



# COMUNE DI RACCONIGI

Provincia di Cuneo

Piazza Carlo Alberto n. 1 - 12035 RACCONIGI

tel. 0172/821611 - fax. 0172/85875

email. [comune.racconigi@cert.ruparpiemonte.it](mailto:comune.racconigi@cert.ruparpiemonte.it)

RIQUALIFICAZIONE E RIFUNZIONALIZZAZIONE DELL'EX CINEMA S.O.M.S.  
REALIZZAZIONE DI UNA SALA POLIVALENTE  
Codice CUP. F44b13000170001

## SOGGETTO TECNICO INCARICATO DEL PROGETTO

**TECSE** ENGINEERING  
STUDIO ASSOCIATO

Ing. Franco BETTA - Arch. Alessandro BETTA - Ing. Fabrizio BETTA

C.so MONTE CUCCO, 73/d - 10141 - TORINO

tel. (+39) 011 3842231 - fax. (+39) 011389585

[www.tecse-engineering.com](http://www.tecse-engineering.com) - [info@tecse-engineering.com](mailto:info@tecse-engineering.com)

Arch. Alessandro BETTA - Progetto edile



Ing. Fabrizio BETTA - Progetto strutturale



Ing. Franco BETTA - Progetto impianti



Dott. BETTA Ing. FRANCO  
3642 ORDINE INGEGNERI  
PROVINCIA DI TORINO

IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO

IL PROGETTISTA

L'IMPRESA

IL DIRETTORE  
DEI LAVORI

N°	AGGIORNAMENTI	COMPILATORE	CONTROLLORE	DATA
0	Emissione	Arch. Alessandro BETTA	Arch. Alessandro BETTA	13/07/2015
1	Revisione per validazione	Arch. Alessandro BETTA	Arch. Alessandro BETTA	10/09/2015
2				
3				

## PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO E REQUISITI ACUSTICI PASIVI

FILE: TS823_DEF_ESEC_H.pdf	COMPILATORE Arch. Alessandro BETTA	SCALA ***	ELABORATO
PROGETTO TS 823	CONTROLLORE Arch. Alessandro BETTA	DATA 10/09/2015	<b>H</b>



**INDICE:**

<b>1.0</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2.0</b>	<b>VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO</b> .....	<b>3</b>
2.1.	ZONA DI APPARTENENZA DEL'INSEDAMENTO .....	3
2.2.	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	4
2.3.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO E DELL'AMBITO DI ANALISI .....	8
2.3.1.	<i>Finalità dell'intervento</i> .....	8
2.3.2.	<i>Descrizione intervento</i> .....	8
2.4.	VALUTAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO .....	10
2.4.1.	<i>Rilievi fonometrici</i> .....	10
2.4.2.	<i>Analisi della situazione attuale di inquinamento acustico</i> .....	12
2.5.	INDICAZIONE DI LIVELLI DI RUMORE IMMESSO IN AMBIENTE, PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO .....	14
2.6.	CONCLUSIONI .....	14
<b>3.0</b>	<b>VALUTAZIONE REQUISITI ACUSTICI PASSIVI</b> .....	<b>15</b>
3.1.	QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO .....	15
3.1.1.	<i>Legislazione Nazionale</i> .....	15
3.1.2.	<i>Norme tecniche</i> .....	15
3.1.3.	<i>Campo di applicazione e contenuti del D.P.C.M. 5/12/1997</i> .....	15
3.2.	METODI DI CALCOLO PREVISIONALE .....	16
3.2.1.	<i>Calcolo previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente tra ambienti adiacenti (<math>R'_{w}</math>)</i> .....	17
3.2.2.	<i>Calcolo previsionale dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata (<math>D_{2m,nT,w}</math>)</i> .....	17
3.2.3.	<i>Calcolo previsionale dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio per ambienti sovrapposti (<math>L_{n,w}</math>)</i> .....	18
3.2.4.	<i>Impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo</i> .....	20
3.3.	SOLUZIONI TECNICHE OGGETTO DI VALUTAZIONE .....	20
3.4.	VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI .....	20
3.4.1.	<i>Verifica previsionale dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio (<math>L_{n,w}</math>) tra ambienti sovrapposti</i> .....	20
3.4.1.1.	<i>Solaio edificio principale</i> .....	20
3.4.1.2.	<i>Solaio edificio secondario</i> .....	22
3.4.2.	<i>Verifica previsionale dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata (<math>D_{2m,nT,w}</math>)</i> .....	24
3.4.2.1.	<i>Parete esterna di facciata - lato via</i> .....	24
3.4.2.2.	<i>Parete esterna di facciata - lato cortile</i> .....	25
3.4.3.	<i>Verifica previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (<math>R'_{w}</math>) di ambienti sovrapposti</i> .....	26
3.4.3.1.	<i>Solaio edificio principale</i> .....	26
3.4.3.2.	<i>Solaio edificio secondario</i> .....	26
3.5.	INDICAZIONI PER LA RIDUZIONE DEL RUMORE DOVUTO AGLI IMPIANTI .....	27
3.5.1.	<i>Impianti idrici e sanitari</i> .....	27
3.5.2.	<i>Ascensori</i> .....	29
3.6.	CRITERI DI POSA IN OPERA .....	30
3.6.1.	<i>Criteri di posa in opera delle pareti</i> .....	30
3.6.1.1.	<i>Pareti di facciata</i> .....	30
3.6.1.2.	<i>Pareti tra unità immobiliari distinte</i> .....	30
3.6.2.	<i>Criteri di posa in opera dei componenti vetrali</i> .....	31
3.6.3.	<i>Criteri di posa in opera del materassino anticalpestio</i> .....	33
3.7.	CONCLUSIONI .....	40
3.7.1.	<i>Tabelle riepilogative</i> .....	40
3.7.2.	<i>Osservazioni alle tabelle</i> .....	40

## 1.0 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di fornire la "VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO" e la "VALUTAZIONE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI" relativo all'intervento di "RIQUALIFICAZIONE E RIFUNZIONALIZZAZIONE EX CINEMA S.O.M.S." da realizzarsi all'interno del nucleo urbano (centro storico) del Comune di Racconigi (CN).

L'area edificata è situata nel Centro storico del Comune di Racconigi. Circa 200 metri la separano dal Castello di Racconigi, ed è facilmente raggiungibile dal medesimo attraversando Piazza Carlo Alberto e proseguendo lungo Via Carlo Costa, fino ai nn. 21-23-25.

L'ex cinema confina a ovest con la porzione d'immobile prospettante su Via Levis, un tempo facente parte del complesso S.O.M.S. ed ora frazionata e destinata a civile abitazione/uffici, ad est su Via Carlo Costa, a Nord con un cortile interno di propria pertinenza, a Sud con il collegamento pedonale tra le Vie Levis e Costa, recentemente realizzato utilizzando il secondo cortile interno del complesso.



Figura 1-1 - Vista satellitare del nucleo urbano di Racconigi ed evidenziazione dell'area oggetto dell'intervento.

## 2.0 VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO

### 2.1. ZONA DI APPARTENENZA DEL'INSEDDAMENTO

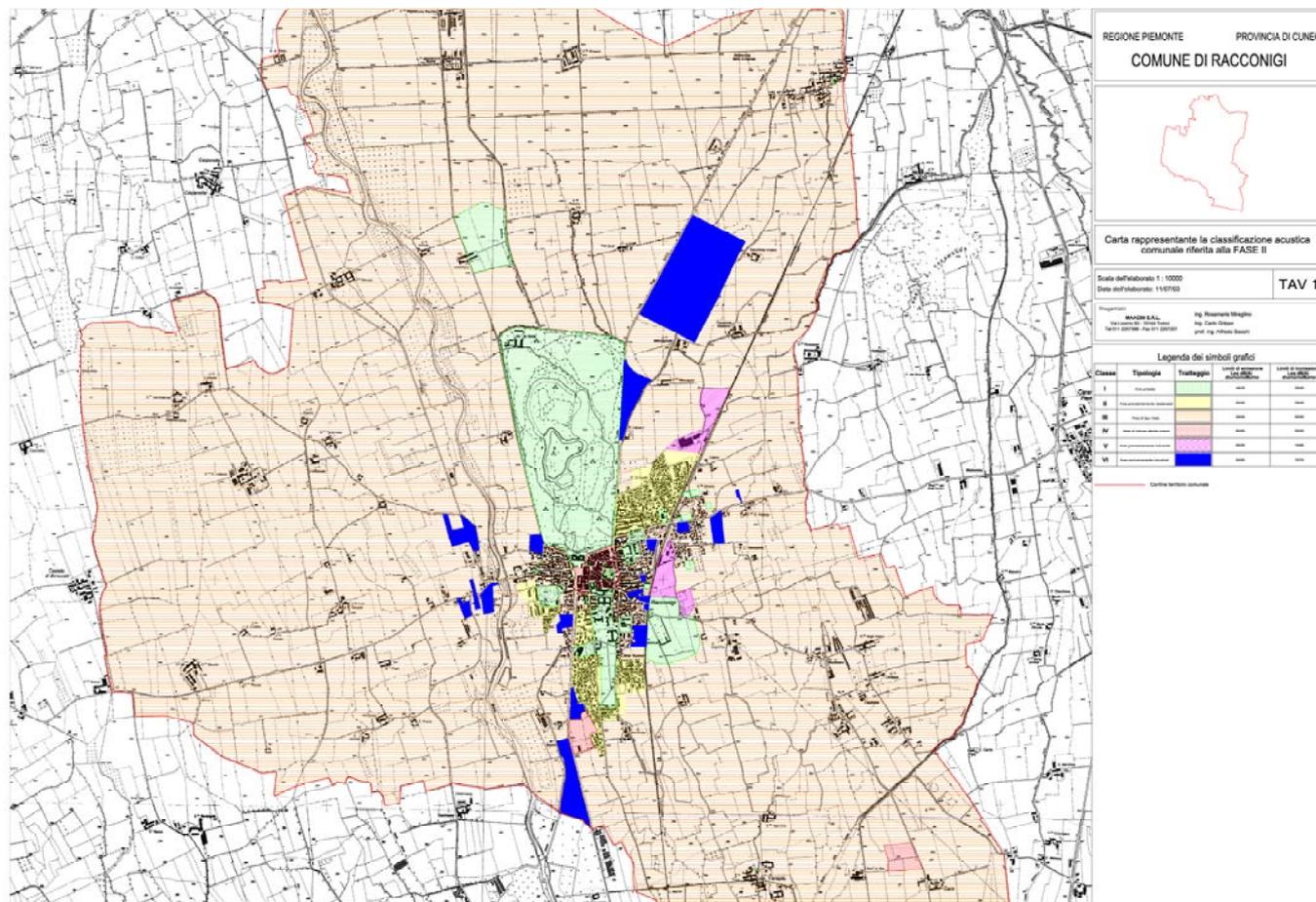


Figura 2-1 - Zonizzazione acustica del Comune di Racconigi con indicazione dell'ubicazione dell'area di intervento

La Regione Piemonte ha approvato il 20 ottobre 2000 una propria legge in riferimento alla modalità della zonizzazione acustica che dovrà essere effettuata da tutti i Comuni. Con delibera del 6 agosto 2001 sono state emanate le linee guida per l'applicazione della classificazione acustica del territorio. I limiti sono regolamentati dal D.P.C.M. 14 novembre 1997. Il Comune di Racconigi ha predisposto, come pubblicato sul BUR, il Piano di Zonizzazione Acustica del territorio comunale.

Dall'analisi della "Carta rappresentante la classificazione acustica comunale" risulta che l'edificio rientra nella "Classe IV - Aree di intensa attività umana" - Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.

Tabella 2.1.I - Valori della classe acustica IV

	Valori limite di emissione in dB(A)	Valori limite assoluti di immissione in dB(A)	Valori limite differenziali di immissione in dB(A)	Valori di qualità in dB(A)	Valori di attenzione in dB(A) riferiti a un'ora
Periodo diurno (ore 6:00 - 22:00)	60	65	5	62	75
Periodo notturno (ore 22:00 - 6:00)	50	55	3	52	60

## 2.2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.P.C.M. 14 novembre 1997	Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.
- Legge 26 ottobre 1995, n. 447	Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- D.M. 16 marzo 1998	Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- D.P.R. 459 del 18 novembre 1998	Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante dal traffico ferroviario.
- L.R. Regione Piemonte 20 ottobre 2000, n. 5	Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di lettera c). inquinamento acustico. L.R. n. 52/2000, art. 3, comma 3.
- D.G.R. Regione Piemonte 2 febbraio 2004, n. 9-11616	Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico. L.R. n. 52/2000, art. 3, comma 3, lettera d).
- D.G.R. Regione Piemonte 14 febbraio 2005, n. 46-4762	Criteri per la redazione della documentazione di clima acustico.
- D.P.R. 142 del 20 marzo 2004	Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante da traffico veicolare.
- R.C. del novembre 2008	Regolamento comunale per la tutela dall'inquinamento acustico – Classificazione acustica del territorio

La legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26 ottobre 1995, che sostituisce ed integra il preesistente D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.

Negli anni successivi al 1995, lo Stato Italiano ha emanato una serie di decreti attuativi delle disposizioni contenute nella legge n. 447. Si citano di seguito quelli maggiormente attinenti al presente studio.

Il D.P.C.M. 14 novembre 1997: "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", con il quale vengono quantificati i livelli di pressione sonora corrispondenti ai valori limite di emissione, immissione, attenzione e qualità, riferendoli alle diverse classi di destinazione d'uso del territorio, di cui si riportano di seguito le definizioni fornite dal legislatore:

- Classe I – aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc;
- Classe II – aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali;
- Classe III – aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impegnano macchine operatrici;
- Classe IV – aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie;
- Classe V – aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni;
- Classe VI – aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Nella tabella che segue si riportano i livelli assoluti di immissione componenti a ciascuna classe:

**Tabella 1: Valori limite di emissione – Leq in dB(A)**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturno (22:00 – 06:00)
Classe I – aree particolarmente protette	45	35
Classe II – aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	50	40
Classe III – aree di tipo misto	55	45
Classe IV – aree di intensa attività umana	60	50
Classe V – aree prevalentemente industriali	65	55
Classe VI – aree esclusivamente industriali	65	65

**Tabella 2: Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A)**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturno (22:00 – 06:00)
Classe I – aree particolarmente protette	50	40
Classe II – aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	55	45
Classe III – aree di tipo misto	60	50
Classe IV – aree di intensa attività umana	65	55
Classe V – aree prevalentemente industriali	70	60
Classe VI – aree esclusivamente industriali	70	70

Ove per *limiti di emissione* si intendono i valori massimi che una singola sorgente può emettere nella zona e per *limiti di immissione* i limiti che non devono essere superati dall'insieme di tutti i rumori percettibili in zona.

**Tabella 3: Valori di qualità del livello sonoro equivalente (tab. C, D.P.C.M. 14 novembre 1997)**

Classe	Leq diurno	Leq notturno
Classe I	47.0	37.0
Classe II	52.0	42.0
Classe III	57.0	47.0
Classe IV	62.0	52.0
Classe V	67.0	57.0
Classe VI	70.0	70.0

Oltre ai sopra indicati livelli assoluti è prescritto anche il rispetto dei valori limite differenziali di immissione, definiti in 5 dB per il periodo diurno ed i 3 dB per il periodo notturno all'interno degli ambienti abitativi. Tale criterio non si applica per le aree classificate nella classe VI. Il Decreto del Presidente della Repubblica 18 novembre 1998, n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante dal traffico ferroviario". Tale decreto, all'art. 3 stabilisce che le fasce territoriali di pertinenza dell'infrastruttura ferroviaria abbiano larghezza pari a 250 m a partire dalla mezzera de binari esterni e per ciascun lato. Ciascuna fascia è a sua volta suddivisa in due parti: la prima, più vicina all'infrastruttura, della larghezza di 100 m è denominata *Fascia A*; la seconda, più distante dall'infrastruttura,

della larghezza di 150 m è denominata *Fascia B*. L'art. 5 stabilisce poi, per *"infrastrutture esistenti ... (omissis) ... con velocità di progetto non superiori a 200 km/h"*, i seguenti valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura:

Categoria ricettori	Leq diurno [dB(A)]	Leq notturno [dB(A)]
Scuole, ospedali, case di cura e case di riposo	50	40
Altri all'interno della fascia A	70	60
Altri all'interno della fascia A	65	55

Con il Decreto del Presidente della Repubblica del 30 marzo 2004, n. 142, infine, si definiscono le *"Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante da traffico veicolare"*. Questo disposto normativo definisce, come cita l'articolo 2, le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture stradali. Vengono definite, come nel caso del rumore ferroviario, delle "fasce di pertinenza acustica" e definisce dei limiti di immissione sia per le infrastrutture esistenti, sia per quelle di nuova realizzazione. Nel presente lavoro si inserisce la seguente tabella, relativa ai limiti di immissione previsti per le strade esistenti.

**Tabella strade esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)**

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla			

F - locale		30	zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.
* per le scuole vale il solo limite diurno			

Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" si configura come uno dei decreti attuativi della legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26 ottobre 1995. Tale decreto, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore, definisce e quantifica i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, nonché i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici stessi. Gli ambienti abitativi ai quali il decreto si applica sono suddivisi in 7 categorie, riportate nella seguente tabella di classificazione:

Categoria	Definizione
A	Edifici adibiti a residenza o assimilabili
B	Edifici adibiti ad uffici e assimilabili
C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività simili
D	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
E	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
F	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili
G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

In base alla classificazione di cui sopra, vengono fissati i valori limite [dB] delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne, riportati nella seguente tabella.

Categorie	Parametri				
	$R_w$	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	35

Dove:

$R_w$  = indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti da calcolare secondo la norma UNI 8270, parte 7°;

$D_{2m,nT,w}$  = indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata, da calcolare secondo la norma UNI 8270, parte 7°;

$L_{n,w}$  = indice del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato, da calcolare secondo la norma UNI 8270, parte 7°;

$L_{ASmax}$  = livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo Slow (\*);

$L_{Aeq}$  = livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A.

(\*) parametro standardizzato selezionabile sullo strumento di misura (fonometro).

La norma UNI EN 12354 "acustica in edilizia – Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti" definisce un modello di calcolo per valutare:

- l'isolamento dal rumore trasmesso per via aerea tra ambienti situati in edifici;
- l'isolamento acustico al calpestio fra ambienti sovrapposti;
- l'isolamento acustico o la differenza di livello di pressione sonora di una facciata o di una diversa superficie esterna di un edificio.

## 2.3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO E DELL'AMBITO DI ANALISI

### 2.3.1. Finalità dell'intervento

L'intervento ha per oggetto la realizzazione di una "sala polivalente" per trattenimenti ed attrazioni varie che si caratterizzerà come spazio a disposizione per la collettività, con attenzione al recupero filologico delle parti ancora intatte della struttura originaria dell'immobile. Il restauro ed la riqualificazione funzionale dell'ex cinema S.O.M.S., è volto al recupero ed alla riqualificazione di un'emergenza storico - architettonica del patrimonio locale, insediando al suo interno nuove funzioni, strettamente legate alle vocazioni tradizionali del sistema produttivo locale, nel rispetto dell'involucro esterno originario del fabbricato.

Attualmente l'ex salone è completamente in disuso; il fine del progetto è quindi ridare la giusta dignità a questo luogo posto in prossimità del Palazzo comunale e della Reggia Sabauda e proseguire nell'intento di unire idealmente la Città ed i suoi luoghi più significativi al Castello di Racconigi, per eliminare quella frattura che attualmente esiste, provocata anche dalla perdita di identità di alcuni edifici che nel passato hanno avuto grande significato nell'ambito della storia locale.

Tutte le opere previste, sia per l'adozione dei materiali, sia per le dimensioni e tipologie costruttive e d'intervento, presentano una piena fattibilità tecnica. Per quanto riguarda l'aspetto tecnico - geologico, si rimanda alla relazione geologica, dalla quale non sono emerse limitazioni o impedimenti all'intervento così come progettato.

### 2.3.2. Descrizione intervento

L'intervento mantiene gli obiettivi di rifunionalizzazione precedentemente definiti in relazione del recupero dell'edificio; contenuti e destinazioni d'uso confermano l'intenzione di realizzare uno spazio che possa facilmente adattarsi alle necessità degli eventi che si vorranno realizzare. L'obiettivo del progetto generale è quello di ottenere uno spazio modulabile che, pur rispettando i volumi esistenti, sia in grado di garantire un utilizzo dell'immobile sia come sala espositiva o per eventi in genere, sia come teatro dotato di apposite tribune.

L'opera di riqualificazione prevista comprende il restauro e la messa in sicurezza del fabbricato esistente e l'adeguamento dei locali e la realizzazione ex novo di tutti gli impianti necessari (impianto di riscaldamento, aspirazione e ventilazione forzata, impianti elettrici, ascensore, impianto antincendio) finalizzati alla creazione della "sala polivalente".

Nello specifico il progetto prevede la rifunionalizzazione degli spazi del pianterreno per la creazione di uno spazio di accoglienza all'ingresso, con un blocco di servizi igienici per i visitatori, oltre alla sala principale, alla quale si accede per mezzo di un "foyer" sufficientemente dimensionato per ospitare eventualmente piccoli eventi.

Al piano superiore è prevista la realizzazione di una balconata dalla quale si accede alla tribuna retrattile, ed un blocco di servizi igienici, sempre per i visitatori.

La superficie totale dei locali sarà di circa 595 metri quadrati lordi, di cui mq 415 al piano terreno e mq 180 al piano primo.

Per quanto concerne gli spazi esterni, sarà sistemato il cortile interno, con la creazione di aree comuni di circa 187 metri quadrati attrezzate con elementi di arredo urbano ornamentali e funzionali.

In estrema sintesi, i locali che verranno realizzati sono i seguenti:

#### PIANO TERRENO (415 mq circa)

- Accoglienza;
- Servizio igienico visitatori;
- Foyer;
- Salone principale / tribuna;
- Vano scala, ascensore;
- Locali di servizio al palco ed all'area esterna (fabbricato secondario).

#### PIANO PRIMO (180 mq circa)

- Disimpegno/Spazio Espositivo;
- Servizi igienici per il pubblico;
- Galleria;
- Spogliatoio e servizi igienici a servizio del palco (fabbricato secondario);

- Vano scala, ascensore.

#### PIANO SOTTOTETTO (85 mq circa)

- Locale tecnico per ubicazione apparati tecnologici

Importanti interventi di carattere impiantistico sono previsti in questo progetto: saranno il cuore tecnologico dell'edificio, quella parte non in vista che permetterà un utilizzo altamente funzionale e performante degli spazi dimostrativi e di incontro.

L'impianto elettrico sarà realizzato utilizzando un sistema distributivo e di comando integrato secondo il protocollo DALI. Questo sistema permetterà, installati interruttori ed apparecchi utilizzatori (questi siano punti luce o punti FM od apparecchiature tecniche come l'ascensore, sensori di passaggio, antifurti ecc.), di programmare dal locale regia al piano primo le funzioni di ogni singolo interruttore. In questo modo si potranno realizzare anche alcuni scenari su misura che permettano un facile utilizzo dell'edificio. Tutto l'impianto di illuminazione prevede l'utilizzo di lampade a led dimerabili e collegate ad un software che regolerà l'intensità della luce in maniera biodinamica (opera prevista).

I vari spazi saranno dotati di ventilazione meccanica (5 ricambi/ora), con aspirazione localizzata vicino ad ogni banco e immissione di nuova aria pretrattata (recuperatore di calore), in modo da garantire un elevato confort termo igrometrico. L'impianto di climatizzazione invernale, sarà realizzata una sottostazione collegata alla rete del teleriscaldamento.

La struttura esistente e le parti ex novo dovranno essere adeguate a livello sismico in seguito alla recente entrata in vigore delle relative normative, e precisamente con riferimento alle "Norme Tecniche sulle costruzioni - 2008" e collegata circolare applicativa. Il progetto prevede la realizzazione di nuovi orizzontamenti interessanti parte della superficie del ex cinema, a partire dalla porzione già costruita nella parte ovest del locale, ed il solaio dell'edificio secondario situato in zona nord.

## 2.4. VALUTAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO

### 2.4.1. Rilievi fonometrici

In seguito alla elaborazione del piano di zonizzazione acustica sono stati effettuati una serie di rilievi fonometrici nel mese di Novembre 2002 in siti individuati dagli scriventi tecnici competenti come rappresentativi del clima acustico del Comune di Racconigi, nonché nelle aree dove non è stato possibile anche dopo l'inserimento delle fasce cuscinetto eliminare l'accostamento di aree con più di un salto di classe e le aree denominate "riduzioni critiche" ossia aree di dimensioni inferiori ai 12.000 m<sup>2</sup> che hanno subito riduzioni di più di una classe.

Sono stati individuate sette postazioni di misura riepilogate nella tabella seguente.

Tabella 4.0.I - Ubicazione postazioni di misura		
Postazione n°	Ubicazione	Tipo misura
1	Via Murello 15	Spot
2	Corso Principe di Piemonte angolo Via Caduti Dispersi in Russia	Spot
3	Strada Tagliata 11	Spot
4	Via Santa Maria 61	Spot
5	Via Paschetta 26	Spot
6	Piazza Roma	Spot
7	Piazza Carlo Alberto 14	Settimanale

La misura di tipo settimanale è stata effettuata mediante centralina rilevatrice autonoma posizionata sul balcone.

Le misure di tipo spot ripetute due volte durante il giorno, hanno avuto una durata di 15 minuti primi ciascuna, durata idonea alla stabilizzazione del livello equivalente di pressione sonora.

L'altezza del microfono rispetto al piano di calpestio è stata scelta pari a 4 metri, in linea con le indicazioni del e corrispondente all'incirca all'altezza delle finestre del primo piano degli edifici.

Con i rilievi fonometrici sono stati acquisiti i seguenti dati:

- Livello sonoro equivalente ponderato "A" indicato come Leq;
- Livelli statistici ponderati "A" L<sub>1</sub>, L<sub>5</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>90</sub>, L<sub>95</sub>, L<sub>99</sub> che corrispondono ai livelli superati rispettivamente per il 1%, 5%, 50%, 90%, 95% e 99% del tempo di misura;

Il livello sonoro ponderato "A" rilevato durante le misure è conforme alle definizioni del D.M.A. 16/03/98 Allegato A, Punto 8 e corrisponde alla formula:

$$L_{Aeq,t} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^t \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right] dB(A)$$

dove:

- L<sub>Aeq,t</sub> è il livello equivalente riferito al tempo di misura T;
- P<sub>A</sub><sup>2</sup>(t) è la pressione sonora espressa in Pascal;
- P<sub>0</sub><sup>2</sup>(t) è la pressione sonora di riferimento pari a 20 mPa;

Tutti i risultati dei rilievi fonometrici sono riportati nell'"Allegato schede di misura" contenente inoltre le localizzazioni delle postazioni di misura nella "Mappa dei punti di misura".

Non sono state effettuate misure spot in periodo notturno (dalle ore 22.00 alle ore 6.00) in quanto non sono state evidenziate criticità legate a rumorosità di tipo produttivo/industriale mentre la variazione di Leq tra il periodo notturno e il periodo diurno può essere ragionevolmente desunta dalla misura di tipo settimanale ed estrapolata all'intero territorio cittadino.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati dell'indagine fonometrica effettuati nelle aree che hanno subito riduzioni critiche indicando:

- L'identificazione della postazione di misura;

- L'ubicazione della postazione di misura;
- La classe iniziale antecedente al processo di omogeneizzazione;
- La classe susseguente al processo di omogeneizzazione indicata con la dicitura "Classe OMO";
- La data di misura;
- L'ora di inizio del rilievo;
- Il livello statistico  $L_{90}$ ;
- Il valore di  $Leq$  rilevato e approssimato a 0.5 dB(A) come previsto dall'Allegato B punto 3 del D.P.C.M. 01/03/91 indicato in tabella come  $Leq$  ed espresso in dB(A);
- Il valore di  $Leq$  totale per il periodo diurno (ottenuto come media dei due valori misurati);
- I valori limite di immissione diurni ( $Leq$  in dB(A)).

**Tabella 4.0.II - Risultati dei rilievi fonometrici nelle "riduzioni critiche"**

Post	Classe iniziale	Classe OMO	Data	Ora	$L_{90}$ dB(A)	$Leq$ dB(A)	$Leq$ totale dB(A)	Valori limite di immissione diurni $Leq$ in dB(A)
4	VI	IV	29/11/02	11:50	55.1	67.0	<b>67.8*</b>	<b>65</b>
			29/11/02	15:15	52.1	68.5		
5	VI	IV	29/11/02	12:13	39.6	56.0	<b>58.8*</b>	<b>65</b>
			29/11/02	14:53	44.0	60.5		

\* Le misure contrassegnate dall'asterisco essendo state effettuate nei pressi della linea ferroviaria risultano inquinate dal passaggio dei convogli ferroviari.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati dei rilievi fonometrici eseguiti al fine di valutare il clima acustico del Comune di Racconigi in aree interessate da insediamenti per servizi pubblici di interesse collettivo, aree con presenza di soggetti particolarmente tutelabili (aree per istruzione e di pregio storico/architettonico), aree ad uso residenziale con elevata densità abitativa e aree interessate da insediamenti produttivi in esercizio.

**Tabella 4.0.III - Risultati dei rilievi fonometrici – Misure brevi**

Post/ classe	Ubicazione	Data	Ora	$L_{90}$ dB(A)	$Leq$ dB(A)	$Leq$ totale dB(A)	Valori limite di immissione diurni $Leq$ in dB(A)
1/VI	Via Murello 15	29/11/02	10:29	47.3	66.5	<b>66.8</b>	<b>70</b>
		29/11/02	15:59	49.3	67.0		
2/II	C.so Principe di Piemonte ang. Via Caduti in Russia	29/11/02	10:56	56.8	71.5	<b>71.5</b>	<b>55</b>
		29/11/02	16:21	58.2	71.5		
3 II/IV	Strada Tagliata 11	29/11/02	11:24	46.5	62.0	<b>60.9</b>	<b>50/70</b>
		29/11/02	15:34	45.2	59.5		
6/IV	Piazza Roma	29/11/02	12:37	48.8	59.0	<b>61.1</b>	<b>65</b>
		29/11/02	14:07	58.9	62.5		

**Tabella 4.0.IV - Risultati dei rilievi fonometrici – monitoraggio**

Post/ Classe	Ubic	Data inizio	Data fine	Tipo misura	L <sub>90</sub> dB(A)	Leq dB(A)	Leq diurni e notturni in dB(A)	Valori limite di immissione diurni e notturni Leq in dB(A)
7/IV	Piazza Carlo Alberto 14	22 Nov 02	28 Nov 02	Sett.	46.1	65.0	D <sub>23 Nov</sub> 66.5	65 D
							D <sub>24 Nov</sub> 64.0	
							D <sub>25 Nov</sub> 68.0	
							D <sub>26 Nov</sub> 68.0	
							D <sub>27 Nov</sub> 67.0	
							D <sub>28 Nov</sub> 67.0	
							N <sub>22 Nov</sub> 60.5	55 N
							N <sub>23 Nov</sub> 62.0	
							N <sub>24 Nov</sub> 62.0	
							N <sub>25 Nov</sub> 58.5	
							N <sub>26 Nov</sub> 58.5	
							N <sub>27 Nov</sub> 58.0	

#### 2.4.2. Analisi della situazione attuale di inquinamento acustico

Dall'esame dei risultati della campagna di misure è immediatamente evidenziabile come il clima acustico attuale non sia pienamente conforme ai livelli previsti dalla zonizzazione, e come la fonte principale di inquinamento acustico sia rappresentata dal traffico stradale.

Fanno eccezione i punti cui si riferiscono le misure di via Santa Maria (postazione 4) e via Paschetta (postazione 5) influenzati da altri tipi di sorgenti acustiche nel seguito specificatamente dettagliate.

Per meglio evidenziare l'importanza dell'inquinamento da traffico nella seguente tabella (tabella 10) si riporta per ciascuna delle postazioni di misura spot influenzate dal rumore da traffico stradale l'incremento del livello sonoro attribuibile al rumore da traffico, rispetto al rumore continuo che investe le aree in esame; tale incremento è stato calcolato attraverso la sottrazione del livello statistico L<sub>95</sub> dal corrispondente valore di Leq in dB(A); per livello statistico LXX si intende il rumore superato per il XX % del tempo di misura; il livello L<sub>95</sub> corrisponde allora al livello superato per il 95 % del tempo di misura, ovvero non superato per il 5% del tempo di misura, quindi sostanzialmente al rumore del 5% più silenzioso del tempo di misura, e può essere considerato corrispondente al rumore in zona in assenza di veicoli, supponendo verificata la condizione che per almeno il 5% del tempo la misura non sia stata influenzata dal transito di veicoli.

Post	Ubicazione	Data	Ora	Leq – L <sub>95</sub> in dB(A)
1	Via Murello 15	29/11/02	10:29	19.2
		29/11/02	15:59	17.7
2	Corso Principe di Piemonte angolo Via Caduti Dispersi in Russia	29/11/02	10:56	14.7
		29/11/02	16:21	13.3
3	Strada Tagliata 11	29/11/02	11:24	15.5
		29/11/02	15:34	14.3
6	Piazza Roma	29/11/02	12:37	10.2
		29/11/02	14:07	3.6

Le misure effettuate in zone industriali propriamente dette evidenziano livelli congruenti con i limiti ed anzi significativamente contenuti rispetto ai limiti stessi.

Si hanno invece non conformità pesanti nel concentrico urbano lungo gli assi viari utilizzati dal traffico veicolare e pesante per l'attraversamento della città, in mancanza di vie esterne di circonvallazione.

Così la misura lungo il corso Principe di Piemonte evidenzia superi non tollerabili dovuti principalmente al grande numero di passaggi di veicoli pesanti (circa 60 in quindici minuti) e con livelli diurni che non sarebbero conformi neppure in una zona esclusivamente industriale.

La zona di corso Principe di Piemonte appare con ogni evidenza necessitare della programmazione di interventi idonei alla riduzione dell'inquinamento acustico.

Va detto che ad oggi non è ancora stato emanato lo specifico decreto previsto dalla L. 447/95 per normare la rumorosità da traffico stradale; secondo le anticipazioni in merito il criterio seguito sarà quello di fissare delle fasce di rispetto lateralmente alle strade, con propri limiti che andranno a sovrapporsi a quelli di zonizzazione, verosimilmente con livelli ed ampiezze di fascia parametrati alle varie categorie di strade; la bonifica del rumore da traffico secondo logica deve attendere la definizione dello specifico decreto, ma essendo evidente che i maggiori limiti non potranno in ogni caso eccedere quelli previsti per "Tutto il territorio nazionale" fin dal 1991 (70 dB(A)) nei casi di più grave inquinamento acustico (> 70 dB(A)) sarebbe opportuno che le Autorità comunali iniziassero a studiare le possibili mitigazioni, che possono andare da provvedimenti restrittivi della circolazione, all'intensificazione dei controlli che la legge prevede che i vigili urbani debbano effettuare il contributo da traffico ferroviario nella rumorosità che investe le aree attraversate dalla linea ferroviaria è notevole come è evidenziato nelle misure eseguite nelle postazioni 4 (via Santa Maria) e 5 (via Paschetta) risultano "inquinata" dal frequente passaggio dei convogli ferroviari.

Il livello equivalente che si ottiene eliminando per la misura pomeridiana di via Santa Maria il contributo del passaggio del primo treno con una opportuna mascheratura della misura porta ad una riduzione del livello sonoro di 3 dB(A).

L'aumento di 3 dB(A) dovuto al transito del treno, se espresso in scala lineare e non in scala logaritmica indica che il passaggio del convoglio ferroviario raddoppia la potenza acustica a livello ricettore.

Come descritto dalle Linee Guida della Regione Piemonte la zonizzazione non tiene conto delle infrastrutture dei trasporti per cui si può affermare che il clima acustico della zona può essere descritto dalla media dei due valori dei livelli L<sub>50</sub> che per la postazione di via Santa Maria (postazione 4) risulta essere pari a 65.0 dB(A) circa e per la postazione di via Paschetta (postazione 5) di 49.0 dB(A).

Si può quindi affermare che la riduzione critica di classe (da classe VI a classe IV) effettuata per l'isolato delimitato da vie Bastone, Santa Maria, Divisione Alpina Cuneese e l'isolato delimitato dalle vie Paschetta, Principe Amedeo, Santa Maria e Divisione Alpina Cuneese sono compatibili con il processo di omogeneizzazione effettuato essendo il limite di classe attribuito ai due isolati pari a 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni.

Conclusivamente si può affermare che la rumorosità prodotta dal traffico veicolare, per la maggior parte di attraversamento della città, porta i livelli acustici lungo le principali vie urbane oltre i limiti sia diurni che notturni, con massima gravità lungo corso Principe di Piemonte.

L'entità dei superi rende indispensabile prevedere interventi radicali idonei ad instradare diversamente il traffico di attraversamento.

Gli insediamenti industriali ed artigianali presenti sul territorio comunale evidenziano invece un impatto acustico sostanzialmente contenuto nei limiti per cui appaiono compatibili con la vocazione qualitativa residenziale della Città.

## 2.5. INDICAZIONE DI LIVELLI DI RUMORE IMMESSO IN AMBIENTE, PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO

Si sono valutati i seguenti punti di criticità acustica riunendo nella seguente tabella le sorgenti sonore di possibile impatto acustico verso l'esterno verso l'esterno:

Attività	Lps
Attività culturali e di spettacolo	30

I valori sono stati verificati in condizioni analoghe utilizzando un analizzatore fonometrico statistico integrato. Le strutture residenziali da considerare come bersaglio sono poste, nel punto più sfavorito, a una distanza di circa 18 mt. Nella tabella sottostante si indicano i risultati dei calcoli del contributo apportato dal nuovo intervento ai ricettori.

Calcolo di pressione sonora in emissione						
Attività	Liv. pressione acustica medi attività (dB)	Altezza ricevitore (mt)	Altezza ricevitore da terra (mt)	Distanza in pianta dal ricevitore (mt)	Assorbimento acustico previsto Rw	Contributo al livello di pressione sonora (dBA)
Attività culturali e di spettacolo	30	6	1,5	18	6	28,8

Da quanto sopradescripto si evince che le attività al momento monitorate e previste nell'ambito delle nuove attività svolte all'interno dell'area mercatale, costituiscono sorgenti acustiche accettabili ai potenziali ricettori prossimali, di conseguenza impatto minore per i potenziali ricettori posti a seguire. Si provvederà al bisogno a valutare post-operam eventuali impatti non prevedibili o previsti al momento della stesura del presente documento ed adottare, se necessario, le eventuali opere di mitigazione.

## 2.6. CONCLUSIONI

Nel complesso, gli interventi al momento prospettati inseriti, alle condizioni che al momento attuale si possono ipotizzare e con gli interventi proposti, rispetta i limiti previsti in emissione ed immissione.

### 3.0 VALUTAZIONE REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

#### 3.1. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

##### 3.1.1. *Legislazione Nazionale*

- Legge n° 447 del 26.10.1995 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”.
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 “Determinazione dei requisiti acustici degli edifici”.

##### 3.1.2. *Norme tecniche*

- UNI TR 11175 (ed. 2005) “Acustica in edilizia. Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale”.
- UNI EN 12354-1 (ed. novembre 2002) “Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei componenti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti”.
- UNI EN 12354-2 (ed. novembre 2002) “Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei componenti. Isolamento acustico al calpestio tra ambienti”.
- UNI EN 12354-3 (ed. novembre 2002) “Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei componenti. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall’esterno per via aerea”.
- UNI EN 12354-6 (ed. marzo 2006) “Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Assorbimento acustico in ambienti chiusi”.
- UNI EN ISO 717-1 (ed. dicembre 1997) “Valutazione dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea”.
- UNI EN ISO 717-2 (ed. dicembre 1997) “Valutazione dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio”.
- UNI EN 12207 (ed. luglio 2000) “Finestre e porte – Permeabilità all’aria - Classificazione”.
- UNI EN 12431 (ed. 2000) “Isolanti termici per edilizia – Determinazione dello spessore degli isolanti per pavimenti galleggianti”.
- UNI EN 14351-1 (ed. 2006) “Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo”.

##### 3.1.3. *Campo di applicazione e contenuti del D.P.C.M. 5/12/1997*

Il D.P.C.M. 5/12/97 si applica agli ambienti abitativi.

La Legge 26 ottobre 1995, n. 447 all’art. 2, comma 1, lettera b) definisce ambiente abitativo ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane.

Il D.P.C.M. 5/12/1997 classifica gli ambienti in sette differenti categorie, riportate nella seguente tabella, allegata al decreto stesso, dove in rosso sono evidenziate le classificazioni che si possono ritrovare nell’unità immobiliare oggetto di valutazione:

<b>Tabella 10.1.3.I – Classificazione degli edifici in funzione della destinazione d’uso</b>	
	Tab. A (D.P.C.M. 05/12/97) - Classificazione degli edifici in funzione della destinazione d’uso
	Cat. A: edifici adibiti a residenza o assimilabili
	Cat. B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili
	Cat. C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
	Cat. D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
	Cat. E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
X	<b>Cat. F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili</b>
	Cat. G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

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

- a) l’indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti ( $R'w$ ) da calcolare secondo la norma UNI EN 12354-1:2002;

- b) l'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ ) da calcolare secondo la norma UNI EN 12354-3:2002;
- c) l'indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato ( $L'_{n,w}$ ) da calcolare secondo la procedura descritta dalla norma UNI EN 12354-2:2002.

Si ricorda che il DPCM 05/12/97 chiarisce che  $R'_w$  si riferisce ad elementi di separazione fra distinte unita immobiliari.

L'art. 2 del D.M. 2/01/1998 (Catasto dei fabbricati) definisce l'unita immobiliare come "una porzione di fabbricato, o un Fabbricato, o un insieme di fabbricati, ovvero un'area che (...) presenta potenzialita di autonomia funzionale e reddituale".

La tabella che segue, allegata al decreto stesso, riporta i valori limite delle grandezze appena definite. Sono evidenziati i valori di riferimento per la destinazione d'uso dei locali in esame.

<b>Tabella 10.1.3.II – Classificazione degli edifici in funzione della destinazione d'uso</b>					
Tab. B (D.P.C.M. 05/12/97) - Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici					
Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	$R'_w$ (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
<b>4. B, F, G</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>55</b>	<b>35</b>	<b>35</b>

(\*) Valori di  $R'_w$  riferiti a elementi di separazione tra due distinte unita immobiliari.

Alla luce di quanto sopra esposto, per l'edificio oggetto di valutazione sono state effettuate le verifiche dei seguenti requisiti passivi: potere fonoisolante apparente di partizioni verticali ed orizzontali ( $R'_w$ ), livello di rumore di calpestio normalizzato di solai ( $L'_{n,w}$ ) e isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ ) in diversi scenari campione, scelti, ai fini cautelativi, tra quelli più penalizzati dal punto di vista acustico e rappresentativi dell'intero edificio.

I valori limite con i quali sono stati confrontati sono riportati nella tabella che segue.

<b>Tabella 10.1.3.III – Parametri e relativi valori limite da confrontare con i requisiti calcolati per l'edificio in esame</b>		
Componente edilizio	Parametro	Valore limite
Facciata (Cat.F)	$D_{2m,nT,w}$	42
Solaio di separazione tra i piani (Cat.F)	$R'_w$	50
	$L'_{n,w}$	55

Seguendo l'interpretazione proposta dallo schema di Regolamento Edilizio Tipo della regione Piemonte, ma anche secondo l'orientamento comune, si prende come riferimento il valore limite dell'ambiente disturbante (nel caso del rumore da calpestio l'ambiente sovrastante) che nel caso in esame risulta essere  $L'_{n,w} \leq 55$  dB.

### 3.2. METODI DI CALCOLO PREVISIONALE

Il D.P.C.M. 5/12/97 prescrive che le prestazioni di isolamento acustico dei componenti siano assicurate in opera: in altri termini nella fase di progettazione e 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 dai dati reperibili in letteratura, e dipendono in buona parte dalle modalita costruttive e di montaggio che si ritiene di dover adottare.

La serie di norme UNI EN ISO 12354: 2001 (Acustica edilizia, stima delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalla prestazioni dei componenti), e la 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) riportano metodi di calcolo utilizzabili per tale valutazione.

Occorre evidenziare che l'attendibilità dei metodi di calcolo e 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);
- alla corretta installazione dei serramenti (finestre, porte);
- alle incertezze insite nel modello stesso, e comunque presenti in ogni valutazione analitica del tipo in esame.

### 3.2.1. Calcolo previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente tra ambienti adiacenti ( $R'_w$ )

Il potere fonoisolante apparente  $R'$  di una partizione e una grandezza espressa in funzione della frequenza (terzi d'ottava) che esprime il potere fonoisolante degli elementi di separazione tra diverse unità abitative considerando i contributi di:

- trasmissione diretta attraverso la parete ( $dt$ )
- percorsi di trasmissione per fiancheggiamento dovuti alle strutture laterali ( $ft$ )
- eventuali percorsi di trasmissione aerea del suono ( $et$  e  $st$ )
- piccoli elementi posti nella partizione (prese d'aria, ecc.)
- sistemi in grado di trasmettere il suono per via aerea (condotti di ventilazione con uscite negli ambienti separati).

Sotto le ipotesi esemplificative secondo cui i percorsi di trasmissione strutturale del suono sono tra di loro indipendenti, e il contributo che si origina sulla parete opposta a quella di separazione, che si trasmette lateralmente e giunge all'ambiente ricevente (percorsi di trasmissione di ordine superiore al secondo) può essere trascurato, il potere fonoisolante per un generico percorso  $i$ - $j$  si calcola con la relazione

$$R_{ij} = \frac{R_i + R_j}{2} + \Delta R_{ij} + K_{ij} + 10 \cdot \log \frac{S}{I_0 I_{ij}} \quad (\text{dB})$$

ed il potere fonoisolante apparente  $R'$  si calcola con la relazione

$$R' = 10 \cdot \log \tau' = -10 \cdot \log \left( \tau_d + \sum_{f=1}^n \tau_f + \sum_{e=1}^m \tau_e + \sum_{s=1}^k \tau_s \right) \quad (\text{dB})$$

Dai valori di  $R'$  espressi in funzione della frequenza si passa all'indice di valutazione  $R'_w$  delle partizione attraverso un'apposita procedura normalizzata.

### 3.2.2. Calcolo previsionale dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ )

L'isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$  è una grandezza che esprime la quantità di energia sonora trasmessa dalla parete perimetrale dell'unità abitativa.

L'isolamento acustico offerto dalla facciata si valuta secondo l'espressione:

$$D_{2m,nT} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \cdot \log \left( \frac{V}{6 T_0 S} \right) \quad (\text{dB})$$

con:

$$R'_w = 10 \log \left[ \left( \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} \cdot 10^{\frac{-R_{wi}}{10}} \right) + \left( \sum_{i=1}^n \frac{A_{vi}}{S} \cdot 10^{\frac{-D_{ne,vi}}{10}} \right) \right] - k \quad (\text{dB})$$

con

- $S_i$  superficie di ogni elemento costituente la facciata [ $\text{m}^2$ ],
- $D_{ne,vi}$  indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di piccoli elementi presenti in facciata [dB],
- $k$  coefficiente correttivo che tiene conto delle trasmissioni per fiancheggiamento:
  - 0 per elementi di facciata non connessi [dB]
  - 2 per elementi di facciata pesanti con giunti rigidi [dB]
- $V$  è il volume dell'ambiente ricevente [ $\text{m}^3$ ],
- $S$  è l'area totale della facciata vista dall'interno [ $\text{m}^2$ ],

- $T_0$  e il tempo di riverbero di riferimento pari a 0,5 s,
- $\Delta L_{fs}$  e il fattore correttivo dovuto alla forma della facciata.

Dai valori di  $D_{2m,nT}$  espressi in funzione della frequenza si passa all'indice di valutazione  $D_{2m,nT,w}$  dell'isolamento acustico standardizzato della facciata attraverso l'apposita procedura normalizzata.

Per quanto riguarda i serramenti vetrati, in assenza di dati specifici, il potere fonoisolante può essere ricavato dal potere fonoisolante del pannello di vetro, in base al metodo descritto dal progetto di norma UNI EN 14351-1, allegato B

$R_w$ vetro	Finestre semplici <sup>a</sup>		Finestre semplici scorrevoli <sup>b</sup>	
	$R_w$ finestra	N° guarniz. richieste <sup>c</sup>	$R_w$ finestra	N° guarniz. Richieste <sup>c</sup>
27	30	1	25	1
28	31	1	26	1
29	32	1	27	1
30	33	1	28	1
32	34	1	29	1
34	35	1	29	1
36	36	2	30	1
38	37	2	-	-
40	38	2	-	-

<sup>a</sup> Finestre semplici fisse o apribili con classe 3 di permeabilità all'aria;  
<sup>b</sup> Finestre semplici scorrevoli con classe 2 di permeabilità all'aria;  
<sup>c</sup> Solo finestre apribili

Figura 3-1 - Relazione tra  $R_w$  del vetro e  $R_w$  del serramento (allegato B UNI EN 14351-1).

Qualora la dimensione dei serramenti effettivamente posti in facciata si discosti dai relativi campioni analizzati in laboratorio occorre tenere conto di un coefficiente di correzione della prestazione acustica che dipende dalla percentuale di variazione della superficie.

Tali coefficienti sono riportati nella tabella che segue tratta dall'allegato B della norma UNI EN 14351-1.

Window size range		Sound insulation value for window
Test results (see B.2) for test specimen of any size	Tabulated values (see B.3) <sup>a</sup>	
-100% to +50% of test specimen overall area	Overall area $\leq 2,7 \text{ m}^2$	$R_w$ and $R_w + C_{tr}$ according to B.2 or B.3
+50% to +100% of test specimen overall area	$2,7 \text{ m}^2 < \text{Overall area} \leq 3,6 \text{ m}^2$	$R_w$ and $R_w + C_{tr}$ corrected by -1 dB
+100% to +150% of test specimen overall area	$3,6 \text{ m}^2 < \text{Overall area} \leq 4,6 \text{ m}^2$	$R_w$ and $R_w + C_{tr}$ corrected by -2 dB
> +150% of test specimen overall area	$4,6 \text{ m}^2 < \text{Overall area}$	$R_w$ and $R_w + C_{tr}$ corrected by -3 dB

<sup>a</sup> The area intervals indicated for tabulated values are identical to the intervals for test results according to B.2 using the recommended test specimen size 1,23 m x 1,48 m.

Figura 3-2 - Coefficienti correttivi che tengono conto della differenza di superficie tra il serramento utilizzato in facciata e il relativo serramento analizzato in laboratorio (allegato B UNI EN 14351-1)

### 3.2.3. Calcolo previsionale dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio per ambienti sovrapposti ( $L'_{n,w}$ )

Il livello normalizzato di rumore da calpestio  $L'_n$  rappresenta il livello medio di pressione sonora che si stabilisce nell'ambiente disturbato quando sul solaio di separazione tra due ambienti sovrapposti agisce una sorgente in grado di produrre un livello determinato di forza di impatto, normalizzato rispetto all'assorbimento acustico dell'ambiente disturbato.

L'indice di valutazione  $L'_{n,w}$  si ottiene dall'indice del livello equivalente normalizzato di rumore da calpestio  $L_{n,w}$  in base alla seguente formula:

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

con  $\Delta L$  riduzione del livello di rumore da calpestio dovuta a strati di rivestimento applicati all'intradosso o all'estradosso del solaio ( $DL = 0$  in assenza di rivestimento) e  $K$  è un termine che tiene conto in maniera globale della trasmissione laterale a partire dalla massa del solaio nudo e dalla massa media delle strutture laterali.

I valori di  $K$  sono riportati nella tabella che segue.

Massa per unità di area del solaio di separazione kg/m <sup>2</sup>	Massa media per unità di area degli elementi laterali omogenei non ricoperti con rivestimenti supplementari kg/m <sup>2</sup>								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

Per solai omogenei con massa superficiale  $m'$  fra 100 kg/m<sup>2</sup> e 600 kg/m<sup>2</sup>, vale la seguente espressione per  $L_{n,w}$ :

$$L_{n,w} = 164 - 35 \log(m') \text{ (dB)}$$

La prestazione acustica di un rivestimento per solai (pavimento galleggiante),  $DL$ , è funzione della rigidità dinamica superficiale  $s'$  dello strato elastico inserito sotto la pavimentazione e dipende dalla frequenza di risonanza del sistema pavimento - strato elastico - solaio.

La rigidità dinamica superficiale dello strato è data dalla somma della rigidità superficiale  $s_s$  del materiale che costituisce la struttura dello strato elastico e della rigidità superficiale del gas racchiuso nelle cavità  $s_a$ .

Il metodo di calcolo dipende dalla posizione dello strato isolante, che può essere applicato superiormente al solaio o essere interno ad esso (pavimento galleggiante).

Nel caso di pavimenti galleggianti con massetto in calcestruzzo è possibile impiegare la seguente equazione:

$$\Delta L = 30 \lg\left(\frac{f}{f_0}\right) \text{ (dB)}$$

dove:

- $f$  è la frequenza centrale del terzo di ottava considerato (Hz);
- $f_0$  è la frequenza di risonanza (Hz) ottenibile mediante la seguente equazione:

$$f_0 = 160 \sqrt{\left(\frac{s'}{m}\right)} \text{ (Hz)}$$

dove:

- $s'$  è la rigidità dinamica dello strato elastico (MN/m<sup>3</sup>);

- $m'$ , e la massa superficiale dello strato di rivestimento ( $\text{kg/m}^2$ );

Le equazioni riportate sono valide all'interno del campo di frequenze  $f_0 < f < 4f_0$ .

L'indice di valutazione della riduzione di livello di rumore da calpestio può essere calcolato in base alle formule sopra riportate, utilizzando come valore della frequenza il valore di 500 Hz.

#### 3.2.4. Impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo

Gli impianti tecnologici causano rumori di tipo aereo e vibrazioni strutturali.

Il controllo del rumore generato dagli impianti si effettua limitandone le interazioni con il resto delle strutture dell'edificio.

Considerata la diversa natura degli impianti che trovano alloggiamento in un edificio, i modelli previsionali che ne descrivono il comportamento acustico sono complicati dall'elevato numero di variabili coinvolte.

L'unico modo per semplificare la valutazione previsionale e quello di considerare i vari impianti in maniera indipendente, rendendo però sostanzialmente non verosimili i risultati ottenuti dall'analisi.

In questa sede si forniscono anche indicazioni per la scelta di materiali acusticamente efficienti e per la corretta posa degli stessi.

### 3.3. SOLUZIONI TECNICHE OGGETTO DI VALUTAZIONE

Per le caratteristiche dei materiali e le stratigrafie delle pareti e dei solai si rimanda agli elaborati costituenti il progetto esecutivo.

### 3.4. VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

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

In particolare, per quanto riguarda la verifica dell'isolamento acustico di facciata, sono stati selezionati i locali caratterizzati da maggiore superficie vetrata rispetto alla superficie complessiva della facciata e dal minor volume, tenendo conto delle differenti tipologie di facciata previste dal progetto.

Per quanto riguarda la verifica del potere fonoisolante apparente e del livello di rumore da calpestio sono state scelte le soluzioni a maggior rischio per la trasmissione laterale, tenendo conto delle differenti soluzioni di solaio e di pareti previste dal progetto.

Di seguito si riportano le verifiche previsionali dei requisiti acustici passivi tenendo conto delle variazioni relative alle stratigrafie dei pacchetti orizzontali e verticali rispetto al progetto definitivo.

Inoltre, rispetto a questo, in questa sede si affrontano a livello di dettaglio esecutivo i nodi critici studiati al fine di minimizzare la trasmissione sonora laterale.

#### 3.4.1. Verifica previsionale dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio ( $L'_{n,w}$ ) tra ambienti sovrapposti

La verifica dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio è stata effettuata per le differenti tipologie di solaio presenti nell'edificio in esame.

Per entrambe le tipologie di solaio presenti si è fatto riferimento al valore limite di 55 dB, valore limite della destinazione d'uso dell'ambiente disturbante.

Il requisito relativo al livello di rumore di calpestio normalizzato di solai ( $L'_{n,w}$ ) è stato verificato in diversi scenari campione, scelti, ai fini cautelativi, tra quelli più penalizzati dal punto di vista acustico e, nel contempo, rappresentativi dell'intero edificio.

##### 3.4.1.1. Solaio edificio principale

#### Determinazione dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio del solaio nudo

Le prestazioni acustiche dei solai, in mancanza di dati certificati certamente più affidabili, si possono stimare attraverso la seguente relazione empirica riportata rispettivamente nella UNI EN 12354-2 e nella UNI TR 11175:

$$L_{n,w} = 164 - 35 \log (M')$$

La relazione riportata in precedenza può essere applicata a tutti i solai con  $80 \text{ kg/m}^2 < M' < 600 \text{ kg/m}^2$ .

Poiché la massa del solaio in esame è pari a:

$M'_{\text{solaio}} = 253 \text{ kg/m}^2$

la massa complessiva del solaio risulta pari a:

$M' = 253 \text{ kg/m}^2$

la prestazione del solaio, stimata con la relazione di cui sopra risulta pari a:

$L_{n,w \text{ stimato}} = 164 - 35 \log(253) = 79,8 \text{ dB}$

Alla luce del fatto che la prestazione del solaio privo di rivestimento, anche senza considerare la trasmissione laterale, supera ampiamente il valore limite previsto dalla normativa vigente, emerge la necessita di prevedere un materassino anticalpestio che andrà posizionato avendo cura di eliminare ogni connessione rigida tra il pavimento e le strutture laterali ad esso collegate, come si evidenzia dalle tavole grafiche di progetto.

### **Determinazione della trasmissione laterale**

La trasmissione laterale, K, si calcola a partire dalla massa per unità di superficie del solaio e di quella media delle strutture laterali non rivestite con strati addizionali non isolanti:

$M'_{\text{solaio}} = 253 \text{ kg/m}^2$

$M'_{\text{struttura media}} = 194 \text{ kg/m}^2$

Per la massa superficiale del solaio in esame,  $M' = 253 \text{ kg/m}^2$ , e la massa media delle strutture laterali,

$M'_{\text{struttura media}} = 194 \text{ kg/m}^2$ , utilizzando il prospetto seguente, si ha:

$K = 1 \text{ dB}$

Massa per unità di area del solaio di separazione $\text{kg/m}^2$	Massa media per unità di area degli elementi laterali omogenei non ricoperti con rivestimenti supplementari $\text{kg/m}^2$								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

N.B. Ai fini cautelativi, poiché non sono note le caratteristiche del controsoffitto che verrà scelto, non si è tenuto conto del probabile contributo migliorativo dovuto ad esso.

Affinché sia verificata la conformità al D.P.C.M. 5/12/97 la prestazione del solaio in termini di indice di valutazione del livello di rumore da calpestio del solaio in opera deve essere:

$L'_{nw} \leq 55 \text{ dB}$  (Categoria di edifici F).

Determinazione dell'attenuazione del livello normalizzato di rumore da calpestio del rivestimento

È prevista la realizzazione di un pavimento galleggiante attraverso l'interposizione di un materiale elastico tale da eliminare ogni connessione strutturale tra il pavimento e le strutture laterali.

Il materiale elastico scelto in questa fase di progetto è denominato FONOBLOC TX di spessore pari a circa 20 mm

La rigidità dinamica certificata in laboratorio dichiarata dal Produttore relativa a questo prodotto è pari a:

$s' = 30 \text{ MN/m}^3$

Il valore di attenuazione del rumore da calpestio dichiarato dal Produttore è pari a:

CLnw = 28 dB

Per determinare la prestazione del pavimento galleggiante, in termini di riduzione del livello di rumore da calpestio,  $\Delta L_{n,w}$  (dB), occorre conoscere, oltre alla rigidità dinamica del materiale resiliente ( $MN/m^3$ ), la massa superficiale del sistema massetto+pavimento ( $kg/m^2$ ), che nel caso in esame, vista la densità del cls di  $1800 kg/m^3$  e lo spessore di 6 cm, viene considerato pari a:

$$m' = 108 kg/m^2$$

Ciò posto, si calcola la frequenza di risonanza,  $f_0$  (Hz), del sistema pavimento galleggiante con la seguente relazione, dedotta dalla UNI TR 11175:

$$f_0 = 160 \sqrt{\left(\frac{s'}{m}\right)} \text{ (Hz)}$$

Si ottiene pertanto nel caso in esame:

$$f_0 = 84,33 \text{ (Hz)}$$

Noto  $f_0$ , l'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora da calpestio del rivestimento si ricava attraverso la seguente relazione, valida per massetti in calcestruzzo:

$$\Delta L_w = 30 \lg (f/f_0) + 3 \text{ dB}$$

in cui la frequenza di riferimento,  $f$ , si assume pari a 500 Hz.

Per il pavimento galleggiante in esame si ha:

$$\Delta L_w = 30 \log (500/84,33) + 3 = 26,2 \text{ dB}$$

Determinazione del livello normalizzato di rumore da calpestio in opera

La prestazione in opera del solaio in esame risulta pari a:

$$L'_{n,w} = 79,8 - 26,2 + 1 \text{ dB} = 54,6 \text{ dB}$$

da cui si ricava che in via previsionale la conformità rispetto al valore limite contenuto nel D.P.C.M. 5/12/97 come mostra il prospetto che segue.

Struttura oggetto di verifica	Parametro oggetto di verifica	Valore limite D.P.C.M. 5/12/97	Valore calcolato	Esito verifica
Solaio di separazione edificio principale	$L'_{n,w}$	55	54,6	<b>VERIFICA POSITIVA</b>

### 3.4.1.2. Solaio edificio secondario

#### Determinazione dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio del solaio nudo

Le prestazioni acustiche dei solai, in mancanza di dati certificati certamente più affidabili, si possono stimare attraverso la seguente relazione empirica riportata rispettivamente nella UNI EN 12354-2 e nella UNI TR 11175:

$$L_{n,w} = 164 - 35 \log (M')$$

La relazione riportata in precedenza può essere applicata a tutti i solai con  $80 kg/m^2 < M' < 600 kg/m^2$ .

Poiché la massa del solaio in esame è pari a:

$$M'_{\text{solaio}} = 251,2 kg/m^2$$

la massa complessiva del solaio risulta pari a:

$$M' = 251,2 kg/m^2$$

la prestazione del solaio, stimata con la relazione di cui sopra risulta pari a:

$$L_{n,w \text{ stimato}} = 164 - 35 \log (251,2) = 80 \text{ dB}$$

Alla luce del fatto che la prestazione del solaio privo di rivestimento, anche senza considerare la trasmissione laterale, supera ampiamente il valore limite previsto dalla normativa vigente, emerge la necessità di prevedere un materassino anticalpestio che andrà posizionato avendo cura di eliminare ogni connessione rigida tra il pavimento e le strutture laterali ad esso collegate, come si evidenzia dalle tavole grafiche di progetto.

### **Determinazione della trasmissione laterale**

La trasmissione laterale,  $K$ , si calcola a partire dalla massa per unità di superficie del solaio e di quella media delle strutture laterali non rivestite con strati aggiuntivi non isolanti:

$$M'_{\text{solaio}} = 251,2 \text{ kg/m}^2$$

$$M'_{\text{struttura media}} = 194 \text{ kg/m}^2$$

Per la massa superficiale del solaio in esame,  $M' = 251,2 \text{ kg/m}^2$ , e la massa media delle strutture laterali,

$M'_{\text{struttura media}} = 194 \text{ kg/m}^2$ , utilizzando il prospetto seguente, si ha:

$$K = 1 \text{ dB}$$

Massa per unità di area del solaio di separazione $\text{kg/m}^2$	Massa media per unità di area degli elementi laterali omogenei non ricoperti con rivestimenti supplementari $\text{kg/m}^2$								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

N.B. Ai fini cautelativi, poiché non sono note le caratteristiche del controsoffitto che verrà scelto, non si è tenuto conto del probabile contributo migliorativo dovuto ad esso.

Affinché sia verificata la conformità al D.P.C.M. 5/12/97 la prestazione del solaio in termini di indice di valutazione del livello di rumore da calpestio del solaio in opera deve essere:

$$L'_{\text{nw}} \leq 55 \text{ dB (Categoria di edifici F)}.$$

### **Determinazione dell'attenuazione del livello normalizzato di rumore da calpestio del rivestimento**

È prevista la realizzazione di un pavimento galleggiante attraverso l'interposizione di un materiale elastico tale da eliminare ogni connessione strutturale tra il pavimento e le strutture laterali.

Il materiale elastico scelto in questa fase di progetto è denominato FONOBLOC TX di spessore pari a circa 20 mm

La rigidità dinamica certificata in laboratorio dichiarata dal Produttore relativa a questo prodotto è pari a:

$$s' = 30 \text{ MN/m}^3$$

Il valore di attenuazione del rumore da calpestio dichiarato dal Produttore è pari a:

$$CL_{\text{nw}} = 28 \text{ dB}$$

Per determinare la prestazione del pavimento galleggiante, in termini di riduzione del livello di rumore da calpestio,  $\Delta L_{\text{n,w}}$  (dB), occorre conoscere, oltre alla rigidità dinamica del materiale resiliente ( $\text{MN/m}^3$ ), la massa superficiale del sistema massetto+pavimento ( $\text{kg/m}^2$ ), che nel caso in esame, vista la densità del cls di  $1800 \text{ kg/m}^3$  e lo spessore di 6 cm, viene considerato pari a:

$$m' = 108 \text{ kg/m}^2$$

Ciò posto, si calcola la frequenza di risonanza,  $f_0$  (Hz), del sistema pavimento galleggiante con la seguente relazione, dedotta dalla UNI TR 11175:

$$f_0 = 160 \sqrt{\left(\frac{s'}{m'}\right)} \text{ (Hz)}$$

Si ottiene pertanto nel caso in esame:

$$f_0 = 84,33 \text{ (Hz)}$$

Noto  $f_0$ , l'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora da calpestio del rivestimento si ricava attraverso la seguente relazione, valida per massetti in calcestruzzo:

$$\Delta L_w = 30 \lg (f/f_0) + 3 \text{ dB}$$

in cui la frequenza di riferimento,  $f$ , si assume pari a 500 Hz.

Per il pavimento galleggiante in esame si ha:

$$\Delta L_w = 30 \log (500/84,33) + 3 = 26,2 \text{ dB}$$

### Determinazione del livello normalizzato di rumore da calpestio in opera

La prestazione in opera del solaio in esame risulta pari a:

$$L'_{n,w} = 80 - 26,2 + 1 \text{ dB} = 54,8 \text{ dB}$$

da cui si ricava che in via previsionale la conformità rispetto al valore limite contenuto nel D.P.C.M. 5/12/97 come mostra il prospetto che segue.

Struttura oggetto di verifica	Parametro oggetto di verifica	Valore limite D.P.C.M. 5/12/97	Valore calcolato	Esito verifica
Solaio di separazione edificio secondario	$L'_{n,w}$	55	54,8	<b>VERIFICA POSITIVA</b>

### 3.4.2. Verifica previsionale dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ )

La valutazione dei requisiti acustici passivi di facciata è stata effettuata sulle pareti di facciata degli ambienti che presentano caratteristiche tecniche differenti.

In generale, sono stati selezionati i locali avente la maggiore superficie finestrata rispetto alla superficie complessiva della facciata, sulla base dei quali sono state effettuate le scelte relative alle prestazioni acustiche minime dei componenti vetriati.

In questa sede pare opportuno ribadire che la scelta dei serramenti di facciata di seguito riportati è puramente indicativa e deriva dalle prestazioni minime desunte dalle verifiche previsionali dei requisiti acustici passivi svolte in fase di progetto definitivo. A partire dalla tipologia di serramento individuata in fase di Progetto Esecutivo si procede di seguito a determinare in via previsionale la prestazione acustica della facciata sulla base delle prestazioni certificate in laboratorio.

Ciò posto, nel caso in cui i serramenti effettivamente installati dovessero risultare differenti dai prodotti indicati nei paragrafi che seguono, al fine di conseguire il rispetto dei valori limite di isolamento acustico di facciata ai sensi del D.P.C.M. 5/12/97, è necessario che i sistemi scelti siano caratterizzati dalle medesime prestazioni acustiche certificate in laboratorio secondo la normativa vigente.

Le facciate rispetto alle quali sono state effettuate le verifiche sono quelle ritenute più significative e relative al fronte sulla via principale ed il fronte sul cortile interno.

#### 3.4.2.1. Parete esterna di facciata - lato via

Questa facciata è costituita da una parte opaca (facciata esterna in muratura portante) e da una porta-finestra a due ante apribili costituita da un serramento come descritto negli elaborati di progetto.

Per comodità si richiama di seguito la prestazione acustica della parete opaca di facciata:

$$R_w = 52 \text{ dB}$$

La prestazione di laboratorio del serramento su cui viene montato un vetro con  $R_{w, \text{vetro}} = 44$  dB risulta pari a:

$$R_w = 42 \text{ dB}$$

Poiché tale prestazione di laboratorio si riferisce ad un campione di dimensioni standard 1.23x1.48 m, per tenere conto della maggiore superficie utilizzato in facciata si terra conto di un coefficiente correttivo pari a -2 dB così come riportato nella tabella dell'allegato B della norma UNI EN 14351-1.

Ciò posto la prestazione del serramento utilizzata per il calcolo dell'isolamento di facciata risulta pari a:

$$R_w = 40 \text{ dB}$$

Ai fini del calcolo dell'isolamento acustico di facciata, poiché la facciata in esame è in muratura, e quindi rigidamente connessa, si è ipotizzata una trasmissione laterale pari a  $K = 2$ .

Trattandosi di una facciata piana si è tenuto conto di un fattore di forma pari a  $CLfs = 0$  dB.

Le caratteristiche geometriche ed acustiche dell'ambiente e della facciata oggetto di valutazione sono riportate nella tabella di riepilogo che segue in cui è contenuta anche la verifica del requisito rispetto al D.P.C.M. 5/12/97.

Tabella 3-1 - Tabella di riepilogo		
INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA ( $D_{2m,nT,w}$ )		
Dati ambiente interno		
V (m <sup>3</sup> )		
S <sub>facc</sub> (m <sup>2</sup> )	25	
Dati facciata		
	Superficie (m <sup>2</sup> )	R <sub>w</sub> (dB)
Portone d'ingresso	4,24	42
Finestra	2,52	42
Facciata esterna	18,24	52
Globale	25	39,6
Differenza per forma della facciata (dB)	3	
Contributo della trasmissione laterale (dB)	2	
<b>D<sub>2m,nT,w</sub></b>	44	
Valore di riferimento (D.P.C.M. 5/12/97) (dB)	42	<b>VERIFICA POSITIVA</b>

### 3.4.2.2. Parete esterna di facciata - lato cortile

Come nel caso precedente la facciata è costituita da una parte opaca (facciata esterna in muratura portante) e da una serie di porte-finestra a due ante apribili costituite da serramenti in alluminio e legno, come descritto negli elaborati di progetto.

Per comodità si richiama di seguito la prestazione acustica della parete opaca di facciata:

$$R_w = 52 \text{ dB}$$

La prestazione di laboratorio del serramento su cui viene montato un vetro con  $R_{w, \text{vetro}} = 44$  dB risulta pari a:

$$R_w = 42 \text{ dB}$$

Poiché tale prestazione di laboratorio si riferisce ad un campione di dimensioni standard 1.23x1.48 m, per tenere conto della maggiore superficie utilizzato in facciata si terra conto di un coefficiente correttivo pari a -2 dB così come riportato nella tabella dell'allegato B della norma UNI EN 14351-1.

Ciò posto la prestazione del serramento utilizzata per il calcolo dell'isolamento di facciata risulta pari a:

$$R_w = 40 \text{ dB}$$

Ai fini del calcolo dell'isolamento acustico di facciata, poiché la facciata in esame è in muratura, e quindi rigidamente connessa, si è ipotizzata una trasmissione laterale pari a  $K = 2$ .

Trattandosi di una facciata piana si è tenuto conto di un fattore di forma pari a  $CLfs = 0$  dB.

Le caratteristiche geometriche ed acustiche dell'ambiente e della facciata oggetto di valutazione sono riportate nella tabella di riepilogo che segue in cui è contenuta anche la verifica del requisito rispetto al D.P.C.M. 5/12/97.

Tabella 3-2 - Tabella di riepilogo

INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA ( $D_{2m,nT,w}$ )		
Dati ambiente interno		
V (m <sup>3</sup> )	103,4	
S <sub>facc</sub> (m <sup>2</sup> )	31,1	
Dati facciata		
	Superficie (m <sup>2</sup> )	R <sub>w</sub> (dB)
Finestra	4,24	40
Finestra	2,52	40
Finestra	18,24	40
Globale	26	41,1
Differenza per forma della facciata (dB)	3	
Contributo della trasmissione laterale (dB)	2	
$D_{2m,nT,w}$	42,5	
Valore di riferimento (D.P.C.M. 5/12/97 (dB))	42	<b>VERIFICA POSITIVA</b>

### 3.4.3. Verifica previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente ( $R'_w$ ) di ambienti sovrapposti.

I solai per i quali viene effettuata la verifica previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w$  sono gli stessi presi già in considerazione in precedenza per le verifiche relative al calpestio. In particolare si tratta del solaio di separazione verticale dell'edificio secondario (realizzato con elementi tipo Plastbau Matal) ed il solaio dell'edificio principale realizzato con la tecnica della lamiera grecata collaborante.

Per i dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

#### 3.4.3.1. Solaio edificio principale

Il solaio nudo in esame ha le seguenti caratteristiche tecniche ed acustiche:

$$M' = 253 \text{ kg/m}^2$$

$$s = 12 \text{ cm}$$

$$R_w = 50,5 \text{ dB}$$

Le caratteristiche tecniche ed acustiche del pavimento galleggiante sono:

$$M' = 115 \text{ kg/m}^2$$

$$\Delta R_w = 2,75 \text{ dB}$$

La verifica numerica dell'indice di valutazione del potere fonoisolante è stata effettuata con apposito software che implementa gli algoritmi di calcolo della norma UNI EN 12354-1. Dalla suddetta verifica è risultato un indice di potere fonoisolante del divisorio tra appartamenti pari a: 51 dB.

Dal risultato si ricava che in via previsionale la conformità rispetto al valore limite contenuto nel D.P.C.M. 5/12/97 come mostra il prospetto che segue.

Struttura oggetto di verifica	Parametro oggetto di verifica	Valore limite D.P.C.M. 5/12/97	Valore calcolato	Esito verifica
Solaio di separazione edificio principale	$R'_w$	50	51	<b>VERIFICA POSITIVA</b>

#### 3.4.3.2. Solaio edificio secondario

Il solaio nudo in esame ha le seguenti caratteristiche tecniche ed acustiche:

$$M' = 251,2 \text{ kg/m}^2$$

$$s = 30 \text{ cm}$$

$$R_w = 51,2 \text{ dB}$$

Le caratteristiche tecniche ed acustiche del pavimento galleggiante sono:

$$M' = 115 \text{ kg/m}^2$$

$$\Delta R_w = 2,75 \text{ dB}$$

La verifica numerica dell'indice di valutazione del potere fonoisolante è stata effettuata con apposito software che implementa gli algoritmi di calcolo della norma UNI EN 12354-1. Dalla suddetta verifica è risultato un indice di potere fonoisolante del divisorio tra appartamenti pari a: 52 dB.

Dal risultato si ricava che in via previsionale la conformità rispetto al valore limite contenuto nel D.P.C.M. 5/12/97 come mostra il prospetto che segue.

Struttura oggetto di verifica	Parametro oggetto di verifica	Valore limite D.P.C.M. 5/12/97	Valore calcolato	Esito verifica
Solaio di separazione edificio secondario	$R'_w$	50	52	<b>VERIFICA POSITIVA</b>

### 3.5. INDICAZIONI PER LA RIDUZIONE DEL RUMORE DOVUTO AGLI IMPIANTI

Gli impianti che usualmente interessano la problematica del rumore dell'edificio, in ordine di importanza, sono gli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione, gli impianti idrici e gli impianti per ascensori e montacarichi.

Altri tipi di impianti, o perche a funzionamento episodico (sistema anti-incendio) o perche non rumorosi intrinsecamente (es. impianto elettrico) non necessitano di particolare considerazione, salvo il caso che il loro lay-out e la loro messa in opera non degradino il fonoisolamento previsto per altri scopi.

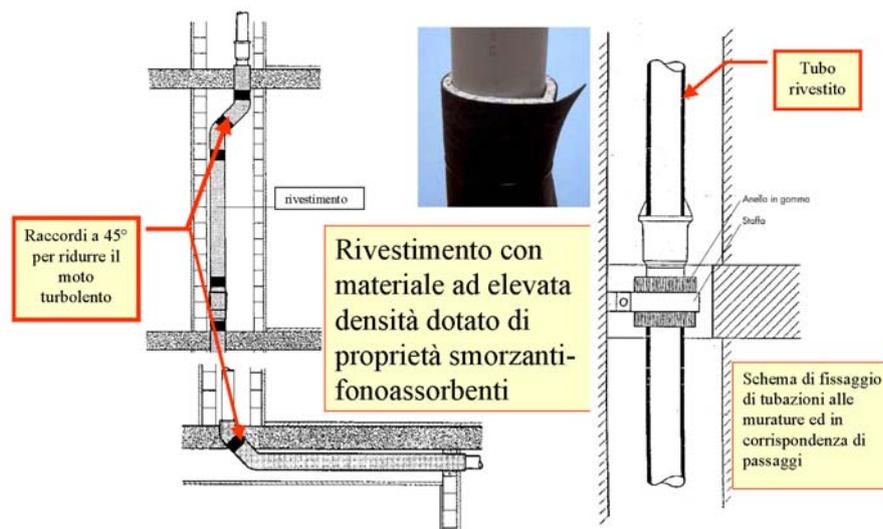
Nella parte seguente della relazione verranno trattati solo gli impianti presenti nell'edificio in esame.

#### 3.5.1. Impianti idrici e sanitari

In merito al rumore emesso dagli impianti idrico-sanitari, in definitiva, non essendo possibile effettuare una valutazione analitica di tale problematica, si evidenziano sinteticamente le seguenti raccomandazioni:

- 1) Controllo dei rumori aerei mediante la scelta di opportune tubazioni idriche e di scarico e l'uso di cavedi insonorizzati;
- 2) Adozioni di portate di scarico degli apparati sanitari non superiori a quelle consigliate;
- 3) desolidarizzazione degli apparecchi (w.c., vasche e docce) dalle murature mediante interposizione di strati elastici;
- 4) uso di apparecchi sanitari acusticamente certificati (rubinetteria silenziosa certificata a norme UNI 8955/1 e ISO 3822/1).

In merito al punto 1 le tubazioni di scarico previste sono in polietilene ad alta densita tipo Geberit PP, e i raccordi sono realizzati in modo da evitare un' eccessiva turbolenza del moto dei fluidi (v. figura seguente).



**Figura 3-3** - Fissaggi e soluzioni costruttive per l'installazione di tubi di scarico, e rivestimento degli stessi con materiale ad elevata densità e dotato di proprietà smorzanti-fonoassorbenti

I condotti di adduzione e scarico non indeboliscono in nessun modo le partizioni che dividono unità immobiliari distinte, ma sono alloggiati all'interno di cavedi impiantistici insonorizzati completamente riempiti con materiale fonoassorbente.

Al fine di contenere la trasmissione delle vibrazioni prodotte dal moto dei fluidi la posa in opera delle tubazioni deve essere realizzata in maniera tale da desolidarizzare i contatti tra il tubo e la parete muraria nella quale sono ricavati i cavedi. Relativamente ai collari con materiale smorzante si può utilizzare un prodotto tipo quello della società Geberit serie Silent definito "Bracciale con inserto fonoassorbente" art. 310.812.26.1 per  $\varnothing$  110 mm ed altri articoli per  $\varnothing$  diversi.

Nei tratti in cui le tubazioni dovessero attraversare pareti o solette è necessario realizzare una desolidarizzazione rivestendo interamente la tubazione con uno strato di materiale smorzante. Per eseguire questo tipo di operazione si può utilizzare, ad esempio, un prodotto tipo ISOLMANT PIOMBO (prodotto composto da 2 strati di Isolmant 3 mm con inserita all'interno una lamina di piombo da 0.35 mm o da 0.50 mm), CirmixFlex, prodotta dalla Cir Edilacustica o prodotti similari.

In merito al precedente punto 2 nella figura che segue si riportano le portate di scarico consigliate degli apparati sanitari (sempre  $< 2.5$  l/s) al fine di non avere scarichi rumorosi e quindi ridurre le eventuali criticità acustiche.



**Figura 3-4** - Indicazione delle portate di scarico consigliate degli apparati di scarico.

In merito al punto 3 è necessario che gli apparecchi siano isolati dalle murature attraverso degli elementi elastici oppure su un massetto isolato dal solaio e dalle murature circostanti con materiale resiliente (v. figura seguente).

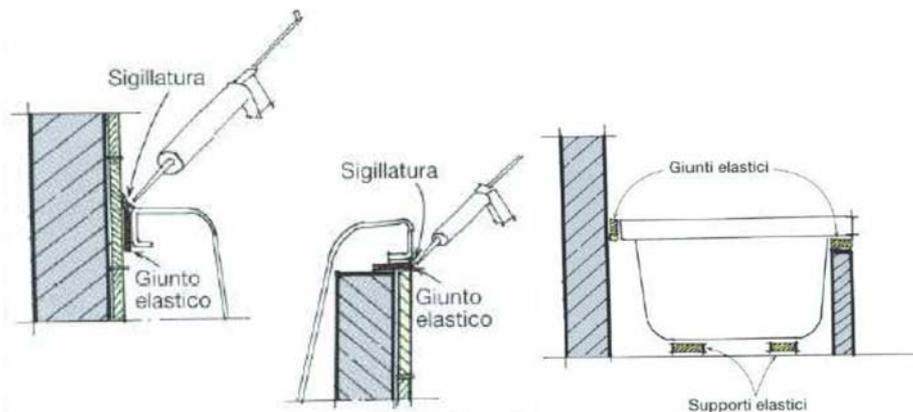


Figura 3-5 - Indicazione in sezione della facciata oggetto di valutazione

Anche per le macchine quali pompe ed autoclavi, che sono generatrici di vibrazioni che causano rumore, occorre prevedere degli accorgimenti. Le pompe dovranno essere dotate di supporti antivibranti e collegate alle tubazioni attraverso manicotti in gomma. Sia le pompe che l'eventuale autoclave devono essere posizionate su un basamento in calcestruzzo posto sopra un materiale resiliente adeguato o supporti antivibranti dimensionati in base al peso e al numero di appoggi (per questi aspetti si rimanda alla relazione tecnica sugli impianti meccanici e ai relativi elaborati grafici).

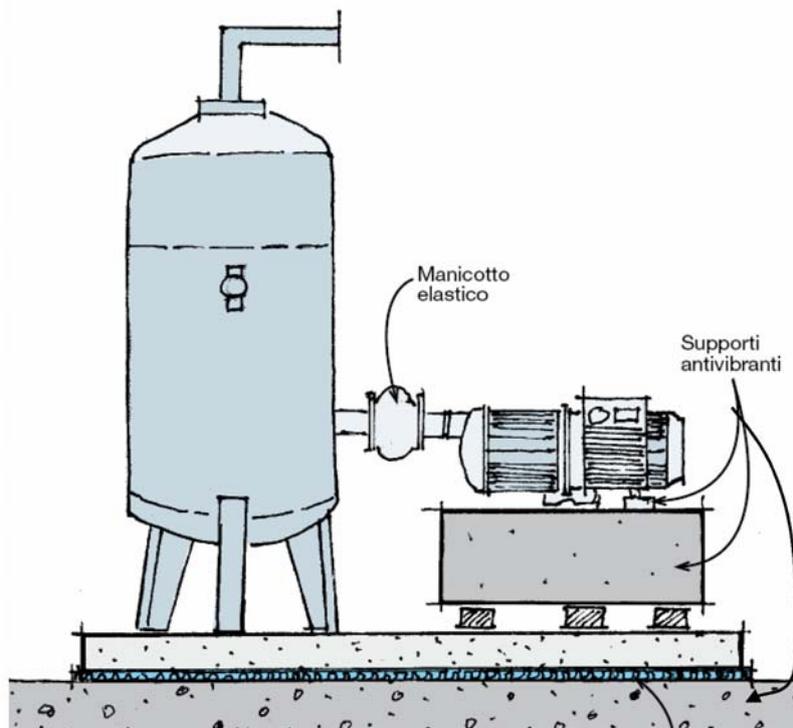


Figura 3-6 - Indicazione degli accorgimenti da adottare per ridurre il rumore prodotto da pompe ed autoclavi

### 3.5.2. Ascensori

Per quanto riguarda la scelta degli ascensori questa deve ricadere su sistemi il più possibile silenziosi, il livello di rumore nel vano corsa dell'ascensore, ad esempio, secondo le indicazioni fornite dalla ditta costruttrice non dovrà superare 50-55 dB(A). Tuttavia occorre tener conto anche della rumorosità prodotta dalle porte in apertura e chiusura: a tal fine, le porte di ingresso agli alloggi, ed in particolare quelle più vicine al vano ascensore, dovranno assicurare una buona tenuta all'aria lungo tutto il perimetro, soglia compresa.

Con riferimento alla collocazione degli ascensori nell'edificio in esame, la scelta è andata su un lay-out distributivo tale da evitare contatti diretti tra questi e i locali "sensibili" dell'edificio stesso.

Dal punto di vista della rumorosità, quando possibile, la scelta più conveniente è l'ascensore con il sistema di sollevamento idraulico. Questi tipi utilizzano un braccio telescopico collegato alla base della cabina azionato da una centralina di pompaggio ad olio. Il vantaggio è legato al fatto che la centralina può essere collocata nel sottosuolo o in altro luogo idoneo. Il controllo del

rumore risulterà certamente più agevole rispetto al caso di un impianto tradizionale in cui l'argano è collocato al livello più elevato dell'edificio.

Gli ascensori tradizionali prevedono un motore elettrico, spesso alloggiato in un locale-ascensore apposito nella parte più alta dell'edificio. Questo locale richiede le cure usuali per il controllo della trasmissione per via aerea e per via strutturale. A tal fine, il gruppo di trazione deve essere montato su un basamento inerziale a sua volta sospeso su elementi antivibranti che consentono deflessioni statiche di 10-20 mm.

Inoltre particolare cura va prestata sia alla via di corsa sia al sistema di movimentazione delle porte. Gli impatti di solido contro solido vanno smorzati con sistemi resilienti e, quando possibile, la rumorosità causata da strisciamenti e rotolamenti va limitata usando materiali a basso attrito e ad elevato smorzamento interno.

### **3.6. CRITERI DI POSA IN OPERA**

Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 stabilisce i valori limite per le prestazioni acustiche degli edifici e dei loro componenti, con riferimento agli indici di valutazione delle grandezze rilevate in opera. Un aspetto assai rilevante, introdotto dal decreto, e che le grandezze di cui si richiede la verifica fanno tutte riferimento alla reale situazione di posa in opera dei componenti edilizi.

La prestazione in opera di un componente edilizio e, infatti, quasi sempre inferiore a quella certificata in laboratorio, sia per le diverse condizioni di realizzazione, sia per la presenza di percorsi di trasmissione sonora che coinvolgono le strutture laterali (trasmissione laterale) che non sono presenti nelle misure fatte in laboratorio. La costruzione di edifici conformi pertanto non può prescindere dalla scelta di componenti dotati di idonee prestazioni acustiche, tanto quanto da una realizzazione accurata e non lasciata al caso.

Nei paragrafi che seguono si riportano alcune indicazioni per la corretta posa in opera dei componenti edilizi riferiti al progetto dell'edificio in esame.

#### **3.6.1. Criteri di posa in opera delle pareti**

##### **3.6.1.1. Pareti di facciata**

E opportuno che le pareti di facciata non vengano indebolite in nessun modo, ad esempio con le tracce per il passaggio di impianti, ecc.

In linea di massima la natura delle pareti opache di facciata non è particolarmente critica per quanto attiene l'isolamento acustico, rispetto al quale è più importante la prestazione degli elementi deboli quali gli infissi.

Si ricorda che la realizzazione delle pareti con lacune di malta o senza adeguato riempimento con malta dei fori dove prescritto, anche se coperte dall'intonaco, ne compromettono le prestazioni acustiche, analogamente alla mancanza di tenuta all'aria dei serramenti.

In generale si raccomanda di chiudere bene i corsi dell'ultima fila di forati a contatto con il solaio e gli spazi tra i forati e i pilastri.

Per quanto riguarda il collegamento con l'intradosso del solaio si consiglia di usare una malta elastica vibrosmorzante tipo FONOPLAST della Index o prodotti similari.

In linea di massima, comunque, la facciata esterna non dovrebbe presentare problematiche in considerazione della presenza, su entrambe le facce, dello strato di intonaco armato previsto per il consolidamento strutturale dell'edificio.

##### **3.6.1.2. Pareti tra unità immobiliari distinte**

Per quanto riguarda le partizioni verticali di divisione tra i vari ambienti, se non è possibile evitare il passaggio degli impianti, è necessario prevedere, soprattutto sulle pareti tra ambienti che necessitano di particolari condizioni di, la disposizioni di prese, interruttori e scatole di derivazione dell'impianto elettrico in posizione sfalsata come mostra la figura che segue, al fine di evitare, di fatto, una comunicazione sonora diretta tra gli ambienti.

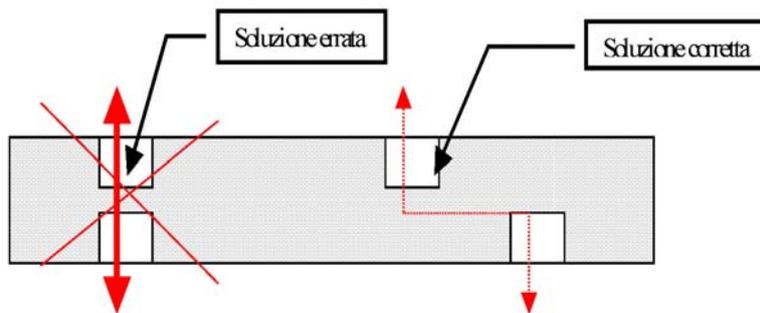


Figura 3-7 - Schema di collocazione di scatole da incasso per impianti elettrici.

Inoltre è necessario che tali elementi siano rivestiti con materiale fonoisolante, ad esempio ISOLMANT PIOMBO: prodotto composto da 2 strati di Isolmant 3 mm con inserita all'interno una lamina di piombo da 0.35 mm o da 0.50 mm.

Le tracce sulle partizioni in muratura devono essere eseguite in maniera tale da risultare il meno estese possibile; dovranno essere riempite completamente di malta, avendo cura di non lasciare vuoti che possono rappresentare significativi ponti acustici.

Dovrà inoltre essere curata la perfetta sigillatura di tutti i giunti (con il solaio superiore, oltre che con le pareti laterali) al fine di eliminare ogni possibile percorso di trasmissione aerea del suono.

Come già sottolineato in precedenza, al fine di limitare la trasmissione laterale è opportuno sconnettere dalle strutture laterali i tavolati delle partizioni e dei tramezzi interni interponendo strati di materiale elastico per tutto il perimetro e comprendendo lo spessore degli intonaci (v. figura seguente).

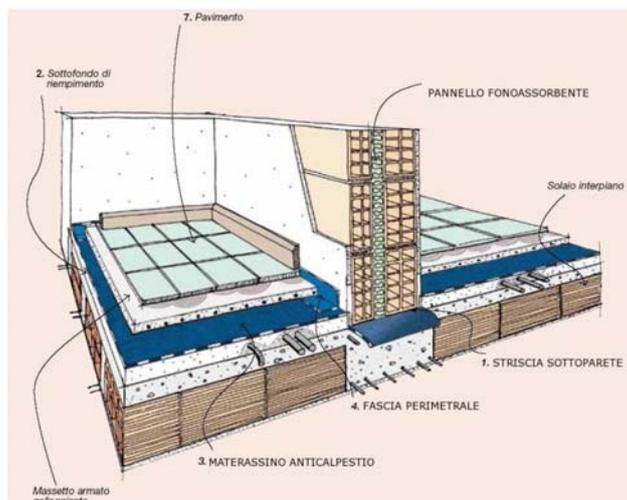


Figura 3-8 - Schema di collocazione dei vari elementi desolidarizzanti.

### 3.6.2. Criteri di posa in opera dei componenti vetrati

Le prestazioni in opera dei serramenti in generale dipendono, oltre che dalle sue caratteristiche intrinseche, dalla qualità dei vari componenti che lo costituiscono, dalla qualità del loro assemblaggio, dalla qualità del montaggio sul muro e da quella del muro medesimo.

Le soluzioni scelte devono garantire di eseguire al meglio il raccordo tra infisso e muratura, riducendo quanto più possibile la presenza di spazi d'aria tra telaio fisso e muratura attraverso la creazione di un giunto dotato di adeguati cordoli di sigillatura e di eventuali materiali di riempimento.

Si riporta di seguito un esempio di corretta posa con giunto in luce e giunto in battuta di un generico telaio.

Il giunto per la posa del telaio in luce (v. figura seguente) è costituito dai seguenti componenti messi in opera nell'ordine sotto riportato:

- 1) si applica un cordolo sigillante sulle tre spallette di battuta del vano finestra e sul davanzale, avendo cura di raccordarli;

- 2) una volta inserito e fissato il telaio del serramento all'interno del vano murario, occorre eseguire l'operazione di riempimento del giunto con materiale espandente;
- 3) effettuare la sigillatura della parte interna del giunto con sigillante;
- 4) effettuare la sigillatura della piccola fuga che rimane tra la muratura e il serramento sulla parte esterna del giunto con sigillante.

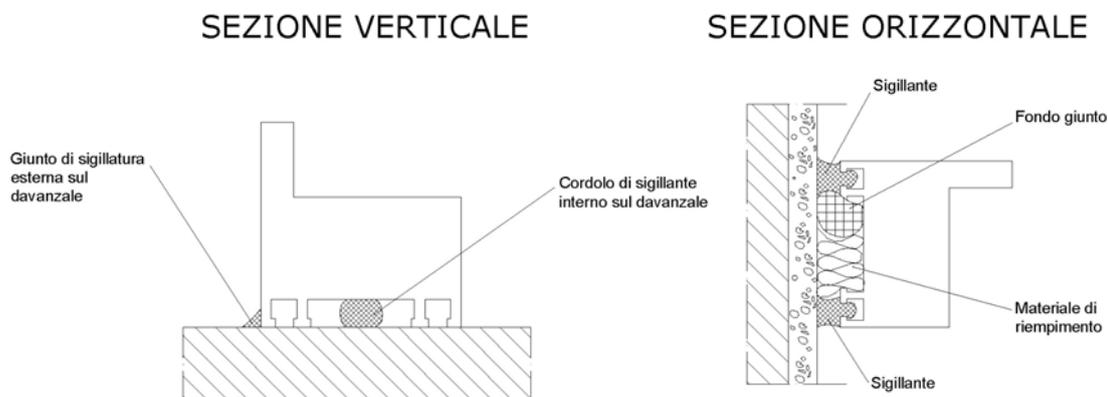


Figura 3-9 - Esempio di sezione di un giunto in luce.

Ai fini dell'isolamento acustico un giunto in battuta funziona meglio di un giunto in luce, soprattutto se il giunto non è stato realizzato correttamente.

Per la creazione del giunto a battuta su spalletta a centro muro o a mazzetta (v. figura seguente) si riportano i componenti da utilizzare e la successione delle operazioni da effettuare al fine di ottenere un giunto efficacemente sigillato e coibentato:

- 1) si applica un cordolo sigillante sulle tre spallette di battuta del vano finestra e sul davanzale, avendo cura di raccordarli;
- 2) una volta inserito e fissato il telaio del serramento all'interno del vano murario, occorre eseguire l'operazione di riempimento del giunto con materiale espandente;
- 3) effettuare la sigillatura della parte interna del giunto con sigillante;
- 4) effettuare la sigillatura della piccola fuga che rimane tra la muratura e il serramento sulla parte esterna del giunto con sigillante.

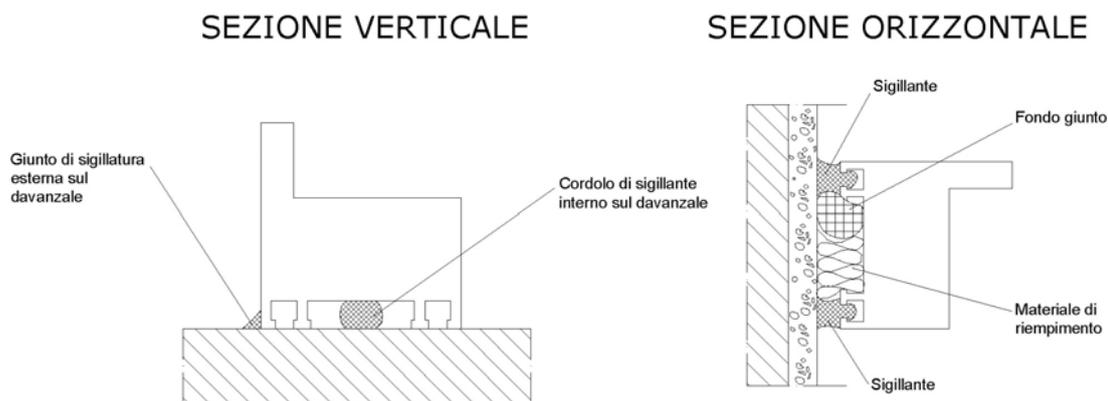


Figura 3-10 - Esempio di sezione di un giunto in luce.

È necessario che l'interfaccia serramento-vevtrata (o pannello opaco) venga realizzata in maniera accurata mediante la posa di tasselli con funzione di portata (da collocarsi tra telaio e vetro), e guarnizioni (da collocarsi tra fermavetro e vetro), con funzione di tenuta all'aria.

La messa in opera delle lastre di vetro è un'operazione che richiede particolare cura perché può compromettere il buon funzionamento complessivo del serramento. Occorre che lo spessore del telaio sia dimensionato in modo tale che il peso delle lastre di vetro non interferisca con la manovrabilità e il funzionamento delle ante mobili e che sia assicurata la tenuta aria-acqua tra il telaio e la stessa lastra di vetro. Inoltre, per evitare le vibrazioni, ma anche le rotture e i ponti termici, è molto importante che il vetro sia sempre tenuto isolato dal telaio; a tal proposito è importante che la larghezza della cava di alloggiamento della

vetrazione (scanalatura) sia tale da comprendere, oltre allo spessore del vetro, le sue tolleranze e i giochi o spazi laterali per i sistemi di isolamento e tenuta.

È importante che i tasselli siano correttamente dimensionati e posizionati poiché devono essere applicati per sostenere le lastre di vetro per tutto il loro spessore e per mantenere nella giusta posizione la lastra di vetro cioè per evitare movimenti non accettabili, per evitare scivolamenti relativi delle lastre delle vetrate isolanti, contatti diretti vetro-telaio o vetro-fermavetro e per trasmettere al telaio il peso della lastra di vetro in punti prestabiliti. I tasselli devono essere in materiale non putrescibile e compatibile con i materiali con i quali vengono in contatto, in particolare con i sigillanti. La durezza, da definirsi in base alla loro funzione, deve essere in tutti i casi nettamente inferiore a quella del vetro.

I tasselli di portata sono quelli che sopportano il peso delle lastre di vetro trasferendolo sul telaio di contenimento nei punti prestabiliti per ogni tipo di apertura in modo da evitare deformazioni dei telai stessi. La loro larghezza deve essere di poco superiore a quella della lastra in modo che l'appoggio sia totale. Questa dimensione è molto importante per i vetrocamera poiché in questo caso occorre che le due lastre siano entrambe appoggiate sui tasselli. I tasselli di compensazione ed i tasselli di portata devono avere le seguenti dimensioni minime di lunghezza: non inferiori a 50 mm per l'alluminio, e devono essere sempre più larghi di 2 mm dello spessore della lastra di vetro. Lo spessore è variabile in funzione dello spazio tra telaio anta e interfaccia vetro e comunque tale (3-5 mm per lato) da permettere una adeguata aerazione e deflusso di eventuali infiltrazioni di acqua e/o condensa attraverso appositi fori o fresature realizzabili sul lato basso e alto del profilo dell'anta.

Sia gli spessori di portata che di compensazione debbono essere fissati per impedire qualsiasi spostamento (per esempio a mezzo sigillanti).

I tasselli di compensazione, infine, hanno il compito di mantenere il vetro alla giusta distanza dal telaio evitando eventuali movimenti durante le manovre del telaio stesso, devono essere applicati con una leggera pressione non avendo funzioni portanti.

Questi tasselli sono necessari sia con la tenuta a mezzo guarnizioni che con tenuta mediante sigillanti.

### 3.6.3. Criteri di posa in opera del materassino anticalpestio

Il materassino anticalpestio deve essere opportunamente posizionato tra i vari materiali che compongono il solaio interpiano.

I materiali devono essere collocati come nella figura che segue, in cui i vari strati sono:

- 1) Pavimento
- 2) Massetto non alleggerito (densità cls  $\geq 1800$  kg/m<sup>3</sup>) ed eventuale rete elettrosaldata
- 3) Massetto alleggerito
- 4) Struttura del solaio
- 5) Strato elastico anticalpestio
- 6) Fascia perimetrale

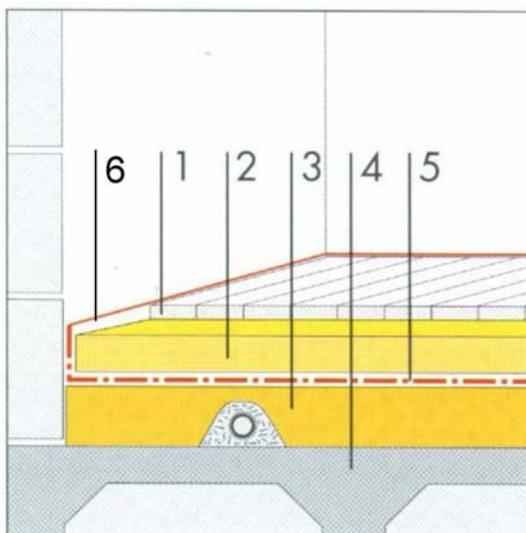


Figura 3-11 - Stratigrafia del solaio

La costruzione di un pavimento galleggiante realmente efficace dal punto di vista acustico passa attraverso diverse fasi di seguito sinteticamente elencate:

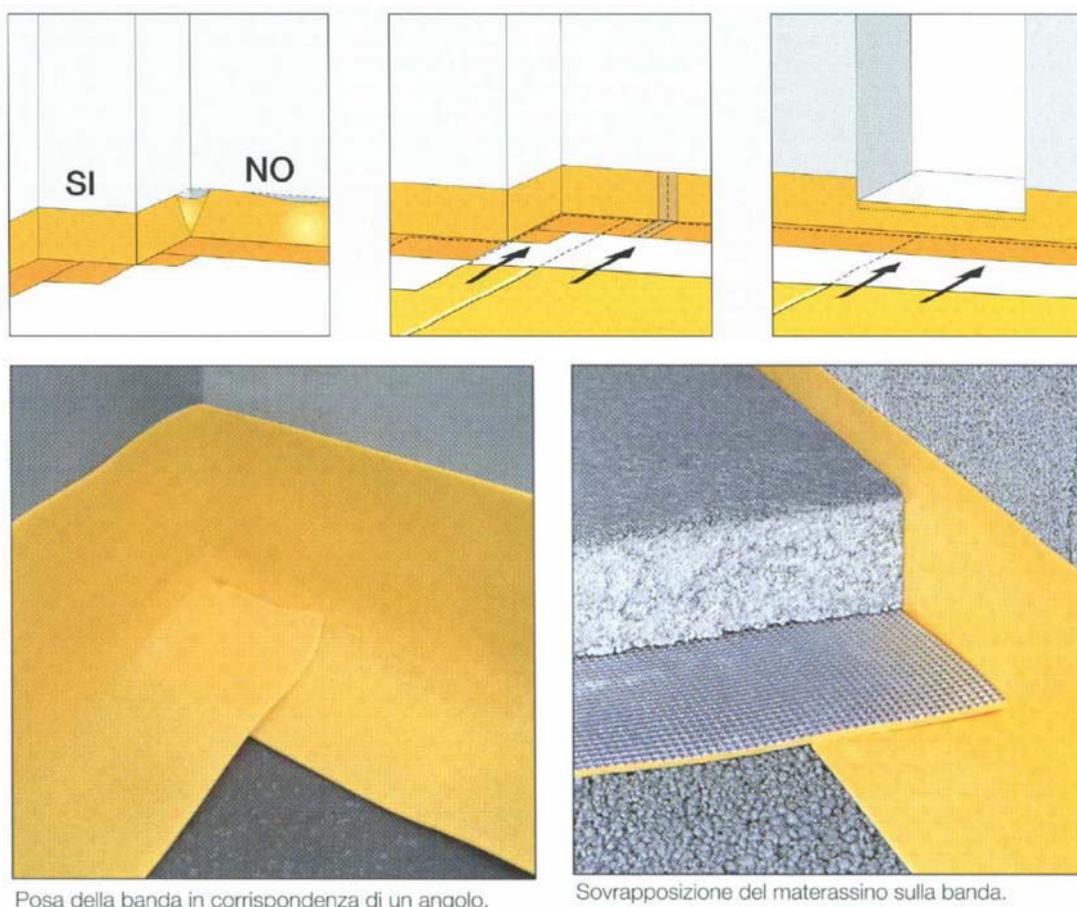
### **Fase 1 – Realizzazione del massetto alleggerito**

Viene effettuato il getto del massetto alleggerito dello spessore tale da coprire completamente tutti gli impianti presenti.

### **Fase 2 – Posa della fascia perimetrale**

Posata verticalmente sino ad almeno la quota di pavimentazione, deve aderire perfettamente al perimetro del locale (incluse soglie, pilastri, porte, ecc.), evitando zone di distacco dai supporti, anche in corrispondenza di angoli o spigoli aperti, in cui possa introdursi del materiale cementizio durante le successive fasi lavorative favorendo così possibili ponti acustici.

In generale non è necessario sovrapporre le due estremità della banda perimetrale, e invece importante accostarle con attenzione e fissarle tra loro con del nastro adesivo.



**Figura 3-12** - Posa della banda perimetrale.

### **Fase 3 – Posa del materassino anticalpestio**

Il materassino dopo essere stato tagliato a misura, in funzione delle dimensioni del locale, va steso con accuratezza, ben aderente alla superficie del supporto senza grinze, né rigonfiamenti sino a ricoprire interamente le parti orizzontali della banda perimetrale realizzando una “vasca” continua e integra di materiale isolante.

I fogli del materassino devono essere tra loro sovrapposti alle estremità laterali di circa 10 cm e fissati con nastro adesivo almeno per punti.

Eventuali tubazioni che attraversassero in verticale il materassino e il massetto devono essere avvolte da coppelle elastiche.

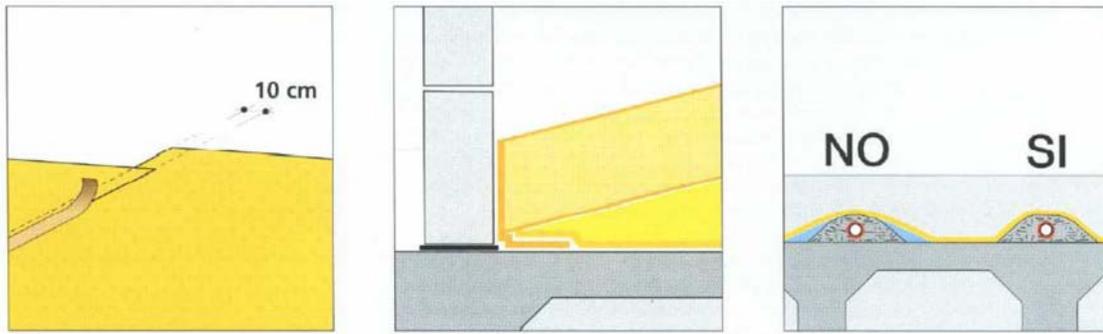


Figura 3-13 - Posa del materassino acustico.

Sul medesimo piano è necessario suddividere il pavimento galleggiante per stanze e in corrispondenza delle porte si consiglia di utilizzare come strato di separazione antivibrante una fascia perimetrale, la quale deve essere protetta in superficie da un coprigiunto metallico come indicato nella figura seguente.



Figura 3-14 - Posizionamento della fascia perimetrale che si consiglia di adottare in corrispondenza

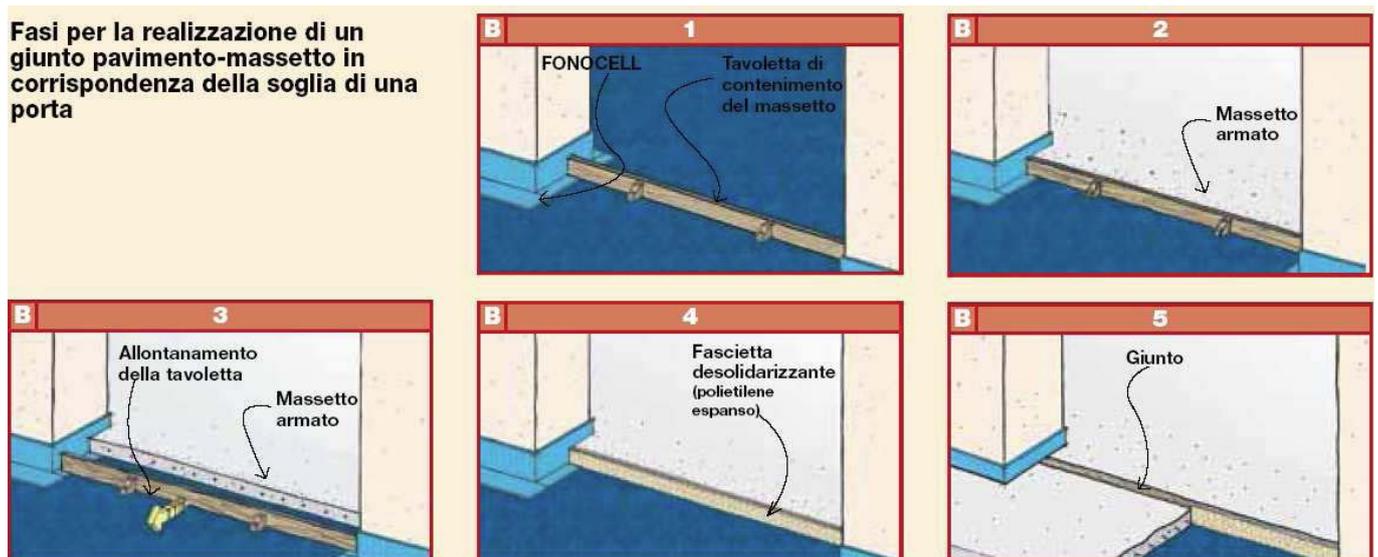
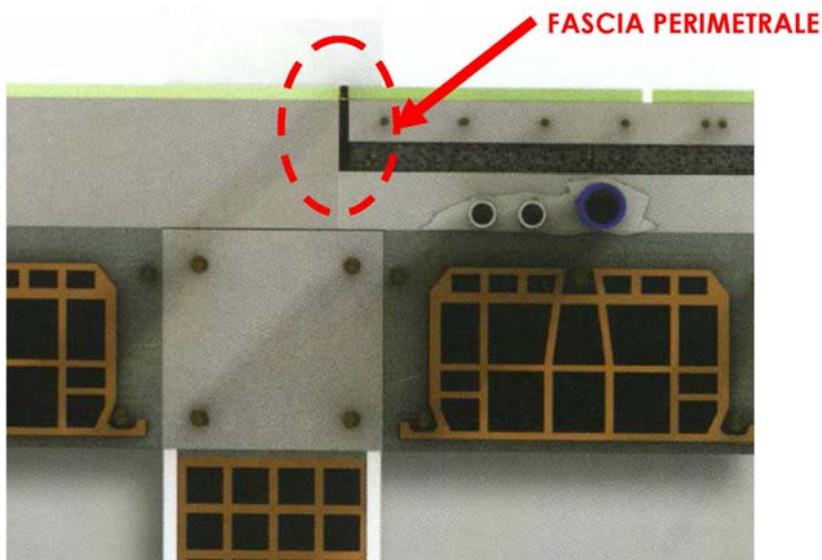


Figura 3-15 - Fasi della posa della fascia perimetrale in corrispondenza delle porte

Nel caso in cui vi sia da dare continuità tra pavimento galleggiante e pavimentazione fissa è necessario impiegare come strato di separazione una fascia antivibrante, la quale deve essere protetta in superficie da un coprigiunto metallico (v. figura seguente).



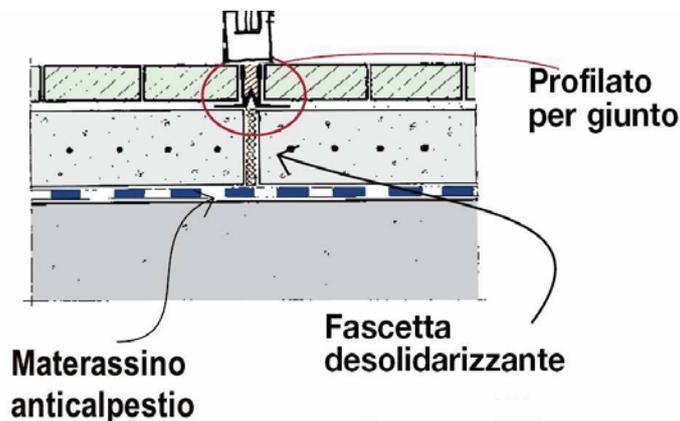
**Figura 3-16** - Posizionamento della fascia perimetrale che si consiglia di adottare in corrispondenza

E consigliabile inoltre realizzare una sconnessione anche in corrispondenza dei punti in cui saranno realizzati i tramezzi in cartongesso, come mostra la figura che segue.



**Figura 3-17** - Schema della sconnessione in corrispondenza dei punti in cui saranno realizzati i tramezzi in cartongesso.

Occorre inoltre prevedere un giunto e una sigillatura elastica fra la pavimentazione e la soglia di accesso alle terrazze. Un eventuale giunto rigido fra queste potrebbe essere causa di un ponte acustico.



**Figura 3-18** - Dettaglio del nodo del solaio sul balcone

Questo al fine di evitare la possibile propagazione di rumore strutturale che potrebbe avvenire dal calpestio sui balconi o sull' attico verso gli ambienti interni sottostanti (v. figura seguente).

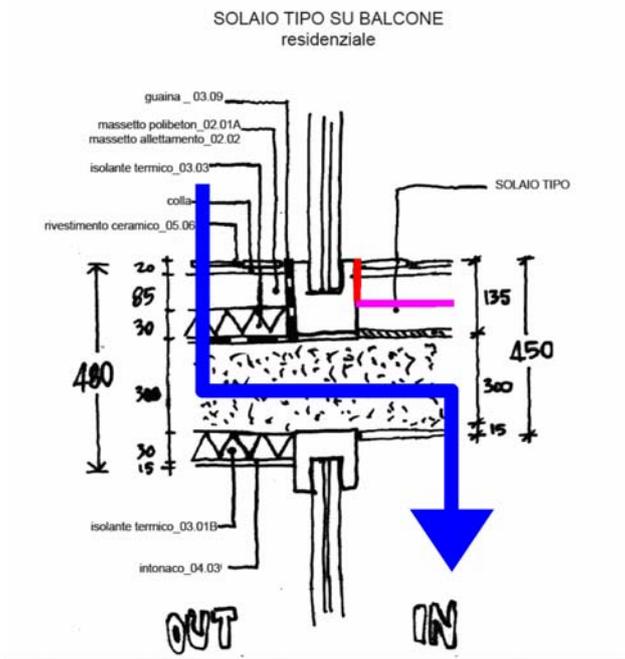


Figura 3-19 - Possibile percorso del rumore strutturale

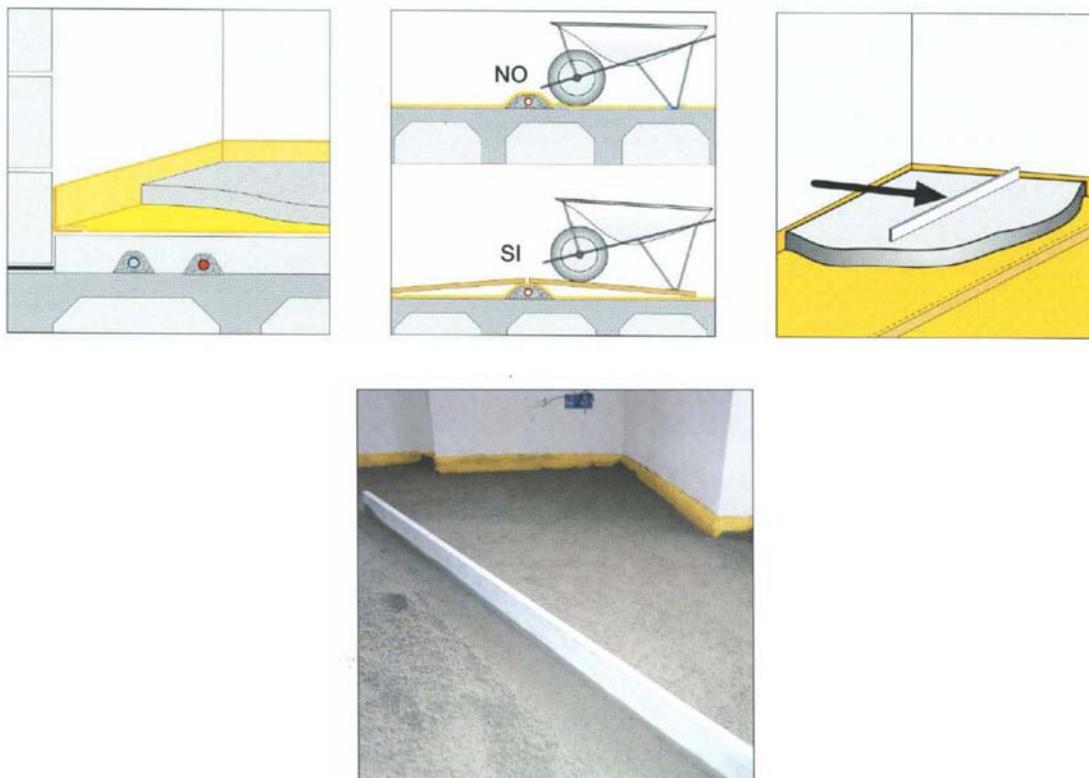
#### **Fase 4 – Posa del massetto di finitura**

Proprio perché i materiali anticalpestio sono elastici lo spessore minimo del massetto sottopavimento deve essere adeguato e proporzionato allo spessore del materassino anticalpestio.

Lo spessore del massetto non alleggerito (densità  $\geq 1800 \text{ kg/m}^3$ ) è indicato nella tabella che segue in funzione dello spessore del materassino anticalpestio:

Tabella 3-3 - Spessore del massetto in funzione dello spessore del materassino elastico	
Spessore dello strato elastico (mm)	Spessore del massetto (cm)
3-6	5
7-12	7
12-20	8

Per ottenere elevate prestazioni di isolamento acustico tale massetto andrebbe inoltre armato con una rete metallica elettrosaldata.



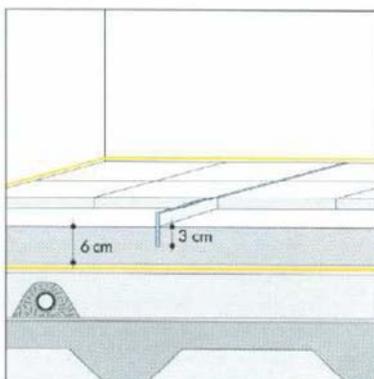
Realizzazione del massetto di finitura.

**Figura 3-20** - Posa del massetto di finitura

### **Fase 5 – Posa del pavimento**

Solo dopo aver posato il pavimento si procede alla rifilatura della parte verticale della banda resiliente.

Eventuali giunti di dilatazione da eseguirsi dopo il getto del massetto, mediante taglio, non devono interessare il materassino elastico che deve rimanere integro. Essi devono penetrare per una profondità inferiore allo spessore del massetto stesso.

**Figura 3-21** - Indicazione del giunto di dilatazione.

### **Fase 6 – Posa del battiscopa**

Poiché da numerosi rilievi sperimentali è emersa la rilevanza della posa del battiscopa relativamente alle prestazioni acustiche del solaio (rumore da calpestio), si consiglia la posa di battiscopa in legno.

Qualora siano previsti battiscopa in ceramica o marmo, o comunque battiscopa rigidi, questi devono essere posti in opera distaccati dal pavimento, al fine di eliminare il contatto rigido tra pavimento e pareti laterali. Tale contatto, se presente, peggiora fortemente le prestazioni di isolamento acustico dei solai nei confronti dei rumori impattivi.

Il battiscopa va posato dunque con l'attenzione di tenerlo rialzato dalla pavimentazione di un paio di mm onde evitare che esso realizzi un collegamento rigido con le pareti laterali.

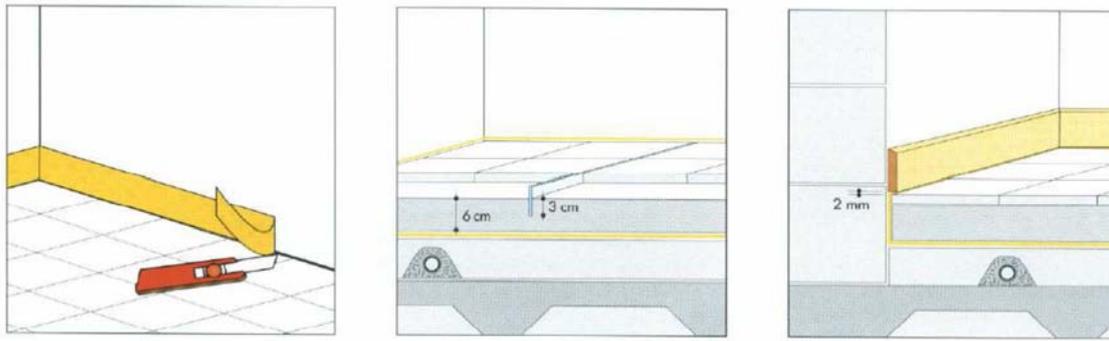


Figura 3-22 - Operazioni successive.

Si procede, infine, alla chiusura dell'interstizio tramite cordolo di sigillatura elastico.

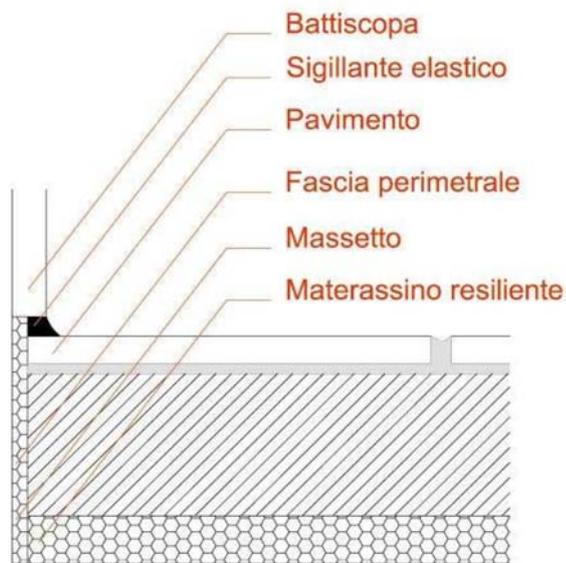


Figura 3-23 - Posa del battiscopa.

### 3.7. CONCLUSIONI

#### 3.7.1. Tabelle riepilogative

Dall'analisi dei dati sintetizzati nelle tabelle che seguono emerge che l'edificio in esame, a partire dalle considerazioni e dalle semplificazioni sopra descritte, **rispetta in fase progettuale i valori limite dei requisiti acustici passivi previsti dal DPCM 05/12/97.**

Tabella 3-4 - Riepilogo dei risultati della verifica previsionale dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente ( $R'_w$ ) di ambienti adiacenti e sovrapposti				
INDICE DI VALUTAZIONE DEL PONTE FONOSOLANTE APPARENTE ( $R'_w$ ) DI PARTIZIONI INTERNE ORIZZONTALI E VERTICALI				
Struttura oggetto di verifica	Parametro oggetto di verifica	Valore limite D.P.C.M. 5/12/97	Valore calcolato	Esito verifica
Solaio di separazione edificio principale	$R'_w$	50	51	VERIFICA POSITIVA
Solaio di separazione edificio secondario	$R'_w$	50	52	VERIFICA POSITIVA

Tabella 3-5 - Riepilogo dei risultati di verifica previsionale dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio ( $L'_{n,w}$ )				
INDICE DI VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO ( $L'_{n,w}$ ) DI SOLAI				
Struttura oggetto di verifica	Parametro oggetto di verifica	Valore limite D.P.C.M. 5/12/97	Valore calcolato	Esito verifica
Solaio di separazione edificio principale	$L'_{n,w}$	55	54,6	VERIFICA POSITIVA
Solaio di separazione edificio secondario	$L'_{n,w}$	55	54,8	VERIFICA POSITIVA

Tabella 3-6 - Riepilogo dei risultati di calcolo relativi all'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato ( $D_{2m,nT,w}$ )				
INDICE DI VALUTAZIONE DELL' ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA NORMALIZZATO ( $D_{2m,nT,w}$ )				
Struttura oggetto di verifica	Parametro oggetto di verifica	Valore limite D.P.C.M. 5/12/97	Valore calcolato	Esito verifica
Parete esterna lato cortile	$D_{2m,nT,w}$	42	42,5	VERIFICA POSITIVA
Parete esterna fronte via	$D_{2m,nT,w}$	42	44	VERIFICA POSITIVA

#### 3.7.2. Osservazioni alle tabelle

Dall'osservazione delle tabelle sopra riportate si può dedurre quanto segue:

- POTERE FONOSOLANTE APPARENTE: le partizioni in esame (pareti e solai) soddisfano in via previsionale i valori limite previsti dal D.P.C.M. 5/12/97 a patto che vengano impiegati prodotti con caratteristiche prestazionali certificate in laboratorio pari o superiori a quelle indicate nella presente relazione tecnica e la posa in opera sia a "regola d'arte".

- LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO: i solai in esame soddisfano in via previsionale i valori limite previsti dal D.P.C.M. 5/12/97 a patto che vengano impiegati prodotti con caratteristiche prestazionali certificate in laboratorio pari o superiori a quelle indicate nella presente relazione tecnica e la posa in opera sia a "regola d'arte".

- ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA: le facciate in esame soddisfano in via previsionale i requisiti previsti dal D.P.C.M. 5/12/97 a patto che i componenti opachi e trasparenti di facciata abbiano prestazioni certificate in laboratorio pari o superiori a quelle indicate nella presente relazione tecnica e la posa in opera sia a "regola d'arte".

- RUMORE DEGLI IMPIANTI: è necessario rispettare tutte le indicazioni date nella presente relazione tecnica al fine di limitare il rumore prodotto dagli impianti a funzionamento continuo e discontinuo.

I materiali e le soluzioni oggetto di valutazione, corredati di apposito certificato acustico, devono essere posti in opera secondo le prescrizioni delle relative schede tecniche.

Il Relatore  
Dott. Ing. Franco Betta  
Tecnico Competente in acustica ambientale