PROGETTO ARCHITETTONICO

ARCHEA

ARCHEA ASSOCIATI
Lungarno Benvenuto Cellini, 13
50125 Firenze (FI)
+39 055 6580127
archea.associati.srl@pec.it

ARCHITETTO
Arch. Giovanni Polazzi

PROGETTO STRUTTURALE, IMPIANTI E ANTINCENDIO

GPA Partners
via Leone X, 3
52129, Firenze (FI)
+39 055 468291
info@gpapartners.com

INGEGNERE
Ing. Giovanni Cardinale

PROGETTO DI RESTAURO

Valentini Ventura Restauro Opere D'arte srl
Via Camillo Benso Conte di Cavour, 169
50019 Sesto Fiorentino (FI)

DOTT.
Dott.ssa Daniela Valentini

PROGETTO ACUSTICO

Sacha Slim Bouhageb
Via Pian d'Albero, 4
50012 Bagno a Ripoli (FI)
+39 055 5392104
ssb@2sb.it

INGEGNERE
Ing. Sacha Slim Bouhageb

Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU

MISSIONE 1: Digitalizzazione, innovazione, competitività e cultura

COMPONENTE 3: Cultura 4.0

MISURA 2: "Rigenerazione di piccoli siti culturali, patrimonio culturale, religioso e rurale"

INVESTIMENTO 2.1: " Attrattività dei borghi storici"

Linea d'intervento A Progetti pilota per la rigenerazione culturale, sociale ed economica dei borghi a rischio abbandono e abbandonati

PROGETTO IDRAULICO

Chiarini Associati Ingegneria Civile Ambientale
Via Galileo Ferraris, 63
52100 Arezzo

INGEGNERE
Ing. Remo Chiarini

VERIFICA ARCHEOLOGICA

STUDIO MATTIOLI
Via Santo Stefano, 30
40125 Bologna (BO)
+39 051 6449001
studio.mattioli@studiomattioli.com

DOTT.
Dott. Gonzalez Muro

PROGETTO

Rigenerazione culturale, sociale ed economica dell'antico Borgo di Castelnuovo in Avane

ACDC-AVANE CENTRALE CREATIVA (CUP: G37B22000180006) LOTTO FUNZIONALE 2B
PFTE art 23 comma 5 bis, 6 D.Lgs 50/2016

INDIRIZZO

Castelnuovo dei Sabbioni
Comune di Cavriglia 52022 (AR), Italia

COMMITTENTE

Comune di Cavriglia

INDIRIZZO

Viale Principe di Piemonte, 9
52022 Cavriglia AR

CODICE ELABORATO

PFTE-RS-G-3.7-R_0

ELABORATO

PRIME INDICAZIONI PER REQUISITI ACUSTICI PASSIVI E STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

FASE DI PROGETTO - DISCIPLINA

SCALA

DATA
20/03/2024

REVISIONE N°	DATA	DESCRIZIONE
1	20-03-2024	Prima Emissione

SPAZIO RISERVATO ALL'AMMINISTRAZIONE

La riproduzione del presente disegno è vietata a termini di legge senza l'esprezza preventiva autorizzazione

Sommario

1. Introduzione 2
2. Riferimenti legislativi e normativa tecnica 2
2.1. Analisi requisiti acustici 2
2.2. Valutazione impatto acustico 3
3. Definizioni 4
3.1. Acustica edilizia 4
3.2. impatto acustico 4
4. Legislazione vigente 5
4.1. Acustica edilizia 5
4.1.1. Requisiti acustici passivi D.P.C.M. 5 dicembre 1997 5
4.1.2. I Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.) 5
4.1.3. Valori di riferimento per i requisiti acustici e per le caratteristiche acustiche interne 6
4.2. Impatto acustico 6
4.2.1. Zonizzazione acustica comune di Cavriglia (AR) 6
4.2.2. Differenziale di immissione (applicabile in ambiente abitativo) 7
5. Analisi Requisiti Acustici Passivi degli Edifici e Comfort Acustico 7
5.1. Isolamento acustico partizioni orizzontali e verticali 7
5.2. Livello di rumore da calpestio 10
5.3. Isolamento acustico di facciata 15
5.4. Caratteristiche acustiche interne 17
5.4.1. Definizioni 17
5.4.2. Valore di riferimento del tempo di riverberazione 17
5.4.3. Descrittori acustici dell'intellegibilità acustica 17
5.4.4. Analisi progettuale degli ambienti 18
5.5. Rumore prodotto da impianti a funzionamento continuo e discontinuo 18
5.5.1. Impianti idrosanitari (servizi a funzionamento discontinuo) 18
5.5.2. Impianti di climatizzazione (servizi a funzionamento continuo) 19
5.5.3. Impianti elettrici 20
6. Valutazione previsionale impatto acustico 21
6.1. Sorgenti 21
6.2. Ricettori 21
6.3. Rispetto dei limiti - Limiti di riferimento per la progettazione 22
7. Stima del grado di confidenza e conclusioni 22

Firenze, marzo 2024

Ing. Sacha Slim Bouhageb
N° 7988 Elenco TCAA Ministero Dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
Ex N° 387 Elenco TCAA Reg. Tos. - Ex N° 79 Elenco TCAA Prov. FI (atto dir. Prov. El. n. 3450 05/11/03)

1. Introduzione

La presente relazione vuole dare le prime indicazioni acustiche relativamente ai requisiti acustici passivi degli edifici (anche in ambito decreto CAM 2022) e alla valutazione preliminare di impatto acustico, progetto di Rigenerazione culturale, sociale ed economica dell'antico Borgo di Castelnuovo in Avane, Castelnuovo dei Sabbioni, Comune di Cavriglia (AR).
Progetto Finanziato dall'Unione Europea (NextGeneration), MISSIONE 1: Digitalizzazione, innovazione, competitività e cultura, COMPONENTE 3: Cultura 4.0, MISURA 2: ''Rigenerazione di piccoli siti culturali, patrimonio culturale, religioso e rurale'', INVESTIMENTO 2.1: '' Attrattività dei borghi storici ''; Linea d'intervento A Progetti pilota per la rigenerazione culturale, sociale ed economica dei borghi a rischio abbandono e abbandonati.
Committente Comune di Cavriglia, viale Principe di Piemonte 9, Cavriglia (AR).

Figura 1 – Vista aera di Borgo di Castelnuovo in Avane

Tali indicazioni dovranno essere recepite nelle successive fasi di progettazione al fine del raggiungere delle richieste minime di isolamento acustico e nel contempo rispettare i limiti di legge per le emissioni acustiche nei terzi ricettori:

2. Riferimenti legislativi e normativa tecnica

2.1. Analisi requisiti acustici

Per la valutazione dei requisiti acustici passivi e del comfort acustico si è fatto riferimento alla seguente legislazione:

- Legge 26 ottobre 1995, n. 447. Legge quadro sull'inquinamento acustico
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Direzione Generale Valutazioni Ambientali. Prot. DVA-2014 - 0002440 del 30/01/2014. Parere
- Ministero della Transizione Ecologica. Decreto 23 giugno 2022. "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi". Specifica tecnica progettuale - § 2.4.11 Prestazioni e comfort acustici.

ed alla seguente normativa tecnica:

- UNI 11367:2023. Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di validazione e verifica in opera
- UNI EN ISO 12354-1:2017. Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.
- UNI EN ISO 12354-2:2017. Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
- UNI EN ISO 12354-3:2017. Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti. - Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea
- UNI 11532-1:2018. Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione - Parte 1: Requisiti generali
- UNI EN 16798-1:2019. Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica - Modulo M1-6
- UNI 11175-1:2021. Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 1: Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale
- UNI 11175-2:2021. Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 2: dati di ingresso per il modello di calcolo

2.2. Valutazione impatto acustico

Per la valutazione impatto acustico si è fatto invece riferimento alla seguente legislazione:

- Legge 26 ottobre 1995, n. 447. Legge quadro sull'inquinamento acustico
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- Decreto Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"
- DM Ambiente 31/01/2005 "Emanazione di Linee Guida per l'individuazione delle migliori tecniche disponibili, per le attività elencate nell'allegato I° del Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n. 372"
- D. Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161
- Legge Regionale Toscana 1 dicembre 1998, n. 89 "Norme in materia di inquinamento acustico"
- Giunta Regionale Toscana – Deliberazione n. 857 del 21/10/2013 "Definizione dei criteri per la documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art.12, comma 2 e 3 della Legge Regionale n.89/98"
- DPGR Toscana 8 gennaio 2014, n. 2/R "Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)"
- Giunta Regionale Toscana – Deliberazione n. 1018 del 25/09/2017 "Approvazione linee guida per l'effettuazione dei controlli sui requisiti acustici passivi degli edifici ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 ed azioni in caso di non conformità"
- Consiglio Comunale del Comune di Cavriglia (AR) - Deliberazione n. 11 del 18 marzo 2005 "Approvazione Piano Comunale Classificazione Acustica" e successive varianti

ed alla seguente normativa tecnica:

- Norma UNI 10855:1999 "Acustica - Misurazione e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti"
- Norma UNI 9884 "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale" (ritirata)
- UNI ISO 9613-2:2006. Acustica. Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto – Parte 2: Metodo generale di calcolo

3. Definizioni

Si restituiscono le seguenti definizioni:

3.1. Acustica edilizia

Ai fini della presente valutazione si richiamano le seguenti definizioni tratte dalla norma UNI 11367:2023.

- ambiente abitativo:

Porzione di unità immobiliare completamente delimitata destinata al soggiorno e alla permanenza di persone per lo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso.

- ambiente accessorio o di servizio:

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

- ambiente verificabile acusticamente:

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

3.2. impatto acustico

- Ricettore[1]: qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa o ricreativa; aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici ed aree esterne destinate ad attività ricreative ed allo svolgimento della vita sociale della collettività; aree territoriali edificabili già individuate dai vigenti piani regolatori generali e loro varianti generali, vigenti al momento della presentazione dei progetti di massima . . .
- Livello di rumore ambientale (L_A): è il livello di rumore prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo;
- Livello di rumore residuo (L_R): è il livello di rumore che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante;
- Livello differenziale di rumore (L_D): è la differenza tra il livello di rumore ambientale (L_A) e quello di rumore residuo (L_R):

$$L_D = L_A - L_R;$$

- Livello di emissione: è il livello di rumore dovuto alla sorgente specifica. È il livello che si confronta con i limiti di emissione;
- Valori limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei recettori. I valori limite di immissione sono distinti in:
  a) valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
  b) valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

[1] D.P.R. 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 da traffico ferroviario.

4. Legislazione vigente

4.1. Acustica edilizia

4.1.1. Requisiti acustici passivi D.P.C.M. 5 dicembre 1997

Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", determina i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, prevede la verifica in opera dei componenti edilizi e fissa criteri e metodologie per il contenimento dell'inquinamento da rumore all'interno degli ambienti abitativi.
I valori degli indici a singolo numero delle grandezze acustiche normate devono essere confrontati con i valori limite fissati dal D.P.C.M. 05/12/1997, ove applicabili, si identificano tre tipologie di ambienti con diverse destinazioni d'uso, "residenziale", "uffici" e "commerciale" con i seguenti limiti:

Categoria	Potere fonoisolante apparente R'_w ≥	Isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT,w}$ ≥	Livello di rumore di calpestio di solai normalizzato $L'_{n,w}$ ≤	Livello di rumore degli impianti a funzionamento discontinuo L_{ASmax} ≤	Livello di rumore degli impianti a funzionamento continuo L_{Aeq} ≤
Categoria A: Edifici adibiti a residenza o assimilabili	50 dB	40 dB	63 dB	35 dB(A)	35 dB(A)
categoria B: Edifici adibiti ad uffici e assimilabili	50 dB	42 dB	55 dB	35 dB(A)	35 dB(A)
categoria G: Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili	50 dB	42 dB	55 dB	35 dB(A)	35 dB(A)

(*) Valori di R_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari

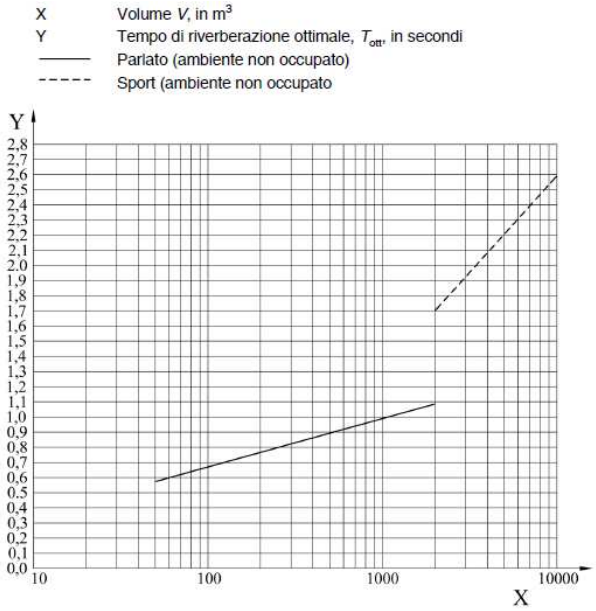
4.1.2. I Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.)

Con l'emanazione del Decreto 23 giugno 2022, meglio conosciuto come Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.), sono stati introdotti i seguenti requisiti (paragrafo 2.4.11 "Prestazioni e comfort acustici") con le relative prestazioni, verranno riportati i riferimenti relativi solo all'intervento in oggetto:

- i valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio devono corrispondere almeno a quelli della Classe II ai sensi della norma UNI 11367:2023

Descrittore	Classe II
Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ [dB]	≥ 40
Isolamento ai rumori tra unità immobiliari R'_w[dB]	≥ 53
Livello di rumori da calpestio $L'_{n,w}$ [dB]	≤ 58
Livello di rumore impianti continui L_{ic} [dBA]	≤ 28
Livello di rumore impianti discontinui L_{id} [dBA]	≤ 33

- La norma UNI 11367:2023 precisa che è applicabile " *. . . alla determinazione del rumore generato da impianti a funzionamento continuo e discontinuo di singole unità immobiliari (impianti individuali o autonomi, impianti ad uso privato) che viene indotto in unità immobiliari diverse da quelle servite. . .*" inoltre "*. . . È inoltre esclusa la valutazione del rumore immesso dagli impianti a servizio esclusivo di un'UI e/o dell'intero edificio, eseguita considerando come ambienti riceventi gli ambienti accessori o di servizio ad uso esclusivo della stessa o di altre UI. . .*".
- Gli ambienti interni, es. ambienti espositivi e sale di conferenza), devono rispettare i valori indicati nell'appendice C della norma UNI 11367:2023, nello specifico tempi di riverbero ottimale sono ricavabili dal grafico seguente:



e descrittori acustici C_{50} (chiarezza) e STI (Speech Transmission Index):

Descrittore	C50 (≤ 250 m³)	STI
Ambienti adibiti al parlato	≥ 0	≥ 0,6

4.1.3. Valori di riferimento per i requisiti acustici e per le caratteristiche acustiche interne

Lo stesso Decreto MTE 23 giugno 2022; nel punto 2.4.11 (Prestazioni e comfort acustici) riporta che "*. . . nel caso in cui il presente criterio ed il citato decreto prevedano il raggiungimento di prestazioni differenti per lo stesso indicatore, sono da considerarsi, quali valori da conseguire, quelli che prevedano le prestazioni più restrittive tra i due. . .*": nel caso in esame quindi:

- Potere fonoisolante apparente R'_w secondo il Decreto CAM 2022
- Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ secondo il D.P.C.M. 05/12/97
- Livello di rumore di calpestio di solai normalizzato $L'_{n,w}$ secondo il Decreto CAM 2022
- Livello di rumore degli impianti a funzionamento discontinuo L_{ASmax} secondo il Decreto CAM 2022
- Livello di rumore degli impianti a funzionamento continuo L_{Aeq} secondo il Decreto CAM 2022

4.2. Impatto acustico

4.2.1. Zonizzazione acustica comune di Cavriglia (AR)

Il Comune di Cavriglia (AR) ha adottato il piano di classificazione acustica del territorio, con Delibera n. 11 del 18 marzo 2005 (e successive varianti): in base a tale classificazione l'intera area è collocata in Classe IV (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 impiegano macchine operatrici), i cui limiti risultano:

Destinazione d'uso del territorio	Limite diurno (06-22) L_{eq} dB(A)	Limite notturno (22-06) L_{eq} dB(A)
Classe III	55	40

Tabella 1 - Valori limite di emissione (tabella B del D.P.C.M. 14 novembre 1997)

Destinazione d'uso del territorio	Limite diurno (06-22) L_{eq} dB(A)	Limite notturno (22-06) L_{eq} dB(A)
Classe III	60	50

Tabella 2 - Valori limite assoluti di immissione (tabella C del D.P.C.M. 14 novembre 1997)

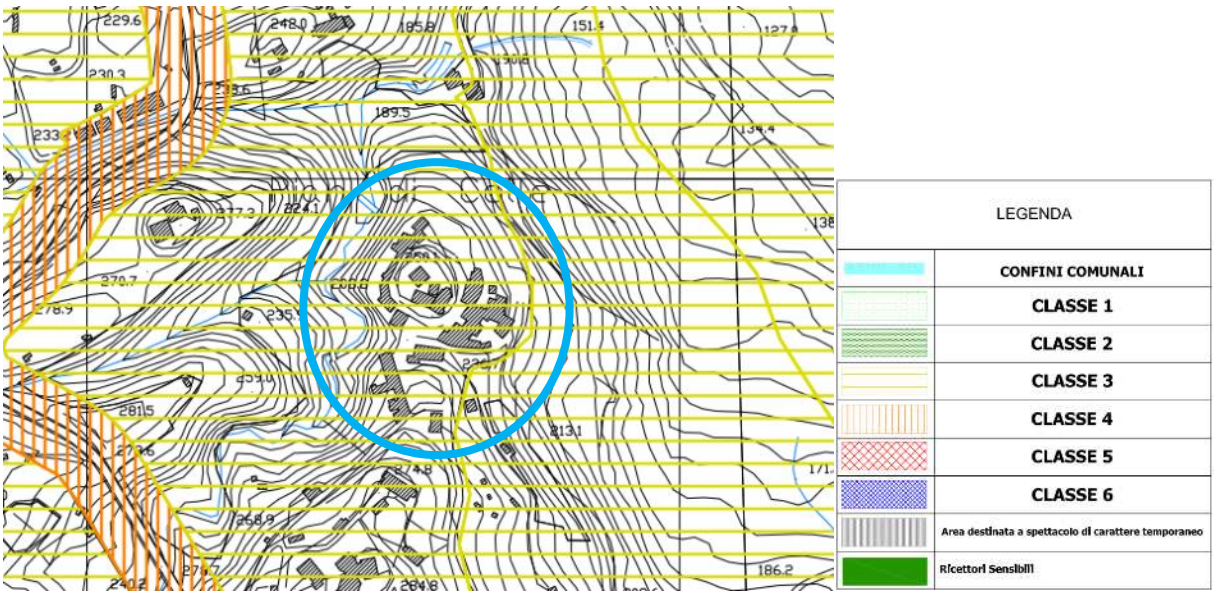


Figura 2 - Estratto P.C.C.A. Comune di Cavriglia (AR)

4.2.2. *Differenziale di immissione (applicabile in ambiente abitativo)*

Il livello differenziale di rumore L_D è ottenuto come differenza aritmetica tra il livello di rumore ambientale L_A (sorgente specifica in funzione) ed il livello di rumore residuo L_R (sorgente specifica spenta). Il parametro acustico di riferimento per la misura di tali livelli è il L_{Aeq} riferito ad un periodo sufficiente a caratterizzare il rumore della sorgente specifica (tempo di misura T_M).

L'accettabilità del rumore all'interno degli ambienti abitativi[2] viene valutata attraverso il criterio differenziale (art. 4 - D.P.C.M. 14/11/97). Il decreto stabilisce le seguenti soglie di rumore ambientale per l'applicabilità del suddetto criterio:

Condizioni punto di misura in ambiente abitativo	Periodo diurno (06-22) L_{Aeq} dB(A)	Periodo notturno (22-06) L_{Aeq} dB(A)
Soglia di applicabilità a finestre aperte	50	40
Soglia di applicabilità a finestre chiuse	35	25

Tabella 3 – Soglie di applicabilità del criterio differenziale

Se il rumore ambientale L_A risulta inferiore ai valori indicati in tabella "ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile", viceversa viene valutato il livello differenziale di immissione. I valori limite differenziali di immissione sono: 5 dB nel periodo diurno all'interno degli ambienti abitativi.

5. Analisi Requisiti Acustici Passivi degli Edifici e Comfort Acustico

Di seguito si descriveranno le procedure per la determinazione delle prestazioni di isolamento acustico e le varie prestazioni minime che dovranno essere raggiunte in relazione anche alla tipologia di componente edilizio; a completamento verranno date indicazioni per una corretta posa in opera.

5.1. Isolamento acustico partizioni orizzontali e verticali

L'indice del potere fonoisolante apparente (R'_w) è legato all'indice dell'isolamento acustico normalizzato ($D_{nT,w}$) attraverso la seguente formula:

$$R'_w = D_{nT,w} + 10\log\left(3{,}125\left(\frac{S}{V}\right)\right) dB$$

[2] Ambiente abitativo: 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 per i quali resta ferma la disciplina di cui al decreto legislativo 81/2008, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive.

Dove:
S = superficie divisoria tra ambiente emittente ed ambiente ricevente;
V = volume ambiente ricevente.

Per poter determinare l'isolamento acustico normalizzato tra ambienti si utilizzeranno i grafici seguenti, caso di strutture leggere e di strutture pesanti, tratti dal manuale tecnico "Specialist services - Health Technical - Memorandum 08-01: Acoustics - Department of Health (UK)". Tale metodologia tabellare permette di fornire l'abbattimento X (per le trasmissioni laterali ed agli ambienti) da "applicare" al potere fonoisolante dell'elemento separatore (R_w di laboratorio o determinato attraverso le formule analitiche) e determinare l'isolamenti acustico normalizzato $D_{nT,w}$: nelle ascisse la superfice di separazione tra l'ambiente emittente e quello ricevente mentre nelle ordinate il volume, sempre dell'ambiente ricevente, dall'incrocio di tali dati si incontra il valore per la determinazione dell'isolamento acustico, $D_{nT,w} = R_w - X$ dB.

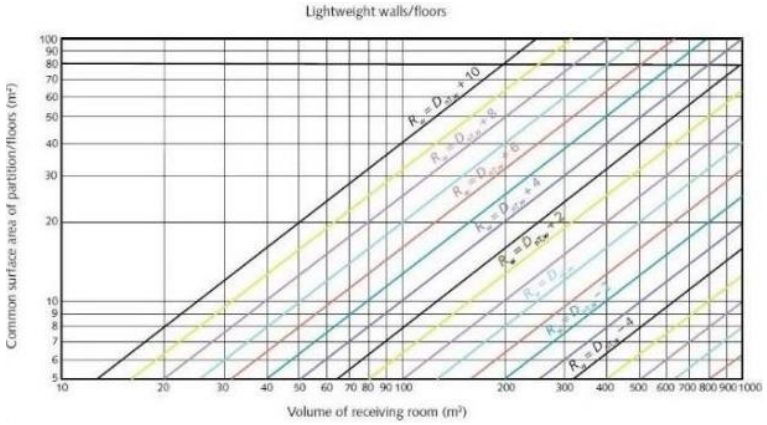


Figura 3 - Grafico determinazione R_w da $D_{nT,w}$ per elementi edilizi leggeri (es. strutture a secco, in cartongesso)

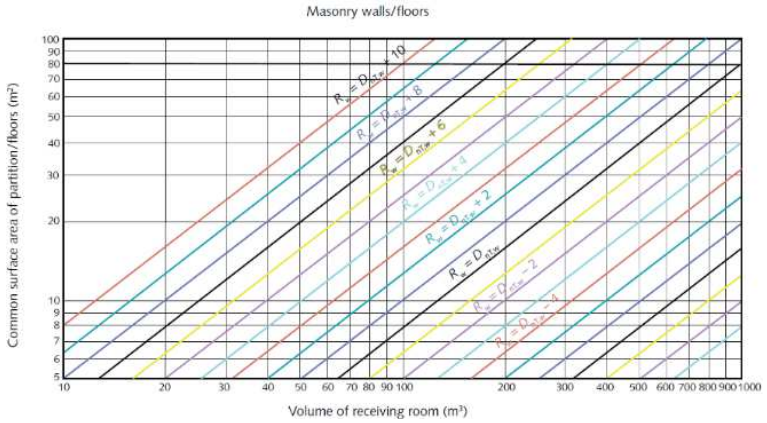


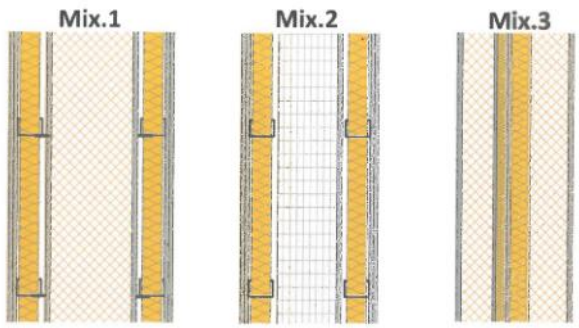
Figura 4 - Grafico determinazione R_w da $D_{nT,w}$ per elementi edilizi pesanti (es. strutture in laterizio)

Ai fini del progetto si prescrivono le seguenti tipologie di intervento in relazione alle partizioni (sempre di diverse Unità Immobiliari):

Pareti esistenti e di nuova realizzazione

Si ricorda che:

- Caso muratura PIENA (densità minima 2000 kg/m^3) spessore minimo 400 mm. non sono necessarie controparete (solo intonaco su entrambe le facciate);
- Caso muratura PIENA (densità minima 2000 kg/m^3) e spessore tra 200 mm. e 400 mm. è necessaria singola controparete con struttura da 75 mm. doppia lastra ad alta densità e materiale isolante all'interno da 60 mm. e densità minima 40 kg/m^3;
- Caso muratura sia con spessore inferiore o densità inferiore, totale demolizione e ricostruzione (es. tipologia a secco con doppia struttura da 100 mm., all'interno materassino isolante da 90 mm. e densità minia 40 kg/m^3, tra le due strutture doppia lastra in cartongesso come anche per i due rivestimenti esterni) o doppia controparete (una per lato) con struttura da 75 mm. doppia lastra ad alta densità e materiale isolante all'interno da 60 mm. e densità minima 40 kg/m^3;

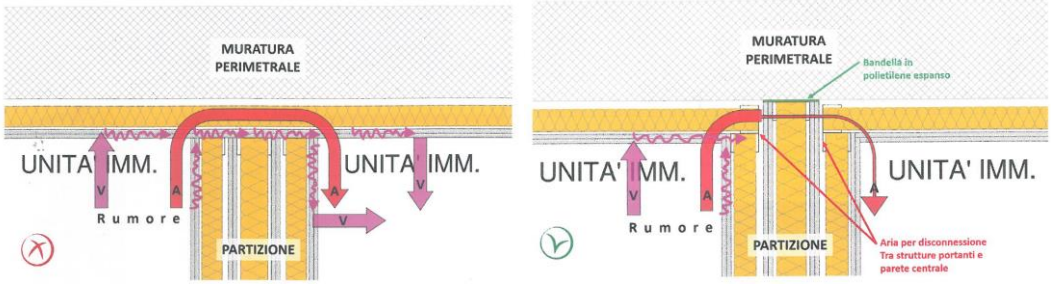


NOTE APPLICATIVE[3]

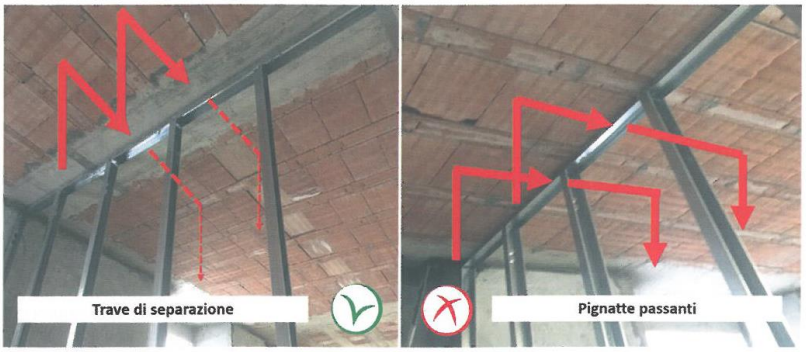
Affinché l'isolamento fra diverse unità immobiliari rispetti i limiti normativi, si raccomanda di seguire quanto segue:

- al di sotto di tutti i montanti orizzontali e verticali dei divisori è necessario utilizzare strisce di materiale antivibrante (fascia taglia muro, ad es. nastro in EPDM espanso a celle chiuse) per desolidarizzare le pareti rispetto alle strutture attigue;

- nel caso di presenza di contropareti, il divisorio deve aderire alla parete perimetrale per evitare il ponte acustico laterale;

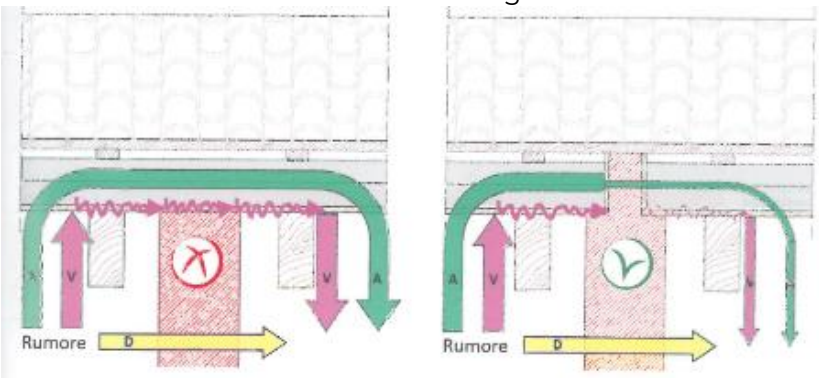


- le contropareti devo essere SEMPRE staccate dalle pareti in muratura su cui verranno collocate, al massimo i vari punti di contatto dovranno essere "smorzati" con materiale tipo neoprene o antivibranti;
- tutte le chiusure verticali interne dovranno andare dal solaio di calpestio fino a "battere" all'intradosso del solaio di copertura, non devono "battere" sulle zone del solaio (es. pignatte o elementi di alleggerimento) che potrebbero "collegare" i vari ambienti;



[3] "Difetti nella progettazione acustica degli edifici, Renzo Sanzogni, aprile 2021, Maggioli Editore"

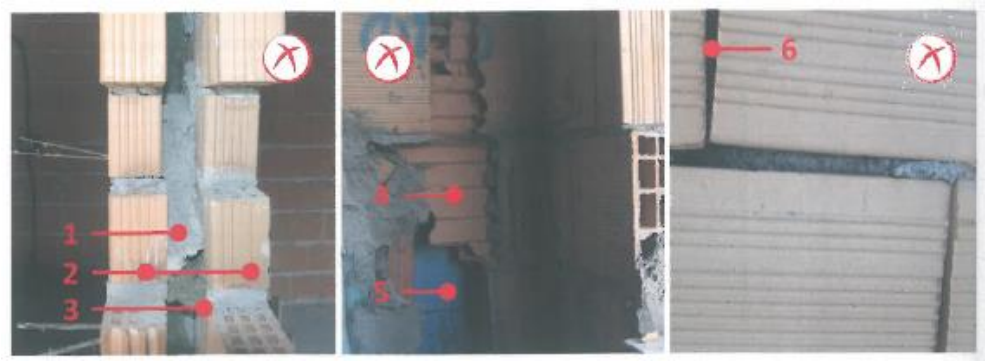
- Come anche nel caso di solaio in legno classico e con controsoffitto tra travetti



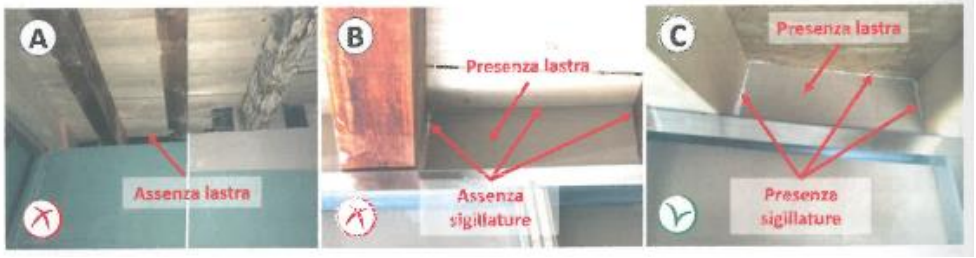
ERRORI DA EVITARE

Realizzazione parete in laterizio

- evitare contatto con malta tra le dure murature, evitare rabberci e zone senza malta e accuratezza nella posa dei laterizi;



- le chiusure delle pareti sui solai devono sempre seguire i profili e ben sigillati.



5.2. Livello di rumore da calpestio

Per la stima teorica del livello di rumore di calpestio la norma UNI EN ISO 12354-2:2017 propone un modello di calcolo semplificato che si basa sul calcolo degli indici di valutazione

Il metodo semplificato, applicabile nell'intervallo da 100 kg/m^2 a 600 kg/m^2, consente di stimare direttamente l'indice di valutazione del livello equivalente di pressione sonora di calpestio normalizzato di solaio omogeneo, senza pavimento galleggiante, mediante la seguente relazione empirica:

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35\log\left(\frac{m'}{m_0}\right)$$

dove:

m' = massa superficiale del solaio grezzo (kg/m^2);

m_0 = massa di riferimento pari a 1 kg/m^2.

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

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta Lw + K$$

dove:

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

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

L'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio (ΔL_w), ottenuta con la posa del pavimento galleggiante, è funzione della rigidità dinamica del materassino anticalpestio suddetto e della massa superficiale del massetto. L'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio (ΔL_w) viene determinato attraverso la seguente relazione:

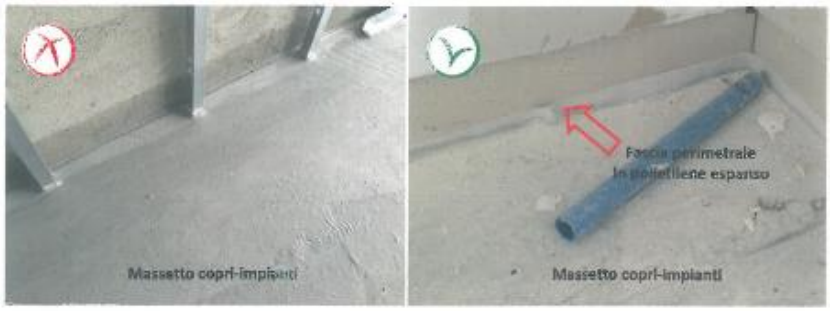
$$\Delta L_w = 13\log(m') - 14{,}2\log(s') + 20{,}8$$

dove:
m' = massa superficiale del massetto galleggiante (kg/m^2);
s' = rigidità dinamica del materiale resiliente (MN/m^3).

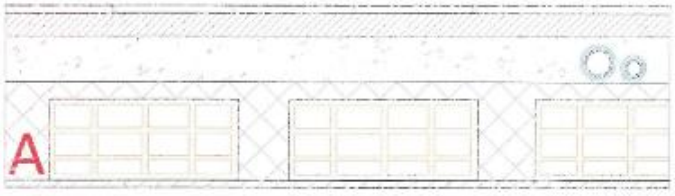
Risulta quindi che per il rispetto delle prestazioni di legge, anche nel caso del calpestio laterale (tra due diverse unità immobiliari affiancate) sarà necessario utilizzare un tappetino con rigidità dinamica massima 20 MN/m^3.

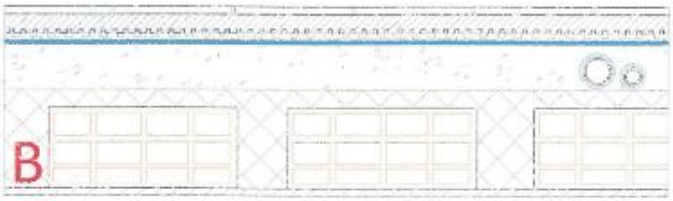
NOTE APPLICATIVE

- Ricoprire le tubazioni che corrono sul solaio con materiale idoneo realizzando un piano di posa livellato (sul solaio portante devono essere posate le tubazioni degli impianti idraulici, termici ed elettrici e dovranno essere ricoperte le tubazioni degli impianti stese sul solaio in latero cemento grezzo con calcestruzzo alleggerito in modo da realizzare un piano di posa livellato);
  Corretta realizzazione masseto copri impianti



- ripulire da eventuali detriti la superficie ottenuta e svolgervi sopra i rotoli del materiale fonoimpedente assicurando un sormonto di almeno 10 cm lungo i bordi;
  Caso A errato (no presenza tappetino anticalpestio) - Caso B corretto



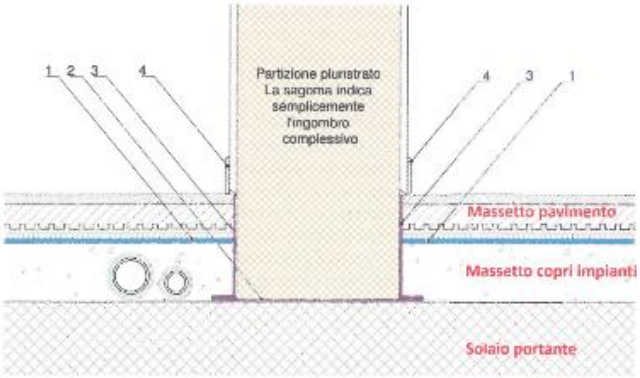


Corretta posa del tappetino anticalpestio con lato in materiale "morbido"

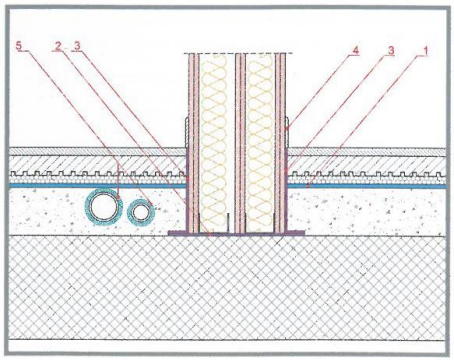
- applicare del nastro adesivo sulle sovrapposizioni per eliminare rischi di infiltrazioni di materiali cementiti che andrebbero a creare indesiderati ponti acustici;
- lungo il perimetro degli ambienti il manto isolante (o la striscia laterale) deve essere rivoltato sulle pareti e sui pilastri di poco sopra l'altezza del pavimento finito, allo scopo di evitare ogni contatto della struttura col sistema massetto – pavimento o dovrà essere posizionata idonea fascia perimetrale

Corretta posa della bandella laterale

Caso posa parete, caso con massetto copri impianti separato, importante le varie fasce desolarizzanti

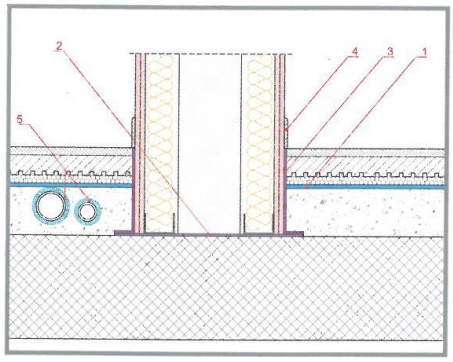


Caso parete con lastre interne in relazione alla posa del massetto e del pavimento radiante (da prestare attenzione alle fasce isolanti sia verticali che orizzontali)



1. MATERASSINO ANTICALPESTIO
2. STRISCIA ANTIVIBRANTE SOTTO PARETE
3. STRISCIA ANTIVIBRANTE LATERALE
   A completa disconnessione tra elementi verticali ed elementi orizzontali, massetto copri impianti compreso
4. ZOCCOLINO IN LEGNO
   Mantenerlo distaccato dal pavimento (sufficiente 0,1 mm); per zoccolini ceramici o similari o rivestimenti rigidi prevedere distacco di almeno 1 mm e siliconatura con sigillante elastico
5. RIVESTIMENTO TUBAZIONI
   Rivestimento in calza elastomerica tubazioni

Caso senza lastre interne

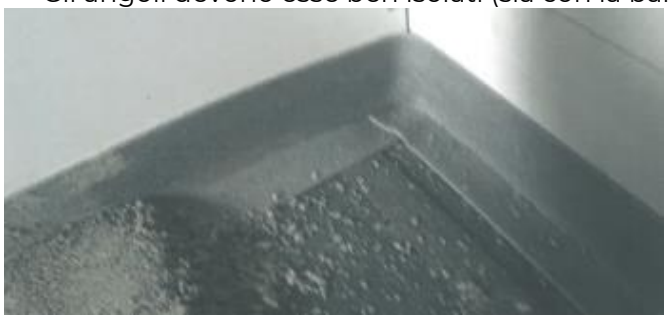


1. MATERASSINO ANTICALPESTIO
2. STRISCIA ANTIVIBRANTE SOTTO PARETE
   polietilene espanso per cartongesso, gomma per muratura
3. STRISCIA ANTIVIBRANTE LATERALE
   A completa disconnessione tra elementi verticali ed elementi orizzontali, massetto copri impianti compreso
4. ZOCCOLINO IN LEGNO
   Mantenerlo distaccato dal pavimento (sufficiente 0,1 mm); per zoccolini ceramici o similari o rivestimenti rigidi prevedere distacco di almeno 1 mm e siliconatura con sigillante elastico
5. RIVESTIMENTO TUBAZIONI
   Rivestimento in calza elastomerica tubazioni

- a tal fine anche eventuali impianti che attraversino la pavimentazione andranno isolati con apposito materiale fono-distanziatore. In questo modo si crea una "vasca" su cui "galleggia" il sistema massetto-pavimento che cosi isolato dalla struttura dell'edificio riduce efficacemente la trasmissione del suono per via solida. Gettare poi il massetto e posare infine la pavimentazione (il pavimento non dovrà essere a diretto contatto con l'intonaco della parete ed il rifilo della fascia perimetrale dovrà essere eseguito dopo la posa del pavimento);
- nel caso di battiscopa in ceramica o marmo, utilizzare una guarnizione adesiva da applicare sul battiscopa (sp. < 2 mm), è preferibile l'utilizzo di battiscopa in legno; il battiscopa, non dovrà risultare a contatto con la pavimentazione. Si rammenta che una posa poco accurata, che non eviti la formazione di qualsiasi ponte acustico tra il massetto-pavimento ed il resto della struttura può compromettere tutta l'azione di isolamento acustico che si vuole ottenere.

ERRORI DA EVITARE

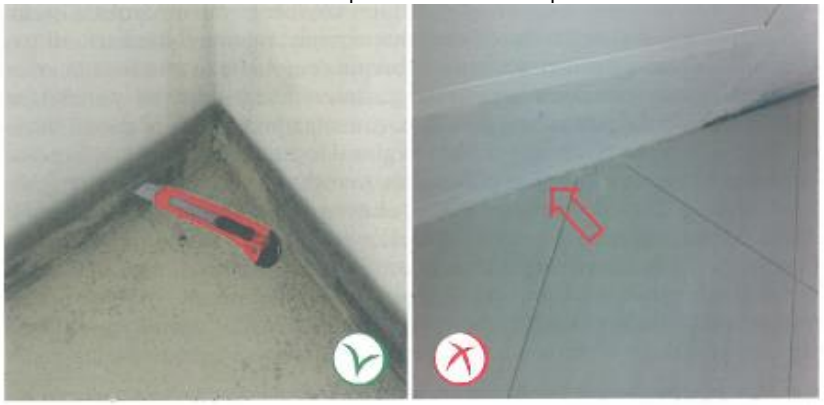
- Gli angoli devono esse ben isolati (sia con la bandella che con il tappetino);



- la bandella deve essere sempre presente;

- la bandella deve essere sempre ben posizionata, aderente e senza discontinuità;

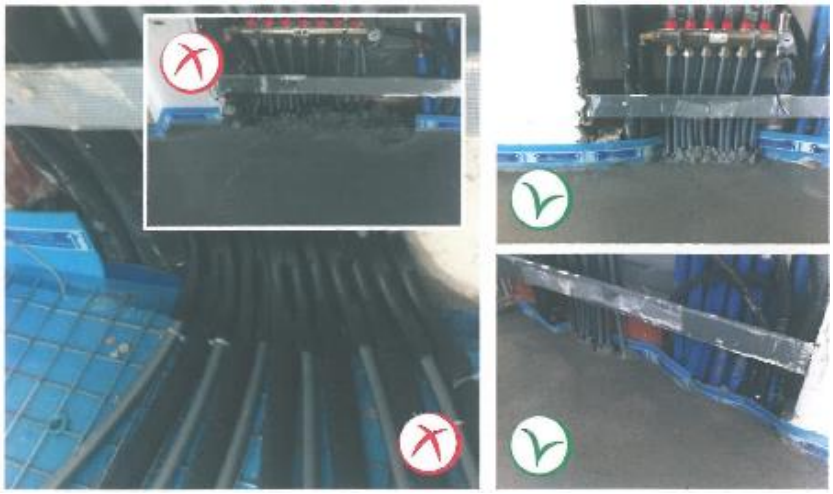
- la bandella deve essere profilata solo a pavimentazione completata;



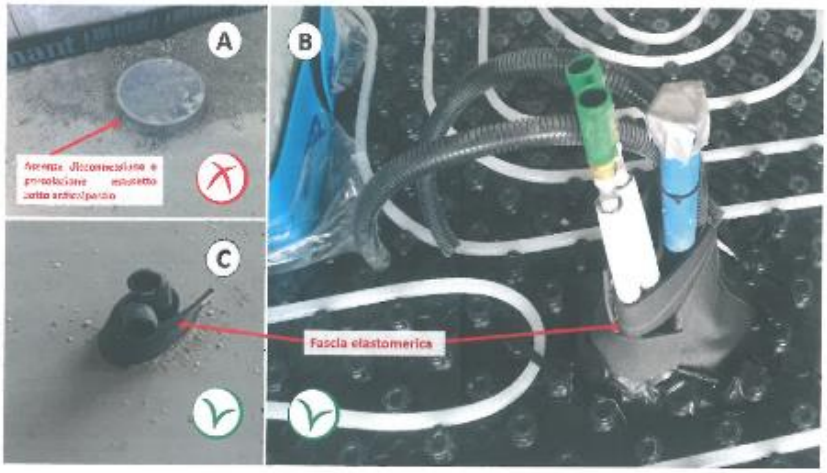
- le soglie devono essere isolate con la bandella laterale;

- il tappetino non deve essere mai tagliato o rimosso neanche per il passaggio impianti;

Di seguito le Soluzioni per le tubazioni dell'impianto radiante;



e per le tubazioni



5.3. Isolamento acustico di facciata

La normativa stabilisce che la misura in opera di tale grandezza venga effettuata a partire dalle misure dei livelli di pressione sonora: in particolare quello esterno a 2 m dalla facciata, prodotto dal rumore da traffico se prevalente o da altoparlante con angolo di incidenza sulla facciata pari a 45° ($L_{1,2\,m}$) e quello interno (L_2) dato dalla seguente formula:

$$L_2 = 10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} 10^{\frac{L_i}{10}}\right)$$

in cui L_i sono gli n livelli sonori misurati per ciascuna banda di terzi d'ottava (con n pari al numero intero immediatamente superiore a un decimo del volume dell'ambiente ricevente e comunque non minore di cinque) applicando successivamente la seguente relazione:

$$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10\log\frac{T}{T_0}$$

in cui:
$D_{2m} = L_{i,2m} - L_2$ (dB) è la differenza tra i livelli sonori precedentemente definiti
T (s) = tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente
T_0 (s) = tempo di riverberazione di riferimento (0.5 s)
In questa fase progettuale, il calcolo dell'isolamento acustico dì facciata si effettua applicando la relazione fornita dalla UNI EN ISO 12354-3:2017, che calcola il relativo indice di valutazione:

$$D_{2m,nT} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10\log\frac{V}{6T_0S}$$

in cui:
R'_w = indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di facciata
ΔL_{fs} = termine correttivo che quantifica l'influenza della forma della facciata
V = volume interno del locale
T_0 = tempo di riverberazione di riferimento assunto pari a 0.5 s
S = superficie di facciata vista dall'interno
L'indice del potere fonoisolante apparente in facciata, si calcola tenendo conto di tutti gli elementi che la compongono, sommando gli indici di valutazione del potere fonoisolante di ciascun elemento costituente la facciata, distinguendo tra elementi considerati normali (murature e finestre) e dai piccoli elementi (prese aria, bocche di ventilazione con superficie inferiore a 1 m^2); la formula utilizzata è la seguente:

$$R'_w = -10\log\left(\sum_{i=1}^{n}\frac{S_i}{S}10^{\frac{-R'_{iw}}{10}} + \frac{A_0}{A}\sum_{i=1}^{n}10^{\frac{-D_{m,i}}{10}}\right) - K$$

in cui:
R_{iw} (dB) = indici di valutazione dei poteri fonoisolanti degli n elementi i che compongono la facciata
S_i (m^2) = superfici degli n elementi i che compongono la facciata
S (m^2) = superficie totale della facciata
A_0 (m^2) = area equivalente di assorbimento acustico di riferimento (pari a 10 m^2)
$D_{m,i}$ (dB) = isolamenti acustici normalizzati degli m piccoli elementi ì di facciata, e si calcolano utilizzando la seguente formula:

$$D_{m,i} = -10\log\left(\frac{S_i}{10}\right)$$

Il termine ΔL_{fs} dipende dalla forma della facciata, dall'assorbimento acustico delle superfici aggettanti (balconi) e dalla direzione del campo sonoro. La forma della facciata si individua su una sezione verticale della facciata in cui le eventuali barriere (parapetti di balconi, ecc., cfr figura seguente) sono indicate solo se a sezione piena; l'assorbimento w si riferisce all'indice di valutazione dell'assorbimento sonoro come definito dalla norma UNI EN ISO 11654. Il valore massimo per w (0,9) si applica anche qualora la superficie riflettente sopra la facciata sia assente. La direzione dell'onda sonora incidente, si caratterizza mediante l'altezza definita dall'intersezione tra la linea di veduta dalla sorgente ed il piano della facciata.
Per la schematizzazione e determinazione del contributo dato dalla forma di facciata si rimanda al Prospetto 6 della Norma UNI 11175:2021, nel caso specifico si considera pari a 0.
K è un coefficiente che tiene conto della trasmissione laterale, si assume pari a 0 per elementi di facciata non connessi e pari a 2 per elementi di facciata pesanti con giunti rigidi, nel caso in esame, anche se siamo in presenza di pareti leggere (a secco con massa superficiale < 100 kg/m^2) verrà assunto per sicurezza il valore pari a 2 mentre per le pareti su le facciate continue pari a 0.

Il potere fonoisolante della parete cieca è stimabile pari a 50 dB (muratura piena spessore minimo 300 mm).

L'isolamento di facciata, nonostante le buone prestazioni della tipologia di partizione scelta, è determinato

principalmente dalle prestazioni del sistema serramento/vetro.
In linea generale, sotto il profilo acustico, la tecnologia di un serramento è tanto migliore quanto più sono limitate le perdite di prestazione rispetto a quelle della sola componente vetrata.
In una struttura a vetrocamera a doppia o tripla lastra le lastre devono avere possibilmente spessore differente; incrementare lo spessore dell'intercapedine può comportare un beneficio acustico come l'introduzione di lastre stratificate (separate da un foglio in PVB).
La prestazione del serramento dipende, oltre che dal vetro, dal tipo di telaio e dalla sua permeabilità all'aria. Il serramento scelto deve offrire le migliori prestazioni di tenuta all'aria e quindi anche di fonoisolamento. La perdita di potere fonoisolante di cui il vetro risente a causa della permeabilità del serramento, nel migliore dei casi, è di circa 0 – 1 dB.
In prima analisi è quindi stimabile una prestazione minima degli infissi (telaio+vetrocamera) variabile da 38 dB a 42 dB, intervallo determinato sia dalla dimensione degli infissi e dalle facciate stesse oltre che dei volumi dei relativi ambienti. Le successive fasi di progettazione restituiranno prestazioni più dettagliate.
Tale valore è stato ottenuto per serramenti delle dimensioni effettive di progetto, pertanto la fornitura dovrà essere corredata da relativo certificato del produttore che riporti il dato di isolamento del combinato telaio+vetrocamera con le medesime dimensioni o in alternativa si dovrà valutare la variazione di potere fonoisolante in base alla normativa UNI/TR 11649:2012 sull'estendibilità del potere fonoisolante per serramenti e alla normativa UNI EN 14351-1:2016 di cui si ripota uno stralcio del prospetto B.3:

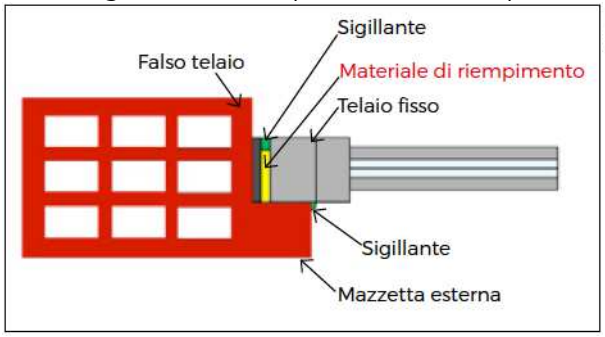
Area complessiva del serramento	**Valore R_w**
Dal -100% al +50% dell'area complessiva del	R_w e R_w+C_{tr}
Dal +50% al +100% dell'area complessiva del	R_w e R_w+C_{tr} – 1
Dal +100% al +150% dell'area complessiva del	R_w e R_w+C_{tr} – 2
> al 150% dell'area complessiva del provino	R_w e R_w+C_{tr} – 3

Si rammenta inoltre che l'estensibilità del potere fonoisolante può essere effettuata solo all'interno delle stesse famiglie omogenee oppure nel passaggio tra famiglie diverse qualora la variazione sia di tipo migliorativo (secondo quanto riportato nella UNI 11469).

La tipologia delle porte di ingresso (portoncini) dovrà essere scelta con caratteristiche da indice del potere fonoisolante R_w minimo 40 dB (Classe 4).

NOTE APPLICATIVE

- È fondamentale che il produttore del serramento garantisca le prestazioni relative alla tenuta d'aria del serramento globale, classificate secondo le classi di tenuta all'aria;
- oltre a seguire scrupolosamente le indicazioni di posa fornite dal produttore dei serramenti si raccomanda inoltre quanto segue:
  - nel nodo controtelaio muratura, il vuoto va riempito con malta non solo nei punti di zancatura, ma lungo tutto il perimetro;
  - è da preferirsi la realizzazione di mazzetta esterna rispetto alla posa in luce per limitare l'influenza di eventuali spifferi residui;
  - nella realizzazione e posa delle guarnizioni queste dovranno essere prive di rotture e per quanto possibile anche di discontinuità lungo tutto il perimetro del serramento;
  - tra falsa cassa e telaio è auspicabile inserire del materiale fibroso fonoassorbente o in alternativa nastri sigillanti autoespandenti a riempire completamente l'intercapedine;



  - nel caso di posa di cassonetti per avvolgibili, questi dovranno garantire idonea tenuta al rumore aereo (almeno pari a quella del serramento cui sono legati funzionalmente).

5.4. Caratteristiche acustiche interne

5.4.1. Definizioni

Si richiamano di seguito i principali termini e definizioni utilizzate per la presente valutazione.

- area di assorbimento equivalente di un ambiente (A):
  Area ipotetica di una superficie totalmente assorbente senza effetti di diffrazione che, se fosse il solo elemento assorbente dell'ambiente, determinerebbe lo stesso tempo di riverberazione dell'ambiente stesso. L'area di assorbimento equivalente di un ambiente si esprime in metri al quadrato (m^2) ed è determinata in conformità alla UNI EN ISO 354.
- area di assorbimento equivalente di un elemento (A_{obj}):
  Differenza tra l'area di assorbimento equivalente di un ambiente con e senza elemento (campione di prova). L'area di assorbimento equivalente di un ambiente si esprime in metri al quadrato (m^2) ed è determinata in conformità alla UNI EN ISO 354.
- coefficiente di assorbimento acustico (α_s):
  Area di assorbimento equivalente di un campione di prova divisa per l'area del campione medesimo.
- coefficiente di assorbimento acustico pratico (α_p):
  Valore del coefficiente di assorbimento acustico dipendente dalla frequenza basato su misurazioni effettuate per bande di terzo di ottava conformemente alla UNI EN ISO 354 e calcolato per bande di ottava conformemente alla norma UNI EN ISO 11654:1998.
- coefficiente di assorbimento acustico ponderato (α_w):
  Valore unico indipendente dalla frequenza uguale al valore della curva di riferimento a 500 Hz dopo la traslazione conformemente a quanto specificato nella norma 11654:1998. Permette di determinare in prima istanza il comportamento fonoassorbente medio del materiale.

Le caratteristiche fonoassorbenti (coefficienti di assorbimento acustico α, ad incidenza casuale) dei controsoffitti vengono misurate in laboratorio (in camera riverberante), mediante procedure indicate nella UNI EN ISO 354. Dalla misura si ricavano, per ogni materiale testato, 18 coefficienti di assorbimento acustico (α_s), uno per ogni banda di terzo d'ottava da 100 Hz a 5.000 Hz.
Per fini comparativi la valutazione sintetica dei dati misurati in laboratorio può essere effettuata utilizzando le procedure proposte nella UNI EN ISO 11654. I 18 valori (α_s) possono essere ridotti a 6 coefficienti di assorbimento acustico pratico (α_p), in bande di frequenza di ottava (da 125 Hz a 4.000 Hz). Questi a loro volta possono essere ricondotti ad un unico valore di assorbimento acustico ponderato (α_w) che caratterizza l'intero materiale. I valori di α_p e α_w devono essere arrotondati al valore 0,05 più vicino. Valori di αp maggiori di 1 devono essere indicati pari a 1.

5.4.2. Valore di riferimento del tempo di riverberazione

La norma UNI 113678:2023 introduce la determinazione del tempo di riverbero ottimale a seconda della destinazione degli ambienti attraverso la seguente formula (ambiente non occupato adibito al parlato):

$$T_{ott} = 0{,}32 \log (V) + 0{,}03 \text{ sec}$$

dove
V = volume dell'ambiente, in m^3

5.4.3. Descrittori acustici dell'intellegibilità acustica

Il Decreto CAM ha introdotto la verifica di ulteriori parametri (le Norme 11532:2018 e 11532:2020 definiscono i metodi di calcoli) per gli ambienti in cui l'intelligibilità del parlato rivestono un'importanza fondamentale (nel caso specifico auditorium, aule formative e area ricevimento): Indice di trasmissione del parlato (Speech Transmission Index, STI) e la Chiarezza della parola (C_{50}).

- Lo Speech Transmission Index (STI) o "indice di trasmissione del parlato" quantifica l'effetto combinato dell'interferenza del rumore di fondo e della riverberazione sull'intelligibilità del parlato, ossia rappresenta l'effetto del sistema di trasmissione, in questo caso l'ambiente, sull'intelligibilità del parlato. Si calcola come valore medio del rapporto segnale/disturbo apparente (S/N) in un campo di frequenze che sono ritenute importanti per la modulazione di inviluppo del segnale vocale. Nello specifico il valore limite è ≥ 0,6 relativo per gli ambienti adibiti al parlato.

La norma 11532-2:2020, per ambienti con volume < di 250 m^3, al posto del Speech Transmission Index (STI), introduce la Chiarezza della parola (C_{50}):

- La Chiarezza della parola (C_{50}) concerne la qualità della comunicazione tra due persone e la nitidezza del trasferimento di un discorso da un emittente a un ricevente. Questo parametro prende in esame

l'intervallo di tempo che intercorre tra l'emissione del suono diretto e la comparsa delle prime riflessioni, che hanno la caratteristica di rinforzare l'intensità del suono, al contrario delle riflessioni successive che possono essere percepite come fastidiose. Tale indice viene calcolato attraverso un bilancio energetico, confrontando l'energia sonora iniziale con quella successiva ad una soglia temporale definita in base al fine della misurazione. Nello specifico il valore limite ≥ 0 è relativo per gli ambienti adibiti al parlato.

5.4.4. Analisi progettuale degli ambienti

L'efficacia dei trattamenti fonoassorbenti ambientali è stimabile con la seguente relazione di Sabine:

$$T_R = 0.160 \frac{V}{A}$$

Dove:

T_R = tempo di riverbero s;

V = volume dell'ambiente m^3;

A = area equivalente di assorbimento acustico totale m^2 (coefficiente di assorbimento x superfici assorbenti).

Verranno quindi modellati i vari ambienti (soggetti al rispetto delle prestazioni in oggetto) e calcolate le varie combinazioni (tipologia di rifinitura, quindi di fonoassorbimento, e disposizione spaziale), al fine di raggiungere le migliori prestazioni acustiche, tale analisi è stata estesa anche ai locali di volume rilevante e particolarmente frequentati (condizione di calcolo forzo vocale "normale" UNI EN ISO 9921:2004 "Ergonomia - Valutazione della comunicazione verbale", pari a 65 dB(A), livello id pressione ad 1 metro).

5.5. Rumore prodotto da impianti a funzionamento continuo e discontinuo

Ai fini dell'analisi acustica del progetto preliminare, relativamente agli impianti, si riporta un paragrafo propedeutico alla corretta progettazione acustica che interesserà i successivi stati di progettazione.

I valori limite da normativa (nel caso specifico dei CAM) sono da verificarsi tramite misure effettuate in opera, e le misure devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato, il quale deve essere un ambiente diverso da quello in cui il rumore si genera.

Allo stato odierno non esistono metodologie di calcolo predittive per la rumorosità generata dagli impianti; la stima dei livelli di rumorosità prodotti dagli impianti tecnologici è estremamente problematica, poiché le variabili in gioco sono molteplici e i risultati sono spesso imprevedibili, causa la notevole difficoltà a sintetizzare aspetti quali materiali impiegati, posa in opera, caratteristiche dell'edificio. Per tale motivo è possibile soltanto definire una previsione quantitativa del fenomeno.

In mancanza di un dato previsionale, verranno descritti alcuni consigli di "buona tecnica" utili a contenere il fenomeno della trasmissione del rumore per Via strutturale, essendo questa la componente del rumore maggiormente significativa per quanto attiene gli impianti tecnologici.

Tali valori sono da verificarsi tramite misure effettuate in opera, e le misure devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato, il quale deve essere un ambiente diverso da quello in cui il rumore si genera.

Di seguito si riportano alcune indicazioni e le misure necessarie per la corretta posa in opera finalizzate al contenimento ed alla trasmissione del rumore proveniente dagli impianti.

5.5.1. Impianti idrosanitari (servizi a funzionamento discontinuo)

Per arginare la propagazione del rumore provocato dalle colonne di scarico bisogna mantenere basse le vibrazioni delle pareti del tubo contro ogni forza eccitante, evitandone cosi la propagazione all'edificio.

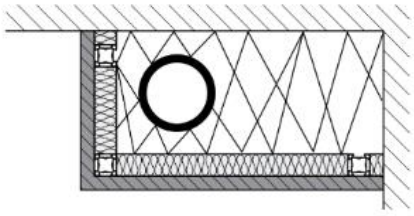
NOTE APPLICATIVE

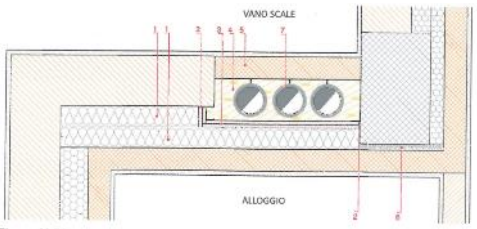
- utilizzare della tipologia di tubi con struttura del tipo a 3 strati o di tecnologia "silent";
- cambiamento di direzione della colonna al di sotto della soletta realizzando, in presenza di variazioni a 90°, tratti di smorzamento utilizzando due curve a 45° ed un tubo di lunghezza pari a due volte il diametro usato;
- Le cassette degli scarichi dei bagni non devono essere posizionate nelle pareti di separazione tra due diverse unità abitative. (realizzare cavedio tecnico);
- tutti i rubinetti dovranno essere dotati di elementi "rompi-getto";

- rivestire i tubi con del materiale morbido prima di essere annegati nel calcestruzzo;

- fissaggio dei tubi tramite l'utilizzo di collari corredati di kit fonoassorbente;

- installazione della colonna di scarico principale all'interno di un cavedio appositamente realizzato (spessore 170 mm. con sistema a varie lastre, sistemi a doppie lastre con strutture distinte, e materiale fonoassorbente all'interno).





ERRORI DA EVITARE

- Eventuali passaggi di impianti nei fianchi delle volte possono essere eseguiti previa "fasciatura" delle stesse tubazioni con materiale isolante, es. neoprene (sol B).

5.5.2. Impianti di climatizzazione (servizi a funzionamento continuo)

Normalmente un impianto di climatizzazione è costituito dalle seguenti parti:

- condotti di aspirazione dell'aria di rinnovo dall'esterno;
- unità di trattamento dell'aria, che di solito comprendono i ventilatori di mandata;
- condotti per la distribuzione dell'aria trattata agli ambienti (mandata);
- condotti per l'aspirazione dell'aria dagli ambienti e per lo scarico all'esterno (ripresa) con i ventilatori di ripresa;

Normalmente i ventilatori costituiscono le sorgenti più importanti ed il rumore generato si trasmette agli ambienti principalmente per Via aerea lungo i condotti, a partire sia dal ventilatore di mandata che a quello di ripresa. Sussistono, inoltre, sorgenti secondarie (ovvero punti di possibile irradiazione) lungo i condotti (curve, serrande, bocchette terminali): se l'impianto è ben progettato, queste generano potenze sonore inferiori a quelle dei ventilatori. Infine, ci può essere trasmissione di rumore per Via solida e fuoriuscite attraverso le pareti dei condotti (trasmissione laterale). Le possibilità d'intervento sono due: ridurre il livello di potenza sonora delle sorgenti o incrementare l'attenuazione tra sorgente e l'ambiente. Per l'attenuazione lungo i percorsi, è opportuno valutare l'eventuale adozione di silenziatori, l'incremento del potere fonoisolante delle pareti laterali dei condotti (per ridurre le sfuggite laterali) e l'impiego di supporti antivibranti (per ridurre la trasmissione per Via solida), oltre ad una opportuna progettazione del potere fonoisolante delle pareti degli spazi rumorosi. Per le sorgenti occorre distinguere tra ventilatori e sorgenti secondarie; per minimizzare il livello di potenza sonora dei ventilatori sarà necessario:

- evitare ventilatori che generino alti livelli di potenza sonora in condizioni nominali, specialmente a bassa frequenza (250 Hz); ciò significa preferire basse velocità di rotazione e grandi diametri di pale;
- i ventilatori dovranno funzionare in condizioni prossime a quelle nominali per avere la massima efficienza meccanica oltre che il minimo livello di potenza sonora;
- dovranno essere adottate modalità di installazione appropriate, affinché non si generino forti turbolenze in prossimità delle pale (e per non incrementare il livello di potenza), ed evitando di installare i ventilatori nei pressi di irregolarità del condotto (imboccature, curve, ecc.).

Per le sorgenti secondarie la soluzione principale per ridurre il livello di potenza sonora sarà quello di diminuire la velocità dell'aria lungo i condotti (una riduzione dell'aria pari al 12% garantisce una riduzione della potenza sonora generata pari a 4 dB).
Altri interventi consistono nell'evitare curve raccordate e strozzature troppo marcate. Particolare attenzione dovrà essere posta nella posa delle unità terminali (bocchette e diffusori), basandosi sui dati dei costruttori (che devono certificarli riferendoli alla condizione di funzionamento prevista nell'impianto in esame) o, se l'ottimizzazione acustica delle sorgenti non è sufficiente, aumentando l'attenuazione della rete dei condotti attraverso l'adozione di:

- aumentare il potere fonoisolante dei condotti, attraverso un rivestimento dall'esterno di uno strato resiliente (ad esempio lana minerale o schiuma di poliuretano);
- nei punti più "acusticamente" sensibili (come attraversamenti di locali ad uso di degenti, da specificare a progettazione definitiva), fasciatura finale di massa significativa (almeno 10 Kg/m^2), per ottenere un incremento di potere fonoisolante fino a 7 dB per frequenze fino a 2 Hz e di 10 dB per frequenze superiori;
- ai fini del contenimento delle emissioni date dalle stesse macchine che possono raggiungere locali sensibili attraverso l'impianto aria, verranno montate a bordo macchina sia sulle mandate che sulle riprese, idonei setti fonoassorbenti, tali da garantire livelli di immissione acustica (per esempio nelle bocchette di mandata e/o di recupero) nella norma.
- Infine, per ridurre la trasmissione per via solida sarà necessario:
- minimizzare l'energia trasmessa alle strutture adottando supporti antivibranti per i ventilatori (sarà premura della ditta fornitrice delle macchine determinare la tipologia degli antivibranti secondo le proprie caratteristiche costruttive);
- connessioni elastiche per le parti in movimento e le parti fisse;
- realizzazione di fissaggi con interposizione di materiali resilienti.

La progettazione impiantista meccanica nelle successive fasi dovrà essere sviluppata tenendo conto di quanto indicato.

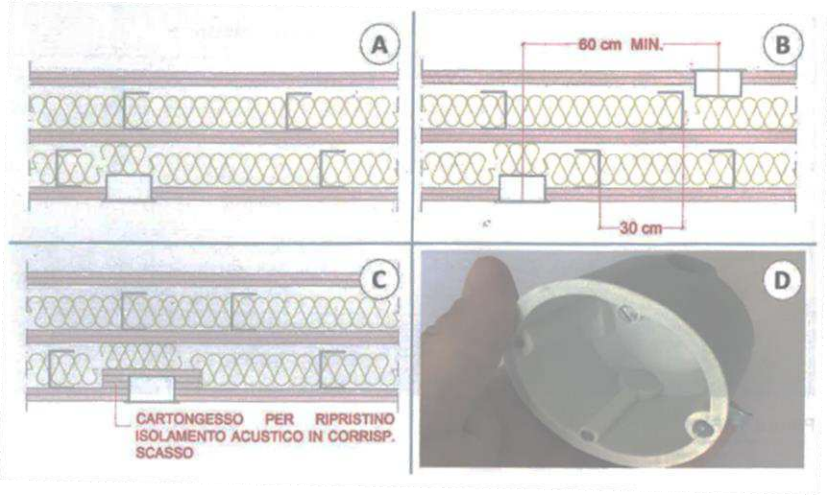
5.5.3. Impianti elettrici

NOTE APPLICATIVE – CASO DI STRUTTURE A "SECCO"

Le cassette elettriche e i quadri elettrici non dovranno essere posizionati sui due lati di una stessa parete in simmetria l'uno dell'altro, occorre che siano sempre presenti almeno uno o più strati intermedi non oggetto di scassi e fessure. In tal caso le scatolette elettriche possono essere realizzate con diversi accorgimenti, tra cui:

- realizzare scassi solamente da un lato della partizione (A);
- realizzare scassi su due lati, avendo cura che siano tra loro sfalsati di almeno 60 cm, così da avere interposto almeno un montante di sostegno del cartongesso e avendo all'interno materiale fibroso (B), realizzando i montanti stessi sfalsati per avere maggiore certezza che almeno un montante intercetti il rumore in ingresso dalla scatoletta;

- realizzare almeno da uno dei lati un ulteriore rivestimento della scatoletta con pezzi di lastra o gomma pesante (C);
- utilizzare scatolette acustiche, realizzate con plastiche additivate di inerti per aumentarne la massa e dotate di guarnizioni nei punti di passaggio dei cavi per limitare ogni fessura (D).



6. Valutazione previsionale impatto acustico

La valutazione di impatto acustico viene eseguita in fase di progettazione dell'opera allo scopo di verificarne la compatibilità acustica con il contesto in cui l'opera stessa andrà a collocarsi attraverso:

- la valutazione comparativa tra lo scenario stato di fatto (senza le opere o attività in progetto) e quello di progetto (con le opere o attività in progetto);
- la distinzione tra la quota di rumorosità indotta dalla sola opera o attività in progetto rispetto a quella generata dalle restanti sorgenti di rumore presenti sul territorio.

La Valutazione dovrà stabilire se la realizzazione della nuova opera (intesa come nuova costruzione o ampliamento di una esistente) e/o l'esercizio della nuova attività avverrà nel rispetto dei valori limite di immissione, sia assoluti che differenziali, nonché dei limiti di emissione fissati dalla normativa vigente. Qualora, ancora in fase progettuale, la valutazione dimostrasse un potenziale non rispetto anche di uno solo dei valori limite considerati, la documentazione dovrà comprendere l'individuazione delle misure e degli interventi necessari a riportare le emissioni e le immissioni entro i limiti di norma, la cui realizzazione costituirà condizione necessaria per il rilascio del provvedimento di autorizzazione all'utilizzo dell'opera e/o all'esercizio della nuova attività.

6.1. Sorgenti

Le sorgenti oggetto di studio nelle successive valutazioni (legate principalmente allo sviluppo del progetto impiantistico e meccanico) saranno di due tipologie:

- impianti meccanici per la climatizzazione (per la maggior parte centrali di produzione caldo/freddo, es. Pompe di calore) e unita di trattamento aria (es. VCM o UTA);
- attività stesse (es. laboratori artigianali, con relative emissioni dei macchinari per le lavorazioni).

Lo sviluppo progettuale acustico quindi verterà oltre alla scelta delle macchine con il minor livello di emissione acustica anche nella corretta collocazione (es. non a ridosso dei terzi ricettori) e, nei casi limite, anche alla progettazione di idonee opere di bonifica acustica (es. silenziatori e barriere) così da non intervenire a posteriori con soluzioni paesaggisticamente ed architettonicamente impattanti oltre che estremamente dispendiose.

6.2. Ricettori

I ricettori (intesi come strutture edilizie o aree esterne attrezzate per la permanenza di persone, legati allo stesso Borgo visto ricettori "esterni" sono troppo distanti per essere "interessati" dalle emissioni delle varie sorgenti poste all'interno dello stesso Borgo) oggetto delle analisi nelle successive fasi di progettazione sono tutti i possibili disturbati "esterni" ai soggetti serviti dalle varie sorgenti, es. i vicini di un'attività commerciale, come potrebbe essere un ristorante, disturbati sia dalle emissioni delle centrali per la climatizzazione e trattamento aria che dall'attività stessa (es. i clienti all'interno degli ambienti nel caso di soggetti confinati).

6.3. Rispetto dei limiti - Limiti di riferimento per la progettazione

Il limite di rumorosità più restrittivo nel caso specifico (e nella quasi totalità dei casi di inquinamento acustico) risulta il limite differenziale di immissione, valutato in ambiente abitativo a finestra aperta/chiusa, riferito al tempo di misura.

Obiettivo della progettazione acustica sarà quello di garantire, cautelativamente, il rispetto del criterio differenziale di immissione a finestra aperta, indipendentemente dal rumore residuo al ricettore.

Quanto sopra è verificato quando in facciata al recettore si hanno livelli sorgente L_S (contributo della sorgente specifica - UNI 10855:1999, comprensiva del contributo delle sorgenti precedentemente descritte) inferiori a:

- periodo diurno (06-22): 54 dB(A);
- periodo notturno (22-06): 43 dB(A).

Sotto tali condizioni si ottiene infatti la non applicabilità oppure il rispetto del criterio differenziale[4, 5].

Tali considerazioni sono svolte nell'ipotesi di funzionamento della macchina al 100% del carico; tale ipotesi sovrastimerebbe l'emissione sonora degli impianti tecnologici L_E (legata alla durata di accensione ed alla condizione di esercizio del macchinario), ma risulta coerente con la verifica del differenziale di immissione che deve essere eseguita rispetto alle condizioni d'esercizio più gravose della sorgente. Le valutazioni verranno svolte con i dati forniti dalle case produttrici.

Tali valori limite saranno quindi i punti di riferimento per la progettazione "acustica": in nessun modo dovranno essere superati!

7. Stima del grado di confidenza e conclusioni

Il grado di confidenza ipotizzabile per i calcoli previsionali effettuati, tenendo presente che le formule utilizzate sono di tipo empirico, è stimato pari a +/- 4%; in fase di collaudo sarà necessario verificare tramite misure in opera il rispetto dei valori limite, considerando che i valori misurati in opera possono discostarsi dai valori calcolati in via previsionale.

Le considerazioni precedentemente riportate, relativamente alle tipologie costruttive dei manufatti e ai materiali utilizzati partono dal requisito fondamentale di una posa in opera a regola d'arte; la non corretta posa in opera dei materiali o sistemi di isolamento acustico inficia in maniera determinante i risultati prevedibili in fase progettuale.
Oltre alle indicazioni generali di buona posa in opera sopra descritte, per l'intervento edificatorio in oggetto saranno individuate di volta in volta le soluzioni da adottare in accordo con la Direzione Lavori, in considerazione anche delle eventuali modifiche che potrebbero essere apportate per venire incontro alle richieste formulate dalla Committenza.

RACCOMANDAZIONI
Si consiglia infine che durante le varie fasi di realizzatone (cantierizzazione) e di esercizio, vengano effettuate sessioni di misura fonometrica, relativamente all'Impatto Acustico (relativamente ai Requisiti acustici passivi, il decreto CAM come anche la richiesta di agibilità ai sensi delle Linee Guida Regione Toscana 2017, il relativo collaudo acustico è obbligatorio!) al fine di poter garantire la veridicità delle ipotesi e delle tesi considerate oltre che poter intervenire per tempo nelle situazioni acusticamente più "delicate".

N.B.
Relativamente alla fase di cantiere, dovrà essere richiesta (secondo le tempistiche opportune) deroga acustica all'amministrazione (Comune di Cavriglia, AR), relativamente alle lavorazioni particolarmente rumorose, tale procedura dovrà essere eseguita da parte delle ditte esecutrice in relazione anche alla valutazione acustica che verrà predisposta secondo le lavorazioni, il cronoprogramma e le macchine realmente operatrici in cantiere.

[4] A. Di Bella, F. Fellini, M. Tergolina, R. Zecchin, Metodi per l'analisi di impatto acustico di installazioni impiantistiche per il condizionamento e la refrigerazione, Atti Seminario AIA-GAA "Immissioni di rumore e vibrazioni da impianti civili e stabilimenti industriali", Ferrara, 12/6/2002, pagg. 51-71, 2002.

[5] F. Borchi, S. Luzzi, F. Miniati. "Metodologia per la valutazione previsionale di impatto acustico dei parchi eolici". AIA 41° Convegno Nazionale, Pisa 17-19 giugno 2014.