



REGIONE SICILIANA

# ASSESSORATO ALLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'

DIPARTIMENTO DELLE  
INFRASTRUTTURE, DELLA MOBILITA'  
E DEI TRASPORTI

DIPARTIMENTO  
REGIONALE TECNICO



MINISTERO DELLA GIUSTIZIA  
TRIBUNALE DI CATANIA



COMUNE DI CATANIA

## NUOVI UFFICI GIUDIZIARI VIALE AFRICA CATANIA

ELABORATO:

# G 03

CIG: 8204682DC3

CUP: D62H16000010002

ELABORATI GENERALI

TITOLO DELL'ELABORATO:

### Aggiornamento valutazione/progettazione dei Requisiti Acustici Passivi

COD. ELABORATO:

UG.PE.GEN.01.AC.01

SCALA:

n.d.

REV:

00

DATA:

23-09-2021

GRUPPO DI LAVORO:

MANDATARIA:

**Cibinel - Laurenti - Martocchia architetti associati**

Arch. Fabio Cibinel

Arch. Roberto Laurenti

Arch. Giorgio Martocchia

Via Alessio BaldoVinetti 19, 00142 Roma, P.IVA: 00133661000

MANDANTI:

**Studio di Ingegneria Stancanelli-Russo**

Ing. Antonio Russo

Ing. Ignazio Stancanelli

Ing. Emanuele Stancanelli

Ing. Anna Stancanelli

Arch. Francesca Barozzo

Ing. Vincenzo Sichera

Via De Caro 104, 95126 Catania, C.F./P.IVA: 03745630875

**Ing. Claudio Consoli**

Via Raona 1, 98050 Santa Marina Salina (ME), C.F.: CNSOLD53S280851Y P.IVA: 02879640874

**Ing. Melita Pennisi**

Via Angelo Musco 13, 95021 Aci Castello (CT), C.F.: PNNMLT80D57C351D P.IVA: 04911730879

**Comma engineering società di ingegneria cooperativa**

Ing. Giuseppina Cellino Caudo

Ing. Cesare Costantino

Ing. Salvatore Asero

Ing. Claudio Carbone

Arch. Salvatore Angelo Contraratto

Ing. Luigi Asero

Ing. Giulia La Ganga Vasta

Ing. Daniele Giovanni Piazzese

Ing. Salvatore Rigaglia

Ing. Antonino Russo

Arch. Antonino Salanitro

Via Aldebaran 21, 95124 Catania, C.F./P.IVA: 05459940879

**Ing. Rosario Rosso**

Via Salvatore Gueli 13, 97012 Chiaramonte Gulfi (RG), C.F.: RSSRSR3005H1639  
P.IVA: 01710260884

**Dott. Geol. Salvatore Palillo**

Via Fratelli Vigna, 94100 Enna, C.F.: PLLSVT67R29C342G P.IVA: 00598420887

## PROGETTO ESECUTIVO

FIRME AUTOGRAFE E TIMBRI SOSTITUITI A MEZZO STAMPA - ORIGINALE FIRMATO DIGITALMENTE

# Aggiornamento Valutazione/Progettazione dei Requisiti Acustici Passivi

## SOMMARIO

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. LEGISLAZIONE E NORMATIVA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 LIMITI DI LEGGE E NORME CHE REGOLANO L'ISOLAMENTO ACUSTICO.....</b>	<b>3</b>
Legge Quadro e DPCM 5/12/97 .....	3
D.M. 11/10/17 – CAM (Criteri Ambientali Minimi) .....	5
Rispetto dei limiti di legge da parte dei “nuovi uffici giudiziari di viale Africa – Catania” .....	7
<b>2.2 NORME E METODI PER IL CALCOLO DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE .....</b>	<b>8</b>
<b>3. SCHEDE DI CALCOLO .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 NOTE SULL'USO DEI METODI CALCOLO PREVISIONALI .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 FACCIAE – DESCRITTORE: <math>D_{2M,N,TW}</math> .....</b>	<b>10</b>
Caratteristiche della facciata “tipo” utilizzata per i piani 3° e 4°.....	10
Caratteristiche della facciata “tipo” utilizzata per i piani Terra, 1° e 2° .....	12
Piano 4° campioni 1, 2, 3 e 4.....	14
Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 4° Campione 1.....	15
Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 4° Campione 2 .....	15
Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 4° Campione 3 .....	16
Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 4° Campione 4 .....	16
Piano 3° campioni 5 e 6.....	17
Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 3° Campione 5 .....	18
Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 3° Campione 6 .....	18
Piano 2° campioni 7 e 8 e 8bis .....	19
Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 2° Campione 7 .....	20
Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 2° Campione 8 .....	20
Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 2° Campione 8bis .....	21
Piano 1° campioni 9, 10 e 11 .....	22
Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 1° Campione 9 .....	23
Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 1° Campione 10 .....	23
Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 1° Campione 11 .....	24
Piano T° campioni 12, 13 e 14.....	25
Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano T Campione 12.....	26
Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano T Campione 13.....	26

Calcolo D2m,nt,w - Piano T Campione 14.....	27
Piano S1° considerazioni .....	28
Prescrizioni per il raggiungimento dei limiti di legge.....	29
<b>3.3 PARETI DIVISORIE .....</b>	<b>31</b>
Uffici .....	31
Aule udienze .....	31
Consigli costruttivi per mantenere un adeguato isolamento aereo tra aule .....	31
<b>3.4 SOLAI.....</b>	<b>33</b>
Consigli costruttivi per mantenere un adeguato isolamento al calpestio/rumore aereo tra ambienti sovrapposti .	33
<b>3.5 IMPIANTI A FUNZIONAMENTO CONTINUO - LIC.....</b>	<b>35</b>
Gruppi frigo, collegati ai Fan Coil.....	35
UTA.....	40
<b>3.6 IMPIANTI A FUNZIONAMENTO DISCONTINUO LID.....</b>	<b>48</b>
Ascensori.....	49
Servizi igienici – tubature di scarico e di adduzione.....	49
<b>3.7 COMFORT ACUSTICO DELLE SALE UDENZE STI E T .....</b>	<b>52</b>
Campione 1 - Sala udienze piano 2° .....	53
Campione 1 - Tempo di riverbero T .....	54
Campione 1 - STI .....	55
Campione 2 - Sala udienze piano 1° .....	56
Campione 2 - Tempo di riverbero T .....	57
Campione 2 - STI .....	58
Prescrizioni per il rispetto dei limiti di legge di T ed STI.....	59
<b>3.8 POSSIBILI INTERVENTI MIGLIORATIVI.....</b>	<b>60</b>
<b>4. CONCLUSIONI .....</b>	<b>62</b>

## 1. INTRODUZIONE

Il presente studio rappresenta un aggiornamento al progetto definitivo a cui in fase esecutiva sono state apportate delle modifiche e pianificate una parte di prescrizioni e consigli esposti nell'ultima documentazione.

## 2. LEGISLAZIONE E NORMATIVA

### 2.1 Limiti di legge e norme che regolano l'isolamento acustico

Si vanno ad elencare e descrivere le leggi (e norme) che disciplinano l'isolamento acustico degli edifici. Il Regolamento Comunale per la tutela dall'inquinamento acustico riprende di fatto le raccomandazioni imposte dalla Legge Quadro e dal DPCM 5/12/97.

#### *Legge Quadro e DPCM 5/12/97*

**Legge quadro 447/95:** Stabilisce i principi fondamentali utili alla tutela dell'ambiente esterno ed abitativo dall'inquinamento acustico, definisce i termini e le competenze degli enti preposti alla difesa dall'inquinamento acustico;

**D.P.C.M. 5-12-1997:** in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera e), della Legge 26 ottobre 1995, n. 447, determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici e i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore.

Estratto dal D.P.C.M. 5/12/97

#### **TABELLA A - CLASSIFICAZIONI DEGLI AMBIENTI ABITATIVI (art. 2)**

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



**TABELLA B - REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI**

Categorie Parametri di cui alla Tab. A	$R'w$ (*) (**)	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$ (**)	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	25
E	50	48	58	35	25
B,F,G	50	42	55	35	35

**Breve descrizione degli indici e definizioni:**

$R'w$  = il potere fonoisolante apparente

$D_{2m,nt,w}$  = isolamento acustico standardizzato di facciata

$L_{n,w}$  = Livello di rumore di calpestio normalizzato

$L_{ASmax}$  = Rumore prodotto dagli impianti: funzionamento discontinuo

$L_{Aeq}$  = Rumore prodotto dagli impianti: funzionamento continuo

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

(\*\*) Secondo una nota chiarimenti del Ministero dell'Ambiente del 29/07/2014 veniva espresso il seguente parere: *"...si può quindi affermare che i solai interni ad una stessa unità immobiliare non sono assoggettabili a limitazioni dei confronti del rispetto dell'Indice di valutazione del rumore di calpestio in quanto non costituiscono un presidio atto alla tutela della propagazione del rumore appartenendo l'ambiente generatore del rumore e l'ambiente ricettore allo stesso soggetto. In analogia, anche l'indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti relativo ai solai di una stessa unità immobiliare, ma anche partizioni verticali quali tramezzi divisorii di uno stesso appartamento spesso dotati di porte di collegamento, non sono assoggettabili ai limiti previsti dall'art. 3 del succitato DPCM (5/12/97 n.d.s.)"*

Definizione di "unità immobiliare urbana" secondo **D.P.R. 01/12/1949, n.1142** "Nuovo catasto edilizio urbano": *si accerta come distinta unità immobiliare urbana ogni fabbricato, o porzione di fabbricato od insieme di fabbricati che appartenga allo stesso proprietario e che, nello stato in cui si trova, rappresenta, secondo l'uso locale, un cespite indipendente.* "

**Secondo la committenza i nuovi uffici giudiziari oggetto di questo studio rappresentano una sola unità immobiliare.**

**D.M. 11/10/17 – CAM (Criteri Ambientali Minimi)**

**Il Decreto “CAM”:** introduce importanti novità riguardo al comfort acustico per le gare di appalto degli edifici pubblici.

I valori del comfort acustico che riguardano anche gli uffici sono espressi secondo la seguente prescrizione:

*“I valori dei requisiti acustici passivi dell’edificio devono corrispondere almeno a quelli della Classe II ai sensi della norma UNI 11367. “*

**Tabella dei valori indicati nel prospetto 1 della norma (cap. 6.1 – Criteri di base della classificazione acustica):**

Descrittore	Classe II
Isolamento di facciata $D_{2m,nt,w}$ [dB]	$\geq 40$
*Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari $R'w$ [dB]	$\geq 53$
*Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari $L'_{nw}$ [dB]	$\leq 58$
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo $L_{ic}$ [dBA]	$\leq 28$
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo $L_{id}$ [dBA]	$\leq 33$

(\*) Descrittori riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari, pertanto contemplati in questo progetto solamente a fini migliorativi del comfort acustico e ad un adeguato funzionamento delle delicate attività presenti nella Cittadella Giudiziaria.

Ambienti interni adibiti all'ascolto della parola, intesi come aule/auditorium/sale.

Il decreto CAM raccomanda: *“almeno il tempo di riverberazione e lo STI di cui alla UNI 11532”,*

il quale fornisce solamente una definizione dei livelli del tempo di riverbero (T) e intelligibilità del parlato (Speech Transmission Index, STI) oltre ad altri parametri; ma ad oggi (aprile-giugno 2021) in quella norma non sono ancora indicati i valori da raggiungere per la categoria da noi trattata (aule udienze-uffici) verranno quindi presi in considerazione quelli già presenti nella UNI 11367 in Appendice C, ovvero C.2 per lo STI e C.3 per T che fanno riferimento alle sale adibite al “parlato”.

#### Tabella descrittori del comfort acustico nelle sale

Descrittore	Ambienti adibiti al parlato (non occupati)
STI – Speech Transmission Index	$\geq 0,6$
$T_{ott}$ [sec.]	500/1000 Hz $0,32\text{Log}(V)+0,03$
Dove: V è il volume dell'ambiente in $\text{m}^3$	

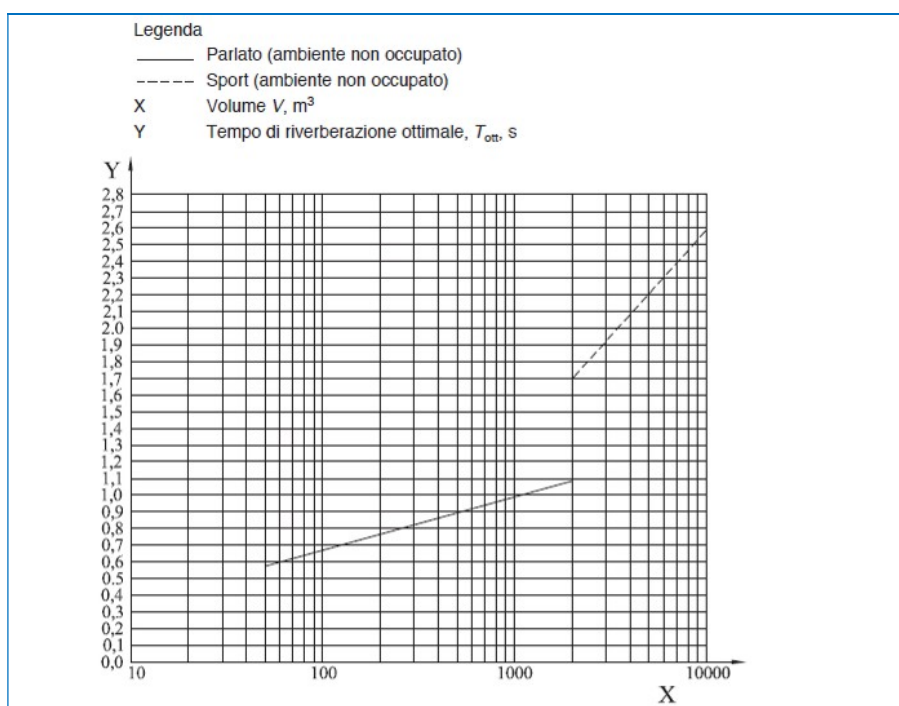


Figura 2.1-1 - grafico del Tott (sec) in base al volume V della sala

### ***Rispetto dei limiti di legge da parte dei “nuovi uffici giudiziari di viale Africa – Catania”***

Seguendo il principio più cautelativo, è opportuno, dopo avere analizzato entrambi i filoni legislativi, ovvero:

- Legge Quadro e il suo Decreto applicativo DPCM 5/12/97 (normalmente preponderanti sul resto degli atti legislativi),
- Decreto Ministeriale 11/10/17 (CAM) e relative norme applicative,

prendere in considerazione i valori più restrittivi tra i due, che sono elencati nella tabella a seguire.

**Tabella dei valori da rispettare per i “Nuovi uffici giudiziari di viale Africa-Catania”**

Descrittore	Valore da rispettare
Isolamento di facciata $D_{2m,nt,w}$ [dB]	$\geq 42$
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo $L_{aeq/Lic}$ [dBA]	$\leq 25$
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo $L_{as,max/Lid}$ [dBA]	$\leq 33$
STI – Speech Transmission Index	$\geq 0,6$
$T_{ott}$ [sec.] frequenze 500/1000 Hz	$0,32\text{Log}(V)+0,03$

Data la natura architettonica degli uffici, comunicanti tramite porte e corridoi, non verrà consigliato alcun valore di isolamento acustico delle partizioni verticali, bensì solo quelle orizzontali

**Tabella dei valori da consigliati per la buona fruizione degli uffici giudiziari**

Descrittore	Valore consigliato
Potere fonoisolante apparente di partizioni orizzontali fra ambienti della stessa unità immobiliare $R'w$ [dB]	$\geq 50$
Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti della stessa unità immobiliare $L'_{nw}$ [dB]	$\leq 58$

## 2.2 Norme e metodi per il calcolo delle prestazioni acustiche

I calcoli dedicati alla progettazione dei requisiti acustici passivi degli edifici sono esplicitati all'interno delle seguenti norme UNI, implementate dal software di calcolo **ECHO 8.1.1.1 (aggiornato al 23/03/2021)** – TEP srl.

**Tabella elenco norme presenti nel software: modelli di calcolo**

<b>UNI EN ISO 12354-1:2017</b>	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti
<b>UNI EN ISO 12354-2:2017</b>	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
<b>UNI EN ISO 12354-3:2017</b>	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea
<b>UNI EN 12354-6:2006</b>	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi
<b>UNI TR 11175:2005</b>	Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale
<b>UNI 11367:2010</b>	Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di valutazione e verifica in opera
<b>UNI 11532-1:2018</b>	Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – parte 1: Requisiti generali
<b>UNI 11532-2:2020</b>	Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – parte 2: Settore scolastico

**Tabella elenco norme presenti nel software: prestazioni di elementi costruttivi**

<b>UNI TR 11175:2005 Appendice B</b>	Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale
<b>UNI EN 12354-6:2006 Appendici B e C</b>	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi
<b>Fonti varie: Certificati di laboratorio (<math>R_w - \Delta L_w - s' - \alpha</math>)</b>	Certificati, forniti da aziende associate ANIT, conformi alle norme: UNI EN ISO 140 (2006) e UNI EN ISO 10140 (2010) ( $R_w - \Delta L_w$ ) UNI EN 29052-1 (1993) ( $s'$ ) UNI EN ISO 354 ( $\alpha$ )

Gli archivi delle prestazioni sono stati ulteriormente arricchiti dallo scrivente (utente del software ECHO) mediante valori indicati dai costruttori.

### 3. SCHEDE DI CALCOLO

#### 3.1 Note sull'uso dei metodi calcolo previsionali

Le norme da cui sono ricavati i calcoli previsionali (empirici e semi-empirici) dell'isolamento acustico delle partizioni, per quanto "collaudati" ed approfonditi rimangono comunque caratterizzati da un alto grado di incertezza sul risultato finale.

Tutte le fasi che convergono nel processo realizzativo dell'opera sono determinanti ai fini del risultato acustico: la progettazione, l'esecuzione dei lavori, la posa in opera dei materiali, la direzione lavori, le eventuali verifiche in corso d'opera. Si precisa quindi che il rispetto dei limiti di legge è associato soprattutto alla cura della posa in opera e alla direzione lavori, il committente deve quindi osservare regole di buona costruzione e affidarsi a maestranze altamente specializzate.

### 3.2 Facciate – Descrittore: $D_{2m,n,tw}$

#### *Caratteristiche della facciata “tipo” utilizzata per i piani 3° e 4°*

Si prende uno degli esempi plausibili con descrizione fornita dal sistema Hueck:

*“La struttura portante sarà realizzata da montanti e traversi con l’impiego di profilati estrusi in lega AlMgSi0,5 6060 F22 secondo la norma NBN EN 573-3, con tolleranze conformi alla norma UNI EN ISO 10077-2.*

*I montanti di facciata sono concepiti in modo da ricevere e canalizzare in apposite sedi eventuali formazioni di condensa o infiltrazioni di acqua, anche i traversi scaricheranno lateralmente sui montanti.*

*Il collegamento tra i montanti e traversi prevede la complanarità e l’unione sarà effettuata mediante appositi cavallotti e viti di sostegno del sistema HUECK.*

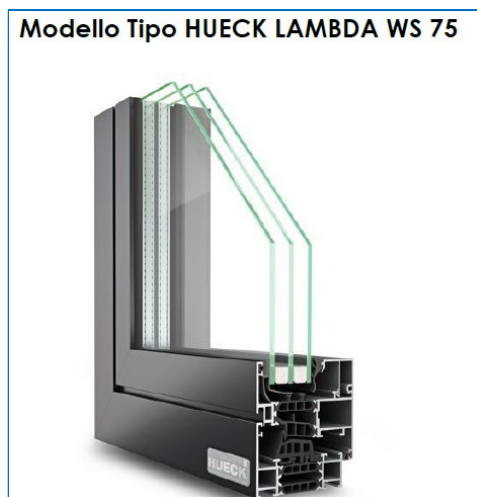
*Le staffe di ancoraggio saranno in acciaio con interposizione di un elemento in materiale plastico onde evitare scricchiolii da contatto, fissate mediante viti a testa-martello ai ferri Halfen già predisposti nella struttura muraria o in acciaio.*

*Le staffe saranno dimensionate e progettate in modo da consentire la regolazione delle facciate nei tre sensi ortogonali.”*

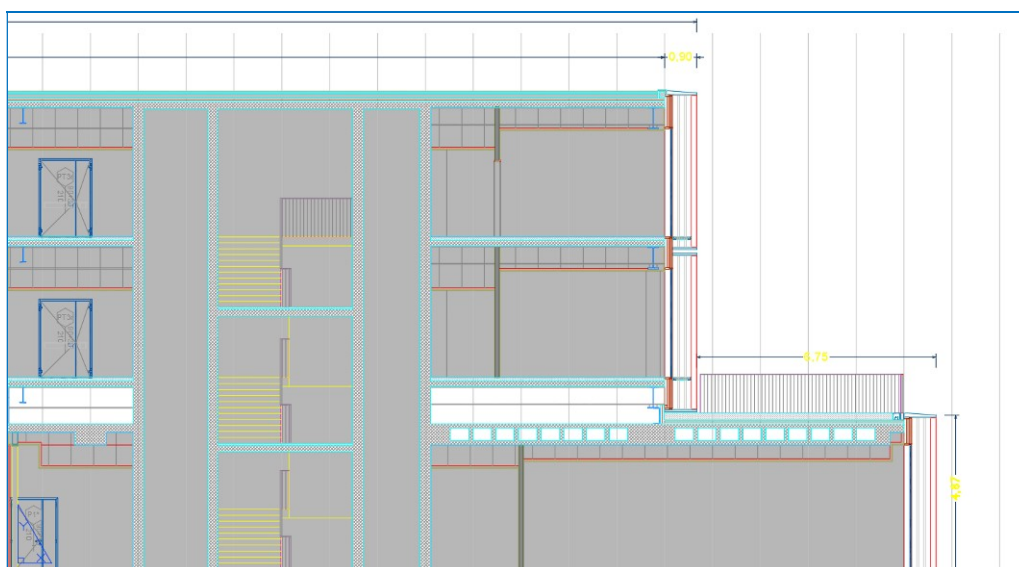


*Figura 3.2-1 facciata continua, esempio di struttura-tipo*

Saranno presenti anche diverse porzioni apribili, se ne mostra un esempio qui sotto:



*Figura 3.2-2 facciata con vetrate apribili, struttura-tipo*



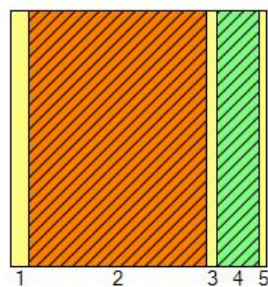
*Figura 3.2-3 facciate viste da una sezione*



## Caratteristiche della facciata "tipo" utilizzata per i piani Terra, 1° e 2°

Struttura: Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia

Tipo di elemento	Parete utente
Spessore totale	36,0 cm
Massa superficiale	283,3 kg/m <sup>2</sup>
Rw	53,0 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
1	INT	Intonaco di calce e gesso	2,5	35,0
2	MUR	Poroton P800	25,0	210,0
3	INT	Intonaco di calce e gesso	1,5	21,0
4	ISO	Pannello in lana di vetro con resine indurenti	6,0	3,3
5	INT	Intonaco di calce e gesso	1,0	14,0

Si mostrano di seguito le schede di calcolo ricavate dal software di elaborazione ECHO 8.1.1.1, sono presenti i valori di Rw minimi necessari al rispetto dei limiti di legge a seconda delle dimensioni della facciata in rapporto al volume dell'ambiente (sala/ufficio) analizzato.

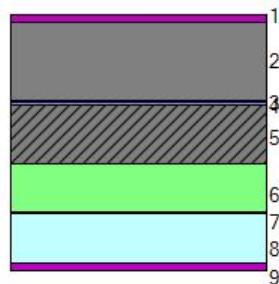
Sono stati analizzati 14/15 campioni con differenti rapporti volume ambiente/superficie facciata.

Ai piani 4° ed al 2° è stata inserita come superficie di facciata anche la copertura.

Pertanto si mostrano le relative stratigrafie proposte dai colleghi e rielaborate con le prestazioni di isolamento acustico necessarie a garantire il corretto livello di isolamento acustico di facciata.

#### Struttura: Copertura P4

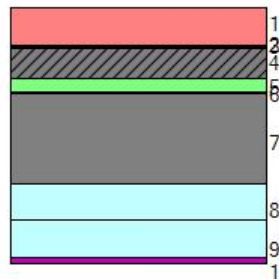
Tipo di elemento	Solaio utente
Spessore totale	52,1 cm
Massa superficiale	457,9 kg/m <sup>2</sup>
Rw	53,2 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
1	VAR	Porcellana (piastrelle)	1,5	34,5
2	CLS	Calcestruzzo armato (percentuale d'armatura 1%)	16,0	368,0
3	IMP	Fogli in materiale sintetico	0,4	4,4
4	IMP	Fogli in materiale sintetico	0,4	4,4
5	CLS	CLS di perlite e vermiculite per pareti di scantinati con umidità dal 12% al 14% (250 Kg/mc)	12,0	30,0
6	ISO	PUR Poliuretano in lastre ricavate da blocchi	10,0	3,2
7	IMP	Barriera Vapore	0,3	2,8
8	INA	Camera debolmente ventilata	10,0	0,1
9	VAR	Cartongesso (densità 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,5	10,5

#### Struttura: Copertura a verde di P2

Tipo di elemento	Solaio utente
Spessore totale	68,6 cm
Massa superficiale	789,6 kg/m <sup>2</sup>
Rw	58,6 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
1	ROC	Sabbia e ghiaia (densità 1700 kg/m <sup>3</sup> )	10,0	170,0
2	IMP	Fogli in materiale sintetico	0,4	4,4
3	IMP	Fogli in materiale sintetico	0,4	4,4
4	CLS	CLS di perlite e vermiculite per pareti di scantinati con umidità dal 12% al 14% (250 Kg/mc)	8,0	20,0
5	ISO	PUR Poliuretano in lastre ricavate da blocchi	4,0	1,3
6	IMP	Barriera Vapore	0,3	2,8
7	CLS	Calcestruzzo armato (percentuale d'armatura 2%)	24,0	576,0
8	INA	Camera debolmente ventilata	10,0	0,1
9	INA	Camera debolmente ventilata	10,0	0,1
10	VAR	Cartongesso (densità 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,5	10,5

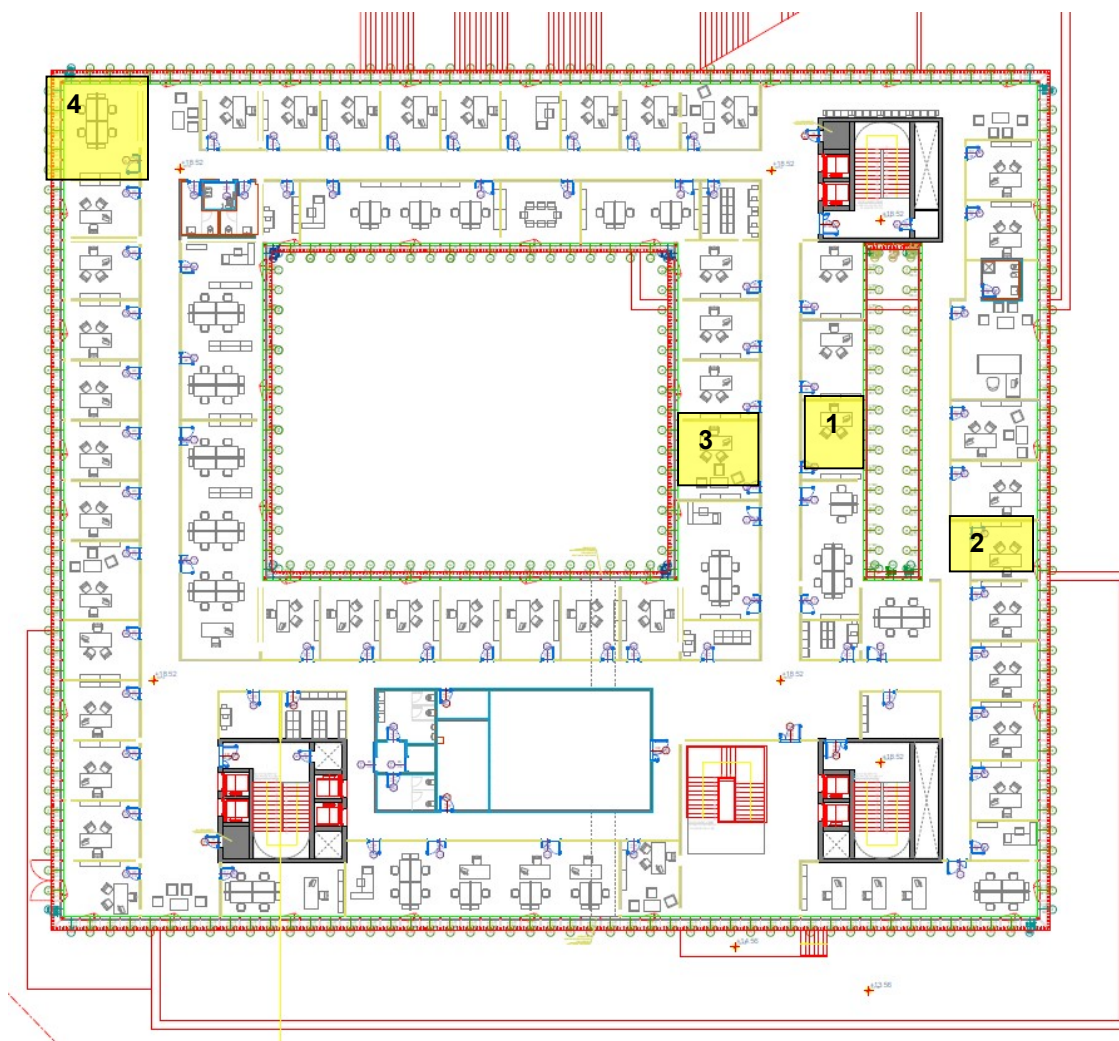


Figura 3.2-4 calcolo facciate campioni piano 4°

### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 4° Campione 1

Volume dell'ambiente 66,67 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata 42,01 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	$R_w$ / $D_{new}$ [dB]
1	Serramento campione 1	19,75	46,00
2	Copertura P4	22,26	53,20

#### Correzioni

Trasmissione laterale  $K = 2$  dB

Forma di facciata  $\Delta L_{fs} = 0$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

$R'_w$  46,4 dB

$D_{2m,nT,w}$  43,5 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

$D_{2m,nT,w}$  minimo 42,0 dB

Limite verificato

### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 4° Campione 2

Volume dell'ambiente 54,40 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata 34,00 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	$R_w$ / $D_{new}$ [dB]
1	Serramento campione 2	14,90	45,00
2	Copertura P4	19,10	53,20

#### Correzioni

Trasmissione laterale  $K = 2$  dB

Forma di facciata  $\Delta L_{fs} = 0$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

$R'_w$  45,8 dB

$D_{2m,nT,w}$  42,9 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

$D_{2m,nT,w}$  minimo 42,0 dB

Limite verificato

### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 4° Campione 3

Volume dell'ambiente 87,80 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata 48,55 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	$R_w$ / $D_{new}$ [dB]
1	Serramento campione 3	19,24	45,00
2	Copertura P4	29,31	53,20

#### Correzioni

Trasmissione laterale  $K = 2$  dB

Forma di facciata  $\Delta L_{fs} = 0$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

$R'_w$  46,1 dB

$D_{2m,nT,w}$  43,7 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

$D_{2m,nT,w}$  minimo 42,0 dB

**Limite verificato**

### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 4° Campione 4

Volume dell'ambiente 105,30 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata 80,65 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	$R_w$ / $D_{new}$ [dB]
1	Serramento campione 4a	24,60	46,00
2	Serramento campione 4b	19,60	46,00
3	Copertura P4	36,45	53,20

#### Correzioni

Trasmissione laterale  $K = 2$  dB

Forma di facciata  $\Delta L_{fs} = 0$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

$R'_w$  46,0 dB

$D_{2m,nT,w}$  42,2 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

$D_{2m,nT,w}$  minimo 42,0 dB

**Limite verificato**



Figura 3.2-5 calcolo facciate campioni piano 3°



### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 3° Campione 5

Volume dell'ambiente 185,90 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata 73,63 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	$R_w$ / $D_{new}$ [dB]
1	Serramento campione 5	59,20	45,00
2	Serramento campione 5	14,43	45,00

#### Correzioni

Trasmissione laterale  $K = 2$  dB

Forma di facciata  $\Delta L_{fs} = 0$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

$R'_w$  43,0 dB

$D_{2m,nT,w}$  42,1 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

$D_{2m,nT,w}$  minimo 42,0 dB

Limite verificato

### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 3° Campione 6

Volume dell'ambiente 206,00 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata 42,90 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	$R_w$ / $D_{new}$ [dB]
1	Serramento campione 6	42,90	43,00

#### Correzioni

Trasmissione laterale  $K = 2$  dB

Forma di facciata  $\Delta L_{fs} = 0$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

$R'_w$  41,0 dB

$D_{2m,nT,w}$  42,9 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

$D_{2m,nT,w}$  minimo 42,0 dB

Limite verificato



Figura 3.2-6 calcolo facciate campioni piano 2°



### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 2° Campione 7

Volume dell'ambiente 208,40 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata 46,35 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	$R_w$ / $D_{new}$ [dB]
1	Serramento campione 7	2,85	40,00
2	Copertura a verde di P2	16,00	58,64
3	Serramento campione 7	2,85	40,00
4	Serramento campione 7	2,85	40,00
5	Serramento campione 7	2,85	40,00
6	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	18,95	53,00

#### Correzioni

Trasmissione laterale  $K = 2$  dB

Forma di facciata  $\Delta L_{fs} = 0$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

$R'_w$  43,7 dB

$D_{2m,nT,w}$  45,2 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

$D_{2m,nT,w}$  minimo 42,0 dB

Limite verificato

### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 2° Campione 8

Volume dell'ambiente 154,60 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata 56,20 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	$R_w$ / $D_{new}$ [dB]
1	Serramento campione 8	2,85	40,00
2	Copertura di P2 con solaio armato	36,30	55,77
3	Serramento campione 8	2,85	40,00
4	Serramento campione 8	2,85	40,00
5	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	11,35	53,00

#### Correzioni

Trasmissione laterale  $K = 2$  dB

Forma di facciata  $\Delta L_{fs} = 0$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

$R'_w$  45,5 dB

$D_{2m,nT,w}$  44,9 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

$D_{2m,nT,w}$  minimo 42,0 dB

Limite verificato

### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 2° Campione 8bis

**Volume dell'ambiente** 82,60 m<sup>3</sup>  
**Superficie della facciata** 65,25 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	$R_w$ / $D_{new}$ [dB]
1	Serramento campione 8bis	2,85	42,00
2	Copertura di P2 con solaio armato	25,80	55,77
3	Serramento campione 8bis	2,85	42,00
4	Serramento campione 8bis	2,85	42,00
5	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	15,10	53,00
6	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	15,80	53,00

#### Correzioni

**Trasmissione laterale**  $K = 2$  dB

**Forma di facciata**  $\Delta L_{fs} = 0$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

$R'_w$  47,3 dB

$D_{2m,nT,w}$  43,4 dB

**Categoria dell'edificio** Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

$D_{2m,nT,w}$  minimo 42,0 dB

**Limite verificato**

*Piano 1° campioni 9, 10 e 11*



*Figura 3.2-7 calcolo facciate campioni piano 1°*

### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 1° Campione 9

Volume dell'ambiente 86,90 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata 15,30 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	$R_w$ / $D_{new}$ [dB]
1	Serramento campione 9	2,85	40,00
2	Serramento campione 9	2,85	40,00
3	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	9,60	53,00

#### Correzioni

Trasmissione laterale  $K = 2$  dB

Forma di facciata  $\Delta L_{fs} = 0$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

$R'_w$  41,9 dB

$D_{2m,nT,w}$  44,5 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

$D_{2m,nT,w}$  minimo 42,0 dB

**Limite verificato**

### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 1° Campione 10

Volume dell'ambiente 157,00 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata 111,11 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	$R_w$ / $D_{new}$ [dB]
1	Serramento campione 10	2,85	40,00
2	Serramento campione 10	2,85	40,00
3	Copertura a verde di P2 e P1	49,31	58,64
4	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	30,50	53,00
5	Serramento campione 10	2,85	40,00
6	Serramento campione 10	2,85	40,00
7	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	19,90	53,00

#### Correzioni

Trasmissione laterale  $K = 2$  dB

Forma di facciata  $\Delta L_{fs} = -1$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

$R'_w$  46,8 dB

$D_{2m,nT,w}$  42,4 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

$D_{2m,nT,w}$  minimo 42,0 dB

**Limite verificato**

### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano 1° Campione 11

Volume dell'ambiente            256,70 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata        70,60 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	$R_w$ / $D_{new}$ [dB]
1	Serramento campione 11	2,85	40,00
2	Serramento campione 11	2,85	40,00
3	Serramento campione 11	2,85	40,00
4	Serramento campione 11	2,85	40,00
5	Serramento campione 11	2,85	40,00
6	Serramento campione 11	2,85	40,00
7	Serramento campione 11	2,85	40,00
8	Serramento campione 11	2,85	40,00
9	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	25,70	53,00
10	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	22,10	53,00

#### Correzioni

Trasmissione laterale     $K = 2$  dB

Forma di facciata         $\Delta L_{fs} = 0$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

$R'_w$                             42,5 dB

$D_{2m,nt,w}$                   43,1 dB

Categoria dell'edificio    Edifici adibiti ad uffici, attività  
commerciali, ricreative o di  
culto

$D_{2m,nt,w}$  minimo        42,0 dB

**Limite verificato**

*Piano T° campioni 12, 13 e 14*



*Figura 3.2-8 calcolo facciate campioni piano T*

### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano T Campione 12

Volume dell'ambiente 179,00 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata 64,26 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> / D <sub>new</sub> [dB]
1	serramento campione 12	2,28	40,00
2	serramento campione 12	2,28	40,00
3	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	31,20	53,00
4	serramento campione 12	2,28	40,00
5	serramento campione 12	2,28	40,00
6	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	23,94	53,00

#### Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dB

Forma di facciata  $\Delta L_{fs} = 0$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'<sub>w</sub> 45,3 dB

D<sub>2m,nT,w</sub> 44,8 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

D<sub>2m,nT,w</sub> minimo 42,0 dB

**Limite verificato**

### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano T Campione 13

Volume dell'ambiente 75,50 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata 38,89 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> / D <sub>new</sub> [dB]
1	Serramento campione 13	2,28	42,00
2	Serramento campione 13	2,28	42,00
3	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	17,33	53,00
4	Serramento campione 13	2,28	42,00
5	Serramento campione 13	2,28	42,00
6	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	12,44	53,00

#### Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dB

Forma di facciata  $\Delta L_{fs} = -1$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'<sub>w</sub> 45,3 dB

D<sub>2m,nT,w</sub> 42,2 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

D<sub>2m,nT,w</sub> minimo 42,0 dB

**Limite verificato**



### Calcolo $D_{2m,nt,w}$ - Piano T Campione 14

Volume dell'ambiente 149,50 m<sup>3</sup>  
Superficie della facciata 52,17 m<sup>2</sup>

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	$R_w$ / $D_{new}$ [dB]
1	Serramento campione 14	2,28	42,00
2	Serramento campione 14	2,28	42,00
3	Serramento campione 14	2,28	42,00
4	Serramento campione 14	2,28	42,00
5	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	20,55	53,00
6	Serramento campione 14	2,28	42,00
7	Serramento campione 14	2,28	42,00
8	Parete cieca esterna - Cittadella della giustizia	17,94	53,00

#### Correzioni

Trasmissione laterale  $K = 2$  dB

Forma di facciata  $\Delta L_{fs} = -1$  dB

#### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

$R'_w$  44,9 dB

$D_{2m,nT,w}$  43,6 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

$D_{2m,nT,w}$  minimo 42,0 dB

**Limite verificato**





*Figura 3.2-9 piano S1*

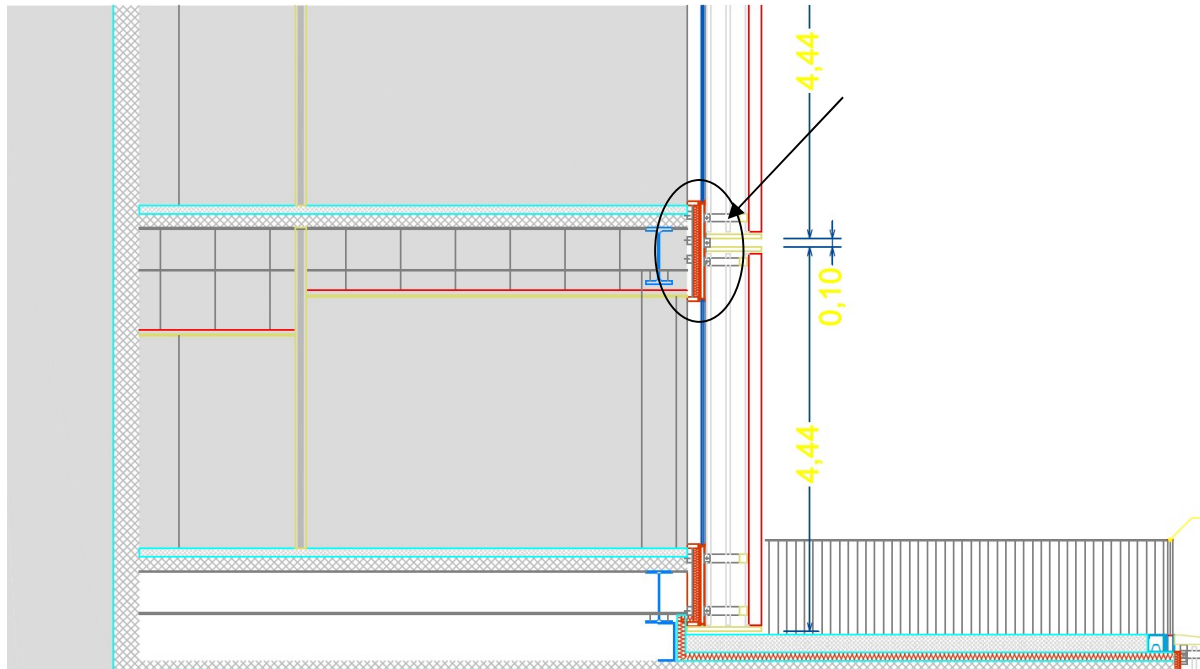
Gli stessi criteri di isolamento acustico andranno seguiti anche per questa porzione di edificio, anche se momentaneamente non oggetto di valorizzazione economica.

### ***Prescrizioni per il raggiungimento dei limiti di legge***

Analizzando a fondo i calcoli si notano i seguenti aspetti:

- In alcuni casi anche le coperture sono considerate parti integranti delle facciate, sebbene non siano esplicitate dalle leggi, pertanto occorre che siano curate nella posa e nei dettagli al fine di non presentare punti deboli e rendere vani gli sforzi della parte vetrata per garantire i limiti di legge.
- Nelle tabelle di calcolo si può osservare che gli infissi appartenenti ai piani 3 e 4 hanno valori che oscillano tra i 43 ed i 46 dB di indice  $R_w$ ; **Tuttavia per questioni pratiche di omogeneità della struttura ed a scopo cautelativo occorre garantire un  $R_w$  dei serramenti su tutto l'edificio di almeno 46/47 dB (eventualmente da definire con più precisione nella fase costruttiva).** La composizione dei vetri, dei telai e dei fascioni aggiuntivi sopra le vetrate (vedi pagina successiva figura 3.2-5) è a discrezione dei produttori/fornitori/montatori degli infissi purché vengano garantite in opera le suddette prestazioni.
- Nelle tabelle relative ai piani Terra, 1° e 2° invece è possibile notare come l'aggiunta di una consistente porzione cieca (mediante laterizio e cappotto isolante) faccia drasticamente abbassare l' $R_w$  minimo degli infissi, che si attesta sui 40 dB. **Mentre è ancora necessario utilizzare dei componenti da 42 dB nelle aule/uffici posti agli angoli dell'edificio, aventi 2 lati esterni.**

- In tutte le sezioni è possibile notare un punto debole cruciale dell'involucro, ovvero il tratto dei componenti di facciata in corrispondenza della sezione che affianca i solai. Tale discontinuità deve essere corretta garantendo il medesimo isolamento acustico della facciata, trattandolo eventualmente nella fase costruttiva su tutto lo sviluppo dell'involucro edilizio.



*Figura 3.2-10 punti deboli della facciata*

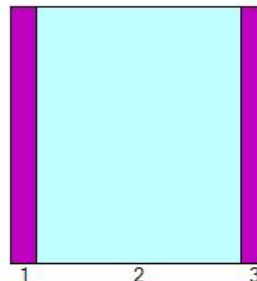
### 3.3 Pareti divisorie

#### Uffici

A livello legislativo non persiste alcun obbligo di isolamento acustico tra uffici, si riporta quindi la stratigrafia delle tramezze proposta dai progettisti:

Struttura: Tramezza interna 12,5cm singola lastra-vuota

Tipo di elemento	Parete utente
Spessore totale	12,5 cm
Massa superficiale	17,6 kg/m <sup>2</sup>
Rw	39,9 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
1	VAR	Cartongesso (densità 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,3	8,8
2	INA	Camera non ventilata	10,0	0,1
3	VAR	Cartongesso (densità 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,3	8,8

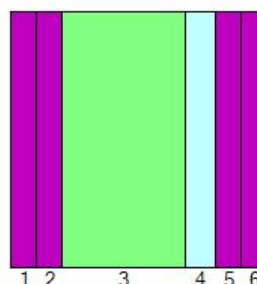
#### Aule udienze

##### Consigli costruttivi per mantenere un adeguato isolamento aereo tra aule

Si propongono alcune soluzioni indicative, utili a mantenere un adeguato fonoisolamento tra le aule udienze, disegni e soluzioni andranno trattate eventualmente nella fase costruttiva. La stratigrafia proposta è di 12,5 cm con la seguente composizione:

Struttura: Tramezza interna aule 12,5cm (6cm lana di roccia)

Tipo di elemento	Parete utente
Spessore totale	12,5 cm
Massa superficiale	37,4 kg/m <sup>2</sup>
Rw	56,2 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
1	VAR	Cartongesso (densità 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,3	8,8
2	VAR	Cartongesso (densità 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,3	8,8
3	ISO	Pannello in lana di roccia (densità 40 kg/m <sup>3</sup> )	6,0	2,4
4	INA	Camera non ventilata	1,5	0,0
5	VAR	Cartongesso (densità 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,3	8,8
6	VAR	Cartongesso (densità 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,3	8,8

- Dovrà essere usata la massima cura nella realizzazione degli impianti (elettrici, in genere...)
- Le tramezze dovranno, poggiare su una guaina antivibrante in neoprene o polietilene dello spessore minimo di 5mm, e ancorarsi al soffitto (solaio soprastante) con il medesimo sistema, frazionando così il controsoffitto di ogni ambiente, comprese le aree comuni.
- Dovrà essere posta particolare cura nella realizzazione il bordo che poggia contro la facciata esterna evitando di creare fessure o punti deboli tra gli uffici adiacenti e verificare la tenuta in corrispondenze dei pilastri
- L'isolamento tra gli uffici è determinato anche dalla qualità delle porte, è possibile scegliere le tipologie di prodotto in grado di abbattere fino a 28 dB, in modo da garantire una adeguata privacy anche nei confronti degli spazi comuni (corridoi, aree relax...)

### 3.4 Solai

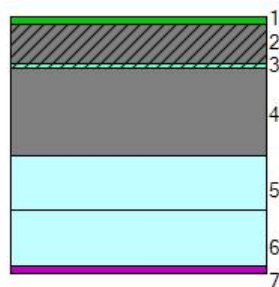
**Consigli costruttivi per mantenere un adeguato isolamento al calpestio/rumore aereo tra ambienti sovrapposti**

Si propongono alcune soluzioni indicative, utili a mantenere un adeguato fonoisolamento tra gli ambienti sovrapposti.

- Si propone una stratigrafia tipo di un solaio con guaina anticalpestio alla posizione 3 atta a creare un pavimento galleggiante. Risultati calcolati su un campione di solaio al piano 4°

Struttura: Solaio di P3 e P4 completo

Tipo di elemento	Solaio utente
Spessore totale	46,8 cm
Massa superficiale	494,0 kg/m <sup>2</sup>
R' <sub>w</sub>	51,4 dB
L' <sub>nw</sub>	49,1 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
1	PAV	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,5	34,5
2	CLS	CLS alleggerito da 900Kg/mc	7,0	63,0
3	RES	Membrana elastoplastomerica a base di bitumi e polimeri speciali con armatura in poliestere, accoppiata ad uno strato resiliente in fibra di poliestere, rivestita in superficie da un tessuto non tessuto in polipropilene di colore blu	0,8	1,8
4	CLS	Calcestruzzo - 2400 kg/m <sup>3</sup>	16,0	384,0
5	INA	Camera debolmente ventilata	10,0	0,1
6	INA	Camera debolmente ventilata	10,0	0,1
7	VAR	Cartongesso (densità 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,5	10,5

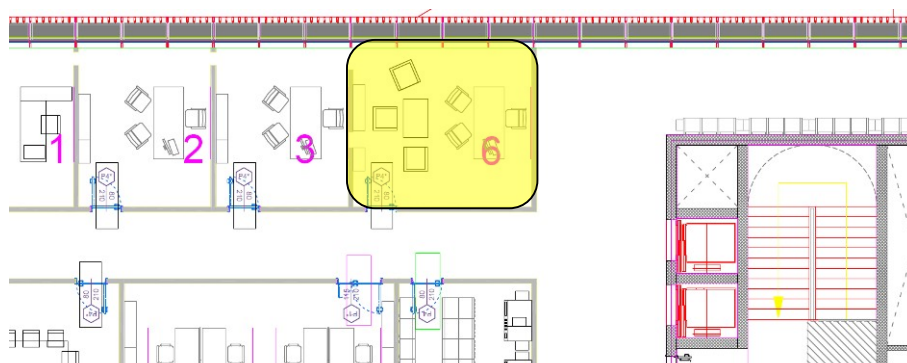
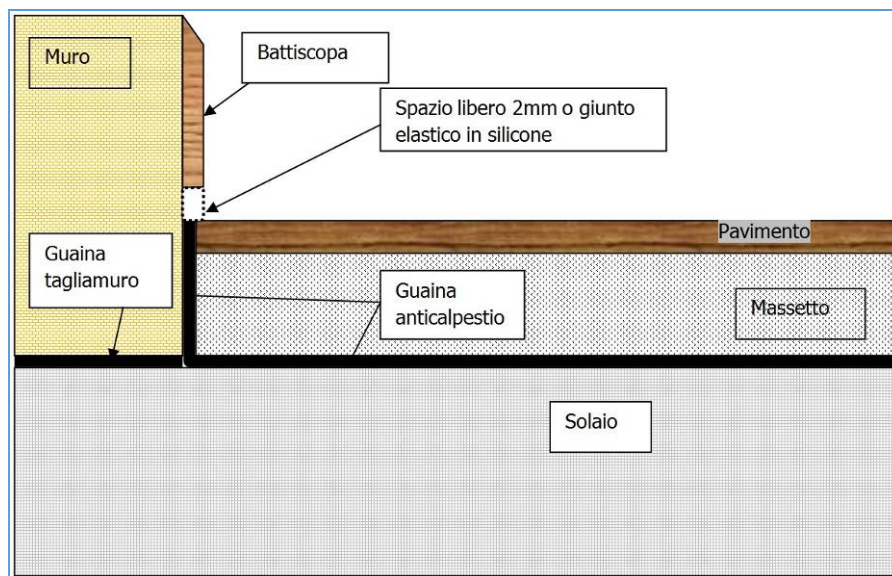
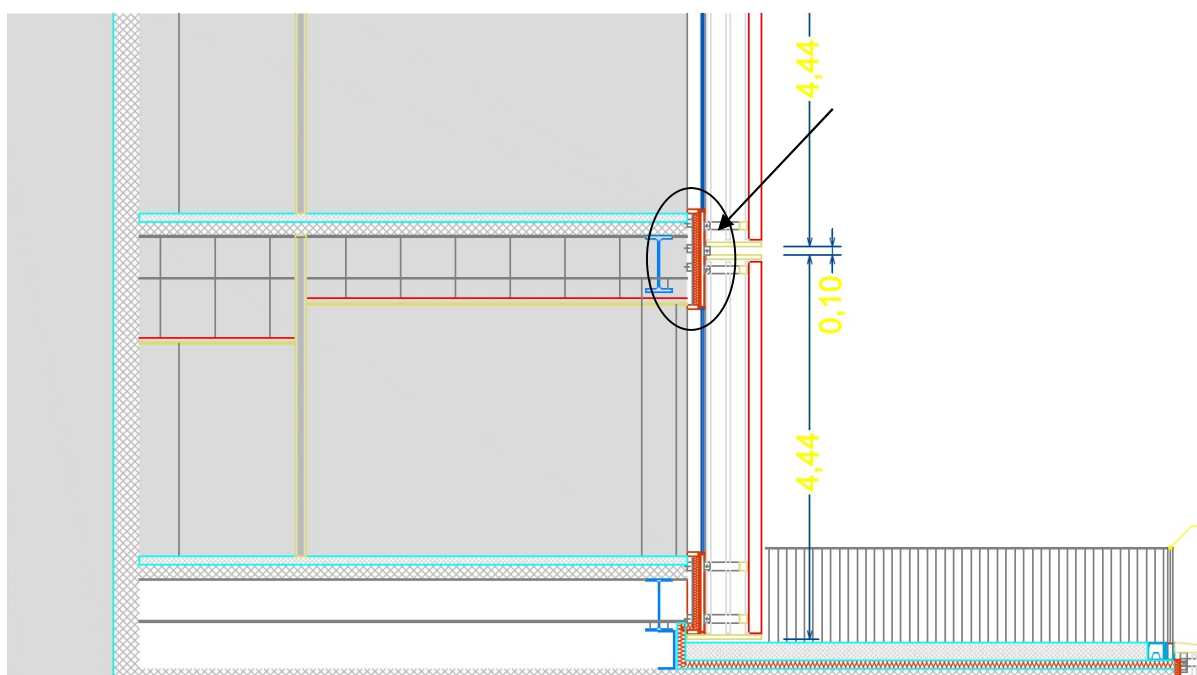


Figura 3.4-1 campione di solaio al piano 4°



*Figura 3.4-2 esempio di realizzazione di pavimento galleggiante*

- Come già citato per la facciata, in tutte le sezioni è possibile notare un punto debole cruciale dell'involucro, che influisce anche sull'isolamento (soprattutto aereo) dei solai ovvero il tratto dei componenti di facciata in corrispondenza dello spessore dei solai. Tale discontinuità deve essere corretta garantendo il medesimo isolamento acustico del solaio, trattandolo eventualmente in fase costruttiva su tutto lo sviluppo dell'involucro edilizio.



*Figura 3.4-3 punti deboli della facciata*



### 3.5 Impianti a funzionamento continuo - Lic

Si vanno ad elencare gli impianti a funzionamento continuo presenti nella struttura:

- Gruppi frigo asserviti ai fan coil
- UTA asservite ai canali di distribuzione e prelievo dell'aria

Si individuano le collocazioni degli impianti e le prescrizioni per mantenere degli adeguati livelli di rumorosità negli ambienti, si specifica che molte soluzioni andranno riviste nella fase costruttiva.

#### *Gruppi frigo, collegati ai Fan Coil*

Collocazione sul piano di copertura all'esterno del fabbricato, le ventole sono dirette allo zenith

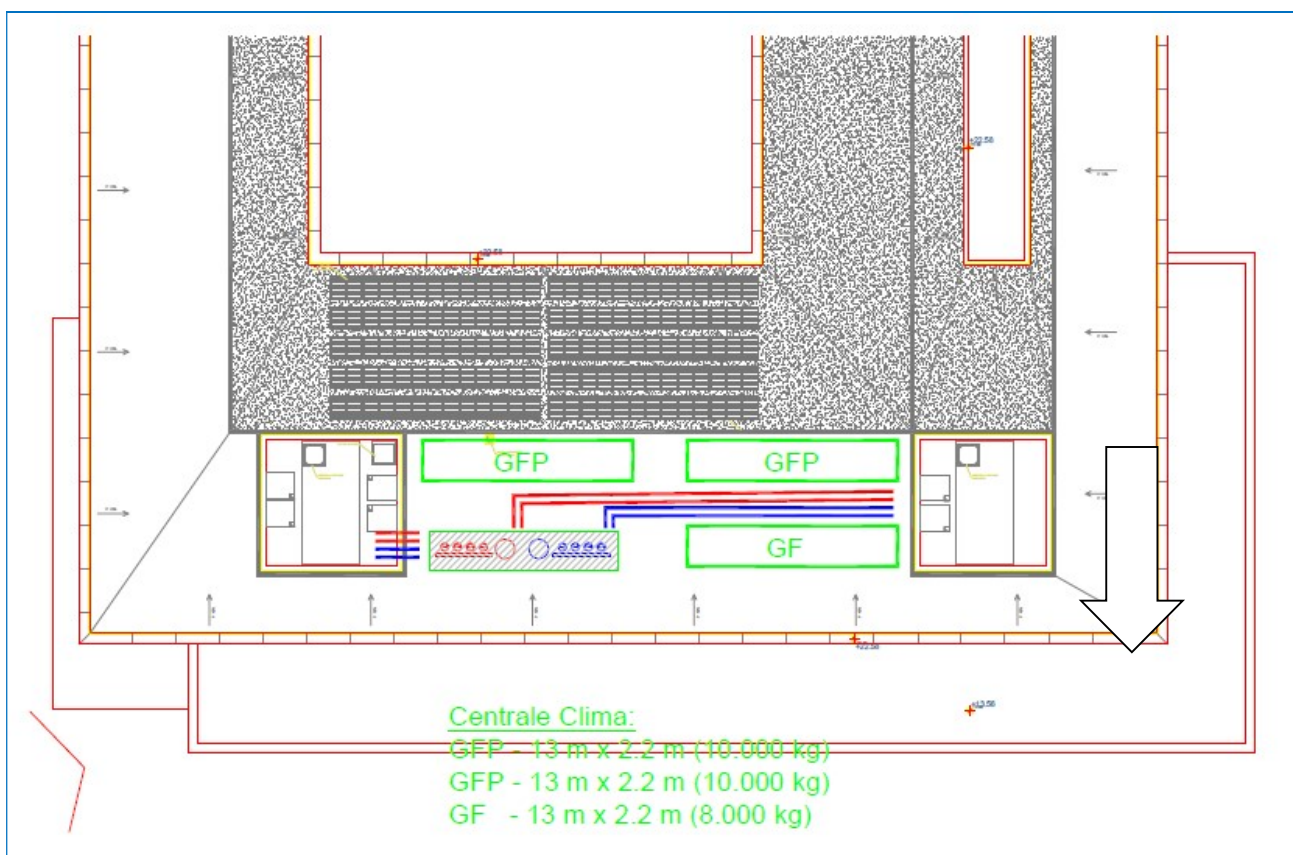


Figura 3.5-1 collocazione Gruppi frigo in copertura





## NRP 0804-3606

## Polivalente condensata ad aria

Potenza frigorifera 207 ÷ 963 kW  
Potenza termica 208 ÷ 988 kW

- Unità studiate per sistemi a 2 e a 4 tubi
- Elevate efficienze ai carichi parziali
- Produzione simultanea e indipendente di acqua calda e refrigerata
- Disponibile anche con scambiatore a fascio tubiero



### NRP - 4 TUBI - versione E

Taglia		2206 (1)	2406 (1)	2606 (1)	2806 (1)	3006 (1)	3206 (1)	3406 (1)	3606 (1)
<b>Raffreddamento lato impianto 4 tubi (2)</b>									
Potenza frigorifera	kW	598,5	639,4	695,8	739,2	801,8	844,7	906,4	948,9
Potenza assorbita	kW	195,9	214,0	230,3	252,1	269,0	291,1	308,1	330,4
Corrente assorbita totale a freddo	A	315,0	344,0	375,0	413,0	444,0	482,0	512,0	551,0
EER	W/W	3,05	2,99	3,02	2,93	2,98	2,90	2,94	2,87
Portata acqua utenza	l/h	102947	109954	119646	127107	137868	145260	155858	163168
Perdita di carico lato utenza	kPa	64	48	43	48	51	57	65	71
<b>Riscaldamento lato impianto 4 tubi (3)</b>									
Potenza termica	kW	618,5	661,8	714,3	763,5	816,0	864,2	922,4	970,1
Potenza assorbita	kW	199,5	209,9	223,1	240,6	256,5	273,8	292,8	310,3
Corrente assorbita totale a caldo	A	320,0	338,0	363,0	395,0	424,0	456,0	490,0	521,0
COP	W/W	3,10	3,15	3,20	3,17	3,18	3,16	3,15	3,13
Portata acqua utenza	l/h	107379	114913	124046	132574	141707	150072	160181	168462
Perdita di carico lato utenza	kPa	66	50	43	52	55	63	55	63
<b>Funzionamento contemporaneo (caldo + freddo) 4 tubi (4)</b>									
Potenza frigorifera	kW	630,2	679,9	737,0	788,9	858,6	911,1	967,3	1018,8
Potenza termica recuperata	kW	810,9	871,0	946,0	1015,9	1099,3	1169,6	1244,0	1313,7
Potenza assorbita	kW	194,7	204,7	223,3	243,1	258,1	277,8	297,4	317,5
Portata acqua lato freddo	l/h	102947	109954	119646	127107	137868	145260	155858	163168
Perdita di carico lato freddo	kPa	64	48	43	48	51	57	65	71
Portata acqua lato caldo	l/h	107379	114913	124046	132574	141707	150072	160181	168462
Perdita di carico lato caldo	kPa	66	50	43	52	55	63	55	63

(1) Le unità dalla taglia 1805 alla 3606 hanno di serie la valvola di espansione elettronica.

(2) Dati 14511-2018; Acqua scambiatore lato utenza 12 °C / 7 °C; Aria esterna 35 °C.

Diametro (in)	A.E	Ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"
Diametro (out)	A.E	Ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"
Impianto 2 tubi - Scambiatore lato recupero (acqua calda sanitaria)										
Tipo	A.E	tipo					Piastr			
Numero	A.E	n"	2	2	2	2	2	2	2	2
Attacco collettore (in/out)	A.E	Tipo					G.s.			
Diametro collettore (in)	A.E	Ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"
Diametro collettore (out)	A.E	Ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"
Impianto 4 tubi - Scambiatore lato utenza (freddo)										
Tipo	A.E	tipo					Piastr			
Numero	A.E	n"	1	1	1	1	1	1	1	1
Attacchi (in/out)	A.E	Tipo					G.s.			
Diametro (in)	A.E	Ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"
Diametro (out)	A.E	Ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"
Impianto 4 tubi - Scambiatore lato recupero (lato caldo)										
Tipo	A.E	tipo					Piastr			
Numero	A.E	n"	2	2	2	2	2	2	2	2
Attacco collettore (in/out)	A.E	Tipo					G.s.			
Diametro collettore (in)	A.E	Ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"
Diametro collettore (out)	A.E	Ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"
Ventilatore										
Tipo	A.E	tipo					Assiale			
Motore ventilatore	A.E	tipo					On-Off			
Numero	A	n"	12	12	14	14	16	16	18	18
	E	n"	16	16	18	18	20	20	22	22
Portata aria	A	m³/h	240000	240000	280000	280000	320000	320000	350000	350000
	E	m³/h	210000	210000	230000	230000	260000	260000	280000	280000
Dati sonori calcolati in funzionamento a freddo (2)										
Livello di potenza sonora	A	dB(A)	95,1	95,1	95,9	95,9	96,6	96,6	97,2	97,2
	E	dB(A)	91,1	91,6	92,2	92,2	92,7	92,7	93,2	93,2

(1) Le unità dalla taglia 1805 alla 3606 hanno di serie la valvola di espansione elettronica.

(2) Potenza sonora calcolata sulla base di misure effettuate in accordo con la normativa UNI EN ISO 9614-2, nel rispetto di quanto richiesto dalla certificazione Eurovent; Pressione sonora misurata in campo libero, a 10 m di distanza dalla superficie esterna dell'unità (in accordo con la UNI EN ISO 3744).

G.S. = Giunti sraanalati

(1) Le unità dalla taglia 1805 alla 3606 hanno di serie la valvola di espansione elettronica.

(2) Potenza sonora: calcolata sulla base di misure effettuate in accordo con la normativa UNI EN ISO 9614-2, nel rispetto di quanto richiesto dalla certificazione Eurovent; Pressione sonora misurata in campo libero, a 70 m di distanza dalla superficie esterna dell'unità (in accordo con la UNI EN ISO 3744).

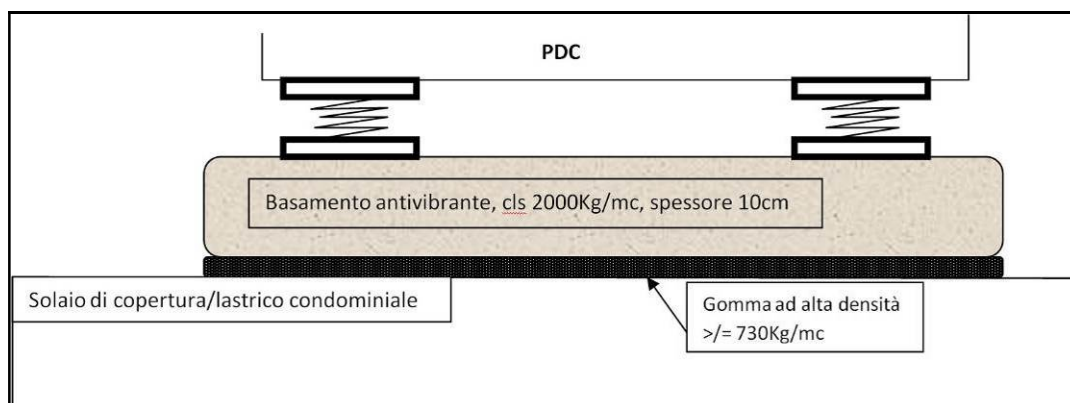
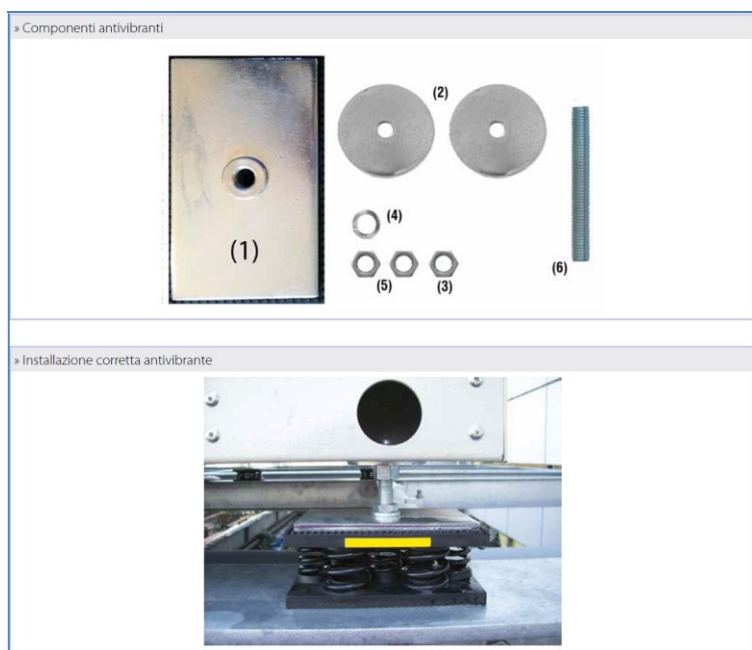
G.s. = Giunti canalati

Figura 3.5-2 scheda tecnica dei gruppi frigo-tipo



Prescrizioni per il rispetto dei limiti di legge – Gruppi frigo:

- Gli impianti producono un rumore pari a 93,2 dBA (potenza sonora), una cospicua percentuale viene prodotta dalle ventole e quindi diretta verso l'alto, sarà quindi improbabile un loro coinvolgimento nella rumorosità trasmessa all'interno dell'edificio. Nella fase costruttiva però sarà necessario dimensionare adeguatamente gli antivibranti che andranno ad isolare i corpi macchina dal resto della struttura edilizia, in modo da evitare la trasmissione del rumore attraverso il solaio, in direzione degli ambienti al piano 4°. Di seguito una soluzione – tipo:



*Figura 3.5-4 esempio di dispositivi antivibranti e di platea in cls insonorizzata*

Prescrizioni per il rispetto dei limiti di legge – fan coil:

- Dalle schede tecniche si evince che il livello di pressione sonora varia dai 30 ai 51 dBA ca, il rumore è generato direttamente negli uffici che ne usufruiscono, la legislazione in questo caso impone solamente un limite negli ambienti diversi in cui viene creato. Nella fase costruttiva si potrà approfondire anche questo particolare e verificare eventuali misure di contenimento del rumore dell'impianto tra un ufficio e l'altro, qualora fosse necessario (posizionamento di canali e giunzioni antivibranti, silenziatori, rivestimento corpi macchina...)

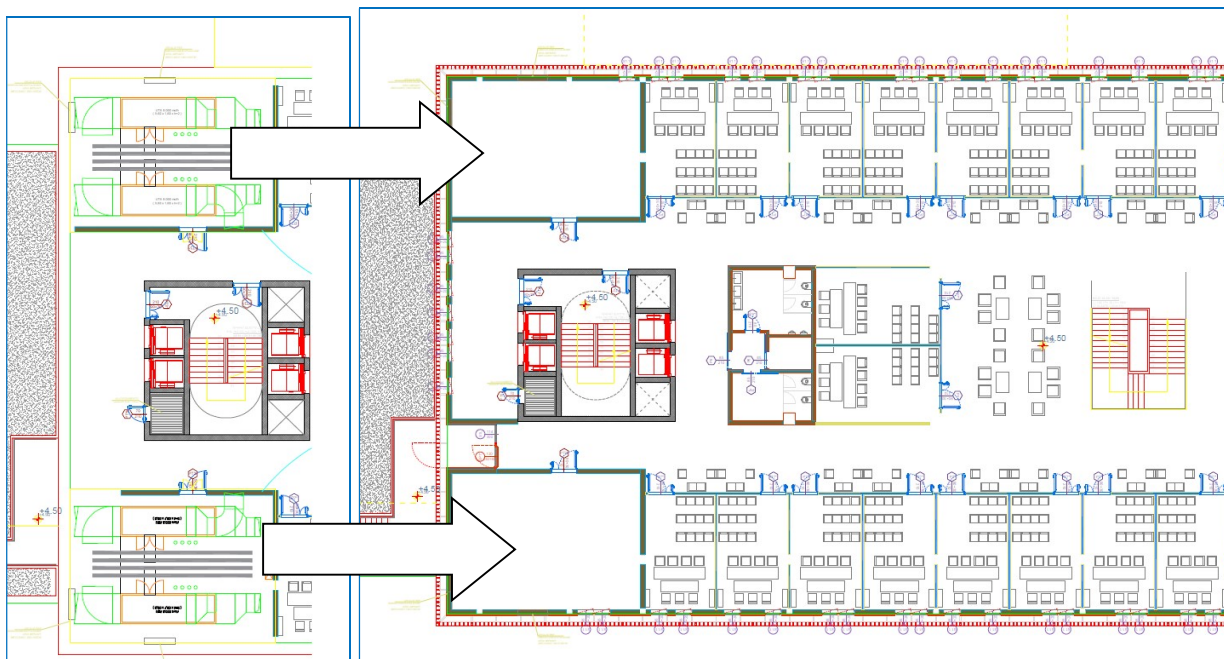


## UTA

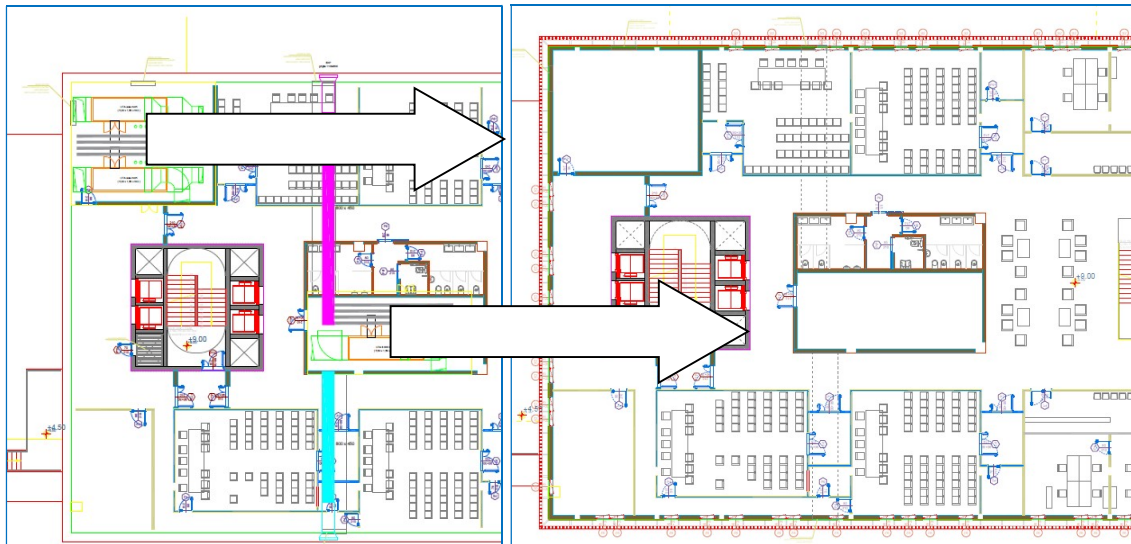
Collocazione degli impianti in appositi vani tecnici disposti su ogni piano



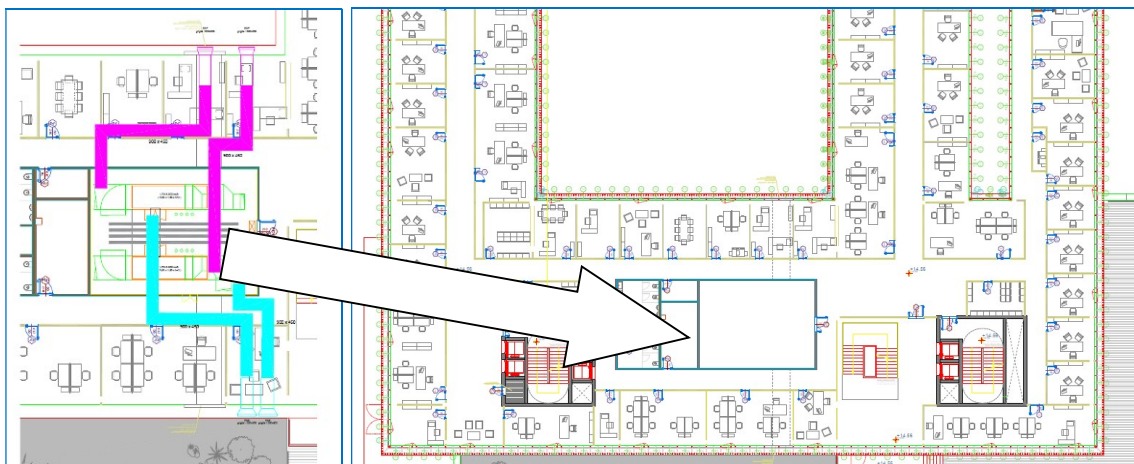
*Figura 3.5-5 collocazione UTA al piano Terra*



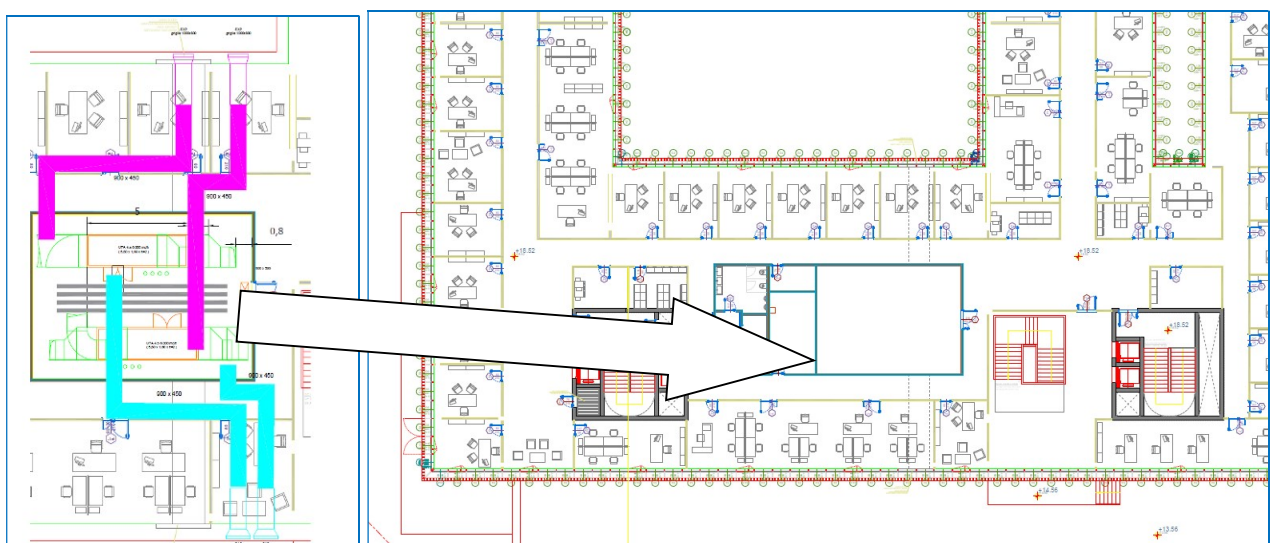
*Figura 3.5-6 collocazione UTA al piano 1°*



*Figura 3.5-7 collocazione UTA al piano 2°*



*Figura 3.5-8 collocazione UTA al piano 3°*



*Figura 3.5-9 collocazione UTA al piano 4°*

## Caratteristiche principali, esemplare-tipo installato delle UTA – scheda tecnica



### Scheda tecnica

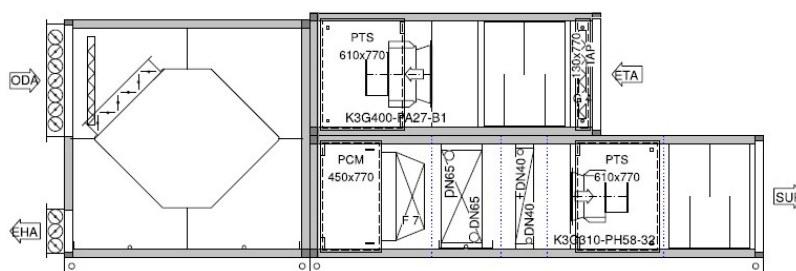


Agente		Offerta	Rev- del 01.06.2	N° revisione	
Progetto	CITTADELLA GIUDIZIARIA CATANIA	Utente		Data creazione	01/06/2021
Cliente	SOLAR ENERGY IMPIANTI SRL	Posizione	2-6500 -		

#### Unità trattamento aria

<b>NCD 8D</b>	Portata aria mandata [m³/h]	<b>6500</b>	[m³/s] <b>1,81</b>	Pressione statica utile mandata [Pa]	<b>300</b>
<b>NCD 8D</b>	Portata aria espulsione [m³/h]	<b>6500</b>	[m³/s] <b>1,81</b>	Pressione statica utile ripresa [Pa]	<b>300</b>

#### Disegno macchina



#### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Transport Type CAMION LxHxD 1360x260x240 cm Max

Materiale profili	Alluminio anodizzato	Materiale allestimenti	Zincato verniciato RAL9003
Spessore pannello	50,0 mm	Materiale angoli	Plastica PVC
Materiale pannello esterno	Acc.Zincato Prev+Foil 0,60 mm	Tipo isolamento	Poliuretano 45 kg/m³
Colore	RAL9003	Tipo isolamento fondo	Poliuretano 45 kg/m³
Materiale pannello interno	Zincato preverniciato 0,60 mm	Basamento	Acciaio zincato
Materiale pannello fondo interno	Zincato preverniciato 0,60 mm	Basamento (Addizionale)	
Pannello drenante	No	Tetto	No
		Imballo	Si PACK2

<b>Information according to Regulation 1253/2014</b>		EU1253/2014 compliance (ERP2018)		Si
Tipo unità	NRVU - BVU	specific fan power interno [W/(m³/s)]		690
percentuale di trafilamento interno a 250 Pa [%]	0,10	Efficienza statica ventilatore U1/U2 [%]		60,08 / 61,21
Classe energetica filtri	A richiesta			Se applicabile
Potenza specifica ventilatore [W/(m³/s)]	2.779	Densità aria [kg/m³]	1,20	Mixing ratio (RCA/SUP) [%]
ECC Classe efficienza energia 2016	A	Designed outdoor temperature winter [°C]		5,00
Classe energetica (wet conditions)		Velocità aria mandata / ripresa [m/s]	1,74 / 1,74	
		The fan system effect is taken into account in the fan performances		
Classe recupero di energia (EN 13053)	H1	Aria di ripresa	Classe velocità	V2
Aria di mandata	V2		Classe potenza	P1
Classe trafilamento -400 Pa / +400 Pa	L1 / L1	trasmissione termica		T2
Resistenza meccanica	D1	Taglio termico		TB2
Dati disponibili sul sito Eurovent riferiti al telaio	ATPGP			

Figura 3.5-10 caratteristiche tecniche generali impianto-tipo UTA



F Filtri L1			Aria di ripresa	Lato attacchi/ispezioni		Sinistra/Sinistra		Peso stimato [kg]		31,00
Produttore			FCR	Spessore filtro [mm]				48,0		
Tipo			Filtro piano	Superficie filtro [m2]				1,39		
Pleated Panel 48mm - Synthetic - Galvanized Steel										
Perita di carico media vita [Pa]			159,5	N° per dimensioni		1 x	6019305	592,0 x		287,0
Pulito dP / Sporco dP [Pa]			69 / 250			1 x	6019307	592,0 x		490,0
Portata aria [m³/h]			6.500			1 x	6019306	592,0 x		592,0
Classe ISO 16890 / EN 779:2012 / EFF.			Coarse 55% / G4 / NA							
DPA considerata per la selezione del ventilatore [Pa]			160	Materiale guide e chiusure		Zincato vernicia				
In conformità alla ErP 2018 deve essere previsto un sistema di monitoraggio dei filtri. Si prega di selezionare un pressostato differenziale o assicurarsi che la ditta che fornisce la regolazione provveda ad installarlo										
TAPPO - Pannello rimovibile con chiavistello				Dimensioni [mm]		130,0 x 770,0				
Apertura E Frontale				Dimensioni [mm]		1.410,0 x 770,0				

S Silenziatore L1			Aria di ripresa	Lato attacchi/ispezioni		Sinistra/Sinistra		Peso stimato [kg]		129,00			
Codice			FA200x4x720x560	Orintamento		Verticale							
Perdita di carico [Pa]			10	Tipo		FA Standard							
Lunghezza setto 1 [mm]			560,0	4	Frequenza [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Materiale telaio silenziatore			Inox AISI 304		Abs [dB]	2,0	5,0	10,0	17,0	18,0	22,0	26,0	13,0

VF Ventilatore a girante libera L1			Aria di ripresa	Lato attacchi/ispezioni		Sinistra/Sinistra		Peso stimato [kg]		164,00
Ventilatore EBM-Papst K3G400-PA27-B1 Brushless - Aerodynamically blades - Corrosion protection				Motore		EBM-Papst M3G150FF				
Portata aria [m³/h]			6.500	Protezione / Classe d'isolazione				IP55 / F		
Pressione utile [Pa]			300	Potenza massima [kW]				3,350		
Pressione Interna [Pa]			382	Giri massimi [1/min]				2.750		
Pressione tot. / stat. / din. / SEF [Pa]			776 / 712 / 64 / 30	Corrente massima [A]				5,20		
Outlet / Inlet sound [dBA]			88,1 / 81,1	Tensione / Frequenza / Collegamento		3x400 V / 50 Hz / Standard				
rendimento vent. statico [%]			63,80	Efficienza motore IE				IE4		
Giri / Massimo [R.P.M.]			2.307 / 2.750	segnale di controllo (0-10V)				7,72		
Fan octave band sound power level [dB]				Potenza specifica ventilatore [W/(m3/s)]				1.115		
Inlet [dB]			66,8 74,5 76,4 75,0 74,2 73,6 75,2 71,2	K factor				188		
Outlet [dB]			69,0 74,8 77,0 80,6 83,1 82,2 80,4 74,8	$\Delta p = \left(\frac{V}{k}\right)^2$						
Potenza ass.sistema [kW]			2,015							
(5) 1 P2. Protezione Elettronica ELP										
Porta con cerniere e blocco di sicurezza esagonale				Dimensioni [mm]		610,0 x 770,0				
(6) 1 Set Microinterruttore non cablato MICRO										
Apertura L Ventilatore				Dimensioni [mm]		395,0 x 395,0				
PTDF Recuperatore a piastre diagonale + filtro			Aria di ripresa	Lato attacchi/ispezioni		Destra/Destra		Peso stimato [kg]		474,00

Agente		Offerta	Rev- del 01.06.2	N° revisione	
Progetto	CITTADELLA GIUDIZIARIA CATANIA	Utente		Data creazione	01/06/2021
Cliente	SOLAR ENERGY IMPIANTI SRL	Posizione	2-6500 -		

Calcolo rumorosità										
		Potenza sonora [dB]								
Frq. Hz		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Somma [dB(A)]
Aspirazione		64,9	68,5	65,4	56,1	54,2	48,7	44,3	50,2	61,2
Uscita		69,0	71,8	77,0	77,6	74,1	71,2	73,4	64,8	80,3
Esterno		63,0	65,8	66,0	68,6	71,1	69,2	52,4	39,8	74,5
		Livello di pressione sonora [dB]								
Frq. Hz		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Somma [dB(A)]
Esterno		49,0	51,8	52,0	54,6	57,1	55,2	38,4	25,8	60,5
										Punto di misura a 2 m Distanza

Figura 3.5-11 caratteristiche tecniche rumorosità ventilatore ed aspirazioni aria di ripresa impianto-tipo UTA



VF Ventilatore a girante libera L3				Aria di mandata		Lato attacchi/ispezioni		Destra/Destra		Peso stimato [kg]		161,00																								
Ventilatore <b>EBM-Papst</b> <b>2x K3G310-PH58-32</b> Brushless - Aerodynamically blades - Corrosion protection Modo di funzionamento <b>Modalità parallela ( 50 % )</b> Portata aria [m³/h] <b>6.500</b> Densità [kg/m³] <b>1,20</b> Pressione utile [Pa] <b>300</b> Pressione Interna [Pa] <b>700</b> Pressione tot. / stat. / din. / SEF [Pa] <b>1.066 / 1.020 / 46 / 20</b> Outlet / Inlet sound [dBA] <b>86,7 / 81,6</b> rendimento vent. statico [%] <b>61,27</b> Giri / Massimo [R.P.M.] <b>3.159 / 4.000</b> <div><b>Fan octave band sound power level [dB]</b><table><tr><td></td><td>63</td><td>125</td><td>250</td><td>500</td><td>1000</td><td>2000</td><td>4000</td><td>8000</td></tr><tr><td>Inlet [dB]</td><td>69,3</td><td>72,7</td><td>79,3</td><td>76,3</td><td>72,2</td><td>74,2</td><td>76,3</td><td>68,4</td></tr><tr><td>Outlet [dB]</td><td>74,3</td><td>73,1</td><td>78,9</td><td>78,7</td><td>80,5</td><td>80,0</td><td>80,9</td><td>74,2</td></tr></table></div> Potenza ass.sistema [kW] <b>3,005</b>					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Inlet [dB]	69,3	72,7	79,3	76,3	72,2	74,2	76,3	68,4	Outlet [dB]	74,3	73,1	78,9	78,7	80,5	80,0	80,9	74,2	Motore <b>EBM-Papst</b> <b>2x M3G112GA</b> Protezione / Classe d'isolazione <b>IP54 / B</b> Potenza massima [kW] <b>2,950</b> Giri massimi [1/min] <b>4.000</b> Corrente massima [A] <b>4,60</b> Tensione / Frequenza / Collegamento <b>3x400 V / 50 Hz / Standard</b> Efficienza motore IE <b>IE4</b> segnale di controllo (0-10V) <b>6,87</b> Potenza specifica ventilatore [W/(m³/s)] <b>1.664</b> K factor <b>116</b> $\Delta p = \left( \frac{V}{k} \right)^2$					
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000																												
Inlet [dB]	69,3	72,7	79,3	76,3	72,2	74,2	76,3	68,4																												
Outlet [dB]	74,3	73,1	78,9	78,7	80,5	80,0	80,9	74,2																												
<b>( 11 ) 1 Set Protezione Elettronica LEL</b> Porta con cerniere e blocco di sicurezza esagonale Dimensioni [mm] <b>610,0 x 770,0</b>																																				
<b>( 7 ) 1 Set Microinterruttore non cablato MICRO</b> Porta con cerniere e blocco di sicurezza esagonale Dimensioni [mm] <b>610,0 x 770,0</b>																																				
<b>( 13 ) 1 Set Microinterruttore non cablato MICRO</b> Apertura <b>L Ventilatore</b> Dimensioni [mm] <b>330,0 x 330,0</b>																																				
Apertura <b>L Ventilatore</b> Dimensioni [mm] <b>330,0 x 330,0</b>																																				

Calcolo rumosità									
Potenza sonora [dB]									
Frq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Somma [dB(A)]
Aspirazione	72,3	68,7	80,3	71,3	56,2	52,2	55,3	41,4	73,5
Uscita	75,3	71,1	71,9	64,7	65,5	61,0	57,9	64,2	70,8
Esterno	71,3	67,1	71,3	69,7	71,5	70,0	55,9	42,2	75,4
Livello di pressione sonora [dB]									
Frq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Somma [dB(A)]
Esterno	57,3	53,1	57,3	55,7	57,5	56,0	41,9	28,2	61,4

Punto di misura a

2 m Distanza

pag. 44 di 62

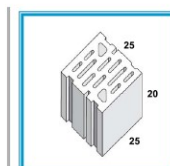
La parte rumorosa delle UTA è confinata a ridosso delle prese/aspirazioni d'aria e normalmente, se collocati in luoghi chiusi (seppur aerati) non provocano disturbo da rumore aereo. Tuttavia sussistono ugualmente le condizioni per il mancato raggiungimento del limite di legge sulla rumorosità degli impianti continui (<25 dBA).

A scopo cautelativo sono stati eseguiti alcuni calcoli preliminari, a cui sono seguite delle severe prescrizioni riguardo alla costruzione dei vani tecnici che contengono le UTA di ogni piano.

È stato stimato in base al dato di rumorosità a 2m di distanza, ovvero 61,4 dBA nella zona esterna (?) di mandata e 60,5 dBA nella zona esterna (?) di ripresa (si ipotizza, dato che non è sufficientemente chiaro nelle schede) che i valori siano stati riscontrati a circa 2m dal corpo macchina in campo libero. Simulando un livello cumulativo si possono avere sino a 64 dBA ca, raddoppiando la quantità di impianti (solitamente 2 per ogni vano tecnico) si hanno 67 dBA. Tali sorgenti inserite all'interno di un campo riverberante danno un livello di 74/76 dBA (range di valori riscontrato dallo scrivente in situazioni analoghe). Pertanto per garantire un adeguato livello degli impianti continui negli ambienti adiacenti si consiglia di realizzare i vani tecnici con un materiale in grado di abbattere almeno 51 dBA. A scopo cautelativo si prescrive quanto segue:

- Realizzazione degli involucri dei vani tecnici con blocchi semipieni in cls alleggerito, di seguito si mostra la scheda tecnica della parete munita di intonaco (è plausibile che in assenza di questo si possa mantenere  $R_w > 51$  dB)

**Lecablocco Bioclima  
Fonoisolante 25x20x25  
Sismico da intonaco**

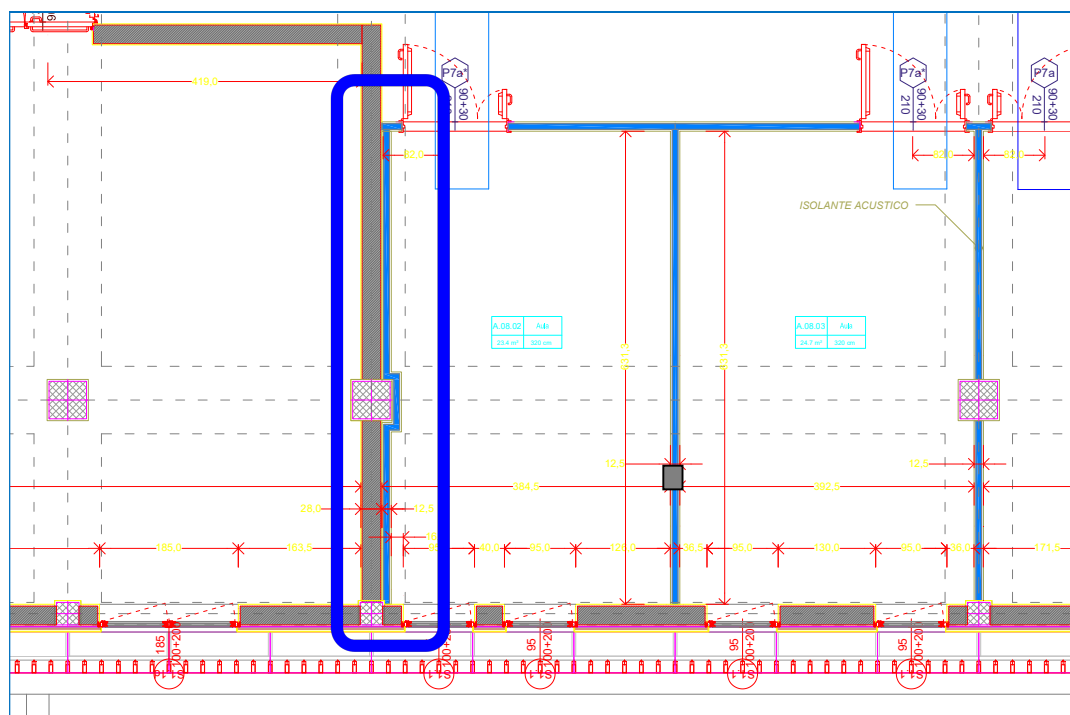


**Caratteristiche della parete intonacata (\*) spessore totale 27,7 cm**

Resistenza termica R della parete non intonacata posata con malta tradizionale (con Malta Leca M10 Termico Sismica)	m <sup>2</sup> K/W	0,97 (1,05)
Conducibilità termica equivalente $\lambda_{eq}$ della parete non intonacata posata con malta tradizionale (con Malta Leca M10 Termico Sismica)	W/mK	0,254 (0,235)
Trasmittanza termica U della parete <b>interna</b> intonacata posata con malta tradizionale (con Malta Leca M10 Termico Sismica)	W/m <sup>2</sup> K	0,79 (0,75)
Trasmittanza termica U della parete <b>esterna</b> intonacata posata con malta tradizionale (con Malta Leca M10 Termico Sismica)	W/m <sup>2</sup> K	0,85 (0,80)
Potere fonoisolante $R_w$ (indice di valutazione a 500 Hz)	dB	<b>56,3</b>

**Figura 3.5-13 caratteristiche tecniche parete in cls alleggerito**

- La parete dovrà essere costruita in modo da chiudere completamente i vani anche dai controsoffitti presenti nei corridoi e negli uffici, e senza interruzione verso i solai soprastanti.
- Nel caso in cui un vano tecnico abbia in comune una parete divisoria con un ufficio o un'aula dovrà essere costruita sia la parete in cls alleggerito (di cui alla pagina precedente) sia la parete in cartongesso e lana di roccia già citata nei capitoli precedenti. Esempio:



*Figura 3.5-14 esempio di parete condivisa da "rinforzata acusticamente"*

La caratteristica dei corpi UTA rimane anche quella della trasmissione delle vibrazioni, se non adeguatamente trattate si propagano attraverso la struttura edilizia generando facilmente rumorosità persistenti in diverse direzioni. Occorre quindi dotare i corpi macchina di appositi antivibranti, eventualmente forniti dalla "casa madre" o da aziende specializzate in grado di calcolare le prestazioni dei dispositivi necessari ad annullare determinate frequenze risonanti. Tutti questi aspetti saranno da approfondire nella fase costruttiva.

A scopo cautelativo **si prescrive** quanto segue:

- Dotare i solai del materassino antivibrante indicato nei capitoli precedenti (stratigrafia cap 3.4) e assicurarsi che i corpi macchina siano installati anch'essi su dispositivi antivibranti certificati per le frequenze trasmesse dalle UTA

### **Prescrizioni per il rispetto dei limiti di legge – canali di mandata e di ripresa**

La fase costruttiva sarà utile a trattare in modo più esaustivo il complesso argomento, tuttavia si raccomanda di:

- valutare eventuali dispositivi antivibranti, tratti silenziati e/o realizzati con giunti flessibili.
- Verificare la rumorosità indotta dai tratti dei canali di uscita ed ingresso che attraversano gli ambienti come uffici ed aule udienze.
- Vale la pena ricordare lo stesso criterio legislativo già citato per i fan coil, ovvero che il limite di legge è valido per gli impianti che generano rumore in un altro ambiente rispetto a quello nel quale viene misurato.

### 3.6 Impianti a funzionamento discontinuo Lid

Gli impianti a funzionamento discontinuo presenti nella struttura sono essenzialmente due:

- Ascensori, collocati in blocchi solitamente staccati dal resto delle strutture che compongono gli uffici
- Servizi igienici, anche questi trovano posto spesso lontano dal resto degli ambienti di lavoro, salvo qualche eccezione.

## ***Ascensori***

- In questa fase progettuale non si ritiene necessario approfondire l'argomento se non menzionando la cura della posa in opera di tutti i componenti ed in particolar modo delle parti mobili (quali porte scorrevoli e corpo ascensore) e di quelle fisse (motore elettrico). È necessario quindi desolidarizzare l'impianto/motore dal resto del vano e assicurarsi che il movimento di apertura delle porte funzioni correttamente evitando la collisione delle lamiera della porta a scorrimento automatico.

## ***Servizi igienici – tubature di scarico e di adduzione***

Anche i blocchi dei servizi igienici, sono per lo più staccati dal resto delle strutture, e sono presenti ampi cavedi per il passaggio dei tubi di scarico (e di adduzione). Tuttavia **si prescrive che:**

- La posa dei materiali, dovrà essere posata "a regola d'arte" come indicato dal/i fornitore/i del materiale.
- Evitare se possibile di installare impianti idrici all'interno di pareti che dividono gli uffici dai servizi.

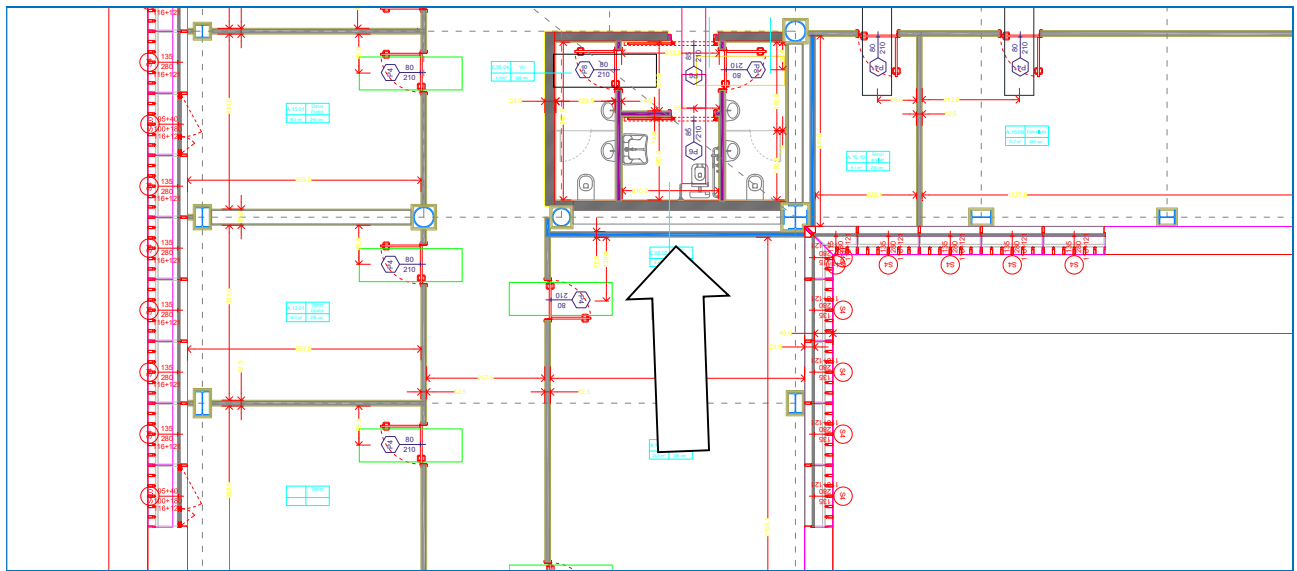
In ogni caso:

- I tubi degli scarichi dovranno avere un certificato di isolamento acustico: normalmente non più di 16 dB con portata a 4,0 l/s (prestazioni tipo "Phonoline") e muniti di tutti gli accessori antivibranti (colletti) raccomandati dal fornitore.
- In corrispondenza dei solai, tutte le tubature (adduzione e scarico) dovranno essere rivestite con materiale antivibrante.
- Nel caso in cui le strutture dei servizi coincidano con quelle degli uffici le tubature di adduzione dell'acqua e degli scarichi dovranno essere installate in appositi vani tecnici isolati acusticamente (riempiti con lana di roccia a media densità, 40 Kg/mc) e scollegati dalla parete divisoria, tramite guaina antivibrante al fine di non intaccare l'integrità della stessa. Se necessario creare una vera e propria controparete disaccoppiata nella quale alloggiare gli impianti.

[illegible]

pag. 50 di 62





*Figura 3.6-2 parete dei servizi coincidente con gli uffici*

### 3.7 Comfort acustico delle sale udienze STI e T

I parametri indicati dal Decreto “CAM” sono basilari per rappresentare la qualità acustica delle sale adibite ad attività di divulgazione da parte di un oratore e nelle quali sia necessaria una buona intelligibilità della parola. Le sale/aule delle udienze hanno l’esigenza di garantire proprio questa condizione.

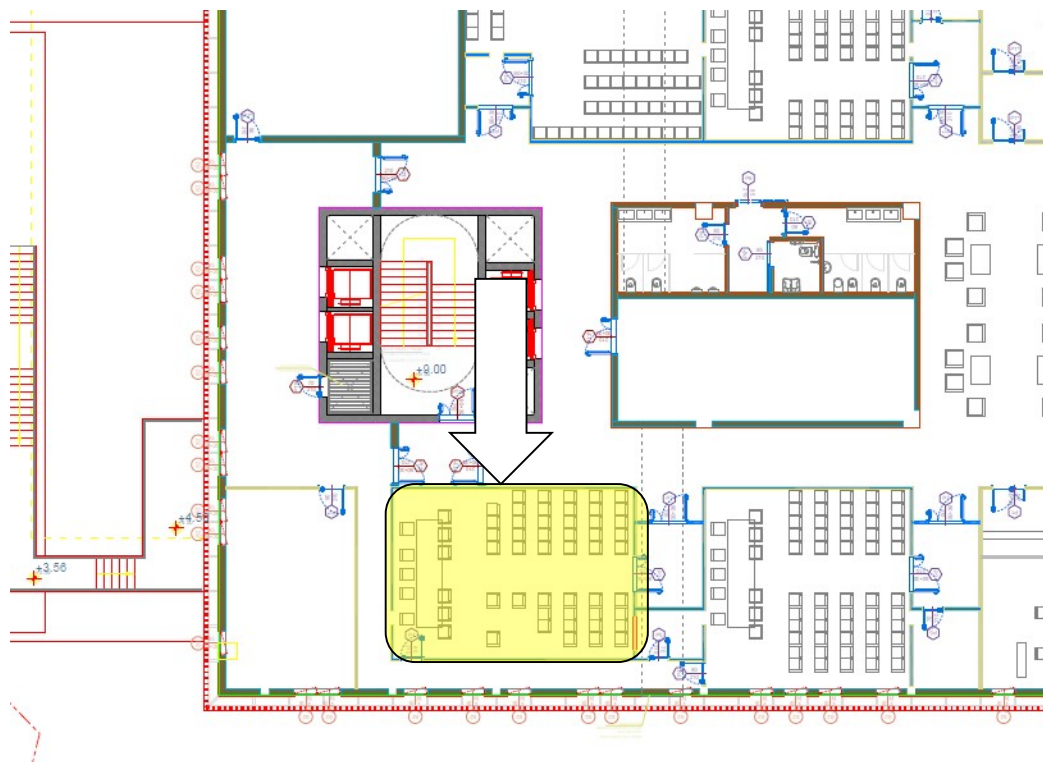
La norma UNI 11367 descrive e definisce i due indici atti a classificare la qualità acustica delle sale.

Sono stati presi in considerazione due campioni, e calcolati i livelli del tempo di riverbero T e Speech Transmission Index (STI) seguendo le formule indicate rispettivamente dalla norma UNI 11532 e dalla formula di Sabine.

Il software ECHO 8.1.1.1 ha la possibilità di eseguire i calcoli partendo dal potere fonoassorbente dei materiali che compongono l’ambiente oggetto di studio e da altri parametri.

Di seguito si mostrano i risultati (indicativi) delle analisi compiute per le due sale udienze.

*Campione 1 - Sala udienze piano 2°*



*Figura 3.7-1 campione 1*

## Campione 1 - Tempo di riverbero T

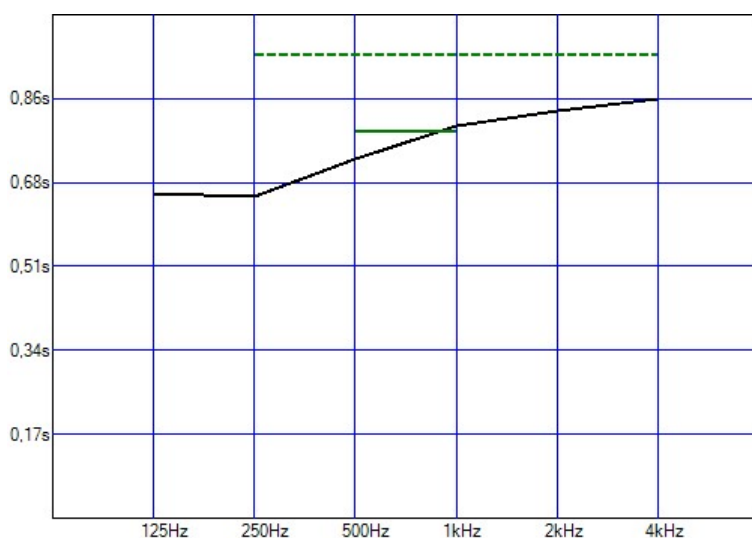
**Volume dell'ambiente** 231,00 m<sup>3</sup>

### Aree di assorbimento equivalente

Materiale	Superficie [m <sup>2</sup> ]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Pannelli in cartongesso pieno con intercapedine riempita di lana di roccia	120,60	30,15	24,12	12,06	9,65	9,65	9,65
Piastrelle in ceramica	61,00	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05
Lastra in acciaio/alluminio forata $\alpha$ medio = 0,5	61,00	22,57	29,28	35,38	33,55	31,72	30,50

### Risultati

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
T	0,66 s	0,65 s	0,73 s	0,80 s	0,83 s	0,86 s
T ottimale (UNI 11367)			0,79 s			
T massimo (UNI 11367)			0,94 s			
T medio (250 Hz - 2000 Hz)			0,75 s			



T calcolato

T ottimale  
UNI 11367

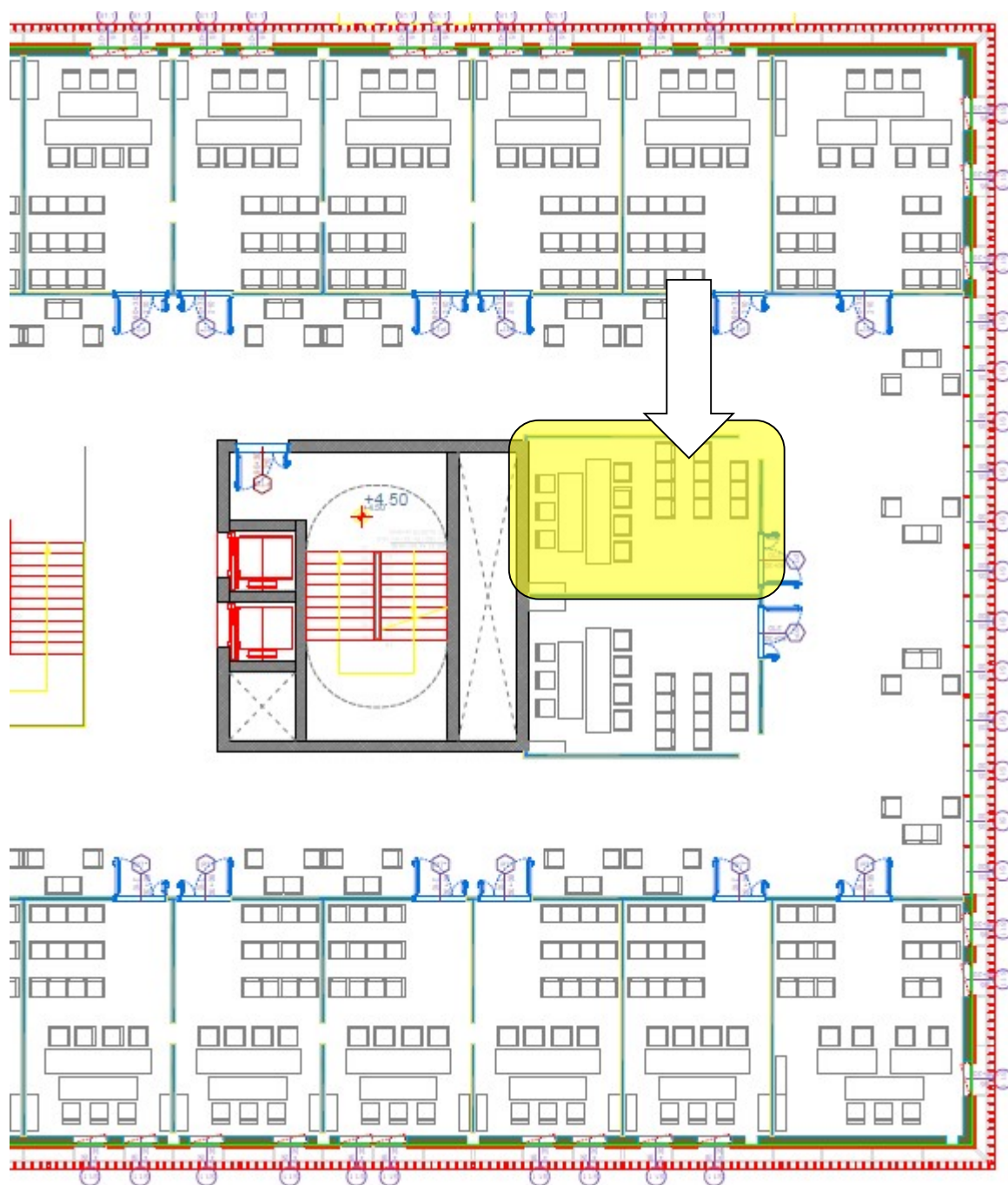
T massimo  
UNI 11367

## Campione 1 - STI

Modello di calcolo Campo riverberato diffuso e contributo del suono diretto  
Distanza tra parlatore e ascoltatore: 6,7 m  
Parlatore Maschio  
Sforzo vocale normale  
Livello di pressione sonora a 1 m: 60 dBA

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tempo di riverberazione							
T [s]	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
Direttività della sorgente							
Q	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
ID	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Distanza critica							
$r_c$ [m]	1,06	1,06	1,00	0,96	0,94	0,93	0,93
$5 \cdot r_c$ [m]	5,28	5,31	5,02	4,81	4,71	4,65	4,65
Livello del rumore di fondo							
$L_n$ [dB]	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
Livello del parlato							
$L_{s,1m}$ [dB]	62,9	62,9	59,2	53,2	47,2	41,2	35,2
$L_{sr}$ [dB]	60,4	60,4	57,2	51,5	45,7	39,8	33,8
$L_{sd}$ [dB]	46,4	46,4	42,7	36,7	30,7	24,7	18,7
Indice di trasferimento della modulazione							
MTI	0,64	0,68	0,66	0,64	0,62	0,60	0,56
Indice di trasmissione del parlato							
STI	0,62						
STI minimo	0,55						
Qualità parlato	Buono						

*Campione 2 - Sala udienze piano 1°*



*Figura 3.7-2 campione 2*

## Campione 2 - Tempo di riverbero $T$

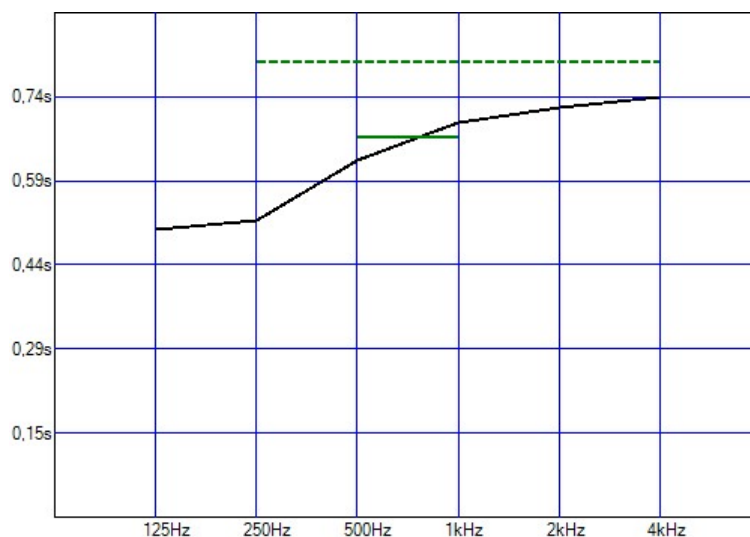
**Volume dell'ambiente** 96,00 m<sup>3</sup>

### Aree di assorbimento equivalente

Materiale	Superficie [m <sup>2</sup> ]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Lastra in acciaio/alluminio forata $\alpha$ medio = 0,5	26,70	9,88	12,82	15,49	14,69	13,88	13,35
Piastrelle in ceramica	26,70	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
Pannelli in cartongesso pieno con intercapedine riempita di lana di roccia	77,00	19,25	15,40	7,70	6,16	6,16	6,16

### Risultati

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
$T$	0,50 s	0,52 s	0,63 s	0,69 s	0,72 s	0,74 s
$T$ ottimale (UNI 11367)			0,66 s			
$T$ massimo (UNI 11367)			0,80 s			
$T$ medio (250 Hz - 2000 Hz)			0,64 s			



$T$  calcolato

$T$  ottimale  
UNI 11367

$T$  massimo  
UNI 11367



## Campione 2 - STI

Modello di calcolo Campo riverberato diffuso e contributo del suono diretto  
Distanza tra parlatore e ascoltatore: 4,3 m  
Parlatore Maschio  
Sforzo vocale normale  
Livello di pressione sonora a 1 m: 60 dBA

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tempo di riverberazione							
T [s]	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
Direttività della sorgente							
Q	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5
ID	2,0	2,0	2,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Distanza critica							
$r_c$ [m]	0,78	0,77	0,70	0,67	0,65	0,65	0,65
$5 \cdot r_c$ [m]	3,90	3,84	3,50	3,33	3,27	3,23	3,23
Livello del rumore di fondo							
$L_n$ [dB]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Livello del parlato							
$L_{s,1m}$ [dB]	62,9	62,9	59,2	53,2	47,2	41,2	35,2
$L_{sr}$ [dB]	63,1	63,2	60,3	52,7	46,9	41,0	35,0
$L_{sd}$ [dB]	50,2	50,2	46,5	40,5	34,5	28,5	22,5
Indice di trasferimento della modulazione							
MTI	0,72	0,73	0,69	0,67	0,66	0,66	0,65
Indice di trasmissione del parlato							
STI	0,67						
STI minimo	0,55						
Qualità parlato	Buono						

Chiarezza							
C50	4,94	4,69	3,26	2,54	2,29	2,11	2,11
C50 medio	2,70						
C50 minimo	2,00						

### ***Prescrizioni per il rispetto dei limiti di legge di T ed STI***

- Sarà opportuno, in fase esecutiva arricchire gli studi su questi parametri aggiungendo valori più o meno certi di rumore di fondo ed estendendo i calcoli anche ad altre tipologie di aule, prescrivendo qualora si rendesse necessario l'installazione di tendaggi fonoassorbenti in corrispondenza delle vetrate, oppure disponendo in modo diverso la posizione dell'oratore. Potrebbe essere valido utilizzare un software dedicato come Ramsete, CadnaR o EASE.
- Dai calcoli si deduce che la struttura utilizzata per il controsoffitto risulta fonoassorbente, eventualmente munita di strato di lana di roccia nell'intercapedine, si mostra un esempio



***Figura 3.7-3 lastra forata per il controsoffitto***

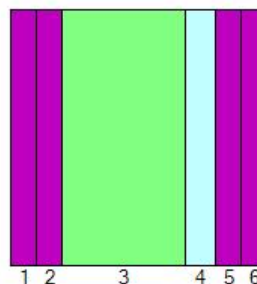
- In alternativa è possibile usare anche un controsoffitto in cartongesso forato, sempre munito di lana di roccia/vetro, purché garantisca le medesime prestazioni (o superiori).
- Nell'ottica di rendere più confortevole l'attività negli uffici si consiglia l'utilizzo della lastra fonoassorbente che compone il controsoffitto delle sale udienze anche per il resto degli ambienti (uffici in particolare) eventualmente escludendo gli spazi comuni (come corridoi, servizi igienici...).

### 3.8 Possibili interventi migliorativi

- Al fine di mantenere un adeguato livello di comfort acustico e privacy tra gli uffici è opportuno valutare di utilizzare per tutte le tramezze che li racchiudono la medesima stratigrafia delle aule udienze, che viene riproposta di seguito

Struttura: Tramezza interna aule 12,5cm (6cm lana di roccia)

Tipo di elemento	Parete utente
Spessore totale	12,5 cm
Massa superficiale	37,4 kg/m <sup>2</sup>
Rw	56,2 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
1	VAR	Cartongesso (densità 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,3	8,8
2	VAR	Cartongesso (densità 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,3	8,8
3	ISO	Pannello in lana di roccia (densità 40 kg/m <sup>3</sup> )	6,0	2,4
4	INA	Camera non ventilata	1,5	0,0
5	VAR	Cartongesso (densità 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,3	8,8
6	VAR	Cartongesso (densità 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,3	8,8

Con il medesimo scopo è possibile

- inserire un controsoffitto fonoassorbente come quello già adottato nelle aule udienze con caratteristiche di un  $\alpha$ medio (minimo) di 0,5.
- Inserire una guaina antivibrante come quella proposta al cap. 3.8, di cui si riporta la stratigrafia

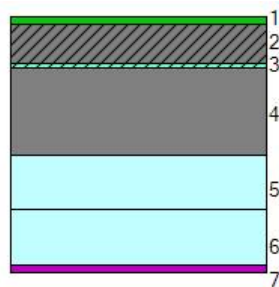
Struttura: Solaio di P3 e P4 completo

Tipo di elemento

Solaio utente

Spessore totale 46,8 cm  
 Massa superficiale 494,0 kg/m<sup>2</sup>

R'<sub>w</sub> 51,4 dB  
 L'<sub>nw</sub> 49,1 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
1	PAV	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,5	34,5
2	CLS	CLS alleggerito da 900Kg/mc	7,0	63,0
3	RES	Membrana elastoplastomerica a base di bitumi e polimeri speciali con armatura in poliestere, accoppiata ad uno strato resiliente in fibra di poliestere, rivestita in superficie da un tessuto non tessuto in polipropilene di colore blu	0,8	1,8
4	CLS	Calcestruzzo - 2400 kg/m <sup>3</sup>	16,0	384,0
5	INA	Camera debolmente ventilata	10,0	0,1
6	INA	Camera debolmente ventilata	10,0	0,1
7	VAR	Cartongesso (densità 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,5	10,5

## 4. CONCLUSIONI

La presente relazione è il primo passo necessario a raggiungere i limiti fissati dalla legislazione e dalla normativa vigente. Sono necessarie quindi ulteriori fasi di analisi per approfondire la valutazione dei requisiti acustici passivi. Come già accennato infatti occorre elaborare ulteriormente le soluzioni anche nella fase costruttiva in modo da assistere le maestranze ed il D.L. durante la delicata operazione della realizzazione delle soluzioni costruttive proposte.

La fase finale della valutazione dei requisiti acustici dell'edificio è il collaudo acustico a fine cantiere che dovrà verificare il raggiungimento dei valori prefissati.

### P.I. Giulio Marsigli

Tecnico Competente in Acustica Ambientale  
N° iscrizione elenco nazionale ENTECA 5157  
(L.Q. 447/95, D.Lgs n° 42/2017)



**ENTECA** Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica

[Home](#)  
[Tecnici Competenti in Acustica](#)  
[Corsi](#)  
[Login](#)

[Tecnici Competenti in Acustica](#) / [Vista](#)

Numero Iscrizione Elenco Nazionale	5157
Regione	Emilia Romagna
Numero Iscrizione Elenco Regionale	RER/00110
Cognome	MARSIGLI
Nome	GIULIO
Titolo studio	PERITO INDUSTRIALE CAPOTECNICO - FISICA INDUSTRIALE
Luogo nascita	PORRETTA TERME
Data nascita	21/06/1980
Regione	Emilia Romagna
Provincia	MO
Comune	Castelfranco Emilia
Via	PIAZZA NAZIONI UNITE
Cap	41013
Civico	1
Dati contatto	EMILIA ROMAGNA CASTELFRANCO EMILIA (MO) PIAZZA NAZIONI UNITE 1
Data pubblicazione in elenco	10/12/2018

©2018 Agenti Fisici powered by Area Agenti Fisici ISPRA

*Certificato 1- iscrizione ENTECA*