

REGIONE EMILIA ROMAGNA - PROVINCIA DI FERRARA

PROGETTO ESECUTIVO

IN VARIANTE AL PROGETTO DEFINITIVO OFFERTO NUOVA SEDE DEL CENTRO UNIFICATO PER L'EMERGENZA DELLA PROTEZIONE CIVILE A FERRARA

redatto secondo il Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 e il DPR 207/2010

REV	DATA	DESCRIZIONE	COLLABORATORI
	17/09/2018	CONSEGNA PROGETTO ESECUTIVO	COORDINAMENTO e OPERE ARCHITETTONICHE STUDIO ARCHILINEA – Arch. Giuseppe Gervasi
			OPERE STRUTTURALI Ing. Luca Capellari
Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA			IMPIANTI MECCANICI e ANTINCENDIO ZECCHINI & ASSOCIATI srl – Per.Ind. Nicola Zecchini
Verificato da Ing. Giulio Rimini			IMPIANTI ELETTRICI STUDIO TECNICO PS – Per. Ind. Paolo Scuderi
			GEOLOGO GEOGROUP SRL – Geol. Pier Luigi Dallari
			RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Mauro Monti
			RELAZIONE ACUSTICA ELABORATO C.4

DOTT. ING . ROBERTO ODORICI

Ordine degli ingegneri di Modena N°2339 Tecnico competente in Acustica
CF: DRCRRT78A09F257W – P.IVA: 0312249036



REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SEDE DEL CENTRO UNIFICATO PER L'EMERGENZA DELLA PROTEZIONE CIVILE A IN VIA BOLOGNA N°534 A CHIESUOL DEL FOSSO DI FERRARA (FE)

VALUTAZIONE PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI AI SENSI DEL D.P.C.M. 5 DICEMBRE 1997

Modena Novembre 2018

Ing. Roberto Odorici

Tecnico competente in acustica
Elenco Nazionale: RER/00061

INDICE

1. PREMESSA	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3. DEFINIZIONE GRANDEZZE DI RIFERIMENTO	4
4. CLASSIFICAZIONE AMBIENTI ABITATIVI	5
5. VALUTAZIONE DEI REQUISITI ACUSTICI DELLE STRUTTURE.....	7
5.1. ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA	7
5.2. ISOLAMENTO DA RUMORE DI CALPESTIO	10
5.3. ISOLAMENTO ACUSTICO PARETI INTERNE.....	10
6. PONTI ACUSTICI ANALISI E CORREZIONE	10
7. SORGENTI INTERNE A FUNZIONAMENTO DISCONTINUO	11
8. SORGENTI INTERNE A FUNZIONAMENTO CONTINUO.....	11
9. CONCLUSIONI.....	11

1. PREMESSA

La presente relazione è finalizzata alla valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi, richiesti dal DPCM 5/12/1997, per la realizzazione un nuovo fabbricato destinato a nuova sede del centro unificato per l'emergenza della protezione civile a Ferrara in via Bologna n°534 a Chiesuol del Fosso di Ferrara (FE).

L'edificio in progetto prevede un'ampia porzione di edificio destinata a magazzino, che come i locali archivio, autorimessa, officina e locali tecnici si svilupperà interamente al piano terra per tutta l'altezza del fabbricato. Vi è poi una zona destinata a ufficio e spogliatoi sulla quale è invece presente un primo piano soppalcato, entro cui saranno ricavate due sale riunioni. In Figura 1 è riportata la planimetria del piano terra dell'intervento.

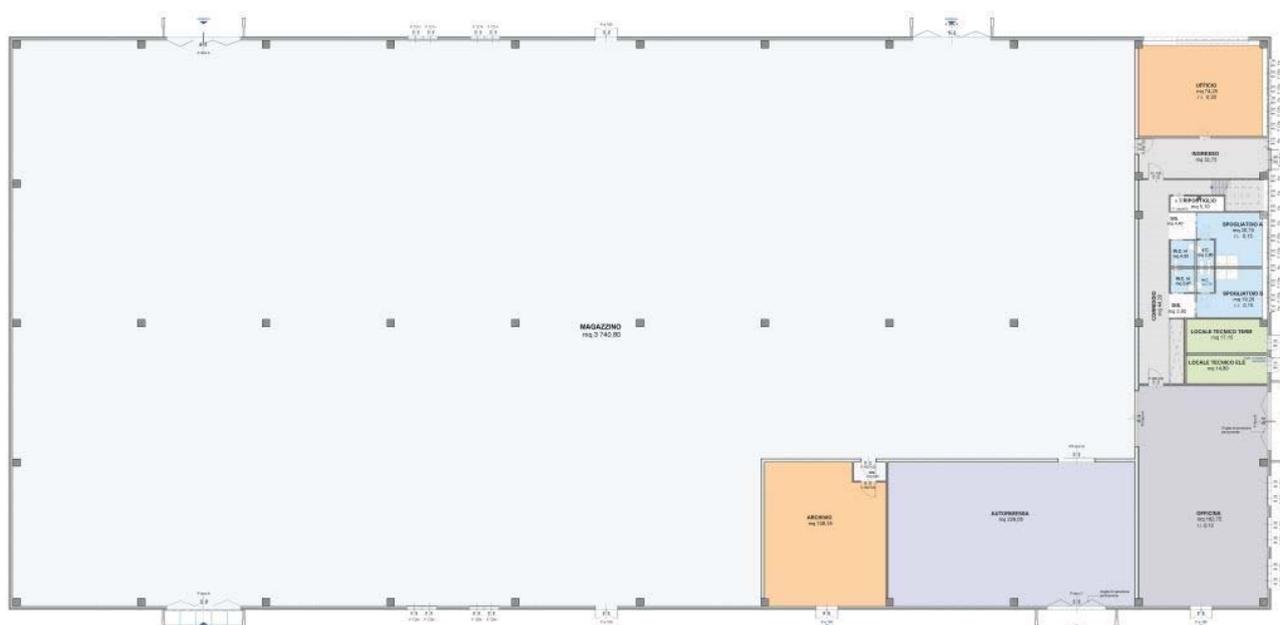


Figura 1 Planimetria

Scopo della presente relazione è di valutare preventivamente il comportamento acustico dell'edificio valutando:

- L'isolamento acustico aereo tra due distinte unità immobiliari.
- L'isolamento acustico aereo delle facciate esterne.
- Il livello di rumore di calpestio dei solai.
- La rumorosità degli impianti tecnologici.

Il calcolo è stato eseguito in collaborazione con il gruppo di progettazione individuando soluzioni in grado di rispettare i requisiti acustici prescritti e garantire un adeguato comfort acustico rispettando contemporaneamente tutte le altre indicazioni progettuali e prestazionali.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

I riferimenti normativi presi in considerazione per la stesura della relazione di valutazione sono i seguenti:

- DPCM 5/12/97 Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.
- Norme nazionali e internazionali specifiche richieste dal DPCM 5/12/97.
- Legge 26/10/95 n. 447 Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- UNI EN ISO 717-1 valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea.
- UNI EN ISO 717-2 valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore da calpestio.
- UNI EN 12354-1 valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotto-Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.
- UNI EN 12354-2 valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotto-Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.
- UNI EN 12354-3 valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotto-Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.
- UNI EN 12354-5 valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici.
- UNI EN ISO 11569:2015 Misure dell'isolamento acustico in fabbricati e elementi di fabbricati: misurazioni in opera dell'isolamento del rumore di calpestio di solaio.
- UNI EN ISO 16283-1:2015 Misure dell'isolamento acustico in fabbricati e elementi di fabbricati: isolamento acustico per via aerea.
- UNI EN ISO 16283-3:2016 Misure dell'isolamento acustico in fabbricati e elementi di fabbricati – Isolamento acustico di facciata.
- UNI EN 16032:2005 Misurazioni del livello di pressione sonora di impianti tecnici in edifici – Metodo tecnico progettuale.
- UNI 11367:2010 Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di valutazione e verifiche in opera.
- UNI 11532:2014 Caratteristiche acustica interne di ambienti confinati

3. DEFINIZIONE GRANDEZZE DI RIFERIMENTO

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

- 1) il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti (R), definito dalla norma UNI 16283-1:2014;
- 2) il livello di rumore di calpestio di solai normalizzato (L_n) definito dalla norma UNI EN ISO 11569:2015;
- 3) l'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT}$), definito dalla norma EN UNI EN ISO 16283-3:2016;
- 4) la rumorosità degli impianti tecnologici a funzionamento continuo (L_{Aeq}) e discontinuo (L_{Amax}), definite dal DPCM 5/12/97.

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

- **Rw'** Indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti da calcolare secondo la norma UNI EN 12354-1:2002.
- **DnT,w** Indice dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti da calcolare secondo la norma UNI EN 12354-1:2002.
- **Ln,w** Indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato da calcolare secondo la procedura descritta dalla norma UNI EN 12354-2:2002.
- **D2m,nT,w** Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata da calcolare secondo la norma UNI EN 12354-3:2002.
- **L_{Aeq}** Livello di pressione sonora equivalente misurato in un locale diverso da quello di generazione del disturbo, non esiste una norma specifica per il calcolo la procedura andrà valutata in funzione del caso tenendo in considerazione le indicazioni relative alle misure in opera fornite dalla UNI EN ISO 10052:2005 e dalla UNI 11367:2010.
- **L_{Amax}** Livello di pressione sonora massima con costante di tempo slow misurato in un locale diverso da quello di generazione del disturbo, non esiste una norma specifica per il calcolo la procedura andrà valutata in funzione del caso tenendo in considerazione le indicazioni relative alle misure in opera fornite dalla UNI EN ISO 10052:2005 e dalla UNI 11367:2010.
- **T₆₀** Tempo di riverbero, definito dalla ISO 3382 come il tempo necessario a seguito di un impulso sonoro affinché la pressione sonora diminuisca di 60 dB, quantifica la durata della coda sonora all'interno della stanza.

4. CLASSIFICAZIONE AMBIENTI ABITATIVI

In base alla classificazione degli ambienti abitativi definita nell'allegato A del DPCM 5/12/97, il fabbricato non rientra tra le destinazioni d'uso prevista dal decreto. Motivo della non inclusione è che la norma ha come obiettivo *“la determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore.”* ed *“ il contenimento dell'inquinamento da rumore all'interno degli ambienti abitativi”*.

Nel caso in esame l'occupazione del fabbricato è prevalentemente legata alla gestione emergenziale pertanto le caratteristiche acustiche del fabbricato non determinano un significativo impatto sugli occupanti che occuperanno i locali per un tempo molto contenuto.

Gli unici ambienti per i quali si può individuare una destinazione d'uso assimilabile a quelle che rientrano nell'elenco stabilito dal DPCM e riportato in Tabella 1 sono i locali ad uso ufficio evidenziati in arancione in Figura 2. I valori limite per gli indici acustici della categoria B “edifici adibiti ad uffici e assimilabili” sono riportati di seguito in tabella.

All'interno dell'unità immobiliare i locali in cui è richiesto il rispetto degli indici secondo la L447/95 sono gli “ambienti abitativi” definiti come: *“ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive...”*.

Delle due tipologie di locali individuati nel progetto: ufficio e sale riunione, solamente il primo è individuabile come ambiente destinato alla permanenza di persone, le sale riunione del fabbricato sono infatti locali che saranno occupati solo in caso di calamità per le riunioni di coordinamento dei servizi di emergenza.

Per quanto esposto l'unico ambiente che soggetto alla verifica del rispetto dei requisiti acustici passivi è l'ufficio a piano terra.

Tabella 1 Valori limite definiti dal DPCM 5-12-97

	Partizioni interne	Solai di separazione	Facciate esterne	Impianti discontinui	Impianti continui
	Rw	Ln,w	D2m,nT,w	L _{Amax}	L _{Aeq}
	Valore minimo	Valore massimo	Valore minimo	Valore massimo	Valore massimo
Categoria B	50 dB(*)	55 dB(**)	42 dB	35 dB(A)	25 dB(A)

(*) Valori di Rw sono riferiti ad elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.
 (**) L'interpretazione più comune considera il valore più restrittivo rispetto la categoria A nel caso di solai comuni con residenze

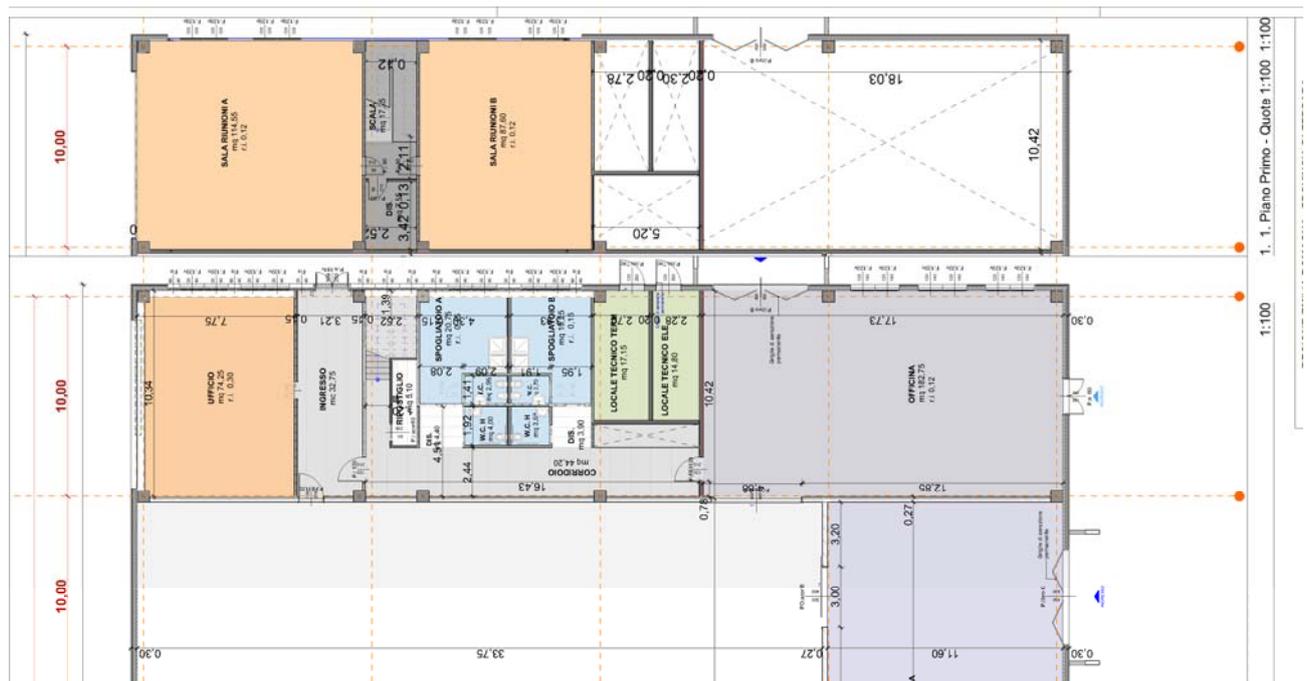


Figura 2 Individuazione locali classificabili nella categoria B

5. VALUTAZIONE DEI REQUISITI ACUSTICI DELLE STRUTTURE

I calcoli sono stati effettuati nelle condizioni che da una prima analisi qualitativa sono risultate le più critiche in modo da assicurare il rispetto dei limiti in tutte le condizioni; le previsioni sono state effettuate con:

- il software di calcolo Sonido pro realizzato da Microbel s.r.l in grado di calcolare: sia il potere fonoisolante di singoli elementi con l'ausilio delle più note relazioni sperimentali che di moduli proprietari, sia gli indici di valutazione della struttura da confrontare con i limiti riportati in precedenza in Tabella 1;
- il software di calcolo Insul 8 prodotto da Marshall Day Acoustics in grado di calcolare le prestazioni acustiche di pacchetti compositi secondo le teorie fisiche più accreditate.

La procedura di calcolo è quindi stata sviluppata in due fasi distinte: prima calcolando le prestazioni acustiche dei singoli elementi strutturali in funzione delle stratigrafie previste e quindi determinando in alcuni locali campione gli indici di valutazione da confrontare con i limiti di legge.

5.1. ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

Il progetto prevede un'unica tipologia di facciata nella porzione di fabbricato in esame.

Pareti esterne

Saranno realizzate in pannelli prefabbricati con due strati di cls ed interposto isolante termico, l'esatta stratigrafia è riportata in Tabella 2. Il calcolo del potere fonoisolante (**R_w**) garantito dalla struttura è stato ottenuto dall'utilizzo dell'applicativo Insul. Il valore di isolamento acustico globale ottenuto è di **53 dB** mentre l'andamento in frequenza è riportato in tabella. Il risultato è un potere fonoisolante assoluto che non tiene conto delle effettive condizioni di posa e delle trasmissioni laterali o indirette deve pertanto essere paragonato a misure di laboratorio e non a collaudi in opera.

L'indice globale di isolamento di facciata dipende in modo imprescindibile dalle prestazioni degli infissi. L'isolamento acustico di questi elementi è funzione non solo dell'isolamento garantito dalla superficie trasparente ma anche: dal telaio, dalle guarnizioni e dalla posa. Valutazioni previsionali dell'isolamento complessivo non sono affidabili sarà quindi indispensabile verificare che l'isolamento in opera dichiarato dal costruttore per ciascuna delle tipologie sia maggiore o uguale al valore di:

- Finestre e vetrate ufficio, **R'_w ≥ 35 dB**

Poiché l'isolamento complessivo dell'infisso dipende in modo complesso dall'interazione di tutti i suoi componenti, allo stato attuale non è possibile prevedere a calcolo con adeguata attendibilità il valore del potere fonoisolante, si consiglia pertanto di richiedere al produttore una prova di laboratorio che attesti l'isolamento garantito dal prodotto.

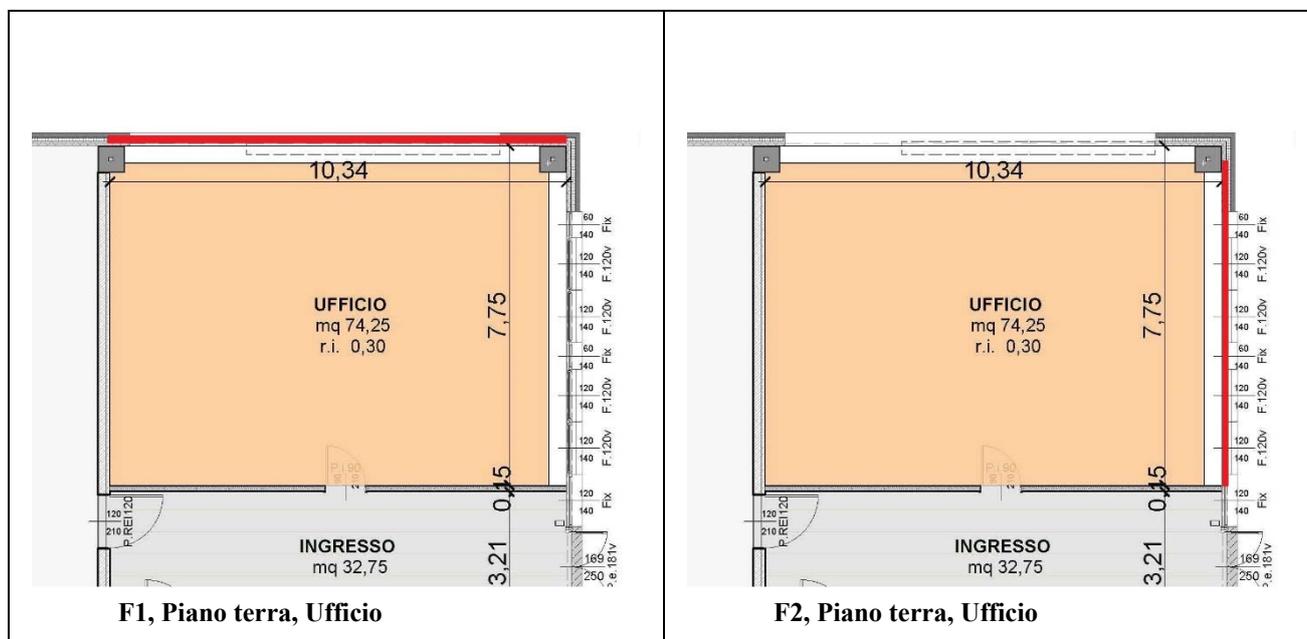
Come esposto al paragrafo 4 la verifica è stata svolta nell'unico locale soggetto al rispetto dei limiti stabiliti dal DPCM: l'ufficio a piano terra. In Tabella 3 si rappresenta la pianta del locale mentre il posizionamento all'interno del fabbricato è individuato in Figura 3.

Tabella 2 Stratigrafia parete esterna

N°	Descrizione strato	s [mm]	ρ [Kg/m ³]
1	Doppio cartongesso	25	700
2	ClS	60	2.200
3	Isolante termico	190	30
4	ClS	50	2.200
Totale		325	265,2 kg/mq

R_w(C;Ctr)= 53(0;0)dB	
Frequenza(Hz)	R curva sperimentale (dB)
100	49,6
125	51,8
160	53,8
200	55,5
250	56,7
315	56,9
400	55,5
500	48,3
630	52,1
800	55,7
1000	52,0
1250	56,6
1600	52,4
2000	53,6
2500	53,3
3150	52,7

Tabella 3 Piante dei locali analizzati



Seguendo quanto indicato nella norma UNI EN 12354-3, a partire dai dati raccolti, è stato calcolato in ciascun caso l'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata. I risultati, riportati in Tabella 4, evidenziano come in tutti i casi l'indice di isolamento acustico standardizzato di facciata **D_{2m,nT,w} risulta pari o superiore a 42 dB**. Risulta pertanto confermata la stratigrafia

delle pareti e in particolare il valore minimo di isolamento acustico che deve essere garantito dagli infissi. L'isolamento complessivo dell'infisso dipende in modo complesso dall'interazione di tutti i suoi componenti, non è possibile allo stato attuale prevedere a calcolo con adeguata attendibilità il valore del potere fonoisolante, sarà pertanto indispensabile richiedere al produttore una prova di laboratorio che attesti l'isolamento garantito dal prodotto.



Figura 3 Localizzazione di massima in pianta delle facciate verificate

Tabella 4 Risultati isolamento di facciata (D2m,nT,w) nei locali individuati

	F1	F2
Valore limite	≥40 dB	≥40 dB
D2m,nT,w (C;Ctr)	42,0 (-1;-4)	43,0 (-1;-4)
100 Hz	30,1	31,4
125 Hz	29,4	30,7
160 Hz	27,7	29,0
200 Hz	29,0	30,3
250 Hz	31,0	32,3
315 Hz	33,5	34,8
400 Hz	36,7	38,0
500 Hz	39,7	40,9
630 Hz	41,0	42,3
800 Hz	43,0	44,2
1000 Hz	44,0	45,2
1250 Hz	43,7	44,9
1600 Hz	46,1	47,3
2000 Hz	44,7	46,0
2500 Hz	46,9	48,2
3150 Hz	48,5	49,7

5.2.ISOLAMENTO DA RUMORE DI CALPESTIO

La tipologia edilizia in progetto non prevede la realizzazione di locali sovrapposti appartenenti a differenti unità immobiliari. Il DPCM 5-12-97 non esclude la verifica del disturbo da rumore di calpestio all'interno della medesima unità immobiliare, ma l'interpretazione comunemente accettata estende anche a questo indice l'indicazione riportata per il potere fonoisolante che richiede la verifica tra ambienti appartenenti a diverse unità immobiliari.

Nel caso in esame inoltre l'uso occasionale dei locali al piano superiore esclude che il disturbo da calpestio possa essere fonte di discomfort.

5.3.ISOLAMENTO ACUSTICO PARETI INTERNE

La tipologia edilizia in progetto non prevede la realizzazione di elementi edilizi di separazione tra differenti unità immobiliari. Il DPCM 5-12-97 esclude la verifica del valore minimo di potere fonoisolante all'interno della medesima unità immobiliare, nel caso in esame pertanto non risulta vigente nessun limite di legge relativo al potere fonoisolante delle partizioni.

6. PONTI ACUSTICI ANALISI E CORREZIONE

L'analisi del progetto ha evidenziato alcune situazioni che potrebbero rappresentare ponti acustici in grado di causare il mancato rispetto di alcuni degli indici definiti dalla normativa o semplicemente di generare disagio ai residenti. Di seguito vengono analizzati singolarmente proponendo di volta in volta o una soluzione di correzione o i punti critici da verificare in fase di posa per prevenire il possibile insorgere del problema.

Posa e registrazione degli infissi

Come già evidenziato nel paragrafo 5.1 l'isolamento acustico degli infissi risulta determinante nella definizione dell'indice di isolamento acustico di facciata, spesso il valore di isolamento garantito dal costruttore, misurato in laboratorio, non viene raggiunto dagli infissi posati in opera principalmente a causa della non perfetta sigillatura dello spazio tra telaio e controtelaio. In condizione di una "buona" posa numerose campagne di misura hanno evidenziato una perdita di prestazione di circa 2 dB si suggerisce pertanto di:

- Prevedere un attento e dettagliato protocollo di posa degli infissi e verifica richiedendo specifiche informazioni al fornitore sulla procedura da seguire e sui materiali da utilizzare.
- Acquistare il prodotto con posa certificata dal fornitore.
- Sovradimensionare le prestazioni dell'infisso di almeno 2 dB.

Anche la non corretta registrazione può portare alla perdita di prestazioni fino a 3 dB, al fine di garantire quindi il rispetto dei limiti di legge è buona norma ad alcuni mesi dalla messa in opera prevedere la verifica della registrazione.

7. SORGENTI INTERNE A FUNZIONAMENTO DISCONTINUO

Per quanto riguarda le tipologie di impianti a funzionamento discontinuo la normativa prevede comunque che la rumorosità di picco durante un funzionamento normale sia inferiore a 35 dB(A) misurati come $L_{MAX SLOW}$. Allo stato attuale i metodi di calcolo progettuali in grado di prevedere la rumorosità degli impianti sono soggetti ad un rilevante grado di incertezza dovuto alla carenza di dati di trasmissione ed emissione, le soluzioni tecniche adottate per il contenimento del rumore degli impianti dovranno essere validate con la prova in opera anche perché il risultato finale dipende notevolmente dalla corretta installazione.

Non sono presenti impianti inclusi in questa tipologia che possano determinare un disturbo significativo verso il locale ufficio in quanto sono presenti locali intermedi di separazione tra l'ufficio locali in cui saranno collocati impianti: servizi igienici e locali tecnici.

8. SORGENTI INTERNE A FUNZIONAMENTO CONTINUO

Relativamente alle tipologie di impianti a funzionamento continuo la normativa prevede che il livello equivalente durante un funzionamento normale, ad esclusione del locale dove è posta la sorgente, sia inferiore a 25 dB(A).

Gli impianti tecnologici inclusi in questa tipologia sono:

- impianti di riscaldamento
- impianti di condizionamento
- impianti cogenerazione
- impianti ventilazione

Anche in questo caso non sono presenti impianti inclusi in questa tipologia che possano determinare un disturbo significativo verso il locale ufficio in quanto sono presenti locali intermedi di separazione tra l'ufficio locali in cui saranno collocati impianti: servizi igienici e locali tecnici.

9. CONCLUSIONI

La presente relazione ha evidenziato che il fabbricato in progetto sarà conforme rispetto i requisiti acustici passivi purchè vengano rispettate le soluzioni proposte nel presente documento

Ing. Roberto Odorici

Tecnico competente in acustica
Elenco Nazionale: RER/00061

Attestato Attribuzione qualifica di Tecnico Competente in Acustica Dott. Ing Roberto Odorici

www.praxisambiente.it/downloads/Tec-Com-Acu-Naz_ROdorici.pdf