

# REALIZZAZIONE DI UN OSPEDALE DI COMUNITA' SITUATO IN VIA STRASBURGO, LOC. BOMBA, COMUNE DI CAVRIGLIA (AR)



## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA "RAFFORZATO"



**COMMITTENTE:**

AZIENDA USL TOSCANA SUD EST



**PROGETTISTA INCARICATO RESPONSABILE INTEGRAZIONE ATTIVITA' SPECIALISTICHE:**

ING. GIOVANNI CARDINALE

**DIRETTORI TECNICI:**

ING. VALENTINA CARDINALE - Coordinamento operativo

ING. MATTEO GESTRI - Impianti e Acustica

**COLLABORATORI AL PROGETTO:**

LETIZIA MAGHERINI - Architettura

LAURA BENETTI - Project Engineer

ANDREA GIUNTI - Impianti meccanici

ALESSIO COMPARINI - Impianti elettrici

AGOSTINO SACCONI - Rilievi laser scanner

GIOACCHINO GUALTIERI - Visual Artist

**COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

ING. GIOVANNI CARDINALE

### OGGETTO:

Requisiti acustici passivi

**NOME FILE**

C22079\_PF\_RL02\_R1

**NUMERO ELABORATO**

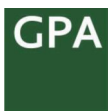
**NUMERO PRATICA**

SCALA

**C22079**

**RL02**

REV.	DATA	ESEG.	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE
R0	30/09/2023	SS	VC	GC	EMISSIONE
R1	23/03/2023	SS	VC	GC	REVISIONE 1




ARCHITECTURE  
ENGINEERING  
PROJECT MANAGEMENT  
CONSULTING

GPA srl - Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87 - 52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 F. 055.9110878 pec Info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 F. 055.46829215 e-mail Info@gpapartners.com


www.gpapartners.com

AZIENDA CON SISTEMA DI  
GESTIONE QUALITA'  
CERTIFICATO DA DNV GL  
=ISO 9001=

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	<b>RELAZIONE ACUSTICA          OSPEDALE DI COMUNITA' DI          CAVRIGLIA</b>	Pag.1 di 24
		Revisione 01 Data 23/03/2023

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. LEGISLAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. LIMITI DI RUMOROSITÀ.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Requisiti acustici passivi D.P.C.M. 5 dicembre 1997.....</b>	<b>4</b>
<b>3.2 I criteri ambientali minimi (C.A.M.) .....</b>	<b>5</b>
<b>4. POTERE FONOISOLANTE APPARENTE <math>R'_w</math>.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1 Parete divisoria tra unità immobiliari distinte 118 – ufficio adiacente diversa U.I. ....</b>	<b>7</b>
<b>4.2 Solaio divisorio tra unità immobiliari distinte 118 – ambiente sottostante diversa U.I. ....</b>	<b>8</b>
<b>5. ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO <math>D_{nT,w}</math>.....</b>	<b>9</b>
<b>5.1 Parete Tipo 1 .....</b>	<b>9</b>
<b>5.1.1 Parete di separazione degente tipo (testaletto) locali Primo Piano 114 – 116 .....</b>	<b>9</b>
<b>5.2 Parete Tipo 2.....</b>	<b>10</b>
<b>5.2.1 Parete di separazione degenze tipo (lato bagni) locali Primo Piano 112 – 114.....</b>	<b>10</b>
<b>5.2.2 Parete separazione ambienti uffici Piano Primo 121 - 122 .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.1 Parete separazione ambienti uffici Piano Primo 121 - 122 .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Solaio interpiano di separazione ambienti (Comune a tutti i piani) 101 P.P – 001 P.T. 12</b>	
<b>2. INDICE DI VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO NORMALIZZATO <math>L'_{n,w}</math> .....</b>	<b>13</b>
<b>3. INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA <math>D_{2m,nT,w}</math> .....</b>	<b>14</b>
<b>4. RUMORE PRODOTTO DA IMPIANTI A FUNZIONAMENTO CONTINUO E DISCONTINUO</b>	<b>16</b>
<b>4.1 Impianti idrosanitari (servizi a funzionamento discontinuo) .....</b>	<b>17</b>
<b>4.2 Ascensori (servizio a funzionamento discontinuo).....</b>	<b>18</b>
<b>4.3 Impianti di climatizzazione (servizi a funzionamento continuo).....</b>	<b>19</b>
<b>5. IMPATTO ACUSTICO CENTRALE DI CLIMATIZZAZIONE.....</b>	<b>20</b>
<b>5.1 Riferimenti legislativi e normativi .....</b>	<b>20</b>
<b>5.2 Limiti di rumorosità .....</b>	<b>21</b>
<b>5.2.1 Piano classificazione acustica Comune di Cavriglia .....</b>	<b>21</b>

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	<b>RELAZIONE ACUSTICA          OSPEDALE DI COMUNITA' DI          CAVRIGLIA</b>	Pag.2 di 24
		Revisione 01 Data 23/03/2023

<b>5.2.2</b>	<b><i>Differenziale di immissione (applicabile in ambiente abitativo)</i></b> .....	<b>22</b>
<b>5.3</b>	<b><i>Sorgenti</i></b> .....	<b>22</b>
<b>5.4</b>	<b><i>Ricettori</i></b> .....	<b>22</b>
<b>5.5</b>	<b><i>Rispetto dei limiti</i></b> .....	<b>23</b>
<b>5.5.1</b>	<b><i>Ipotesi di calcolo</i></b> .....	<b>23</b>
<b>5.5.2</b>	<b><i>Stima dei livelli sonori attesi</i></b> .....	<b>23</b>
<b>5.5.3</b>	<b><i>Valore limite di emissione</i></b> .....	<b>24</b>
<b>5.5.4</b>	<b><i>Valore limite di immissione assoluto</i></b> .....	<b>24</b>
<b>6.</b>	<b>STIMA DEL GRADO DI CONFIDENZA E GIUDIZIO CONCLUSIVO</b> .....	<b>24</b>

Firenze, settembre 2022 Agg. Marzo 2023



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. Toscana - Ex N° 79 Elenco TCAA Prov. Firenze (atto dir. Prov. FI n. 3451 05/11/2003)

**GPA srl**

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec [info@pec.gpaingegneria.com](mailto:info@pec.gpaingegneria.com)

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail [info@gpapartners.com](mailto:info@gpapartners.com)

[www.gpapartners.com](http://www.gpapartners.com)

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	<b>RELAZIONE ACUSTICA          OSPEDALE DI COMUNITA' DI          CAVRIGLIA</b>	Pag.3 di 24
		Revisione 01 Data 23/03/2023

## 1. PREMESSA

Il presente documento relativo all'Analisi dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici viene redatto nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica delle opere pubbliche (PFTE) relativo alla trasformazione di un edificio pubblico di recente costruzione in Ospedale di comunità secondo il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, Missione 6 "Salute", nel rispetto di quanto previsto dal D.M. 71 al Capitolo 5, via Strasburgo, Località Bomba, Cavriglia (AR).

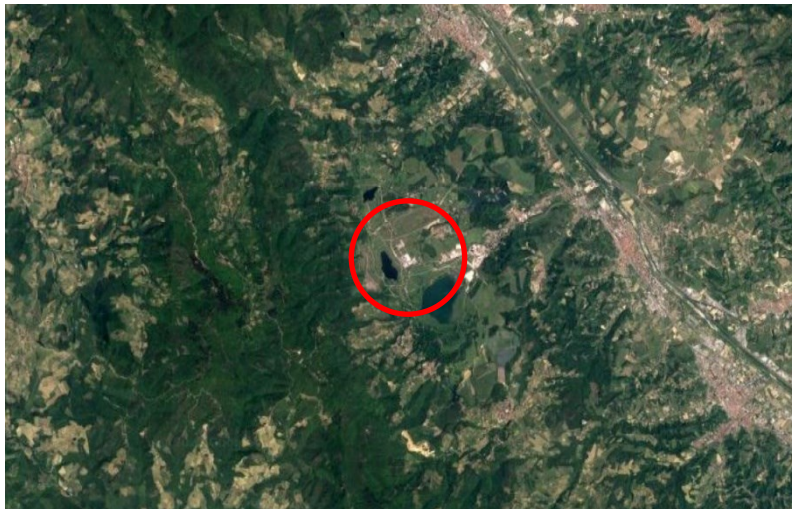


Figura 1 - Immagine della zona con evidenziata la zona di studio

Per ulteriori approfondimenti sull'architettura, l'impiantistica e la parte strutturale si rimanda alle stevole specifiche del progetto definitivo, elaborato da GPA Partners srl.

Si fa presente che tutte le analisi degli elementi edilizio dello stato attuale e non soggetto a modifiche fanno riferimento al progetto esecutivo<sup>1</sup> e ad una corretta realizzazione in fase di costruzione; si consiglia comunque una sessione fonometriche di verifica per validare le ipotesi di calcolo.

## 2. LEGISLAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO


Per la valutazione dei valori limite di emissione ed immissione si è fatto riferimento alla legislazione seguente:

- Legge n. 447 del 26/10/1995 "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. Decreto 11 ottobre 2017. "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici (§ 2.3.5.6 Comfort acustico)";

ed alla seguente normativa tecnica:

- UNI 11367:2023. Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera.
- UNI 11532:2014 (ritirata). Acustica in edilizia - Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati.

<sup>1</sup> Progetto esecutivo dell'incubatore di imprese e sistemazione esterne nell'area industriale in località Bomba, Comune di Cavriglia (AR), Progettista Dott. Ing. Giovanni Cardinale, GPA Ingegneria s.r.l.

 ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	<b>RELAZIONE ACUSTICA          OSPEDALE DI COMUNITA' DI          CAVRIGLIA</b>	Pag.4 di 24
		Revisione 01 Data 23/03/2023

- UNI 11532-1:2018. Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione - Parte1: Requisiti generali.
- UNI/TR 11469:2012. Acustica - Estendibilità del potere fonoisolante per serramenti.
- 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.
- 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 8199:2016. Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti

### 3. LIMITI DI RUMOROSITÀ

#### 3.1 *Requisiti acustici passivi D.P.C.M. 5 dicembre 1997*

Il D.P.C.M. 5/12/97 determina i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera. La legislazione suddetta fissa i valori minimi di isolamento acustico in riferimento ai seguenti requisiti:

- indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari,  $R'_w$ ;
- indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti e/o adiacenti appartenenti a differenti unità immobiliari,  $L'_{nw}$ ;
- indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata,  $D_{2m,nT,w}$ ;
- livello sonoro corretto immesso in una unità immobiliare da impianti a funzionamento continuo ( $L_{ic}$ ;  $L_{Aeq}$ ) a servizio di unità immobiliari diverse;
- livello sonoro corretto immesso in una unità immobiliare da impianti a funzionamento discontinuo ( $L_{id}$ ;  $L_{ASmax}$ ) a servizio di unità immobiliari diverse.

Il Decreto prevede inoltre 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 precedentemente richiamate devono essere confrontati con i valori limite fissati dal D.P.C.M. 05/12/1997 (Tab. 1), ove applicabili, infatti trattandosi di unità immobiliari distinte (edificio ospedaliero) l'unica grandezza acustica "normata" è l'isolamento acustico normalizzato di facciata

Categoria	Parametro				
	R' <sub>w</sub>	L' <sub>nw</sub>	D <sub>2m,nT,w</sub>	L <sub>ic</sub> ; L <sub>Aeq</sub>	L <sub>id</sub> ; L <sub>ASmax</sub>
categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili (degenze)	≥ 55	≤ 58	≥ 45	≤ 25	≤ 35
categoria B: edifici adibiti ad uffici o assimilabili (ambulatori e uffici)	≥ 50	≤ 55	≥ 42	≤ 35	≤ 35

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

### 3.2 I criteri ambientali minimi (C.A.M.)

Con l'emanazione del Decreto 11 Gennaio 2017, "Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili", meglio conosciuto come Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.), sono stati introdotti i seguenti requisiti (al punto 2.3.5.6, comfort acustico) 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

Descrittore	Classe II
Isolamento di facciata D <sub>2m,nT,w</sub> [dB]	≥ 40
Isolamento ai rumori tra unità immobiliari R' <sub>w</sub> [dB]	≥ 53
Livello di rumori da calpestio L' <sub>n,w</sub> [dB]	≤ 58
Livello di rumore impianti continui L <sub>ic</sub> [dBA]	≤ 28
Livello di rumore impianti discontinui L <sub>id</sub> [dBA]	≤ 33

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

- Nella norma UNI 11367:2023 "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera" che sostituisce la UNI 11367:2010, nell'appendice B "Criteri di misurazione e di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi di una unità immobiliare" alla nota in fondo viene riportato che "I valori di riferimento indicati nel prospetto B.1 non si applicano nel caso di partizioni dotate di accessi o aperture verso spazi distributivi interni orizzontali o verticali destinati esclusivamente al transito degli utenti di una stessa unità immobiliare (corridoi, anditi, passaggi, ecc.)."
- nel caso in cui l'edificio sia un ospedale, una casa di cura o una scuola, i requisiti acustici passivi devono soddisfare il livello di "prestazione superiore" riportato nell'Appendice A della norma UNI 11367

Descrittore	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ [dB]	$\geq 43$
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, $R'_w$ [dB]	$\geq 56$
Descrittore del livello di pressione sonora di calpesto normalizzato tra ambienti di differenti unità immobiliari, $L'_{n,w}$ [dB]	$\leq 53$
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, $L_{ic}$ in ambienti diversi da quello di installazione [dB(A)]	$\leq 28$
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, $L_{id}$ in ambienti diversi da quello di installazione [dB(A)]	$\leq 34$
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	$\geq 55$
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni i fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	$\geq 50$
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $L'_{n,w}$ [dB]	$\leq 53$

- Il 6 agosto è uscita sulla Gazzetta ufficiale il nuovo 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”; nel punto 2.4.11 (Prestazioni e comfort acustici Criterio) viene riportato “. . . 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 Isolamento di facciata  $D_{2m,nT,w} \geq 45$  dB per le degenze e  $D_{2m,nT,w} \geq 42$  dB per gli uffici e assimilabili.

#### 4. POTERE FONOISOLANTE APPARENTE $R'_w$

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

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

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 a secco e caso di strutture pesanti, tratti dal manuale tecnico “Specialist services - Health Technical - Memorandum 08-01: Acoustics - Department of Health (UK)”: nelle ascisse viene indicata la superficie 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 segmento identificativo del calcolo per la determinazione dell'isolamento acustico,  $D_{nT,w} = R_w - X$  dB.

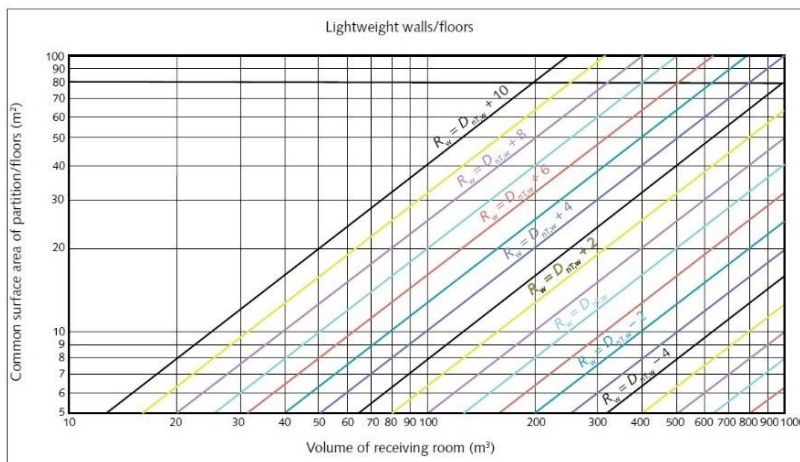


Figura 2 – Grafico determinazione  $R_w$  da  $D_{nT,w}$  per elementi edilizi leggeri (es. strutture a secco, in cartongesso)

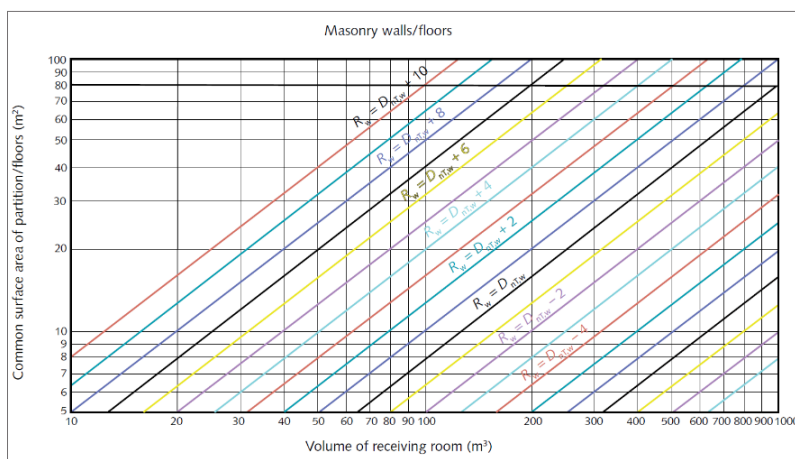


Figura 3 – Grafico determinazione  $R_w$  da  $D_{nT,w}$  per elementi edilizi pesanti (es. strutture in laterizio)

#### 4.1 Parete divisoria tra unità immobiliari distinte 118 – ufficio adiacente diversa U.I.

La parte divisoria (progettata e realizzata in laterizio da 300 mm. con controparte a doppia lastra con struttura da 50 mm. con materiale isolante all'interno), da confronto con strutture similari<sup>2</sup>, risulta avere un potere fonoisolante ( $R_w$ ) pari a 63 dB.

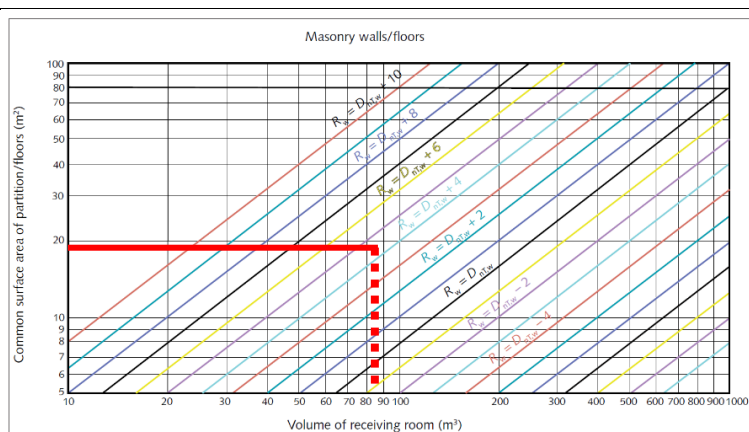
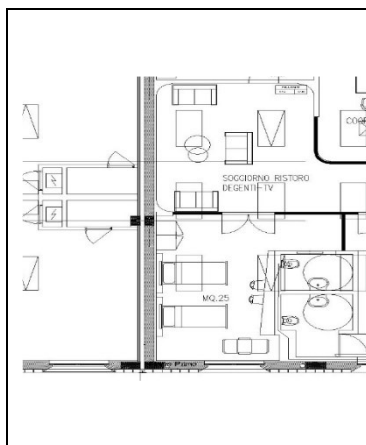
Superficie separazione ambiente emittente e ricevente  $\approx 18,4 \text{ m}^2$

Volume ambiente ricevente  $\approx 85,0 \text{ m}^3$

$$10 \log \left( 3,125 \left( \frac{S}{V} \right) \right) = -1,7 \text{ dB}$$

<sup>2</sup> Rapporto di prova n. 223360 rilasciato da Istituto Giordano





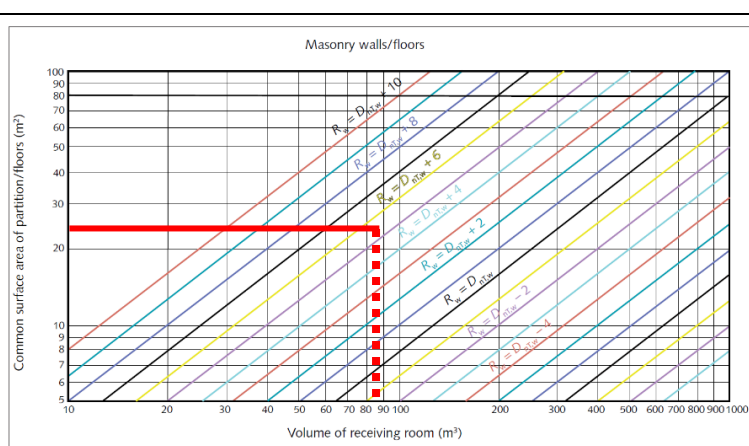
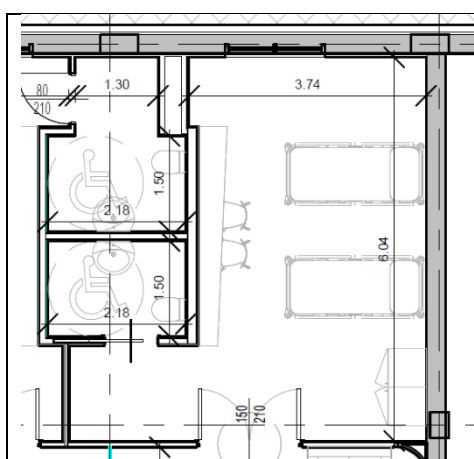
Risulta quindi:

$$R'_w = D_{nT,w} + 10 \log \left( 3,125 \left( \frac{S}{V} \right) \right) = R_w - X + 10 \log \left( 3,125 \left( \frac{S}{V} \right) \right) = 63 - 5 - 1,7 \text{ dB} \approx 56 \text{ dB}.$$

Il valore risultante  $R'_w = 56 \text{ dB}$  è in linea alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti di diverse unità immobiliari (minimo 56 dB).

#### 4.2 Solaio divisorio tra unità immobiliari distinte 118 – ambiente sottostante diversa U.I.

Il solaio esistente è stato realizzato con struttura a Predalles, spessore 300 mm., tappetino anticalpestio da 22 mm. e rigidità dinamica 20 MN/m<sup>3</sup> e sovrastante un massetto in cls da 48 mm. ed un massetto in malta di cemento da 30 mm., la prestazione fonoisolante del solaio strutturale “nudo” (massa superficiale minima 400 kg/m<sup>3</sup>) è pari a 52 dB<sup>3</sup>, il contributo al potere fonoisolante dato dal pacchetto del massetto alleggerito e portapavimento (massa superficiale pari a 120 kg/m<sup>2</sup>) con tappetino anticalpestio è pari a 11 dB<sup>4</sup>, il potere fonoisolante risulta pari a 63 dB; non è stato considerato l'eventuale contributo dato dal controsoffitto all'intradosso.



<sup>3</sup>  $R_w = 20 \log(m')$  dB, dove  $m'$  = massa superficiale in kg/m<sup>2</sup>

<sup>4</sup> Per determinare il contributo al potere fonoisolante è necessario determinare la frequenza  $f_0 = 160 \sqrt{s' \left( \frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$ , dove  $s'$  = rigidità dinamica del materiale resiliente [MN/m<sup>3</sup>],  $m'_1$  = massa superficiale della struttura di base [kg/m<sup>2</sup>] e  $m'_2$  = massa superficiale dell'elemento di rivestimento [kg/m<sup>2</sup>],  $f_0 = 74 \text{ Hz}$ , dalla tabella del prospetto D.1 UNI EN ISO 12354-1:2017 è possibile determinare il contributo  $\Delta R_w = 74,4 - 20 \log(f_0) - \frac{R_w}{2} = 74,4 - 37,4 - 26 \approx 11 \text{ dB}$

Superficie separazione ambiente emittente e ricevente  $\approx 24,9 \text{ m}^2$

Volume ambiente ricevente  $\approx 85,0 \text{ m}^3$

$$10 \log \left( 3,125 \left( \frac{S}{V} \right) \right) = -0,4 \text{ dB}$$

Risulta quindi:

$$R'_w = D_{nT,w} + 10 \log \left( 3,125 \left( \frac{S}{V} \right) \right) = R_w - X + 10 \log \left( 3,125 \left( \frac{S}{V} \right) \right) = 63 - 6 - 0,4 \text{ dB} \approx 56 \text{ dB}.$$

Il valore risultante  $R'_w = 56 \text{ dB}$  è in linea alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti di diverse unità immobiliari (minimo 56 dB).

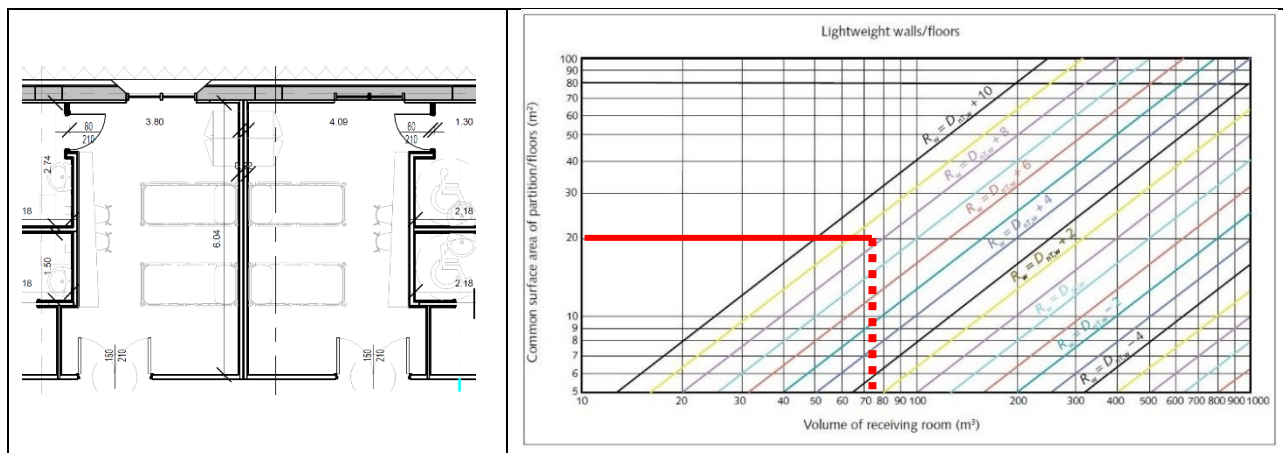
## 5. ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO $D_{nT,w}$

Per la determinazione dell'isolamento acustico verranno utilizzate le tabelle grafiche come da paragrafo 4.

### 5.1 Parete Tipo 1

La parete divisoria si maggiore sviluppo (divisoria tra ambienti destinati a degenza) verrà realizzata con struttura a secco, tipologia a 5 lastre, con doppia struttura in metallica da 75 mm., all'interno pannelli isolanti in lana di vetro spessore 75 mm., doppia lastra di rivestimento e lastra interna tra i montati (tipologia standard). L'indice di valutazione del potere fonoisolante ( $R_w$ ) della parete è stimato non inferiore a 64 dB<sup>5</sup>.

#### 5.1.1 Parete di separazione degente tipo (testaletto) locali Primo Piano 114 – 116



Superficie separazione ambiente emittente e ricevente  $\approx 20,6 \text{ m}^2$

Volume ambiente ricevente  $\approx 76 \text{ m}^3$

Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 9 \text{ dB} = 64 - 9 \text{ dB} = 55 \text{ dB}.$$

Il valore risultante  $D_{nT,w} = 55 \text{ dB}$  è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).

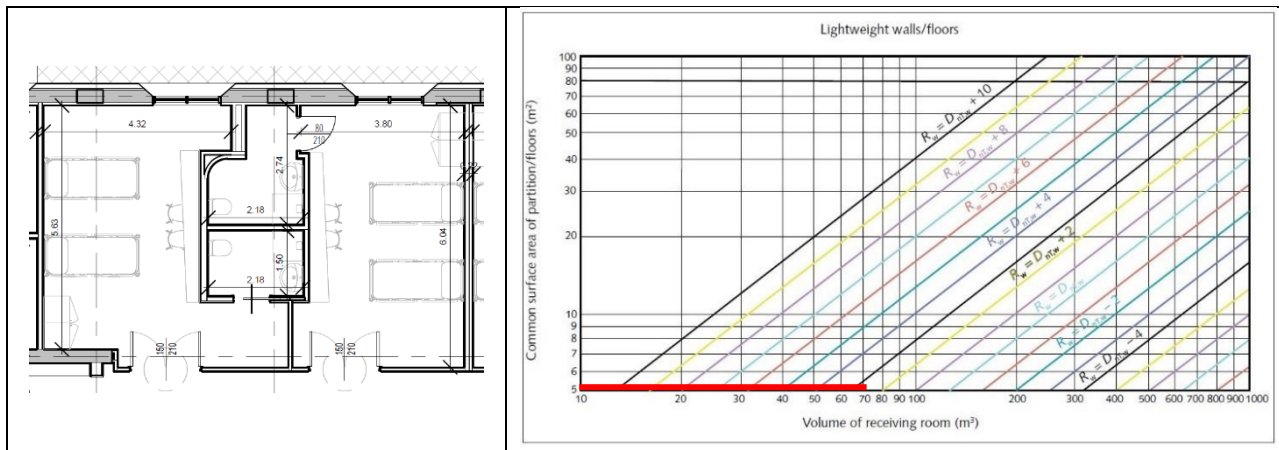
<sup>5</sup> Scheda tecnica di sistema Gyproc SAD5 215/75

## 5.2 Parete Tipo 2

La parete divisoria verrà realizzata con struttura a secco, tipologia a 4 lastre, con doppia struttura in metallica da 50 mm., all'interno pannelli isolanti in lana di vetro spessore 50 mm. e doppia lastra di rivestimento (tipologia standard).

L'indice di valutazione del potere fonoisolante ( $R_w$ ) della parete è stimato non inferiore a 63 dB<sup>6</sup>.

### 5.2.1 Parete di separazione degenze tipo (lato bagni) locali Primo Piano 112 – 114



Superficie separazione ambiente emittente e ricevente  $\approx 4,9 \text{ m}^2$

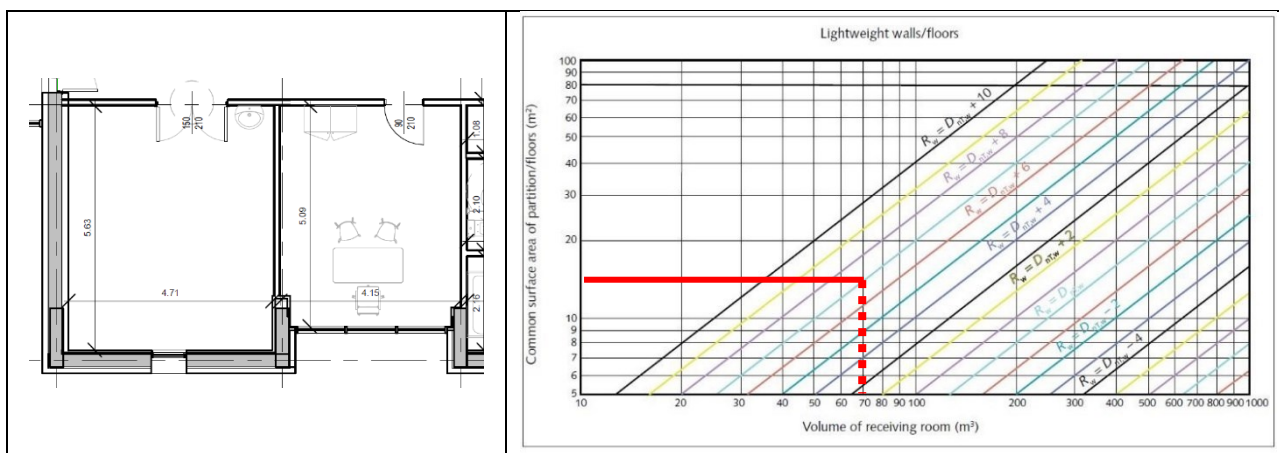
Volume ambiente ricevente  $\approx 76 \text{ m}^3$

Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 9 \text{ dB} = 63 - 5 \text{ dB} = 58 \text{ dB.}$$

Il valore risultante  $D_{nT,w} = 58 \text{ dB}$  è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).

### 5.2.2 Parete separazione ambienti uffici Piano Primo 121 - 122



Superficie separazione ambiente emittente e ricevente  $\approx 15 \text{ m}^2$

Volume ambiente ricevente  $\approx 71 \text{ m}^3$

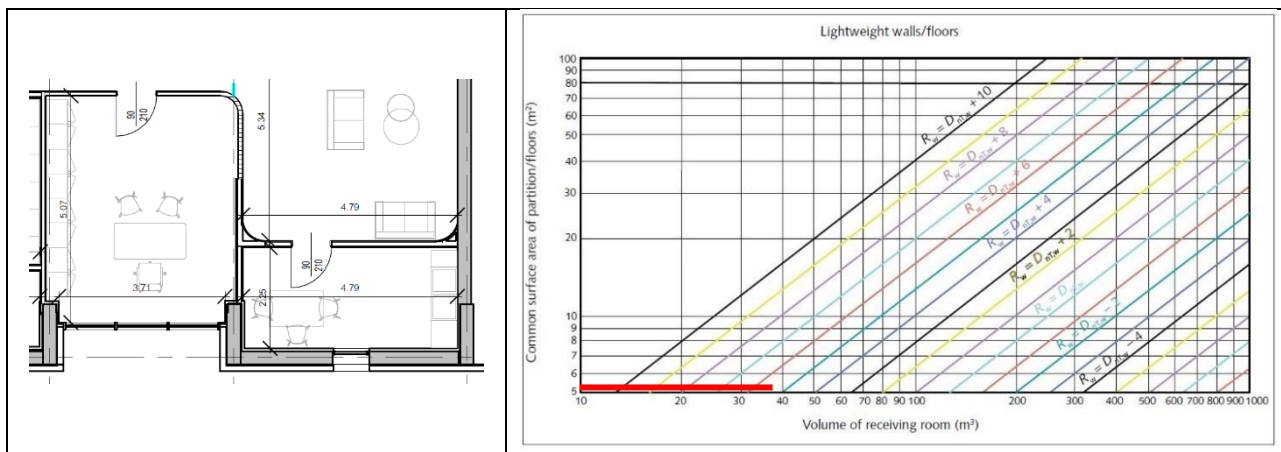
Risulta quindi:

<sup>6</sup> Rapporto di prova n. 222355 del 23/02/2007 rilasciato da Istituto Giordano

$$D_{nT,w} = R_w - 7 \text{ dB} = 63 - 7 \text{ dB} = 56 \text{ dB.}$$

Il valore risultante  $D_{nT,w} = 56 \text{ dB}$  è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).

### 1.1.1 Parete separazione ambienti uffici Piano Primo 121 - 122



Superficie separazione ambiente emittente e ricevente  $\approx 4 \text{ m}^2$

Volume ambiente ricevente  $\approx 37 \text{ m}^3$

Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 6 \text{ dB} = 63 - 6 \text{ dB} = 57 \text{ dB.}$$

Il valore risultante  $D_{nT,w} = 57 \text{ dB}$  è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare (minimo 50 dB).

#### N.B.

**Tutti i calcoli sono stati eseguiti nella condizione che gli elementi edilizi (nel caso specifico pareti a secco) non siano soggetti a forature per il passaggio e relativo montaggio impianti (elettrici e meccanici), si rimanda alle proposte di sotto riportati raccomandando una corretta ed attenta posa in opera.**

### INDICAZIONI PER UNA CORRETTA INSTALLAZIONE

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 scatola 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).

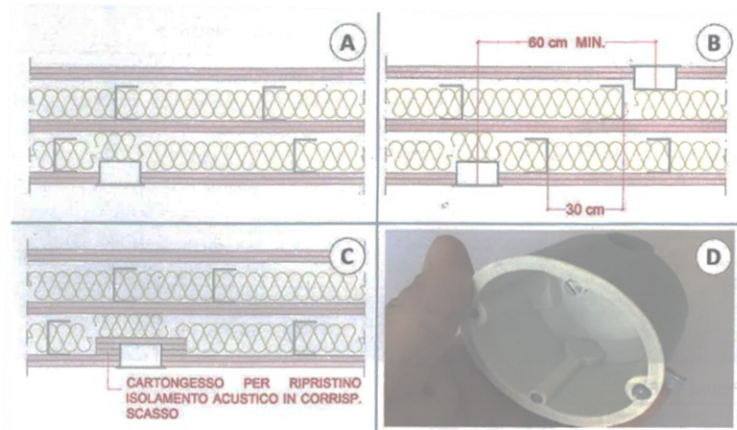


Figura 4 – Soluzioni per il posizionamento delle scatole elettriche su parete a secco

## 1.2 Solaio interpiano di separazione ambienti (Comune a tutti i piani) 101 P.P – 001 P.T.

Potere fonoisolante ( $R_w$ ) pari a 63 dB, come da paragrafo 4.2.

Superficie separazione ambiente emittente e ricevente  $\approx 16 \text{ m}^2$

Volume ambiente ricevente  $\approx 76 \text{ m}^3$

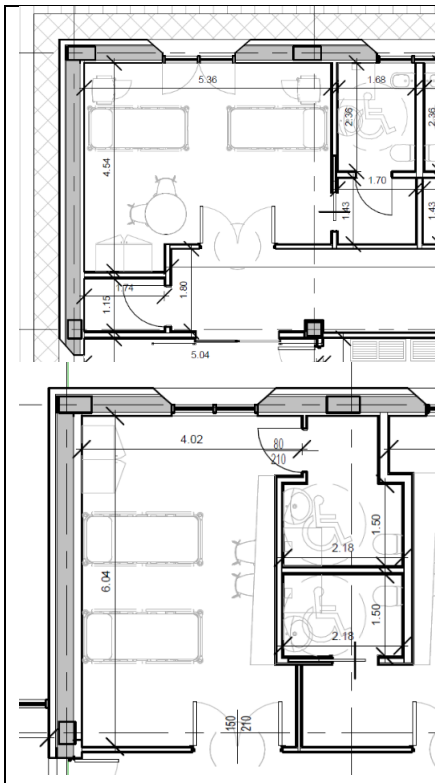
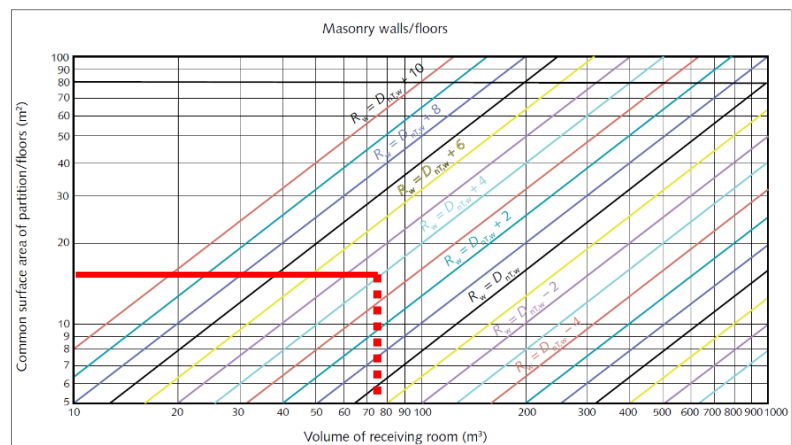



Figure 11 Calculation of  $R_w$  from  $D_{nT,W}$  for masonry constructions



 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	<b>RELAZIONE ACUSTICA          OSPEDALE DI COMUNITA' DI          CAVRIGLIA</b>	Pag.13 di 24
		Revisione 01 Data 23/03/2023

Risulta quindi:

$$D_{nT,w} = R_w - 4 \text{ dB} = 63 - 4 \text{ dB} = 59 \text{ dB.}$$

Il valore risultante  $D_{nT,w} = 59 \text{ dB}$  è superiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare (minimo 55 dB).

## 2. INDICE DI VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO NORMALIZZATO

$L'_{n,w}$

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, la seguente analisi riguarda il solaio esistente oggetto solo di nuova rifinitura (nello specifico Linoleum per gli ambienti corpo esistente).



Figura 5 – Estratto immagini dei saggi eseguiti per la verifica della presenza del tappetino nel corpo esistente

Il metodo semplificato, applicabile nell'intervallo da  $100 \text{ kg/m}^2$  a  $600 \text{ kg/m}^2$ , 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, nel caso in esame  $400 \text{ kg/m}^2$ ;

$m_0$  = massa di riferimento pari a  $1 \text{ kg/m}^2$ .

Sviluppando i calcoli si ottiene:

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \log \left( \frac{400}{1} \right) = 164 - 91 \cong 73 \text{ dB}$$


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:

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

dove:

$\Delta L_w$  = 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.

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	<b>RELAZIONE ACUSTICA          OSPEDALE DI COMUNITA' DI          CAVRIGLIA</b>	Pag.14 di 24
		Revisione 01 Data 23/03/2023

Il valore correttivo (K) varia in funzione della massa superficiale media degli elementi laterali omogenei, non ricoperti da rivestimenti resilienti, e della massa superficiale del solaio di separazione. Nel caso in esame viene stimato cautelativamente pari a 4 dB (norma UNI 11175:2021 - prospetto 5).

L'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio ( $\Delta L_w$ ), è ottenuta con la posa del pavimento galleggiante, è funzione della rigidità dinamica del materassino anticalepestio suddetto ( $s' = 20 \text{ MN/m}^3$ ) e della massa superficiale del massetto ( $m'$  circa  $120 \text{ kg/m}^2$ ). L'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio ( $\Delta L_w$ ) viene determinato attraverso la seguente relazione:

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

Quindi=

$$\Delta L_w = 13 \log(120) - 14,2 \log(20) + 20,8 = 27,1 - 18,5 + 20,8 = 29,7 \approx 29 \text{ dB}$$

Si ottiene quindi,  $L'_{n,w} = 77 - 29 + 4 = 52 \text{ dB}$ , valore inferiore alla prestazione superiore secondo l'Appendice A della norma UNI 11367 per ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare (massimo 53 dB).

### 3. INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA $D_{2m,nT,w}$

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  $45^\circ$  ( $L_{1,2m}$ ) 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:

$D_{2m} = L_{1,2m} - L_2$  (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 di facciata si effettua applicando la relazione fornita dalla UNI 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

$\Delta L_{fs}$  = termine correttivo che quantifica l'influenza della forma della facciata

$V$  = volume interno del locale

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	<b>RELAZIONE ACUSTICA          OSPEDALE DI COMUNITA' DI          CAVRIGLIA</b>	Pag.15 di 24
		Revisione 01 Data 23/03/2023

$T_0$  = 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 aerea, bocche di ventilazione con superficie inferiore a 1 m<sup>2</sup>); 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<sup>2</sup>) = superfici degli n elementi i che compongono la facciata

S (m<sup>2</sup>) = superficie totale della facciata

$A_0$  (m<sup>2</sup>) = area equivalente di assorbimento acustico di riferimento (pari a 10 m<sup>2</sup>)

$D_{m,i}$  (dB) = isolamenti acustici normalizzati degli m piccoli elementi i di facciata, e si calcolano utilizzando la seguente formula:

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

Il termine  $\Delta L_{fs}$  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<sup>2</sup>) verrà assunto il valore pari a 2.

I valori fonoisolanti ( $R_w$ ) dei serramenti sono ripresi dalle specifiche di progetto (Abaco Serramenti).

Il valore fonoisolante ( $R_w$ ) della parete esterna dell'edificio esistente verrà assunto pari a 50 dB a favore di sicurezza<sup>7</sup>; per il nuovo corpo il potere fonoisolante sarà assunto pari a 46 dB<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> Il progetto esecutivo dell'incubatore di imprese e sistemazioni esterne nell'area industriale in località Bomba, GPA Ingegneria s.r.l. data 30.04.2010 riporta un valore fonoisolante della parete esterna (cieca) pari a 56 dB, secondo lo scrivente non coerente con la stratigrafia; è stato quindi utilizzato un potere fonoisolante adeguato

<sup>8</sup>  $R_w = 20 \log(m')$  dB, dove  $m'$  = massa superficiale, 210 kg/m<sup>2</sup>



Verranno effettuate di seguito le verifiche prestazionali sui vani rappresentativi (per i codici identificati dei vari locali si rimanda alle tavole architettoniche) al fine di appurare la prestazione complessiva della parete<sup>9</sup> (il valore risultante è arrotondato all'unità inferiore), quindi 45 per ambienti ospedalieri, es. Degenze, e 42 per ambienti "lavorativi", es. Uffici:

Ambienti	Parametri di calcolo							Valore minimo
	Sup. facciata interna [m <sup>2</sup> ]	Sup. finestra [m <sup>2</sup> ]	Sup. opaca [m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> opaco [dB]	R <sub>w</sub> infisso [dB]	Vol. [m <sup>3</sup> ]	D <sub>2m,nT,w</sub> [dB]	
<i>Piano terra</i>								
006	18,26	5,28	12,98	50	42	71,88	<b>45</b>	<b>45</b>
<i>Piano primo</i>								
145	16,44	4,05	12,39	46	42	61,71	<b>43</b>	<b>42</b>
140	16,29	1,28	15,01	50	42	36,52	<b>45</b>	<b>42</b>
114	12,92	3,68	9,24	50	42	75,99	<b>46</b>	<b>45</b>
118	12,72	3,68	9,04	50	42	84,66	<b>47</b>	<b>45</b>
101 lato nord	13,67	3,68	9,99	50	42	76,36	<b>46</b>	<b>Tot</b> <b>45</b>
101 lato est	20,54	//	20,54	50	//	76,36	<b>48</b>	

#### 4. 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 da 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.

<sup>9</sup> Ai fini del raggiungimento dei valori di fonoisolamento degli infissi indicati ed utilizzati per l'elaborazione, si raccomanda fortemente la posa in opera di tutti i serramenti secondo quanto indicato dalla UNI 11296:2018 - Acustica in edilizia - Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata - Criteri finalizzati all'ottimizzazione dell'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno

#### **4.1 Impianti idrosanitari (servizi a funzionamento discontinuo)**

Con lo scopo di eliminare il disturbo da rumore proveniente dagli impianti idrico-sanitari, si stabilisce che vengano utilizzate tubazioni con struttura del tipo a 3 strati o di tecnologia "silent".

#### **INDICAZIONI PER UNA CORRETTA INSTALLAZIONE.**

*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 così la propagazione all'edificio. I metodi per ottenere questo obiettivo sono:*

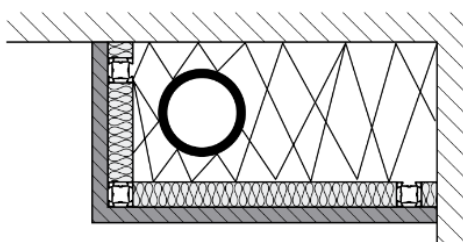
- utilizzo della tipologia di tubi ora descritta;
- rivestire i tubi con del materiale morbido prima di essere annegati nel calcestruzzo;



- 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);

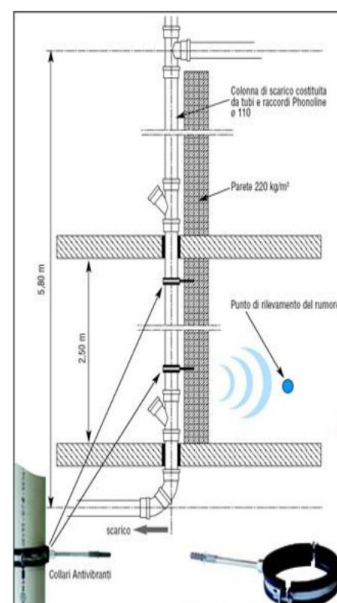


- cambiamento di direzione della colonna al di sotto della soletta realizzando, in presenza di variazioni a 90°, tratti di smorzamento utilizzando due curve a 45° ed un tubo di lunghezza pari a due volte il diametro usato;

- 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".

### **INDICAZIONI DI ANCORAGGIO**

- *Ancorare le tubazioni orizzontali adottando una distanza fra i bracciali pari a 10 volte il diametro del tubo. Per condotte verticali invece adottare una distanza da 1 a 2 metri in funzione del diametro del tubo da posare.*
- *Fissare i bracciali sulle pareti dell'edificio.*
- *Per le colonne verticali non esistono particolari problemi. Infatti la presenza di bicchieri ad innesto unita alla ridotta lunghezza degli spezzoni di tubazione non richiede l'adozione di particolari accorgimenti.*
- *Nel caso di tubazioni verticali che attraversano più piani è bene montare un bracciale di guida vicino al bicchiere d'innesto, ed un secondo bracciale alla distanza consigliata sopra. In questo caso il fissaggio alla soletta costituisce di per sé un ancoraggio a punto*
- *Se l'attraversamento delle solette è effettuato con foro passante si deve montare un bracciale a punto fisso ed un bracciale di guida per ogni tubo; i primi devono essere montati sopra i raccordi o all'estremità inferiore del tubo.*




### **4.2 Ascensori (servizio a funzionamento discontinuo)**

Si possono distinguere due tipologie di ascensori:

- gli ascensori idraulici (oleodinamici) a pistone;
- gli ascensori elettrici a fune.

La prima tipologia è la più silenziosa e il compressore idraulico che lo comanda dovrà essere montato in un apposito locale isolato su supporti antivibranti, con una corsa ridotta che ne limiti l'impiego negli edifici più alti. La seconda tipologia, ossia gli ascensori a fune, sono solitamente trainati da un motore elettrico posto sopra il vano ascensore e le cui vibrazioni dovranno essere isolate con un basamento inerziale costituito da supporti antivibranti (aventi deflessione statica di 10-20 mm). Inoltre, tutta la pavimentazione della sala dovrà essere posta su massetto galleggiante (si consigliano almeno su 2 strati) stesi a facce contrapposte, le pareti ed il soffitto del vano tecnico in cui è posta la macchina dovranno essere opportunamente isolate dal punto di vista acustico e le guide dovranno essere vincolate alle strutture con interposizione di elementi resilienti. Si riporta di seguito un esempio di quanto appena descritto:

- la muratura del vano in cui scorre l'ascensore dovrà essere più pesante, almeno 250 kg/m<sup>2</sup> a cui, all'interno degli alloggi confinanti, dovrà essere addossato un contromuro in laterizio di almeno 8 cm con una intercapedine di 6 cm isolata con isolante acustico (lo spessore varierà a seconda della casa produttrice);
- in alternativa, il contromuro potrà essere costituito da una parete leggera in gesso rivestito su telaio metallico da 4,9 cm, con intercapedine isolata con materiale isolante ed il cui spessore varierà, anche in questo caso, a seconda della tipologia scelta.

 ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	<b>RELAZIONE ACUSTICA OSPEDALE DI COMUNITA' DI CAVRIGLIA</b>	Pag.19 di 24
		Revisione 01 Data 23/03/2023

Per limitare ulteriormente la trasmissione di rumori laterali il vano tecnico in cui scorre l'ascensore e su cui appoggia il motore, sarà opportunamente isolati dal resto del fabbricato.

#### **4.3 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 (A) e sorgenti secondarie (B); per minimizzare il livello di potenza sonora dei ventilatori sarà necessario:

- non utilizzare ventilatori che generino bassi 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:

- silenziatori (principali, ossia volti ad attenuare il rumore prodotto dai ventilatori, o secondari, ossia volti ad attenuare il rumore generato dalle sorgenti secondarie, usualmente forniti dalle stesse case produttrici delle Centrali di Trattamento Aria);

 ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	<b>RELAZIONE ACUSTICA OSPEDALE DI COMUNITA' DI CAVRIGLIA</b>	Pag.20 di 24
		Revisione 01 Data 23/03/2023

- bocchette acustiche (proponibili di solito solo per condotti di aspirazione e di scarico verso l'esterno); Inoltre, per ridurre la trasmissione laterale occorrerà:
- 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<sup>2</sup>), per ottenere un incremento di potere fonoisolante fino a 7 dB per frequenze fino a 2 Hz e di 10 dB per frequenze superiori.

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.

## 5. IMPATTO ACUSTICO CENTRALE DI CLIMATIZZAZIONE

### 5.1 Riferimenti legislativi e normativi

Per la valutazione di clima acustico e per le modalità di esecuzione dei rilievi fonometrici si è fatto riferimento alla normativa (legislativa e tecnica) seguente:

- Legge n. 447, 26 ottobre 1995, "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";
- 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";
- Deliberazione del Consiglio Regionale 22 febbraio 2000, n° 77 "Definizione dei criteri e degli indirizzi della pianificazione degli enti locali ai sensi dell'art. 2 della LR n. 89/98 "Norme in materia di inquinamento acustico";
- 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)";
- Consiglio Comunale del Comune di Cavriglia - Deliberazione n. 11 del 13 marzo 2005 "Approvazione Piano Comunale Classificazione Acustica" e s.m.i.

ed alla seguente normativa tecnica:

- UNI 9884:1997 (ritirata). Acustica. Caratterizzazione del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale;
- UNI 10855:1999. Acustica. Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti;
- UNI ISO 9613-2:2006. Acustica. Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto – Parte 2: Metodo generale di calcolo;

#### GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec [info@pec.gpaingegneria.com](mailto:info@pec.gpaingegneria.com)

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail [info@gpapartners.com](mailto:info@gpapartners.com)

[www.gpapartners.com](http://www.gpapartners.com)

## 5.2 Limiti di rumorosità

Si restituiscono le seguenti definizioni:

- 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 (nel caso in esame gli impianti di climatizzazione);
- 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 ricettori. 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.

### 5.2.1 Piano classificazione acustica Comune di Cavriglia

Il Comune di Cavriglia (AR) ha adottato il piano di classificazione acustica del territorio, con Delibera n. 11 del 18/03/2005: in base a tale classificazione l'area di progetto è situata in Classe VI (aree esclusivamente industriali). Alla classe VI il D.P.C.M. 14 novembre 1997, associa i limiti di emissione ed assoluti di immissione riportati in Tabella 3 e 4.

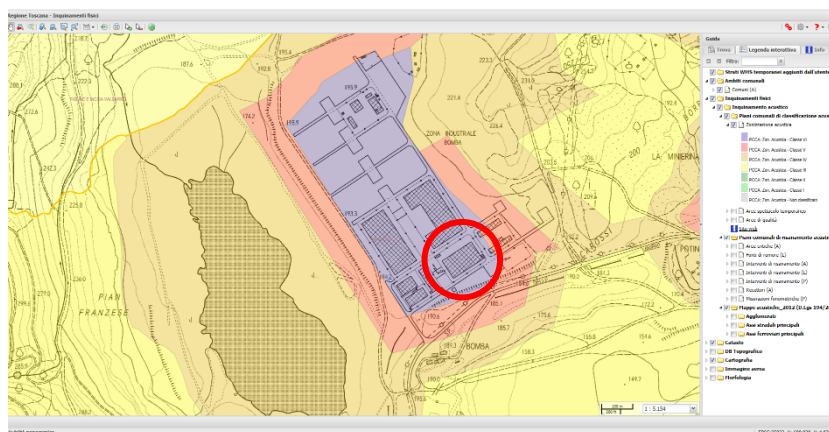



Figura 6 – Estratto Piano Comunale Classificazione Acustica Comune di Cavriglia (AR), Geoscopio Regione Toscana

Classe di destinazione d'uso del territorio	Limite diurno (06-22)/ Limite notturno (22-06) $L_{eq}$ dB(A)
Classe VI (aree esclusivamente industriali)	65

Tabella 3 - Valori limite assoluti di emissione (tabella B del D.P.C.M. 14 novembre 1997)

Classe di destinazione d'uso del territorio	Limite diurno (06-22)/ Limite notturno (22-06) $L_{eq}$ dB(A)
Classe VI (aree esclusivamente industriali)	70

Tabella 4 - Valori limite assoluti di immissione (tabella C del D.P.C.M. 14 novembre 1997)

 ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING	RELAZIONE ACUSTICA OSPEDALE DI COMUNITA' DI CAVRIGLIA	Pag.22 di 24
		Revisione 01 Data 23/03/2023

### 5.2.2 Differenziale di immissione (applicabile in ambiente abitativo)

L'accettabilità del rumore all'interno degli ambienti abitativi viene valutata attraverso il criterio differenziale (art. 4 - D.P.C.M. 14/11/97), tale articolo riporta che ". . . Tali valori non si applicano nelle aree classificate nella classe VI della tabella A allegata al presente decreto. . .".

### 5.3 Sorgenti

Tutti gli impianti atti alla climatizzazione verranno collocati in un locale tecnico posto al piano terra, a ridosso del muro di confine, in un locale compartimentato a cielo aperto (necessario per il corretto scambio aria) con all'interno le seguenti macchine:

- n. 1 VRV marca LG modello ARUM080LTE5 (o equivalente), potenza acustica 75 dB(A)<sup>10</sup>;
- n. 1 VRV marca LG modello ARUM100LTE5 (o equivalente), potenza acustica 75 dB(A)<sup>11</sup>;
- n. 2 pompa di calore marca LG modello HM163MR (o equivalente), potenza acustica 66 dB(A).

Potenza acustica totale locale tecnico 78,5 dB(A).

Sulla copertura dello stesso edificio verrà infine collocato un recuperatore aria con potenza acustica pari a 89,9 dB(A), portata 3.700 m<sup>3</sup>/h e potenza elettrica ventilatori 1,55 Kw<sup>12</sup>, acusticamente ininfluenza dato che le spallette della copertura mascherano acusticamente tale sorgente (oltre al fatto che non si rilevano terzi ricettori nelle vicinanze).

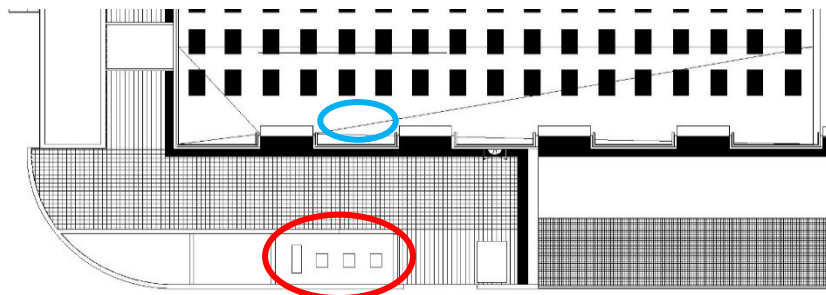


Figura 7 – Planimetria con individuazione in rosso posizione locale tecnico con VRV e pompe di calore ed ini azzurro l'unità di trattamento aria

Il periodo di funzionamento dell'impianto è legato all'attività interna all'edificio, quindi H24.

### 5.4 Ricettori

Il Ricettore (il più vicino e quindi il maggiormente interessato dalle emissioni acustiche delle sorgenti) in cui sono state valutate le emissioni acustiche delle sorgenti oggetto di analisi, è:

<sup>10</sup> Valore ricavato dai dati di pressione delle schede tecniche determinato con la UNI EN ISO 3744:2009 "Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante misurazione della pressione sonora - Metodo tecnico progettuale in un campo essenzialmente libero su un piano riflettente

<sup>11</sup> CFR nota 10

<sup>12</sup> Pagg 111 – 112, Manuale di acustica applicata, L'attenuazione del rumore, Ian Sharland, Ed. FLäkt Woods, 3° edizione italiana 1994

Edificio direzionale, via Strasburgo 7, 2 piani fuori terra, analisi effettuata sulla facciata al piano terra maggiormente esposta, lato sud, ipotesi vista sulle sorgenti (distanza in linea d'aria sorgente locale tecnico 16 metri) - Appartenenza acustica Classe VI

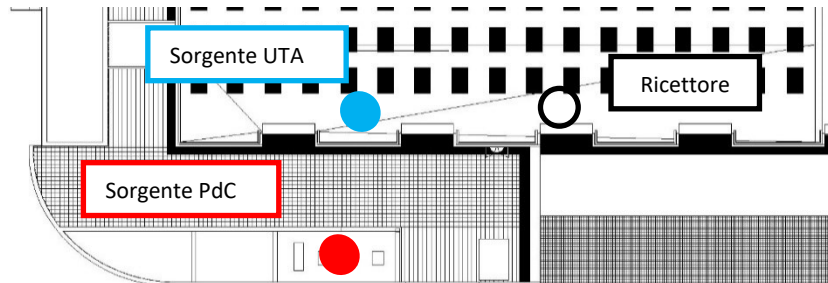


Figura 8 – Planimetria con ricettore ed in rosso posizione pompa di calore ed in azzurro l'unità di trattamento aria

## 5.5 Rispetto dei limiti

### 5.5.1 Ipotesi di calcolo

Le considerazioni seguenti sono svolte nell'ipotesi di funzionamento contemporaneo di tutte le macchine; tale ipotesi sovrastima l'emissione sonora degli impianti tecnologici  $L_E$  (legata alla durata di accensione ed alla condizione di esercizio di ciascun macchinario), ma è coerente con la verifica del differenziale di immissione che deve essere eseguita rispetto alle condizioni d'esercizio più gravose della sorgente. La valutazione è svolta con la pompa di calore in funzionamento heating, in quanto questa impostazione risulta più rumorosa rispetto alla modalità cooling.

### 5.5.2 Stima dei livelli sonori attesi

Il livello di pressione sonora in facciata al ricettore (livello di sorgente  $L_S$  - UNI 10855:1999) è dato dal contributo della pdc, nell'ipotesi di sorgente omnidirezionale posta su piano riflettente, irradiante in campo libero, il contributo al ricettore R della sorgente è valutato tramite la seguente relazione:

$$L_{Si} = L_{Wai} - (20 \log d_i + 8) + 3 \quad \text{dB(A)}$$

con:

$L_{Si}$  = livello di pressione sonora prodotto dalla sorgente i-esima in facciata al ricettore;

$L_{Wai}$  = livello di potenza sonora della sorgente i-esima;

$20 \log d_i + 8$  = attenuazione per divergenza geometrica con sorgente posta su piano riflettente;

$d_i$  = distanza sorgente i-esima/ricettore;

+3 = contributo cautelativo per riflessione di facciata (UNI 9884:1997);

Risulta quindi che il livello sorgente al ricettore è dato da:


$$L_S = \sum L_{Si}$$

Sviluppando i calcoli si ottiene:

	<b><math>L_{eq}</math> impianto dB(A)</b>
Ricettore	49,5 (49,4)

N.B. I risultati delle misure sono stati arrotondati a 0,5 dB(A), come prescritto nell'allegato B del D.M. 16 marzo 1998, in parentesi il valore misurato.



 ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	<b>RELAZIONE ACUSTICA OSPEDALE DI COMUNITA' DI CAVRIGLIA</b>	Pag.24 di 24
		Revisione 01 Data 23/03/2023

### **5.5.3 Valore limite di emissione**

Assumendo il funzionamento delle macchine al 100% H24 risulta che l'emissione della sorgente specifica sia ampiamente inferiore al limite di legge (classe VI – periodo diurno/notturno 65/65 dB(A)).

### **5.5.4 Valore limite di immissione assoluto**

In considerazione del livello di emissione della sorgente specifica, l'eventuale superamento di tale limite (classe VI – periodo diurno/notturno 70/70 dB(A)) sarebbe imputabile solo al rumore residuo.

## **6. STIMA DEL GRADO DI CONFIDENZA E GIUDIZIO CONCLUSIVO**

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.

La relazione tecnica predisposta, corrisponde a quanto realmente sarà realizzato per quanto attiene al materiale utilizzato.

Tutte le analisi effettuate sono state elaborate a seguito dei dati forniti dalla Committenza e dalle case produttrici.

Qualsiasi variazione dovrà essere tempestivamente segnalata affinché venga provveduto alla verifica delle modifiche.

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.

Si consiglia infine che durante le varie fasi di realizzazione (cantierizzazione) e di esercizio, vengano effettuate sessioni di misura fonometrica al fine di poter garantire la veridicità delle ipotesi e delle tesi considerate oltre che poter intervenire per tempo nelle situazioni acusticamente più "delicate".

**Alla luce dei risultati ottenuti si conclude che l'opera in oggetto è conforme alle disposizioni legislative acustiche in materia di acustica.**