

COMUNE DI PISA  
Provincia di Pisa

Progetto per la realizzazione di n°18 alloggi di ERP disposti su due  
blocchi in linea – via Pietrasantina Pisa

## RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Committente: APES s.c.p.a. – via Fermi 4 - PISA

Redatta il: 06 Luglio 2012

Il Tecnico Competente in Acustica: **Ing. Fedora G. Lombardi**



## 1- Premessa

La corretta progettazione e successiva verifica delle prestazioni dei vari componenti che costituiscono la facciata e le partizioni interne orizzontali e verticali, determinano il benessere acustico all'interno degli edifici. In particolare, per garantire protezione adeguata nei confronti dei rumori generati, sia dentro che fuori dall'edificio, devono essere soddisfatti requisiti minimi dei componenti in termini di:

- isolamento acustico delle partizioni interne orizzontali e verticali verso i rumori aerei interni;
- isolamento acustico delle facciate verso i rumori esterni;
- isolamento acustico delle partizioni interne orizzontali verso i rumori impattivi;
- isolamento acustico verso i rumori degli impianti.

## 2- Aspetti legislativi e definizioni

In Italia la normativa in materia di inquinamento acustico risulta piuttosto articolata ed è coordinata dalla Legge quadro sull'acustica (Legge n. 447 del 26 ottobre 1995). Per il settore delle costruzioni, più in particolare, il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 5 dicembre 1997 (nel seguito DPCM 5/12/97) stabilisce i requisiti acustici dei componenti edilizi.

Il DPCM 5/12/97 classifica gli edifici in base alla loro destinazione d'uso e definisce i livelli prestazionali degli edifici e dei componenti edilizi in opera, i requisiti acustici di sorgenti sonore all'interno degli edifici ed i livelli di rumorosità da esse indotti, oltre ai parametri descrittivi delle prestazioni e le metodologie di misura.

Le grandezze rappresentative dei requisiti acustici passivi degli edifici sono: l'indice del potere fonoisolante apparente di strutture divisorie ( $R'_w$ , espresso in dB), l'indice dell'isolamento acustico di facciata standardizzato ( $D_{2m,nT,w}$ , in dB) e l'indice del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato ( $L'_{n,w}$ , in dB).

Nella Tabella seguente sono riportati i valori limite prescritti nella normativa vigente per gli edifici residenziali (categoria A).

**Tabella** – Valori limite dei requisiti acustici passivi per edifici di categoria A  
(fonte: DPCM 5/12/97)

| <b>Elemento</b>                                                                | <b>Categoria A<br/>Valore limite<br/>residenze (dB)</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Indice del potere fonoisolante apparente di strutture divisorie ( $R'_w$ )     | 50                                                      |
| Indice dell'isolamento acustico di facciata standardizzato ( $D_{2m,nT,w}$ )   | 40                                                      |
| Indice del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato ( $L'_{n,w}$ ) | 63                                                      |

Ai sensi del DPCM 5/12/97, in opera, i valori di  $R'_w$  e  $D_{2m,nT,w}$  devono risultare superiori ai valori limite riportati in Tabella ed il valore di  $L'_{n,w}$  deve risultare inferiore al valore limite riportato in Tabella.

E' importante ricordare che **la prestazione in opera di un componente edilizio è generalmente inferiore a quella certificata in laboratorio, sia per le diverse condizioni di posa in opera dei materiali, sia per la presenza di percorsi di trasmissione sonora che coinvolgono le strutture laterali (cosiddetta trasmissione per fiancheggiamento)**. La conoscenza esatta di tale contributo è peraltro di primaria importanza nei casi in cui, con i risultati di laboratorio, ovvero con il calcolo previsionale dei requisiti acustici passivi, si riesce a garantire appena il rispetto dei limiti previsti dal DPCM 5/12/97.

In sede progettuale è possibile condurre una valutazione dei requisiti acustici passivi degli edifici attraverso le procedure di calcolo previsionale indicate nella letteratura tecnica specializzata e nella normativa tecnica di settore (serie UNI EN 12354 ed UNI/TR 11175). Tali procedure di calcolo permettono di tenere nella debita considerazione, sin dalle prime fasi della progettazione, sia la trasmissione sonora per via diretta sia la trasmissione sonora per fiancheggiamento.

### **3- Descrizione degli edifici in esame**

L'intervento di cui trattasi è relativo alla realizzazione di 18 alloggi dislocati su due blocchi identici di 9 alloggi ciascuno, posti in linea, identificati nell'elaborato grafico allegato con Edificio A ed Edificio B, e siti nel Comune di Pisa in via Pietrasantina.

Gli edifici sono quindi caratterizzati da destinazione d'uso residenziale e si sviluppano su quattro piani fuori terra.

Di seguito si riporta una sintetica descrizione degli edifici, con riferimento alle tipologie distributive degli alloggi, così come evidenziate negli elaborati del progetto architettonico.

Piano seminterrato:

- spazi destinati ai vani tecnici;

Piano terra:

- n. 8 cantine a servizio degli alloggi; 1 bilocale tipo B;

Piano primo:

- 1 bilocale tipo B; 1 trilocale tipo C; 1 appartamento tipo F;

Piano secondo:

- 1 bilocale tipo B; 1 trilocale tipo C; 1 appartamento tipo F;

- Piano terzo:

- 1 quadrilocale tipo D; 1 appartamento tipo F.

#### **4- Descrizione delle stratigrafie dei componenti edilizi**

Si riporta a seguire, la descrizione delle stratigrafie dei componenti verticali ed orizzontali, interni ed esterni, costituenti gli edifici in esame, secondo le informazioni riportate nella documentazione trasmessa da APES.

In particolare per ogni strato di ciascuna parete, interessata da fenomeni di trasmissione sonora, viene indicato il tipo di materiale costituente, lo spessore (d), la densità ( $\rho$ ) e la massa per unità di superficie ( $m_s$ ).

### (M1\*) Parete esterna con rivestimento in legno

#### Caratteristiche

- Spessore totale 44.0 cm; massa frontale della parete (escluso intonaco interno) 271.5 kg/m<sup>2</sup>.

#### Stratigrafia

|     | Descrizione strato                              | d<br>(m) | ρ<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | m <sub>s</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) |
|-----|-------------------------------------------------|----------|---------------------------|----------------------------------------|
| --- | Interno                                         |          |                           |                                        |
| 1   | Intonaco in malta di calce o di calce e cemento | 0.015    | 1800                      | 27                                     |
| 2   | Muratura spessore 30 cm                         | 0.30     | 780                       | 234                                    |
| 3   | Pannello IN XPS                                 | 0.05     | 30                        | -                                      |
| 4   | Rivestimento in legno                           | 0.075    | 500                       | 37.5                                   |
| --- | Esterno                                         |          |                           |                                        |

### (M1) Parete esterna intonacata

#### Caratteristiche

- Spessore totale 38.0 cm; massa frontale della parete (escluso intonaco interno ed esterno) 234.0 kg/m<sup>2</sup>.

#### Stratigrafia

|     | Descrizione strato                              | d<br>(m) | ρ<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | m <sub>s</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) |
|-----|-------------------------------------------------|----------|---------------------------|----------------------------------------|
| --- | Interno                                         |          |                           |                                        |
| 1   | Intonaco in malta di calce o di calce e cemento | 0.015    | 1800                      | 27                                     |
| 2   | Muratura spessore 30 cm                         | 0.30     | 780                       | 234                                    |
| 3   | Pannello in XPS                                 | 0.05     | 30                        | -                                      |
| 4   | Intonaco a calce e componenti naturali          | 0.015    | 1800                      | 27                                     |
| --- | Esterno                                         |          |                           |                                        |

### (M2) Parete divisoria per passaggio impianti

#### Caratteristiche

- Spessore totale 33.0 cm; massa frontale della parete (escluso intonaco) 180.0 kg/m<sup>2</sup>.

#### Stratigrafia

|     | Descrizione strato                              | d<br>(m) | ρ<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | m <sub>s</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) |
|-----|-------------------------------------------------|----------|---------------------------|----------------------------------------|
| --- | Interno                                         |          |                           |                                        |
| 1   | Intonaco in malta di calce o di calce e cemento | 0.015    | 1400                      | 21                                     |
| 2   | Mattone forato in laterizio                     | 0.12     | 1000                      | 120                                    |
| 3   | Intercapedine d'aria                            | 0.10     | ----                      | ----                                   |
| 4   | Mattone forato in laterizio                     | 0.08     | 750                       | 60                                     |
| 5   | Intonaco in malta di calce o di calce e cemento | 0.015    | 1400                      | 21                                     |
| --- | Esterno                                         |          |                           |                                        |

#### NOTA:

Si prescrive il riempimento dell'intercapedine con lana di roccia di spessore almeno pari a 8 cm, per una idonea risposta del componente edilizio al requisito acustico, in particolare quando è di separazione tra ambienti di unità abitative distinte.

### (M3) Parete divisoria tra unità abitative diverse e verso ambienti non riscaldati

#### Caratteristiche

- Spessore totale 36,0 cm; massa frontale della parete (escluso intonaco) 254.0 kg/m<sup>2</sup>.

#### Stratigrafia

|     | Descrizione strato                              | d (m) | ρ (kg/m <sup>3</sup> ) | m <sub>s</sub> (kg/m <sup>2</sup> ) |
|-----|-------------------------------------------------|-------|------------------------|-------------------------------------|
| --- | Interno                                         |       |                        |                                     |
| 1   | Intonaco in malta di calce o di calce e cemento | 0.015 | 1800                   | 27                                  |
| 2   | Mattone forato in laterizio                     | 0.12  | 1000                   | 120                                 |
| 3   | Lana di roccia                                  | 0.08  | 80                     | -                                   |
| 4   | Intonaco grezzo per interni                     | 0.01  | 1400                   | 14                                  |
| 5   | Mattone forato in laterizio                     | 0.12  | 1000                   | 120                                 |
| 6   | Intonaco in malta di calce o di calce e cemento | 0.015 | 1800                   | 27                                  |
| --- | Esterno                                         |       |                        |                                     |

### (I1) Finestre e portefinestre

Gli infissi esterni devono essere tali da avere un **potere fonoisolante** (diminuito del termine correttivo per il traffico:  $R_{w,tr}=R_w-C_{tr}$ ), certificato dal produttore, **non inferiore a 40 dB per le finestre**, mentre si raccomanda **per le portefinestre e per le pareti vetrate** l'impiego di infissi certificati per un **valore pari almeno a 42 dB**.

### Porte di ingresso alle unità immobiliari

Le porte di ingresso alle unità immobiliari, devono essere tali da avere un **potere fonoisolante** (diminuito del termine correttivo per il traffico:  $R_{w,tr}=R_w-C_{tr}$ ), certificato dal produttore, **non inferiore a 40 dB**.

### (P1) Pavimento interpiano

#### Caratteristiche

- Spessore medio 46.3 cm; massa frontale della parete (escluso intonaco) 502.5 kg/m<sup>2</sup>.

#### Stratigrafia

|     | Descrizione strato                              | d (m) | ρ (kg/m <sup>3</sup> ) | m <sub>s</sub> (kg/m <sup>2</sup> ) |
|-----|-------------------------------------------------|-------|------------------------|-------------------------------------|
| --- | Alto                                            |       |                        |                                     |
| 1   | Piastrelle in ceramica                          | 0.015 | 2300                   | 34.5                                |
| 2   | Sottofondo di cemento magro                     | 0.05  | 1800                   | 90                                  |
| 3   | Pannello in polistirene presagomato a nocche    | 0.05  | 30                     | -                                   |
|     | Materassino tipo dbred V8/4                     | 0.008 | 500                    | -                                   |
| 4   | Massetto in CLS con vermiculite                 | 0.07  | 600                    | 42                                  |
| 5   | Soletta in malta di cemento                     | 0.04  | 2400                   | 96                                  |
| 6   | Blocco di solaio in laterizio                   | 0.20  | 1200                   | 240                                 |
| 7   | Intonaco in malta di calce o di calce e cemento | 0.015 | 1800                   | 27                                  |
| --- | Basso                                           |       |                        |                                     |

**NOTA:** per il solaio P1° che delimita verso il piano terra, si fa presente che la posa del materassino anticalpestio è necessaria solo nella porzione relativa all'unità abitativa corrispondente del piano terra. Mentre per il solaio del piano terra che delimita verso

il piano interrato, considerata la destinazione d'uso dello stesso, il materassino anticalpestio non è necessario.

#### (S4) Soffitto copertura piana

##### Caratteristiche

- Spessore medio 44.4 cm; massa frontale della parete 405.20 kg/m<sup>2</sup>.

##### Stratigrafia

|     | Descrizione strato                              | d<br>(m) | $\rho$<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | $m_s$<br>(kg/m <sup>2</sup> ) |
|-----|-------------------------------------------------|----------|--------------------------------|-------------------------------|
| --- | Alto                                            |          |                                |                               |
| 1   | Guaina ardesiata                                | 0.008    | 1700                           | 13.6                          |
| 2   | Doppia guaina bituminosa                        | 0.008    | 1700                           | 13.6                          |
| 3   | Massetto in CLS                                 | 0.07     | 600                            | 42                            |
| 4   | Pannello in polistirene                         | 0.10     | 20                             | -                             |
| 5   | Barriera vapore                                 | 0.008    | 950                            | -                             |
| 6   | Soletta in malta di cemento                     | 0.04     | 2400                           | 96                            |
| 7   | Blocco di solaio in laterizio                   | 0.20     | 1200                           | 240                           |
| 8   | Intonaco in malta di calce o di calce e cemento | 0.01     | 1800                           | 18                            |
| --- | Basso                                           |          |                                |                               |

## 5- Calcolo del potere fonoisolante dei componenti divisori

Il calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente ( $R'_w$ ) per le **pareti divisorie** tra unità immobiliari diverse può essere effettuato, con la procedura di calcolo riportata nella norma UNI/TR 11175, in funzione della massa superficiale della parete considerata e della massa superficiale degli elementi laterali che si attestano sulla stessa parete.

**Le pareti di separazione tra unità immobiliari differenti e verso il vano scala sono del tipo M3 a cassetta**, realizzate con muratura doppia di laterizio 12+12 cm con interposto pannello in lana di roccia da 8 cm e strato di intonaco su entrambe le facce. **Per una parete di questo tipo l'indice di valutazione del potere fono isolante, calcolato con la legge di massa e tenendo conto del contributo riduttivo degli effetti di fiancheggiamento, è pari a 52 dB.**

**In corrispondenza dei cavedi impianti è prevista una parete tipo M2 a cassetta**, realizzate con muratura doppia di laterizio 12+8 cm con interposta intercapedine d'aria da 10 cm per il passaggio degli impianti e strato di intonaco su entrambe le facce. **Per una parete di questo tipo l'indice di valutazione del potere fono isolante, calcolato con la legge di massa e tenendo conto del contributo riduttivo degli effetti di fiancheggiamento, è pari a 45 dB.**

**Si raccomanda in corrispondenza del passaggio impianti di provvedere al riempimento dell'intercapedine con lana di roccia (almeno 5 cm), anche del tipo a bassa densità per ripristinare un buon livello di isolamento.**

I solai di separazione tra i vari piani sono del tipo P1, con un indice di valutazione del potere fono isolante stimato **pari a 54 dB**.

L'analisi delle situazioni ritenute rappresentative, relative ai solai di interpiano, tenendo conto del contributo dovuto ai fenomeni di fiancheggiamento, porta ad un valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente ( $R'_w$ ) pari a 51 dB.

Si raccomanda, inoltre, di rispettare le prescrizioni per la corretta posa in opera dei materiali e dei componenti edilizi indicate nel seguito della presente Relazione Tecnica.

## **6- Calcolo del livello di rumore di calpestio**

L'indice del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato ( $L'_{n,w}$ ) è stato valutato, con la procedura di calcolo riportata nella norma UNI/TR 11175, in funzione della massa superficiale dei solai che separano unità immobiliari diverse e della massa superficiale degli elementi laterali che si attestano sul solaio considerato.

Per il solaio tipo P1, si riporta nel seguito la valutazione dell'indice del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato ( $L'_{n,w}$ ) condotta secondo la procedura di calcolo della norma UNI/TR 11175.

Per il solaio senza il pavimento galleggiante (cosiddetto solaio nudo), ovvero privo degli strati 1, 2, 3 (come descritti nel precedente paragrafo 4), risulta:

- massa per unità di superficie del solaio nudo,  $m_{s,eq} = 378 \text{ kg/m}^2$ ;
- indice del livello di rumore di calpestio normalizzato per il solaio nudo, stimato con la relazione empirica indicata nella norma UNI EN 12354-2,  $L_{n,w,eq} = 73 \text{ dB}$ ;
- termine correttivo per la trasmissione laterale,  $K = 3 \text{ dB}$ .

In assenza di pavimento galleggiante, l'indice del livello di rumore di calpestio normalizzato del solaio interpiano risulta:  $L'_{n,w,eq} = 76 \text{ dB} > (L'_{n,w})_{lim} = 63 \text{ dB}$ .

Aggiungendo al solaio nudo il pavimento galleggiante come indicato nella descrizione della struttura tipo P1 (si veda il precedente paragrafo 4), risulta:

- rigidità dinamica del materiale anticallpestio,  $s' = 45 \text{ MN/m}^3$ ; (valore assunto cautelativamente visto il materiale indicato nella stratigrafia)

- massa per unità di superficie del massetto galleggiante,  $m_s^* = 120 \text{ kg/m}^2$ ;
- indice di riduzione del livello di rumore di calpestio,  $\Delta L_w = 20 \text{ dB}$ .

**Con l'introduzione del pavimento galleggiante, l'indice del livello di rumore di calpestio normalizzato del solaio interpiano si ottiene:  $L'_{n,w} = 56 \text{ dB} < (L'_{n,w})_{\text{lim}} = 63 \text{ dB}$  e quindi il requisito previsto dal DPCM 5/12/97 risulta soddisfatto nei casi di solai posti a separazione tra unità abitative distinte.**

## **7- Calcolo dell'isolamento acustico di facciata**

L'indice dell'isolamento acustico di facciata standardizzato ( $D_{2m,nT,w}$ ) è stato valutato con la procedura di calcolo riportata nella norma UNI/TR 11175, in funzione del potere fonoisolante relativo agli elementi opachi e vetrati, della forma della facciata, delle dimensioni interne della facciata, del volume del locale considerato.

Le pareti che costituiscono le facciate sono del tipo M1\*, realizzate in muratura spessore 30 cm, con pannello fonoisolante in lana di roccia da 5 cm e rivestimento in legno verso l'esterno e con strato di intonaco sulla faccia interna, e del tipo M1, realizzate in muratura spessore 30 cm, con pannello fonoisolante in lana di roccia da 5 cm e strato di intonaco verso l'esterno e con strato di intonaco sulla faccia interna.

Per tale tipologia di parete l'indice di valutazione del potere fonoisolante assunto nelle calcolazioni risulta:  $R_w = 50 \text{ dB}$ .

Per quanto riguarda gli infissi esterni è stato assunto nei calcoli un indice del potere fonoisolante pari a 40 dB per le finestre, e pari a 42 dB per le portefinestre.

**Per le unità abitative, a titolo esemplificativo, sono state analizzate: la facciata relativa alla camera singola dell'appartamento 7(F) al piano primo, lato Ovest per Edificio A, lato Sud per Edificio B, la facciata relativa alla camera doppia d'angolo del bilocale 2(B) al piano primo, lato Sud per Edificio A, lato Ovest per Edificio B.**

La camera della U.I. 7(F) è caratterizzata dai seguenti dati geometrici:

Volume del locale =  $9 \text{ m}^2 \times 2,7 \text{ m} = 24,30 \text{ m}^3$

Superficie facciata =  $4,00 \text{ m} \times 2,7 \text{ m} = 10,80 \text{ m}^2$

Superficie opaca =  $9,12 \text{ m}^2$

Superficie finestrata =  $1,20 \times 1,40 \text{ m} = 1,68 \text{ m}^2$

**Il valore dell'indice dell'isolamento acustico di facciata standardizzato ( $D_{2m,nT,w}$ ), da confrontare con il valore limite previsto nel DPCM 5/12/97, è risultato pari a 43 dB.**

La camera della U.I. 2(B) è caratterizzata dai seguenti dati geometrici:

Volume del locale =  $14,05 \text{ m}^2 \times 2,7 \text{ m} = 37,94 \text{ m}^3$

Superficie facciata =  $4,62 \text{ m} \times 2,7 \text{ m} = 12,47 \text{ m}^2$

Superficie opaca =  $6,71 \text{ m}^2$

Superficie finestrata =  $5,76 \text{ m}^2$

**Il valore dell'indice dell'isolamento acustico di facciata standardizzato ( $D_{2m,nT,w}$ ), da confrontare con il valore limite previsto nel DPCM 5/12/97, è risultato pari a 41 dB.**

## **8- Prescrizioni per la corretta posa in opera di materiali e componenti edilizi**

**Al fine di ottenere in opera ottimali prestazioni acustiche** risulta opportuno, già in questa fase, fornire alcune prescrizioni essenziali per la corretta posa dei materiali e per una idonea realizzazione dei componenti edilizi. Quanto di seguito riportato potrà garantire un buon esito delle prove di collaudo acustico da eseguire a costruzione avvenuta, ai sensi del DPCM 5/12/97, per il rilascio del "Rapporto di prova" relativo a ciascun componente edilizio.

### **8a) Realizzazione delle pareti verticali esterne ed interne**

- La posa in opera dei blocchi, costituenti le pareti verticali esterne e le pareti interne (di separazione tra unità immobiliari differenti), deve essere effettuata collegandoli con giunti orizzontali e verticali di malta cementizia continui, di spessore uniforme e privi di rientranze o sbavature. Si raccomanda inoltre di costipare completamente lo spazio rimanente fra la parte superiore dell'ultimo corso di blocchi e l'intradosso del solaio.
- Le tracce o gli attraversamenti delle canalizzazioni degli impianti tecnici devono essere di dimensioni più contenute possibile ed adeguatamente riempite con malta cementizia o sigillate con mastici elastici per evitare i collegamenti rigidi con le strutture murarie e la conseguente trasmissione del rumore per via strutturale. Inoltre, con riferimento agli impianti elettrici, si raccomanda che le cassette di derivazione e i punti luce/presa vengano posizionati nelle murature in modo sfalsato, in particolare nelle pareti divisorie fra unità immobiliari diverse.
- Durante l'esecuzione degli intonaci esterni ed interni deve essere posta particolare attenzione nel sigillare in profondità e accuratamente gli eventuali fori e/o lesioni presenti sulle murature.
- I fori presenti sulle pareti esterne per l'aerazione dei locali ad uso cucina (ovvero di quei locali in cui sono presenti apparecchi a gas) devono essere dotati di opportuni dispositivi del tipo "silenzioso".

Al fine di ridurre i fenomeni di trasmissione laterale si raccomanda di procedere alla posa di una fascia di battuta verticale di materiale simile a quello del materassino anticalpestio di altezza tale da arrivare fino alla quota del pavimento finito. Vedi particolare grafico.

Le pareti divisorie interne alla stessa unità immobiliare di separazione tra il bagno (in particolare la parete che contiene la cassetta di scarico WC) e gli altri locali devono avere stratigrafia conforme a quanto riportato nell'allegato grafico.

## 8b) Realizzazione del pavimento galleggiante

La realizzazione del pavimento galleggiante è necessaria nei solai di interpiano che dividono unità immobiliari differenti.

Quando si procede alla realizzazione di un pavimento galleggiante è opportuno che le pareti perimetrali siano intonacate subito dopo la posa in opera del massetto di livellamento degli impianti.

**Nel seguito è riportata la descrizione della procedura operativa da seguire per la corretta realizzazione di un pavimento galleggiante.**

- Prima della posa del materiale anticalpestio deve essere disposta una fascia (generalmente di polietilene) lungo le pareti perimetrali, per eliminare ogni punto di contatto tra queste ed il massetto galleggiante. Nel caso in cui il materiale anticalpestio usato è di spessore modesto (3÷4 mm), si può ovviare alla posa della fascia perimetrale risvoltando sulle pareti verticali, per almeno 10 cm di altezza, il materiale anticalpestio. In quest'ultimo caso il risvolto deve essere eseguito con una piegatura ad angolo retto per evitare il formarsi di vuoti d'aria tra il materiale anticalpestio ed il solaio.
- Il materiale anticalpestio deve essere posato in corrispondenza dell'estradosso del sottofondo di compensazione per gli impianti (in genere di calcestruzzo alleggerito). Lo strato di posa deve essere continuo e ben livellato per garantire una buona planarità della superficie di posa del materiale anticalpestio. La posa deve essere effettuata con estrema cura, senza interruzioni e accostando bene gli elementi tra loro. I giunti che si vengono così a creare devono essere sigillati con strisce in polietilene oppure, nel caso di materiale anticalpestio di spessore sottile è opportuno predisporre una sovrapposizione dei teli di 8÷10 cm (alcuni materiali anticalpestio sono dotati di una veletta laterale per favorire la realizzazione e sigillatura del giunto).
- Si esegue il getto di conglomerato cementizio per la realizzazione del massetto galleggiante: densità minima di 1800 kg/m<sup>3</sup> e spessore pari a circa 5 cm. Prima dell'esecuzione di tale lavorazione si richiede la posa su tutta la superficie di uno strato costituito da fogli di polipropilene, per evitare le infiltrazioni dovute al getto del massetto sovrastante (galleggiante).
- Successivamente alla posa della pavimentazione si procede alla rifilatura della fascia perimetrale di polietilene posata prima del materiale anticalpestio.
- La posa in opera del battiscopa deve avvenire ponendo particolare cura nel mantenerlo distaccato di qualche millimetro dal pavimento e quindi sigillare la fuga orizzontale tra battiscopa e pavimento con silicone o malta speciale elastica.

E' opportuno evitare che il pavimento galleggiante sia attraversato da impianti o elementi strutturali; se ciò non è possibile anche sugli impianti e sugli elementi strutturali deve essere adeguatamente risvoltato il materiale anticalpestio.

## 8c) Posa in opera degli infissi esterni

- I serramenti esterni devono avere caratteristiche **certificate** di permeabilità all'aria pari alla classe 4 (ai sensi della UNI EN 12207 "Finestre e porte – Permeabilità all'aria – Classificazione").
- Durante la posa degli infissi (in particolare del controtelaio e del telaio fisso) si deve avere cura di riempire i vuoti d'aria, che possono formarsi tra il telaio e la muratura, con malta cementizia e/o schiuma poliuretana espandente con caratteristiche di isolamento acustico **certificate** (per esempio la schiuma monocomponente "Soudafoam 1K" o altri materiali con caratteristiche similari).
- I vetri devono essere accuratamente sigillati lungo tutto il perimetro.
- I portoncini di ingresso alle varie unità immobiliari devono essere posati evitando di lasciare fessure aperte tra lo stipite, il controtelaio e la muratura e, ove presenti, queste siano sigillati

accuratamente, come nel caso delle finestre, con malta cementizia e/o sigillanti elastici; e devono essere provvisti di guarnizioni in neoprene su ogni battuta e del tipo strisciante alla base.

## **8d) Indicazioni per il contenimento del rumore prodotto dagli impianti**

### Impianti a funzionamento continuo (impianti di riscaldamento)

Per gli impianti a funzionamento continuo, nel caso specifico dell'edificio in esame, ci si riferisce esclusivamente agli impianti di riscaldamento.

Si deve avere cura, nel fissaggio della caldaia, qualora fosse a muro, di posizionare un elemento antivibrante tra la caldaia e la parete retrostante. La presenza di supporti antivibranti deve anche essere prevista in corrispondenza dei fissaggi delle tubazioni che collegano la caldaia ai moduli di distribuzione.

Nessun collegamento rigido deve essere realizzato tra i componenti dell'impianto termico e la struttura muraria.

### Impianti a funzionamento discontinuo (impianti idrico-sanitari)

Gli impianti a funzionamento discontinuo possono essere ricondotti a quelli azionati dalle persone; rientrano in questa tipologia gli impianti idrico-sanitari ed i loro componenti (rubinetti, cassette di scarico dei wc, valvole ...).

Le tipologie di rumore dovute al funzionamento di questi tipi di impianti e le vie di trasmissione sonora all'interno degli edifici possono essere di varia natura, in particolare si distinguono le seguenti.

- Rumore di cavitazione lungo la rete di distribuzione, dovuto ai restringimenti di sezione in corrispondenza delle quali si hanno velocità elevate e basse pressioni; tale rumorosità è caratteristica delle valvole a sezione ristretta. **Tale fenomeno è evitato con una opportuna progettazione degli impianti, atta a limitare i cambi repentini di sezione, e impiegando valvole a ridotto rischio di cavitazione, certificate come tali dal costruttore ed installate secondo le specifiche tecniche.**
- Rumore prodotto lungo le tubazioni e in corrispondenza del rubinetto dalla pressione dell'acqua, la trasmissione avviene per via aerea lungo le colonne montanti e per via solida attraverso i collegamenti rigidi con la struttura. **Le reti di distribuzione devono essere progettate tenendo conto della pressione dell'acqua, considerando valori della velocità e della pressione tali da generare il minor rumore possibile in relazione alle prestazioni necessarie alle utenze. Si consiglia l'installazione a monte dell'impianto di un riduttore di pressione.**
- Rumore prodotto nei rubinetti dal colpo d'ariete, la trasmissione avviene lungo la linea di distribuzione per via aerea e strutturale. **Si consiglia l'impiego nel circuito di distribuzione di un sistema di compensazione della pressione.**
- Rumore prodotto dalle cassette di scarico dei wc in fase di scarico e di riempimento, la trasmissione avviene per via strutturale lungo la linea di distribuzione e per via aerea da locale a locale.

### **Di seguito si raccomandano alcuni accorgimenti tecnici che possono produrre una significativa riduzione della rumorosità degli impianti idrico-sanitari.**

- Eliminare tutte le connessioni rigide tra le distribuzioni e le strutture con l'inserimento, nei punti di fissaggio e di contatto con la muratura, di supporti o collari elastici e rivestimenti resilienti con spessore minimo di 6 mm. Si consiglia inoltre l'impiego di un manicotto in gomma inserito tra le tubazioni ed il rubinetto.
- Isolare le tubazioni di distribuzione con guaine aventi buone caratteristiche di isolamento acustico, certificate dal produttore. In generale si consiglia l'impiego di tubazioni fonoisolanti e di cassette di scarico con livelli di rumorosità (certificati dal produttore) più bassi possibile.
- I rumori meccanici e le risonanze di tipo meccanico generate dai componenti possono essere parzialmente attenuati utilizzando tubazioni in polipropilene.

- Si consiglia l'impiego di un collettore di scarico della maggiore sezione possibile (compatibilmente con gli spessori delle strutture murarie attraversate) per ridurre la velocità di deflusso delle acque.
- Evitare pendenze elevate del tubo di collegamento tra sifone e colonna di scarico, al fine di ridurre l'aspirazione d'aria verso il sifone che è la causa dei tipici gorgoglii.
- Tutti i punti di appoggio degli elementi sanitari, vasi, vasche e lavandini, devono essere dotati di appoggi elastici aventi la funzione di ridurre la trasmissione per via solida; le vasche dovranno essere del tipo pesante o antirombato.
- Si consiglia ove possibile l'utilizzo di sistemi di esalazione singoli.

**Impianti a funzionamento discontinuo (impianti di sollevamento)**

Per gli impianti a funzionamento discontinuo, nel caso specifico dell'edificio in esame, ci si riferisce esclusivamente agli ascensori, si raccomanda di installare un impianto con livelli certificati adeguati. Comunque nel caso specifico il vano ascensore non risulta mai attiguo ad unità abitative.

\* \* \* \* \*

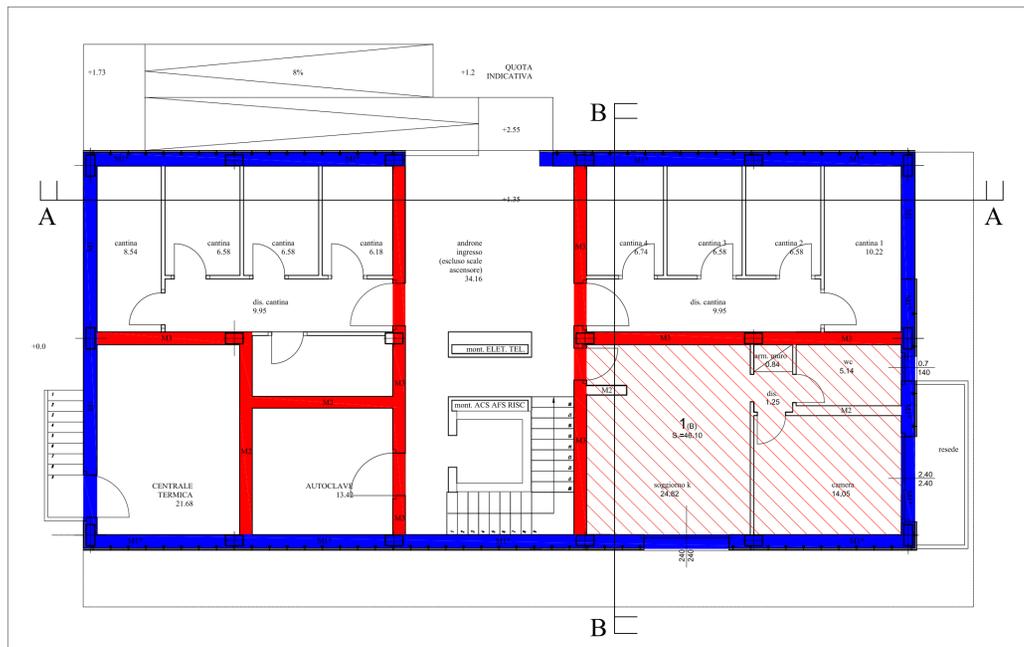
**Si precisa che qualsiasi variante, apportata al progetto, che possa avere significative ripercussioni sulle valutazioni sin qui condotte, (es.: cambio materiali, diminuzione di spessori, etc.) deve essere comunicata e se necessario oggetto di valutazione.**

Pisa, 06 Luglio 2012

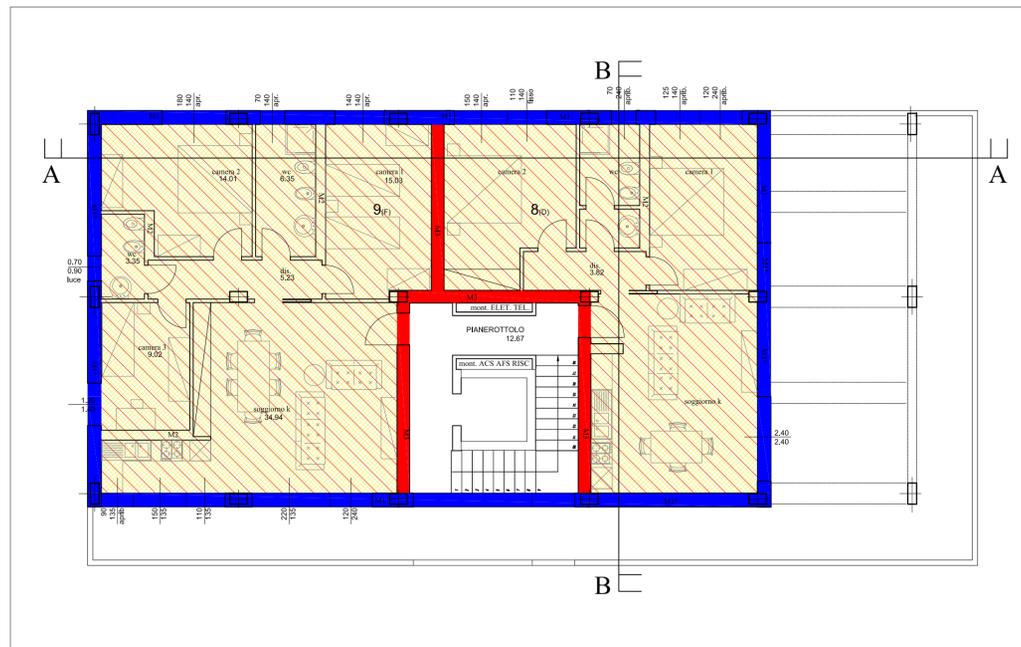
Il Tecnico Competente in Acustica



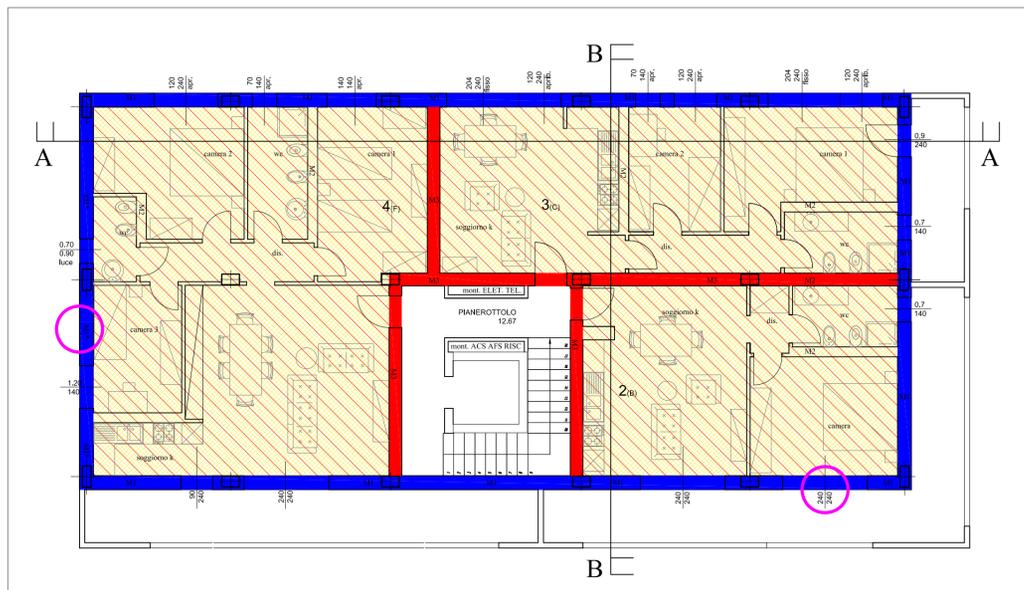
**Si allega alla presente l'elaborato grafico di riferimento.**



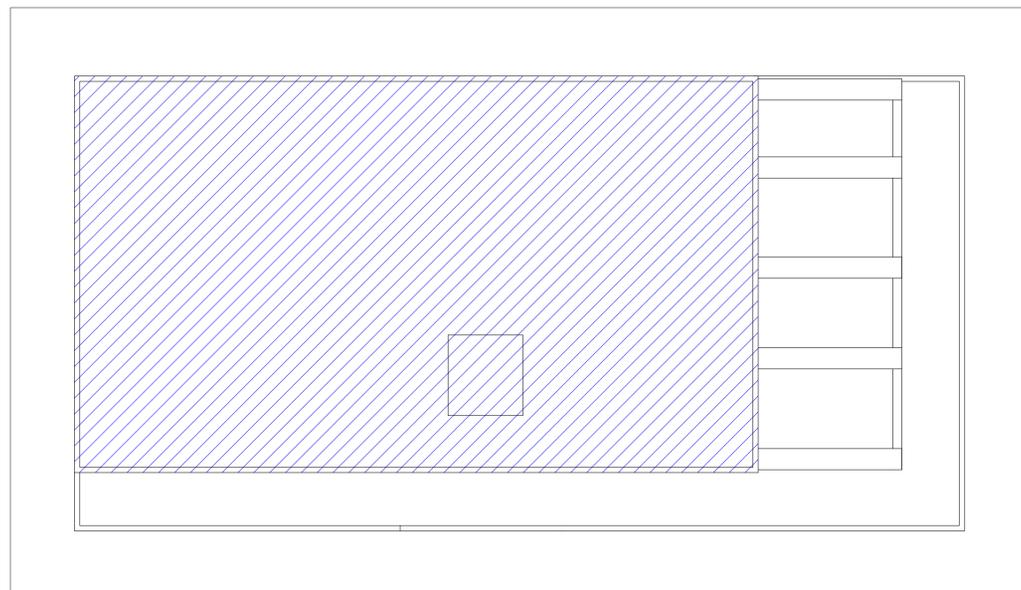
PIANTA PIANO TERRA scala 1:100



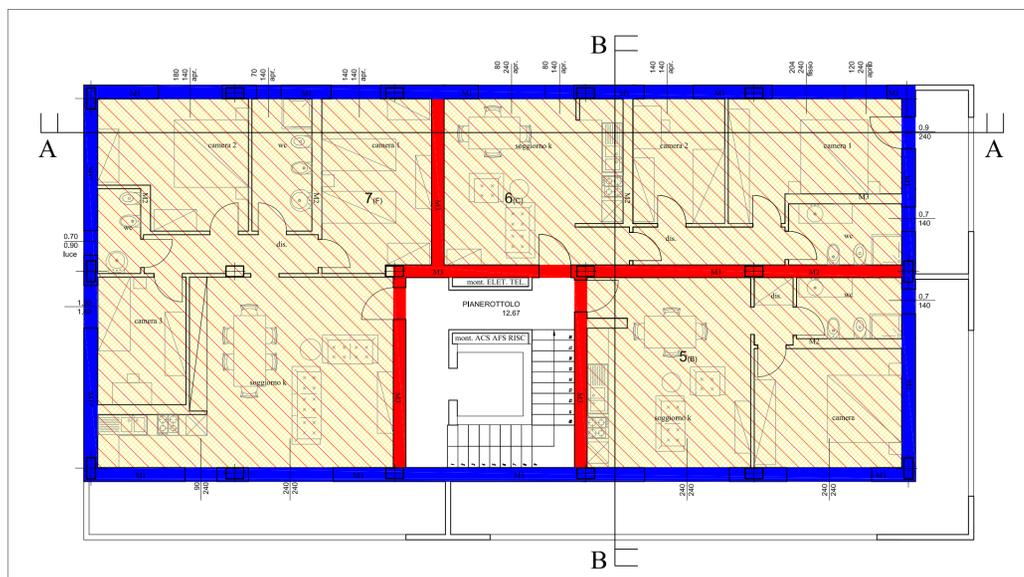
PIANTA PIANO TERZO scala 1:100



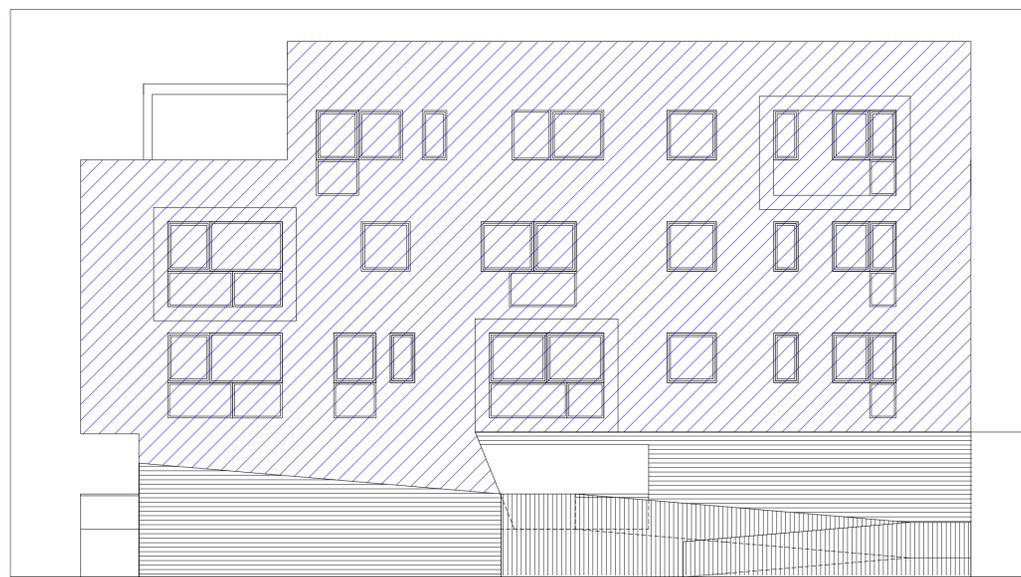
PIANTA PIANO PRIMO scala 1:100



PIANTA COPERTURA scala 1:100



PIANTA PIANO SECONDO scala 1:100



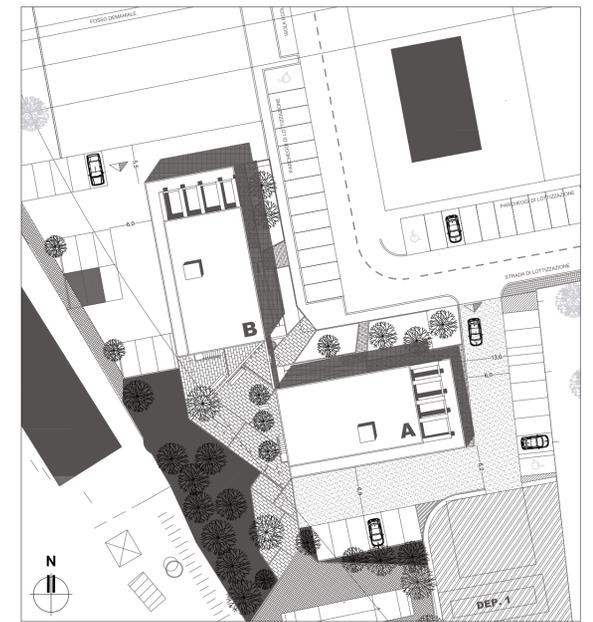
PROSPETTO NORD (edificio A) - PROSPETTO EST (edificio B) scala 1:100

**D.P.C.M. 5/12/1997**  
**Requisiti acustici passivi degli edifici**

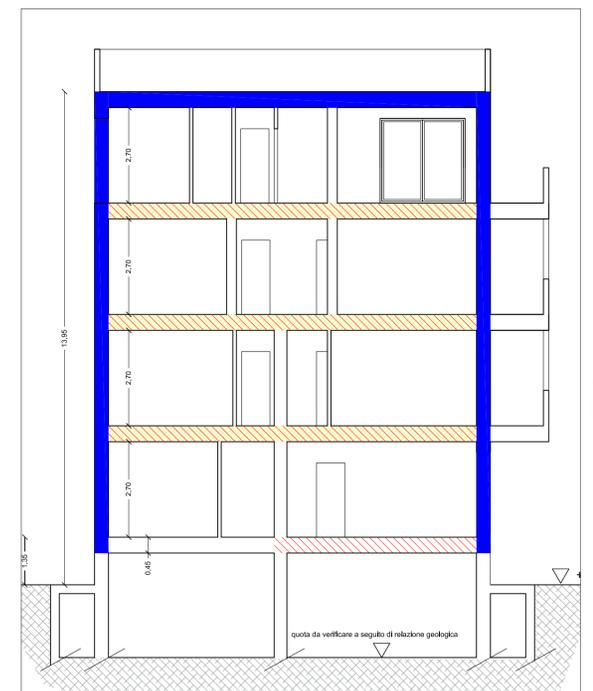
| SIMBOLO | REQUISITO ACUSTICO                                                    | VALORE LIMITE |                            |
|---------|-----------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------|
|         |                                                                       | CAT. A        | Residenze (o assimilabili) |
|         | Indice di isolamento acustico di facciata                             | $D_{2m,nf,w}$ | $\geq 40$ dB               |
|         | Potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti | $R'w$         | $\geq 50$ dB               |
|         | Livello di rumore da calpestio di soli                                | $L'_{n,w}$    | $\leq 63$ dB               |

PER I LOCALI TECNICI SOGGETTI ALL'INSTALLAZIONE DI APPARECCHIATURE IMPIANTISTICHE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEVE ESSERE VALUTATO IL LIVELLO DI RUMOROSITA' DI TALI APPARECCHI PER VERIFICARE CHE LE PARETI DI DELIMITAZIONE DEL LOCALE SIANO IDONEE.

FACCIATA ANALIZZATA A TITOLO ESEMPLIFICATIVO



PLANIMETRIA GENERALE scala 1:500



SEZIONE B-B scala 1:100