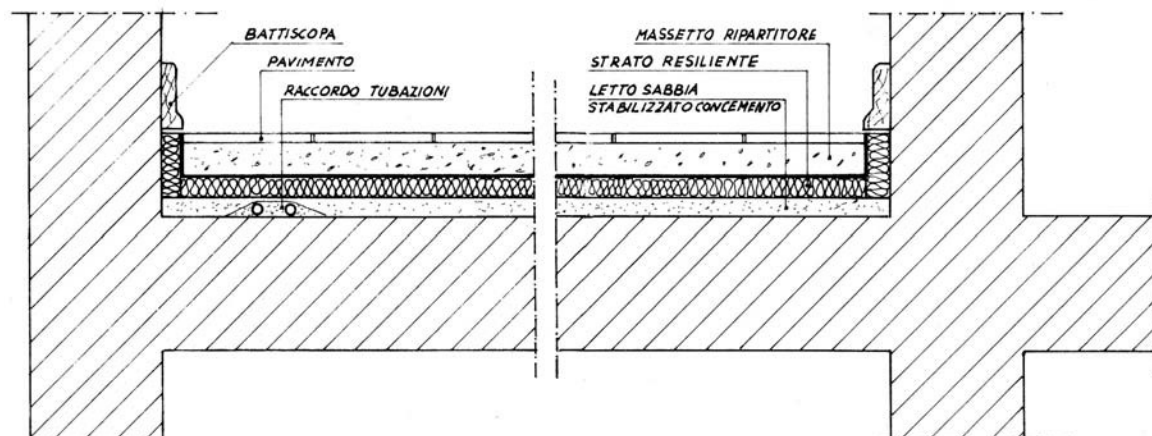


Fig. 5 – Schema esemplificativo di pavimento galleggiante.

6. FACCIATA

6.1 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLA FACCIATA

Occorre considerare che l'isolamento di facciata risulta fortemente condizionato dal potere fonoisolante (R_w) dei serramenti (telaio+vetro+cassonetto). Di conseguenza il soddisfacimento degli obiettivi di fonoisolamento prefissati dipende essenzialmente dal potere fonoisolante (R_w) del serramento correttamente montato. Nel caso specifico è prevista l'installazione di serramenti in alluminio.

La muratura perimetrale dell'edificio (sp. 40 cm) sarà realizzata con la stratigrafia indicata in fig. (6). La muratura è caratterizzata da un elevato potere fonoisolante (R_w), non inferiore a 50 dB (ricavato da dati sperimentali³).

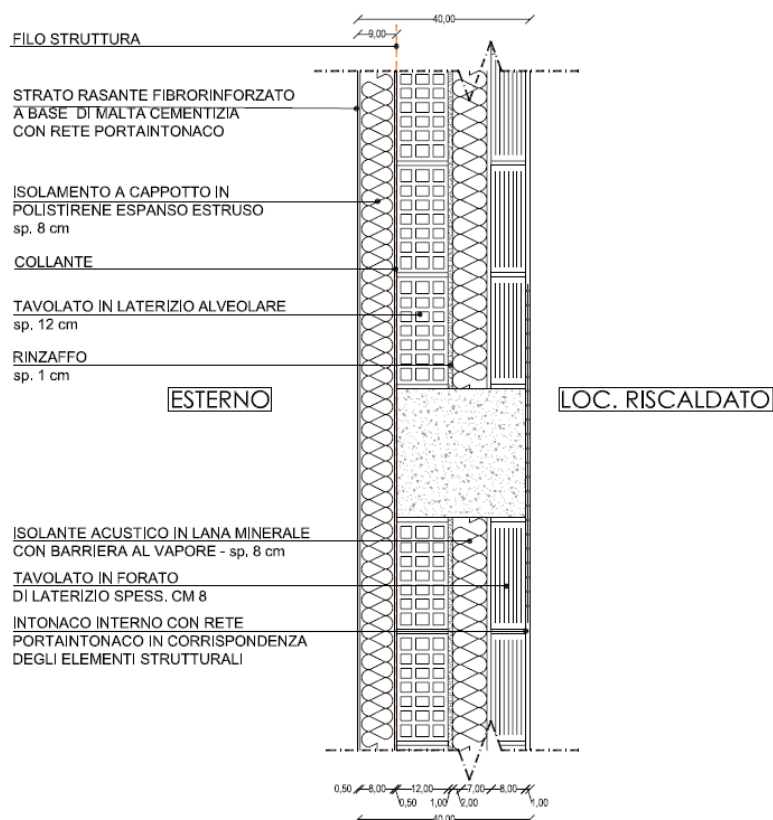


Fig. 6 – Stratigrafia muratura perimetrale.

La muratura sarà posata su fascia taglio muro antivibrante.

Per garantire continuità tra muratura ed infisso, le sigillature dovranno essere realizzate utilizzando schiume poliuretaniche ad alte prestazioni fonoisolanti quali ad esempio la schiuma prodotta dalla ditta

³ UNI/TR 11175: 2005

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5/12/97) - Verifica analitica delle soluzioni di progetto		
OGGETTO: Comune di Prato Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 12 marzo 2012	
	Pag. 17 di 20	

Soudal tipo Soudafoam.

In corrispondenza delle prese d'aria delle cucine/angoli cottura (superficie libera minima 100 cm²) comunicanti direttamente con i soggiorni, sarà installata una griglia silenziata tipo Silentio della ditta Termolan o Sil-block della ditta Silte o similari con la presa esterna disallineata rispetto a quella interna (su piano orizzontale o verticale) con prestazione $D_{ne,w}$ non inferiore a 45 dB.

Nei calcoli successivi viene stimato il valore minimo del potere fonoisolante (R_w) del serramento (infisso+vetro+cassonetto) che consente il rispetto, con un margine cautelativo di almeno 2 dB, del valore dell'indice standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ fissato dalla normativa vigente (40 dB).

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (D.P.C.M. 5/12/97) - Verifica analitica delle soluzioni di progetto		
OGGETTO: Comune di Prato Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 12 marzo 2012	
	Pag. 18 di 20	

6.2 CALCOLO DELL'INDICE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO STANDARDIZZATO DI FACCIATA

L'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT}$, dipende dal potere fonoisolante della facciata vista dall'interno, dall'influenza della forma esterna della facciata e dalle dimensioni degli ambienti. Viene determinato attraverso la relazione [4].

$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \log \frac{V}{6 T_0 S} \quad [dB] \quad [4]$$

Il modello di calcolo può essere applicato per calcolare in modo diretto l'indice di valutazione relativo alle prestazioni di un edificio, a partire dagli indici di valutazione delle prestazioni degli elementi interessati. Si ottiene quindi:

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \log \frac{V}{6 T_0 S} \quad [dB] \quad [5]$$

dove:

ΔL_{fs} differenza di livello per forma della facciata pari a zero nel caso in esame (ipotesi cautelativa);

T_0 tempo di riverbero di riferimento, pari a 0,5 s;

V volume dell'ambiente ricevente [m^3];

S superficie della facciata vista dall'interno [m^2];

R'_w indice di valutazione del potere fonoisolante apparente della parete composta in opera.

con

$$R'_w = -10 \log \left(\frac{S_{fin}}{S} * 10^{-\frac{R_{w fin}}{10}} + \frac{S_{mur}}{S} * 10^{-\frac{R_{w mur}}{10}} \right) - K \quad [dB] \quad [6]$$

S_{fin} superficie finestrata;

S_{mur} superficie in muratura;

$R_{w fin}$ indice di valutazione del potere fonoisolante della superficie finestrata;

$R_{w mur}$ indice di valutazione del potere fonoisolante della superficie in muratura;

K contributo della trasmissione laterale di facciata (pari a 2 dB per elementi pesanti con giunti rigidi; ipotesi cautelativa).

I risultati dei calcoli sono riportati in tabella 3.

Parametri di calcolo		App. A1 Ls	App. B2 Lm	App. C2 Ls	App. D1 Ls
Larghezza facciata	[m]	2,28	4,69	2,30	2,43
Altezza facciata	[m]	2,70	2,70	2,70	2,70
Sup. facciata	[m ²]	6,16	12,66	6,21	6,56
Sup. finestrata	[m ²]	(0,9x2,35)=2,12	3,33	(0,9x2,35)=2,12	(0,9x2,35)=2,12
Sup. finestrata	%	34,4	26,3	34,1	32,2
Sup. muratura	[m ²]	4,04	9,33	4,10	4,45
R _w muratura	[dB]	50	50	50	50
R_w infisso	[dB]	40	40	40	40
R _w facciata	[dB]	43,9	44,7	43,9	44,1
Trasm. laterale K	[dB]	2	2	2	2
Superficie in pianta	[m ²]	10,25	15,47	9,64	9,72
Volume	[m ³]	27,68	41,77	26,03	26,24
Correzione amb. ricev.	[dB]	1,8	0,4	1,5	1,2
D_{2m,nT,w} (≥ 40 dB)	[dB]	43,6	43,1	43,4	43,3

Parametri di calcolo		App. A1 S/P/K	App. A3 S/P/K	App. B1 Sogg.	App. B2 Sogg.
Larghezza facciata	[m]	5,60	5,31	5,39	4,69
Altezza facciata	[m]	2,70	2,70	2,70	2,70
Sup. facciata	[m ²]	15,12	14,34	14,55	13,50
Sup. finestrata	[m ²]	4,04	4,23	(1,6x2,35)=3,76	(1,6x2,35)=3,76
Sup. finestrata	%	26,7	29,5	25,8	29,7
Sup. muratura	[m ²]	11,09	10,11	10,79	8,90
R _w muratura	[dB]	50	50	50	50
R_w infisso	[dB]	40	40	40	40
D _{ne,w} presa aria cucina	[dB]	45	45	45	45
R _w facciata	[dB]	42,6	42,3	42,6	42,1
Trasm. laterale K	[dB]	2	2	2	2
Superficie in pianta	[m ²]	27,12	27,25	24,12	24,12
Volume	[m ³]	73,22	73,58	65,12	65,12
Correzione amb. ricev.	[dB]	2,1	2,3	1,7	2,3
D_{2m,nT,w} (≥ 40 dB)	[dB]	42,7	42,7	42,3	42,4

Tabella 3 – Risultati dei calcoli progettuali dell'isolamento di facciata D_{2m,nT,w}.

Dai calcoli risulta che il serramento (vetro+telaio+cassonetto) dovrà garantire un indice del potere fonoisolante R_w (certificato di laboratorio) non inferiore a 40 dB.

7. RUMOROSITÀ DEGLI SCARICHI

La rumorosità prodotta da impianti (scarichi idraulici, impianti tecnologici, impianti di riscaldamento e condizionamento), rilevata in unità immobiliari diverse da quelle in cui il rumore si origina, non deve superare il limite di L_{ASmax} pari a 35 dB(A).

Per quanto riguarda gli scarichi idraulici, allo scopo di evitare la trasmissione delle vibrazioni alle pareti e la loro propagazione attraverso le strutture murarie dell'edificio si dovranno staccare le tubazioni dalle pareti, effettuando il fissaggio delle prime alle seconde, ove necessario, mediante collari dotati di guarnizioni di materiale smorzante. Inoltre nel passaggio dei solai (e delle pareti in muratura) le tubazioni saranno rivestite con guaina smorzante prima di essere annegate nel calcestruzzo (fig. 7).

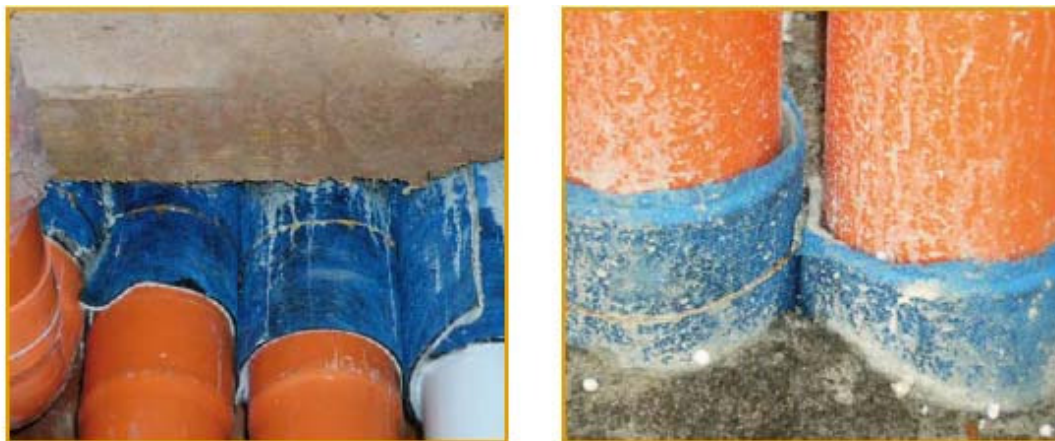


Fig. 7 – Rivestimento degli impianti nel passaggio attraverso i solai

Allo scopo di prevenire l'irradiazione del rumore attraverso la superficie delle tubazioni, saranno utilizzati tubi insonorizzati tipo Geberit mod. Silent (o in alternativa Valsir mod. Triplus o Silere o Bampi mod. Polokal 3S).

In fase di progetto esecutivo i sanitari dei bagni degli appartamenti A2, A5 e A8 dovranno essere spostati sulla parete opposta a quella di separazione fra unità distinte.

Le tubazioni dovranno essere fasciate con lana minerale (sp. 4 cm) ed il cavedio chiuso con blocchi di Poroton sp. 8 cm. Sulla superficie interna del primo strato di muratura dovrà essere steso un rinzafo, utile per garantire la continuità dell'isolamento ai rumori aerei della parete.