



ECOUSTIC.IT
acustica&ambiente

PROGETTAZIONE
CONSULENZA
MISURAZIONI

dott. ssa **Giulia Svegliado** cell 333 1609889 e-mail g.svegliado@ecoustic.it
Tecnico Competente in Acustica (n.367 Del. Arpav n. 133 del 11/02/2003)
Contrà Cortesi 2, 36620 Conco (VI) - via Marsan 46/d, 36063 Marostica (VI)
PI 03704950280 CF SVGGLI74A56G224A

COMUNE DI BRENDOLA

PROVINCIA DI VICENZA

PIANO DI RISANAMENTO ACUSTICO

Relazione tecnico descrittiva

L. 447/95 – DPCM 14/11/1997

INTEGRAZIONE CON PROGETTO CAPANNONE

NUOVA
TIR.FE
snc

| | |
|----------------------------|---|
| Ditta / Sede legale | NUOVA TIR.FE Snc di Tirapelle Alberto, Enrico, Giacomo e Marco Via A. De Gasperi, 13 36040 BRENDOLA (VI) |
| Sede del sito | Sede legale |
| Attività | Gestione impianto di messa in riserva, selezione e cernita, e recupero di rifiuti speciali non pericolosi (rottami ferrosi). Commercio rottami |

| Edizione | Data | Descrizione | Tecnico che ha eseguito le misure | Tecnico responsabile |
|----------|------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 01 | 20/12/2016 | Prima stesura | GS, LDC | GS |
| 02 | 06/11/2017 | Progetto capannone | / | GS |
| | | | | |

FIRME

| | |
|---|--|
| <p>Tecnico competente in Acustica Ambientale (dott.ssa GIULIA SVEGLIADO)</p> |  |
| <p>Referente interno (ENRICO TIRAPELLE)</p> | <hr data-bbox="746 840 1264 844"/> |

INDICE

| | |
|--|----|
| PREMESSA..... | 4 |
| 1. DESCRIZIONE DELLE OPERE | 5 |
| 2. STUDIO DELL'IMPATTO ACUSTICO..... | 7 |
| 2.1 Premessa metodologica..... | 7 |
| 2.2 Dati di input | 8 |
| 2.3 Calcolo dei livelli di emissione a ricettore (Scenario 0) | 12 |
| 2.4 Calcolo dei livelli di emissione a ricettore in scenari a ridotto Rw (Scenari 1-5) | 14 |
| 3. CONCLUSIONI..... | 16 |
| ALLEGATO 1: CERTIFICATO DI LABORATORIO DEL VETRO | 17 |
| ALLEGATO 2: CERTIFICATO DI TECNICO COMPETENTE | 18 |

PREMESSA

Si fa riferimento alla precedente revisione (ed.01 del 20/12/2016) in cui era stato valutato il rispetto in via previsionale dei limiti con la posa a confine est di una barriera acustica su tutto il perimetro .

Visto il parere negativo del Comune sul piano di risanamento sopra citato, nonostante riserve tecniche a riguardo, la ditta al fine di risolvere definitivamente la problematica relativa al rumore, contenere dunque le emissioni alla sorgente e poter lavorare con maggior serenità, intende costruire un capannone che sostituirà la struttura esistente aperta su 2 lati.

L'intervento è finalizzato a contenere all'interno tutta l'attività principale così da ridurre le emissioni verso le abitazioni limitrofe.

All'esterno sono previsti degli spazi per collocare eventualmente delle casse di materiale in stoccaggio, per il quale si prevede una movimentazione poco frequente e con carrello elevatore elettrico, con emissioni assolutamente trascurabili.

Lo studio delle emissioni a ricettore nel nuovo assetto è stato effettuato tramite software previsionale, utilizzando la norma UNI EN ISO 12354-4 che permette di calcolare il livello di potenza sonora irradiato dall'involucro di un edificio a partire dai livelli di pressione sonora stimati internamente e dal potere fonoisolante degli elementi considerati (parete cieca, serramenti).

I calcoli sono stati effettuati considerando la facciata sud est rivolta verso le abitazioni di via Fermi, in analogia a quanto effettuato studiando la barriera acustica nella precedente stesura del piano. E' stata tolta dalla simulazione la barriera acustica di 6 m ed invece è stato lasciato il muro di confine alto circa 2 m.

Per il calcolo del rumore interno si è fatto riferimento alle misure effettuate in campo sostanzialmente libero di cui alla sopra citata revisione del piano e si è calcolata una quota stimata del campo riverberante.

Per quel che riguarda la stima del potere fonoisolante si è individuato un vetro idoneo (con relativo certificato di laboratorio) e sono stati calcolati i livelli a ricettore a serramenti chiusi (scenari 0). Si sono fatte delle valutazioni anche considerando un potere fonoisolante ridotto per simulare serramenti semi-aperti o comunque meno performanti sebbene i risultati siano solo indicativi (scenari 1-5)

Si tratta di uno studio previsionale (quindi soggetto ad intrinseca incertezza) che fornisce gli elementi necessari ai fini della valutazione dell'impatto acustico a ricettore.

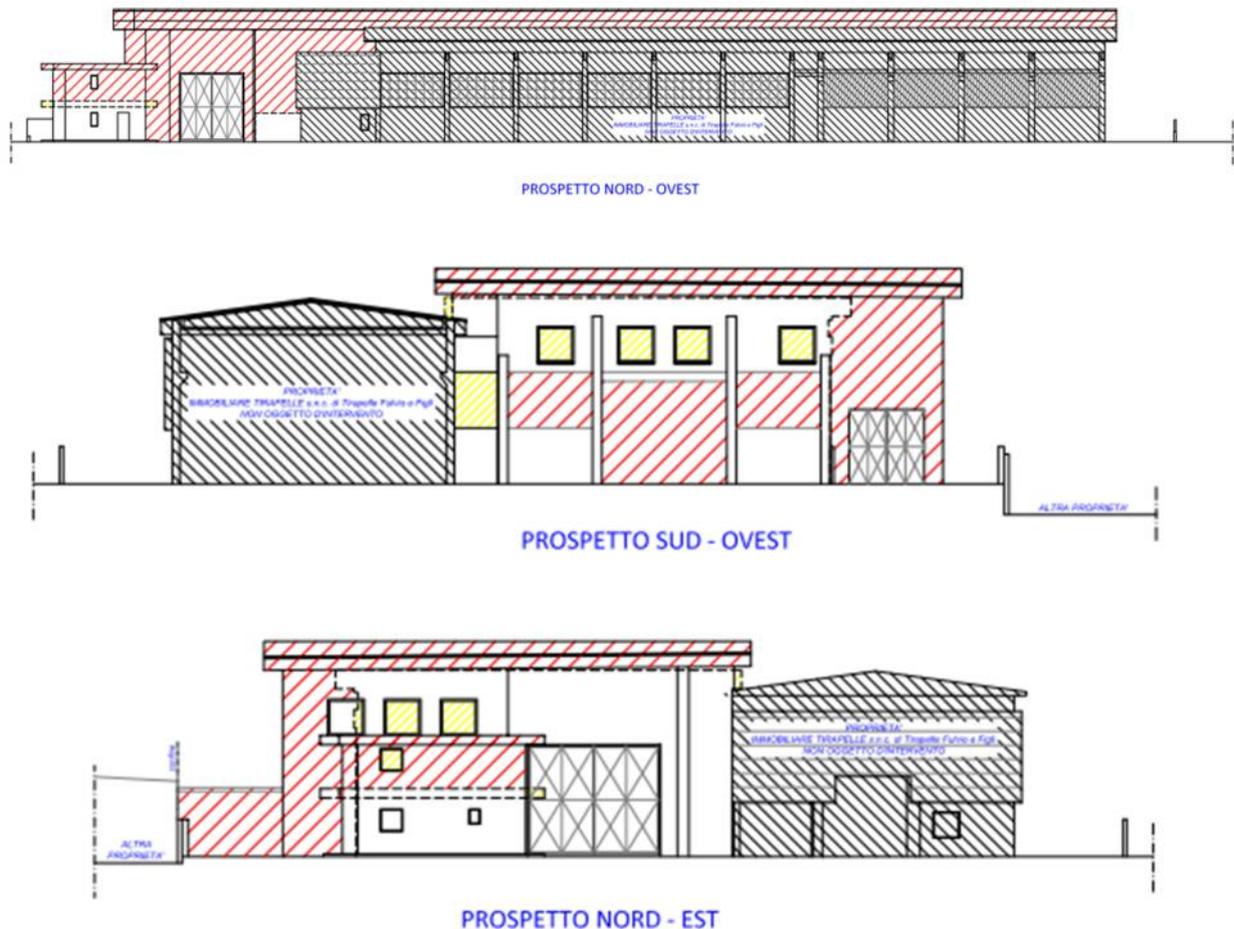


Fig.3: Altri prospetti

Ai fini acustici si porrà attenzione ai seguenti aspetti operativi:

- verrà realizzato un sistema automatico di apertura e chiusura del portone di ingresso di modo che tutte le attività rumorose vengano effettuate a portoni chiusi;
- verrà chiuso un portone ad oggi esistente (prospetto sud ovest) e non sono previsti portoni di servizio lati sud-est e nord-est;
- l'apertura e chiusura delle finestre verrà realizzato con sistema efficace di chiusura che sarà presumibilmente a 2 motori, uno principale per la chiusura / apertura e l'altro (servo motore) necessario per chiudere su più punti il serramento (e non lasciare passare così aria e rumore);
- le finestre avranno l'apertura del vetro ad anta ribalta, verso l'alto;
- il tamponamento delle superfici poste fra pareti in cls gettato in opera e copertura saranno effettuati in blocchi con attenzione alla continuità fra parete e tetto al fine di evitare qualsiasi ponte acustico;
- tutti i portoni previsti – sebbene non presenti in facciata sud-est e quindi non compresi nella valutazione – avranno un potere fonoisolante buono (si da un ordine di R_w di 38-40 dB da laboratorio);
- la fruizione degli spazi esterni lato sud sarà limitata alla movimentazione di casse con carrello elevatore elettrico (si ricorda che vi è un muro a confine alto circa 2 m che scherma sufficientemente le già limitate emissioni);
- il locale presente nel prospetto sud-est - che risulterà avanzato - sarà adibito a deposito.

2. STUDIO DELL'IMPATTO ACUSTICO

2.1 Premessa metodologica

Per i calcoli è stato utilizzato il software Cadna della Datakustik che permette la creazione di una sorgente areale a partire dalla definizione di:

- transmission loss (potere fonoisolante);
- livello indoor.

Visti gli obiettivi dello studio, nella simulazione è stata considerata solo la **facciata sud-est**, di lunghezza pari a 85 m ed altezza complessiva di 11,5 m. Per la simulazione la facciata è stata suddivisa in due porzioni uguali in senso trasversale (42,5 m di lunghezza per 11,5 m di altezza) - chiamate *facciata sinistra* e *facciata destra* in Fig.4- a cui è stato assegnato un differente livello indoor, definito in base alla ipotesi di collocazione delle sorgenti sonore.

Ogni porzione è stata 'costruita' poi come insieme di una parte cieca (calcestruzzo da 35 cm) e di una parte finestrata; quest'ultima è stata simulata come una fascia continua di lunghezza pari a 42,5 m ed altezza tale da fornire la superficie complessiva delle 22 finestre. La base della finestra è stata posta a 6,5 m da terra.

| N. finestre | Sup. finestra | Sup. tot | Sup. per singola porzione |
|-------------|---------------|----------|---------------------------|
| 22 | 3,24 | 71,3 | 35 |

In questo modo si è semplificato in via cautelativa la fila di finestre singole.



Fig.4: Simulazione parete est per applicazione norma UNI EN ISO 12354-4

Per quel che riguarda invece il **livello indoor** l'ipotesi è che il campo all'interno sia diffuso; per ognuna delle 2 porzioni di parete è stato calcolato un livello di pressione a 1 m dal centro della partizione.

Per porsi in condizioni cautelative si è ipotizzato il funzionamento contestuale di 3 sorgenti, facendo riferimento ai livelli di potenza sonora ricavati nella precedente relazione:

- S1 - Scarico e movimentazione lamierino di ferro
- S4 - Scarico trucioli
- S9 + S12 - Macchina trombe + Mulino per macinazione plastica

Si è considerata innanzitutto la sorgente S1 che è la più impattante per potenza sonora e tempo di funzionamento, prevedendone la collocazione in prossimità della parete sud-est (maggior criticità); detta sorgente era stata studiata nella simulazione finalizzata al dimensionamento della barriera.

In aggiunta è stata considerata un'operazione di scarico (S4) e un'ulteriore sorgente (S9+S12) data dal funzionamento contemporaneo della macchina per le trombe (S9) e del mulino per macinazione plastica (S12). Per ogni porzione di facciata è stato calcolato - nel punto posto a metà facciata - il livello di pressione sonora in frequenza generato da ognuna delle 3 sorgenti simulate, considerando sia la quota dovuta al campo diretto sia quella dovuta al campo riverberante.

La definizione dei livelli indoor è di tipo cautelativo in quanto:

- la sorgente più rumorosa è stata posta in prossimità della facciata indagata;
- le misure relative alle sorgenti S4, S4, S9 erano state effettuate dentro al capannone, per cui contenevano già una quota di rumore dovuto al campo riverberante; il livello di pressione calcolato – ed utilizzato nella presente indagine - risulta dunque sovrastimato.

Tutte le valutazioni sono state studiate innanzitutto nello scenario di riferimento (scenario 0) con superficie cieca in calcestruzzo (Rw=60 dB) e finestre chiuse (Rw=38 dB).

Ulteriori verifiche sono state effettuate modificando i valori di potere fonoisolante e lasciando inalterate le altre ipotesi.

2.2 Dati di input

Transmission Loss (Scenario 0)

Per la definizione in frequenza del potere fonoisolante della **parete cieca** si è fatto riferimento ad un software specialistico per l'acustica edilizia (SONIDO-PRO) che fornisce il potere fonoisolante in terzi d'ottava (come input al software si trasformano i valori in bande di ottava).

Si riportano di seguito il potere fonoisolante per cls spessore 35 cm (come da progetto) e il potere fonoisolante di una soluzione meno performante (spessore 30 cm) che sarà quello utilizzato nell'analisi per porsi in una condizione cautelativa¹.

| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | Note |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| Parete cls armato spessore 35 | / | 42,0 | 41,4 | 53,0 | 64,4 | 73,7 | 84,6 | 93,7 | / | Rw=63 (-2;-8) |
| Parete cls armato spessore 30 | / | 43,0 | 38,3 | 49,4 | 60,2 | 71,3 | 80,5 | 94,1 | / | Rw=60 (-3;-9) |

Tab.1: Spettri dei poteri fonoisolanti per pareti in cls armato (massa volumica = 2400 kg/m³) forniti dal software ProSonido della Microbel. I valori forniti in bande di terzi di ottava sono stati riportati in bande di ottava; da questi è stato calcolato l'indice Rw e i coefficienti di adattamento allo spettro

Ai fini di una verifica è stato fatto un calcolo con la legge di massa per incidenza normale su parete; ne è risultato un indice Rw = 60 (-1;-3), allineato con il valore considerato:

$$R_{(f)} = 20 \log(Mf) - 42,4$$

| 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | Note |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| 44,0 | 47,0 | 50,0 | 53,0 | 56,0 | 59,0 | 62,0 | 65,0 | 68,0 | Rw=60 (-1;-3) |

¹ In realtà la quota di rumore emessa è dovuta essenzialmente alle caratteristiche fonoisolanti delle parti deboli (finestre)

Per quel che riguarda **le vetrate** si è considerato un infisso a vetro stratificato 8+8 con interposti 2 pvb acustici. Si è optato per questa soluzione in quanto non vi è necessità di prestazioni termiche ma di avere un vetro che garantisca la sicurezza in caso il materiale movimentato possa urtare contro le finestre.

Il potere fonoisolante certificato del vetro considerato (vedi allegato 1) è pari a 41 dB; a questo sono stati sottratti 2 dB per inserimento del vetro nell'infisso (potrebbe anche essere inferiore in caso di massima tenuta all'aria) e 1 dB come adattamento alle dimensioni in accordo alla UNI EN ISO 14351-1 tab.B.3 (in quanto le dimensioni della finestra sono comprese fra 2,7 e 3,6 m2).

| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | Note |
|-------------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| Vetro | / | 26,7 | 32,0 | 31,7 | 37,2 | 41,2 | 45,6 | 54,4 | / | Rw= 41 (-0;-3) |
| Parete finestrata | / | 23,7 | 29,0 | 28,7 | 34,2 | 38,2 | 42,6 | 51,4 | / | Rw=38 (-1;-3) |

Tab.2: Spettro del potere fonoisolante del vetro fornito in bande di ottava nel certificato di laboratorio (SGG Stadip Silence 88.A2 della Saint Gobain) a cui sono stati sottratti 3 dB per frequenza per stimare i valori relativi all'infisso

Nel successivo paragrafo si sono studiate degli scenari con poteri fonoisolanti ridotti rispetto a quanto considerato nel caso di studio principale, per comprendere come variano i livelli a ricettore.

Stima del livello indoor

Si riportano in tabella i livelli di potenza sonora delle sorgenti considerate nella precedente revisione del piano. In evidenza gli spettri considerati per la presente simulazione in tutti gli scenari considerati.

A seguire una planimetria con la collocazione delle sorgenti in pianta.

| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | LWA | LW lin |
|--------|-------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| S1 | 91,6 | 108,5 | 93,9 | 93,5 | 95,6 | 96,8 | 97,8 | 99,1 | 100,5 | 105,3 | 110,4 |
| S2 | 95,7 | 106,2 | 95,7 | 92,4 | 94,6 | 96,3 | 97,2 | 97,7 | 96,5 | 103,8 | 108,7 |
| S3 | 99,4 | 111,3 | 97,7 | 95,5 | 95,8 | 96,0 | 94,6 | 90,0 | 84,3 | 100,8 | 112,2 |
| S4 | 104,0 | 99,1 | 96,5 | 96,6 | 97,7 | 97,8 | 97,1 | 95,5 | 84,4 | 103,3 | 108,0 |
| S5 | 82,8 | 109,3 | 91,0 | 90,5 | 91,4 | 93,9 | 96,0 | 97,2 | 98,2 | 103,1 | 110,3 |
| S6 | 93,9 | 103,2 | 91,3 | 91,1 | 90,7 | 95,2 | 96,8 | 93,3 | 85,6 | 101,2 | 105,7 |
| S7 | 93,6 | 110,4 | 92,0 | 90,9 | 92,7 | 93,3 | 94,4 | 93,4 | 91,7 | 100,4 | 111,0 |
| S8 | 98,5 | 92,7 | 89,8 | 90,2 | 89,7 | 89,3 | 91,5 | 94,4 | 96,0 | 99,9 | 103,2 |
| S9 | 92,9 | 91,0 | 90,4 | 91,7 | 93,5 | 92,2 | 94,2 | 89,1 | 83,5 | 98,9 | 101,3 |
| S10 | 89,6 | 88,2 | 109,0 | 100,8 | 92,7 | 93,3 | 91,3 | 86,2 | 79,1 | 99,5 | 110,0 |
| S11 | 81,3 | 76,7 | 82,5 | 86,7 | 89,7 | 89,6 | 91,1 | 88,2 | 83,4 | 96,2 | 96,9 |
| S12 | 111,6 | 108,5 | 98,3 | 100,7 | 90,4 | 82,5 | 83,0 | 72,8 | 72,1 | 94,7 | 113,7 |
| S13 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 80,6 | / |
| S9+S12 | 111,7 | 108,6 | 99,0 | 101,2 | 95,2 | 92,6 | 94,5 | 89,2 | 83,8 | 100,3 | 113,9 |

Tab.3: Spettro dei livelli di potenza sonora Lin di tutte le sorgenti rilevanti considerate nel Piano ed.01. In evidenza le sorgenti considerate nella presente

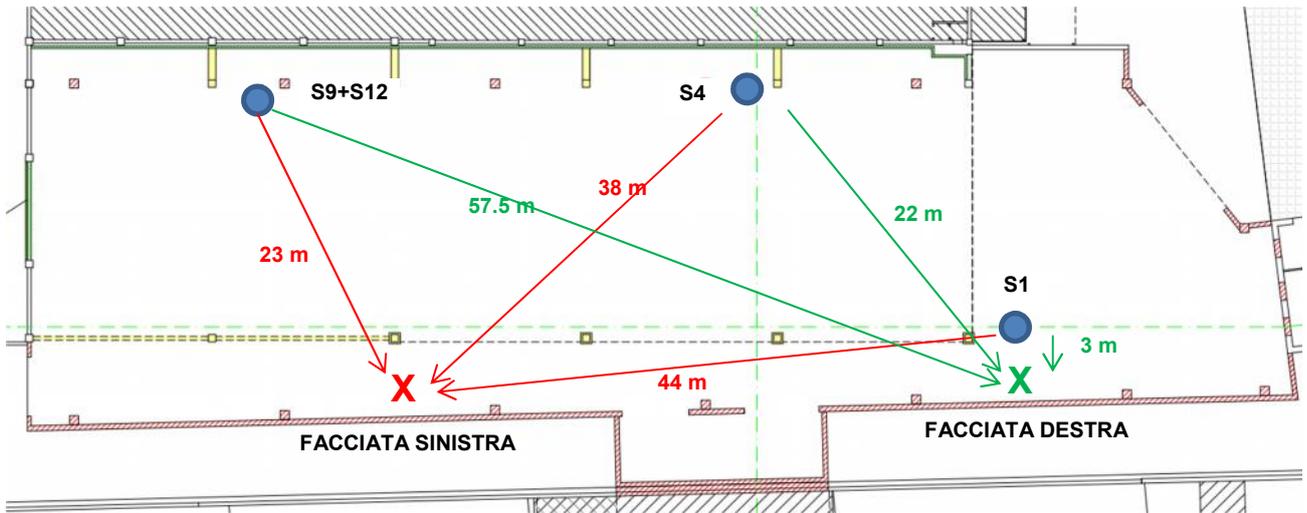


Fig.5: Estratto planimetria intervento con la collocazione delle sorgenti ipotizzate nello scenario indagato e distanze dai punti di calcolo L indoor

Le sorgenti sono state posizionate dunque all'interno del capannone ipotizzandone la collocazione: la sorgente S1 è stata posta nella posizione più critica (a circa 4 m dalla parete sud-est), le sorgenti S9+S12 dove ad oggi si trova la macchina per le trombe e la sorgente S4 nell'altro lato del capannone. Si veda la fig.5.

Per ogni porzione della facciata è stato individuato un punto centrale a 1 m dalla parete a cui assegnare il livello indoor.

Rispetto a questi punti sono state calcolate le distanze in pianta dalle sorgenti e sono stati calcolati i livelli di pressione sonora considerando che il campo sia semiriverberante. Si è assunto un alfa medio di 0,05 e $Q = 2$ (superficie posta su piano riflettente). Per ogni sorgente si è voluto stimare anche la quota parte di rumore diretta e la parte riverberata. Di seguito le formule utilizzate per il calcolo dei livelli in campo semi riverberante e per la stima delle quote relative al campo diretto e al campo riverberante:

$$L_{D \text{ in } R} = L_w + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi d^2} + \frac{4}{R} \right) \quad R = \frac{\bar{\alpha} S_{tot}}{1 - \bar{\alpha}}$$

con R costante d'ambiente.

$$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi d^2} \right) \quad L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{4}{A} \right)$$

Si riportano i risultati dei livelli indoor in tabella.

FACCIATA DESTRA

| S1 – CARICO E MOVIMENTAZIONE LAMIERINO | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | A | lin |
| Livello totale (semiriverb) | 77,8 | 94,7 | 80,1 | 79,7 | 81,8 | 83,0 | 84,0 | 85,3 | 86,7 | 91,5 | 77,8 |
| quota campo diretto | 74,1 | 91,0 | 76,4 | 76,0 | 78,1 | 79,3 | 80,3 | 81,6 | 83,0 | 87,8 | 74,1 |
| quota campo riverberato | 75,7 | 92,6 | 78,0 | 77,6 | 79,7 | 80,9 | 81,9 | 83,2 | 84,6 | 89,4 | 94,5 |

| S4 - SCARICO TRUCIOLI | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | A | lin |
| Livello totale (semiriverb) | 87,9 | 83,0 | 80,4 | 80,5 | 81,6 | 81,7 | 81,0 | 79,4 | 68,3 | 87,2 | 87,9 |
| quota campo diretto | 68,9 | 64,0 | 61,4 | 61,5 | 62,6 | 62,7 | 62,0 | 60,4 | 49,3 | 68,2 | 68,9 |
| quota campo riverberato | 88,1 | 83,2 | 80,6 | 80,7 | 81,8 | 81,9 | 81,2 | 79,6 | 68,5 | 87,4 | 92,1 |

| S9+S12 - MACCHINA TROMBE + MACINATORE PLASTICA | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | A | lin |
| Livello totale (semiriverb) | 95,5 | 92,5 | 82,8 | 85,1 | 79,1 | 76,5 | 78,4 | 73,1 | 67,7 | 84,2 | 95,5 |
| quota campo diretto | 68,5 | 65,4 | 55,8 | 58,0 | 52,1 | 49,5 | 51,3 | 46,0 | 40,6 | 57,1 | 68,5 |
| quota campo riverberato | 95,8 | 92,7 | 83,1 | 85,3 | 79,3 | 76,7 | 78,6 | 73,3 | 67,9 | 84,4 | 98,0 |

| TOTALE | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | A | lin |
| Livello totale (semiriverb) | 96,3 | 96,9 | 86,1 | 87,3 | 85,8 | 86,0 | 86,5 | 86,5 | 86,9 | 93,5 | 96,3 |
| quota campo diretto | 76,1 | 91,0 | 76,5 | 76,2 | 78,2 | 79,4 | 80,3 | 81,6 | 83,0 | 87,8 | 76,1 |
| quota campo riverberato | 96,3 | 95,7 | 85,6 | 86,9 | 85,0 | 84,9 | 85,3 | 84,9 | 84,6 | 92,1 | 100,1 |

FACCIATA SINISTRA

| S1 – CARICO E MOVIMENTAZIONE LAMIERINO | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | A | lin |
| Livello totale (semiriverb) | 75,5 | 92,4 | 77,8 | 77,4 | 79,5 | 80,7 | 81,7 | 83,0 | 84,4 | 89,2 | 94,3 |
| quota campo diretto | 50,7 | 67,6 | 53,0 | 52,6 | 54,7 | 55,9 | 56,9 | 58,2 | 59,6 | 64,4 | 69,5 |
| quota campo riverberato | 75,7 | 92,6 | 78,0 | 77,6 | 79,7 | 80,9 | 81,9 | 83,2 | 84,6 | 89,4 | 94,5 |

| S4 - SCARICO TRUCIOLI | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | A | lin |
| Livello totale (semiriverb) | 87,9 | 83,0 | 80,4 | 80,5 | 81,6 | 81,7 | 81,0 | 79,4 | 68,3 | 87,2 | 91,9 |
| quota campo diretto | 64,4 | 59,5 | 56,9 | 57,0 | 58,1 | 58,2 | 57,5 | 55,9 | 44,8 | 63,7 | 68,4 |
| quota campo riverberato | 88,1 | 83,2 | 80,6 | 80,7 | 81,8 | 81,9 | 81,2 | 79,6 | 68,5 | 87,4 | 92,1 |

| S9+S12 - MACCHINA TROMBE + MACINATORE PLASTICA | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | A | lin |
| Livello totale (semiriverb) | 95,6 | 92,5 | 82,9 | 85,1 | 79,2 | 76,6 | 78,5 | 73,1 | 67,7 | 84,2 | 97,9 |
| quota campo diretto | 76,4 | 73,3 | 63,7 | 65,9 | 59,9 | 57,4 | 59,2 | 53,9 | 48,5 | 65,0 | 78,7 |
| quota campo riverberato | 95,8 | 92,7 | 83,1 | 85,3 | 79,3 | 76,7 | 78,6 | 73,3 | 67,9 | 84,4 | 98,0 |

| TOTALE | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | A | lin |
| Livello totale (semiriverb) | 96,3 | 95,7 | 85,6 | 86,9 | 85,0 | 84,9 | 85,4 | 84,9 | 84,6 | 92,1 | 100,2 |
| quota campo diretto | 76,6 | 74,5 | 64,8 | 66,6 | 62,8 | 62,0 | 62,8 | 61,1 | 60,1 | 69,2 | 79,5 |
| quota campo riverberato | 96,5 | 95,9 | 85,8 | 87,1 | 85,2 | 85,1 | 85,6 | 85,1 | 84,8 | 92,3 | 100,3 |

Tab.4: Livelli di pressione sonora interna (L indoor) assegnati alle 2 sorgenti areali (facciata destra e facciata sinistra), con calcolo delle quote di rumore diretto e rumore riverberato

Si ritiene che lo scenario descritto, con livelli a 1 m dalla facciata interna di $92,1 \div 93,5$ dBA, possa ben rappresentare una situazione di clima acustico indoor di tipo **cautelativo**, che risulta indipendente dal tipo di sorgente accesa. L'ipotesi delle 3 sorgenti è solamente servita a definire un livello indoor cautelativo sul quale impostare il calcolo.

2.3 Calcolo dei livelli di emissione a ricettore (Scenario 0)

Si studia innanzitutto lo scenario di riferimento (Scenario 0) ponendosi nell'ipotesi a finestre chiuse ($R_w=38$ dB) e parete cieca in cls ($R_w=60$). Si riportano i livelli puntuali ottenuti a ricettore a 4,5 m di altezza così come effettuato nella precedente edizione del piano e le mappe di isolivello passo 1 dB.

| ID | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 | R11 | R12 | R13 |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Parte cieca facciata destra | 12 | 13,7 | 17,8 | 21,6 | 4,5 | 10,3 | 11,3 | 12,1 | 5,7 | 14,8 | 8,5 | 0 | -7 |
| Parte finestrata facciata destra | 21,9 | 23,4 | 27,6 | 31,6 | 11,3 | 19,4 | 20,4 | 22 | 14,3 | 24,8 | 18,5 | 7 | 0,4 |
| Parte cieca facciata sinistra | 6,1 | 6,9 | 9,1 | 12,8 | 2 | 6,9 | 9,9 | 10,5 | 11,9 | 20,9 | 18,6 | 10,9 | 2,4 |
| Parte finestrata facciata sinistra | 15,8 | 16,8 | 19 | 22,6 | 9,8 | 15,5 | 19,5 | 20,1 | 21,8 | 30,8 | 28,4 | 17,2 | 8,9 |
| TOT | 23,3 | 24,7 | 28,6 | 32,5 | 14,4 | 21,4 | 23,5 | 24,6 | 22,9 | 32,2 | 29,2 | 18,5 | 10,3 |

Tab.5: Livelli di emissione a ricettore valutato a finestre chiuse, a 1 m dalla facciata e 4,5 m di altezza, complessivi e per sorgente

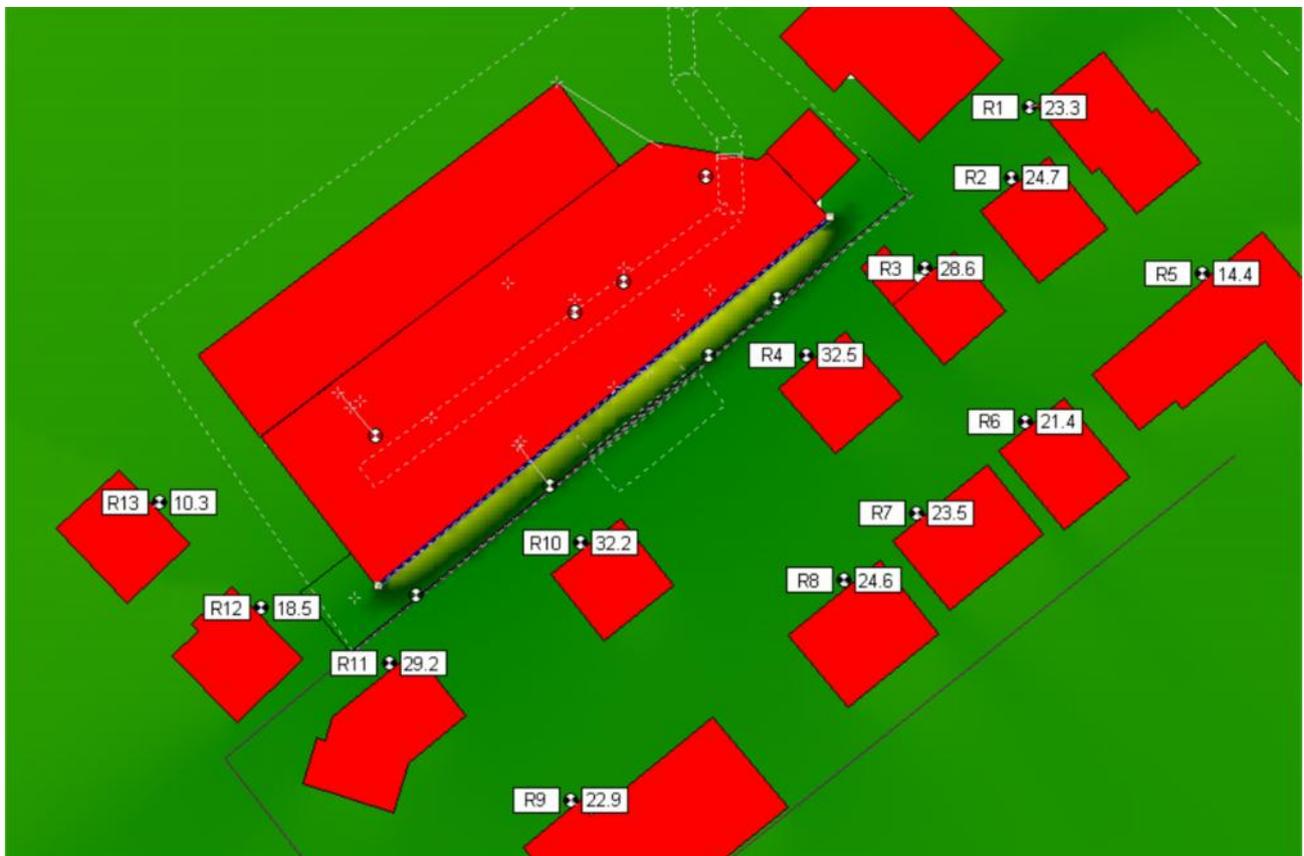


Fig.6: Mappa di isolivello dei livelli di emissione a 4,5 m a finestre chiuse ($R_w=38$ dB)

2.4 Calcolo dei livelli di emissione a ricettore in scenari a ridotto R_w (Scenari 1-5)

Si vuole- con i seguenti conteggi - comprendere come possono variare i livelli ponendosi nelle ipotesi di finestre aperte, di finestre con ridotto R_w per una eventuale posa in opera non a regola d'arte e nell'ipotesi di una parete cieca che nel complesso risulta meno performante rispetto a quanto considerato.

Per quel che riguarda le finestre, non riuscendo a definire in modo certo come possa cambiare la potenza sonora irradiata con un'apertura ad anta e ribalta rispetto ad una situazione con definito potere fonoisolante (finestra chiusa), si attribuiscono decrescenti valori di R_w fino alla situazione limite di $R_w=0$.

Per quel che riguarda la parete cieca si ipotizza un R_w inferiore di 5 dB rispetto allo scenario 0.

Si studiano dunque i livelli a ricettore nelle seguenti ipotesi:

| Scenario | Superficie finestrata | Superficie cieca |
|------------|-----------------------|------------------|
| Scenario 0 | $R_w=38$ | $R_w=60$ |
| Scenario 1 | $R_w=33$ | $R_w=60$ |
| Scenario 2 | $R_w=23$ | $R_w=60$ |
| Scenario 3 | $R_w=13$ | $R_w=60$ |
| Scenario 4 | $R_w=0$ | $R_w=60$ |
| Scenario 5 | $R_w=38$ | $R_w=55$ |

| Superficie finestrata | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $R_w=38$ | / | 23,7 | 29,0 | 28,7 | 34,2 | 38,2 | 42,6 | 51,4 | / |
| $R_w=33$ (- 5 dB) | / | 18,7 | 24,0 | 23,7 | 29,2 | 33,2 | 37,6 | 46,4 | / |
| $R_w=23$ (- 15 dB) | / | 8,7 | 14,0 | 13,7 | 19,2 | 23,2 | 27,6 | 36,4 | / |
| $R_w=13$ (-25 dB) | / | 0 | 4,0 | 3,7 | 9,2 | 13,2 | 17,6 | 26,4 | / |
| $R_w=0$ | / | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | / |

| Superficie cieca | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $R_w=60$ | / | 43,0 | 38,3 | 49,4 | 60,2 | 71,3 | 80,5 | 94,1 | / |
| $R_w=55$ (-5 dB) | / | 38,0 | 33,3 | 44,4 | 55,2 | 66,3 | 75,5 | 89,1 | / |

Tab.6: Spettri dei poteri fonoisolanti della superficie finestrata e cieca ottenuti togliendo dei fattori costanti per frequenza a partire dagli spettri dello scenario 0 (evidenziati in giallo)

Si riportano i livelli forniti dal software a ricevitore nei diversi scenari in forma tabellare:

| ID | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 | R11 | R12 | R13 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Scenario 0 | 23,3 | 24,7 | 28,6 | 32,5 | 14,4 | 21,4 | 23,5 | 24,6 | 22,9 | 32,2 | 29,2 | 18,5 | 10,3 |
| Scenario 1 | 28,3 | 29,6 | 33,5 | 37,4 | 19,2 | 26,3 | 28,6 | 29,6 | 28,2 | 37,5 | 34,6 | 23,5 | 15,4 |
| Scenario 2 | 38,1 | 39,5 | 43,4 | 47,2 | 29 | 36,2 | 38,4 | 39,5 | 38,1 | 47,4 | 44,5 | 33,3 | 25,1 |
| Scenario 3 | 48,0 | 49,3 | 53,2 | 57,0 | 38,6 | 45,9 | 48,2 | 49,3 | 47,9 | 57,2 | 54,3 | 42,7 | 34,5 |
| Scenario 4 | 60,1 | 61,5 | 65,6 | 69,5 | 46,5 | 56,3 | 59,6 | 61,2 | 59,6 | 69,6 | 66,7 | 50,1 | 41,5 |
| Scenario 5 | 24,3 | 25,7 | 29,6 | 33,5 | 15,9 | 22,5 | 24,5 | 25,6 | 23,9 | 33,2 | 30,2 | 20,2 | 11,9 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Scen1-scen0 | 5 | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 4,8 | 4,9 | 5,1 | 5 | 5,3 | 5,3 | 5,4 | 5 | 5,1 |
| Scen2-scen0 | 14,8 | 14,8 | 14,8 | 14,7 | 14,6 | 14,8 | 14,9 | 14,9 | 15,2 | 15,2 | 15,3 | 14,8 | 14,8 |
| Scen3-scen0 | 24,7 | 24,6 | 24,6 | 24,5 | 24,2 | 24,5 | 24,7 | 24,7 | 25 | 25 | 25,1 | 24,2 | 24,2 |
| Scen4-scen0 | 36,8 | 36,8 | 37 | 37 | 32,1 | 34,9 | 36,1 | 36,6 | 36,7 | 37,4 | 37,5 | 31,6 | 31,2 |
| Scen5-scen0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1,1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,7 | 1,6 |

Tab.7: Livelli di emissione a ricevitore valutato in scenari a diverso RW=23, a 1 m dalla facciata e 4,5 m di altezza

Si può vedere che i livelli a ricevitore risultano inferiori a 50 dB negli scenari 0, 1 (riduzione del R_w finestre di 5 dB) e 2 (riduzione del R_w di 15 dB).

Ponendosi nella situazione limite di $R_w = 0$ si ottengono livelli a ricevitore molto alti, superiori ai livelli più alti misurati da Arpav e ai livelli simulati nella precedente revisione di piano in campo libero.

Tutto ciò a dimostrare le ipotesi cautelative del presente studio.

Si può ritenere che lo scenario 2 possa rappresentare la situazione a finestre aperte ad anta ribata, sebbene si tratti di una considerazione da verificare.

Per quel che riguarda la parete cieca, come prevedibile, la riduzione del potere fonoisolante di 5 dB comporta aumenti di livelli a ricevitore di circa 1 dB.

Sono dunque le finestre l'elemento debole sul quale deve essere posta la massima attenzione sia in fase di progettazione che di acquisto che infine di posa in opera.

3. CONCLUSIONI

Dall'analisi previsionale effettuata a partire da ipotesi cautelative si ottengono livelli di emissione a ricettore assolutamente trascurabili rispetto al rumore di fondo (valore massimo di 32,5 dBA) e quindi la soluzione proposta risulta rassicurante e risolutiva nella condizione verificata a finestre chiuse (Rw pari a 38 dB).

Il livello di immissione sarà dunque determinato dal rumore residuo, il limite differenziale sarà presumibilmente non applicabile o nel caso il rumore residuo comporti il superamento della soglia di applicabilità il limite differenziale sarà rispettato.

Sono stati poi studiati ulteriori scenari assegnando valori progressivamente inferiori al potere fonoisolante delle finestre.

I livelli a ricettore così ottenuti forniscono un'indicazione di come potrebbe cambiare il clima acustico con diverse performance delle finestre, ma non possono essere presi a riferimento per descrivere precise situazioni del post operam.

Si tratta infatti di valori che rappresentano le situazioni intermedie fra 2 limiti:

- Ipotesi a finestre chiuse (scenario che fornisce risultati attendibili per la stessa modalità di calcolo);
- Ipotesi senza finestre (scenario che rappresenta una situazione limite ottenuta tramite software che però non è basato su solide basi di calcolo e che sovrastima di molto quanto misurato ad oggi senza capannone).

In aggiunta sono stati verificati i livelli a ricettore stimando un potere fonoisolante della parete cieca ridotta di 5 dB rispetto allo scenario di riferimento; la simulazione ha fornito livelli mediamente di 1 decibel inferiore a dimostrare che l'aspetto critico – come noto – è costituito dalle finestre.

La verifica della effettiva risposta delle finestre aperte (apertura ad anta e ribalta) dovrà essere effettuata ad opera realizzata; solo allora si potrà capire se per il rispetto dei limiti sarà necessario o meno tenerle chiuse (tutte o in parte).

Marostica, 06/11/2017

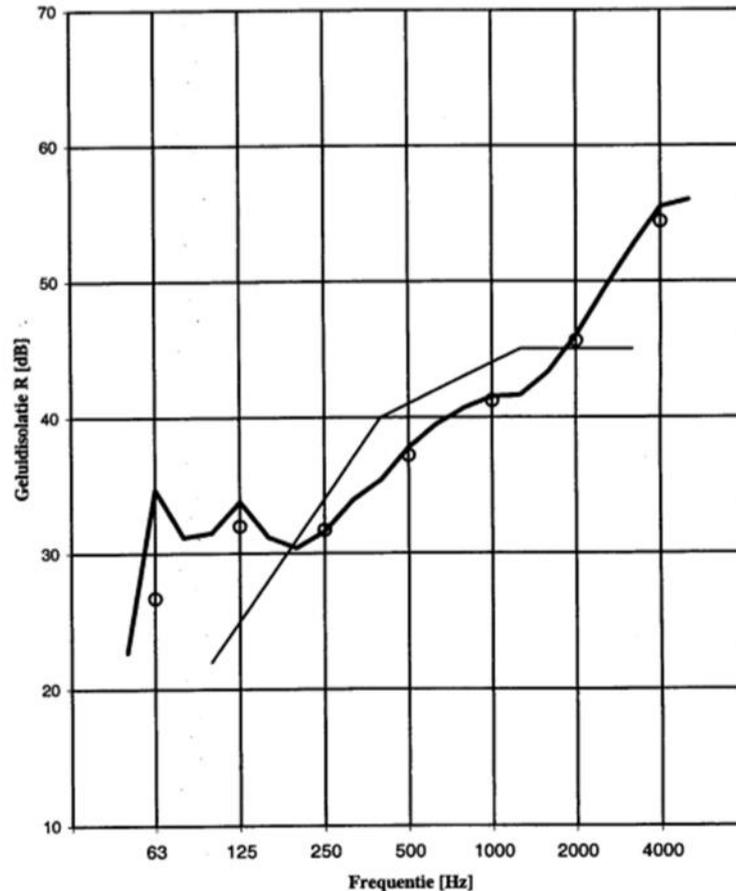
ALLEGATO 1: CERTIFICATO DI LABORATORIO DEL VETRO

| | | | |
|-----------------|--------------------|-------------------------|----------------------|
| Opdrachtgever : | Saint-Gobain Glass | Massa : | 40 kg/m ² |
| Projectnummer : | 008.04666/01.01 | Oppervlakte : | 1,88 m ² |
| Datum meting : | 09-05-2003 | Volume ontvangvertrek : | 98 m ³ |

Constructie : SGG Stadip Silence 88.A2

39

| Freq. Hz | R | |
|-------------|---------------|---------------|
| | 1/3 oct dB | 1/1 oct dB |
| 50 | 22,7 | |
| 63 | 34,7 | 26,7 |
| 80 | 31,2 | |
| 100 | 31,5 | |
| 125 | 33,8 | 32,0 |
| 160 | 31,2 | |
| 200 | 30,4 | |
| 250 | 31,6 | 31,7 |
| 315 | 33,9 | |
| 400 | 35,4 | |
| 500 | 37,8 | 37,2 |
| 630 | 39,5 | |
| 800 | 40,7 | |
| 1000 | 41,5 | 41,2 |
| 1250 | 41,6 | |
| 1600 | 43,3 | |
| 2000 | 46,0 | 45,6 |
| 2500 | 49,4 | |
| 3150 | 52,6 | |
| 4000 | 55,5 | 54,4 |
| 5000 | 56,0 | |



— 1/3 oct ○ 1/1 oct - - - Versch.Ref.curve

Eéngetalsaanduiding volgens

NEN-EN-ISO 717-1

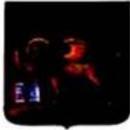
$$R_w(C;C_{tr}) = 41 (-0 ; -3) \text{ dB}$$

$$(C_{50-3150}; C_{tr 50-3150}) = (-1 ; -4) \text{ dB}$$

$$(C_{50-5000}; C_{tr 50-5000}) = (1 ; -4) \text{ dB}$$

$$(C_{100-5000}; C_{tr 100-5000}) = (1 ; -3) \text{ dB}$$

ALLEGATO 2: CERTIFICATO DI TECNICO COMPETENTE



REGIONE DEL VENETO
A.R.P.A.V.



AGENZIA REGIONALE PER LA PREVENZIONE E PROTEZIONE AMBIENTALE DEL VENETO

Riconoscimento della figura di Tecnico Competente in Acustica Ambientale, art. 2, commi 6, 7 e 8 della Legge 447/95

Si attesta che Giulia Svegliado, nato/a Padova il 16/01/74 è stato/a inserito/a con deliberazione A.R.P.A.V. n. 133 del 11 febbraio 2003 nell'elenco dei Tecnici Competenti in Acustica Ambientale della Regione del Veneto ai sensi dell'art. 2, commi 6, 7 e 8 della Legge 447/95 con il numero 367.

A.R.P.A.V.

Il Responsabile dell'Osservatorio Regionale Agenti Fisici

Flavio Trovati

A.R.P.A.V.

Piazzale Stazione, 1 - 35131 Padova
Direzione Generale Tel. 049/8239301 Direzione Area Amministrativa Tel. 049/8239302
Direzione Area Tecnico-Scientifica Tel. 049/8239303 Direzione Area Ricerca e Informazione Tel. 049/8239304
Fax 049/660966