Valutazione di impatto acustico

ai sensi della Legge 447 del 26/10/1995

PER

AUTORIZZAZIONE in DEROGA

ATTIVITA' di CANTIERE

nell'ambito del progetto di interventi volti alla messa in sicurezza del rio Pertusio nel Comune di RIVA LIGURE (IM)

Firmato digitalmente da: GLORIO MARIELLA
Luogo: Riva Ligure
Data: 28/03/2023 13:27:04



Dott. Ing. Alessandro BARLA
Ordine Ingegneri di Imperia n.664
Tecnico in acustica ambientale Liguria n. 198
cell. 391 1098505
email: acusticaimperia@gmail.com
PEC: alessandro.barla@ingpec.eu

Indice pag.

PREMESSA 2
1. DESCRIZIONE del CANTIERE e ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL SITO. 2
2. CLIMA ACUSTICO DEL SITO 5
3. DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA' E CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI 7
4. VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO DELLE ATTIVITA' DI CANTIERE 8
5. VALUTAZIONI DEL DISTURBO DA VIBRAZIONI 12
6. CONCLUSIONI E RICHIESTA DEROGA 13

PREMESSA

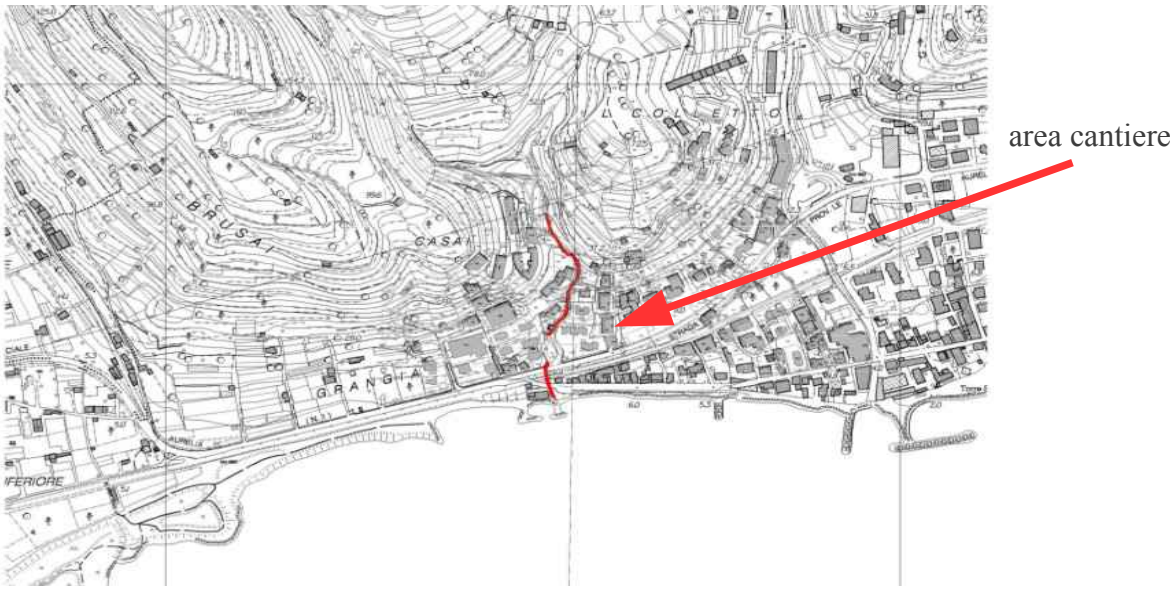
Il sottoscritto Dott. Ing. Alessandro BARLA, iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Imperia al n.664 ed in qualità di Tecnico Competente in Acustica (TCA) della Regione Liguria (ai sensi dell'art. 2 comma 7 della Legge n. 447 del 26/10/1995) con determina Dirigenziale Regione LIGURIA n.11 del 13/01/2003 ed iscritto presso l'Elenco Nazionale TCAA n. 2481, è stato incaricato, nell'ambito della progettazione degli interventi volti alla messa in sicurezza del rio Pertusio nel Comune di Riva Ligure (IM), allo svolgimento di quanto segue:

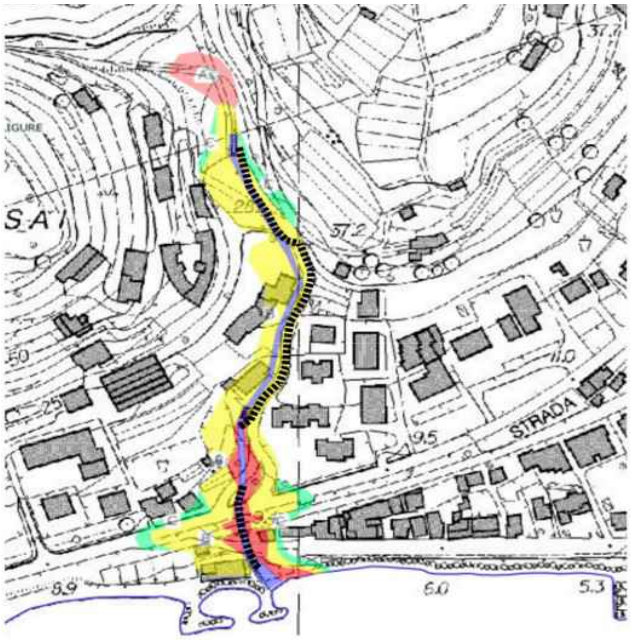
- relazione di impatto acustico ai sensi della legge 447/1995 finalizzata all'autorizzazione in deroga per attività di cantiere, secondo quanto disposto dalla Legge Regionale n. 12/1998 e dalla DGR n. 2510/1998.

L'intervento rientra nell'ambito dell'intervento di mitigazione del rischio inerente il Rio Pertusio di cui ai CONTRIBUTI INVESTIMENTI ART 1 C 139 CONFLUITI NEL PNRR "Missione 2 Rivoluzione verde e transazione ecologica; Componente 4: Tutela del Territorio e della risorsa idrica; Investimento 2.2: interventi per la resilienza, la valorizzazione del territorio e l'efficienza energetica dei comuni".

1. DESCRIZIONE dei lavori e ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL SITO.

Tra gli interventi volti alla messa in sicurezza del rio è prevista la realizzazione di un nuovo canale parzialmente interrato (tombinatura) lungo la via Casai, l'attraversamento dell'Aurelia (in prossimità dell'incrocio semaforico) e quindi sbocco a mare lungo via Villaregia, come si evince dall'estratto qui di seguito riportato.





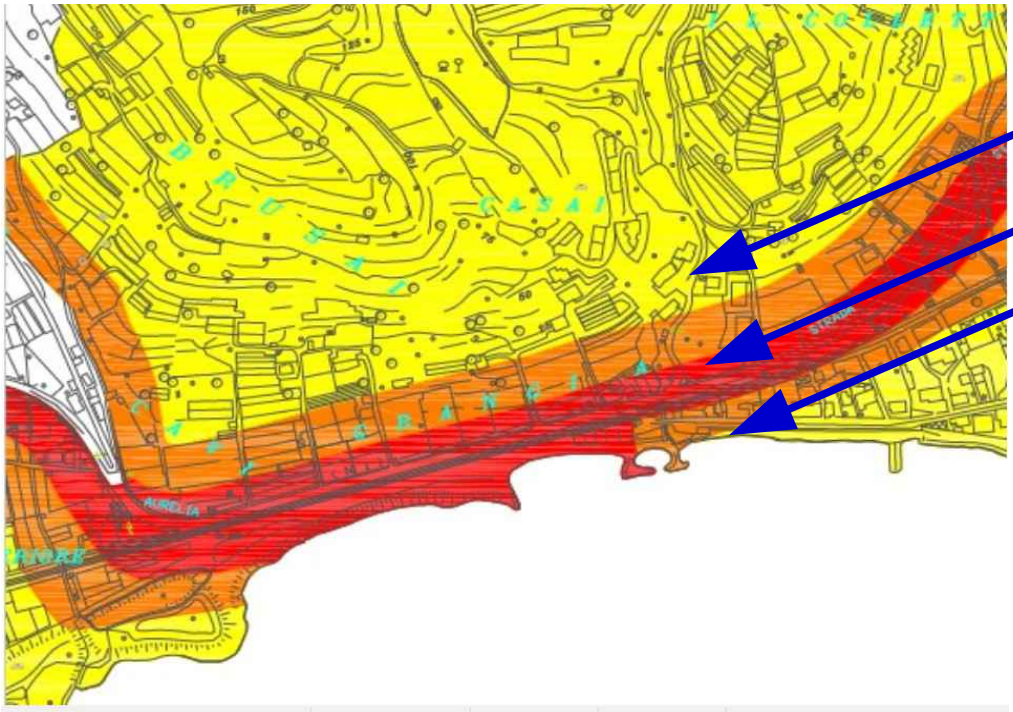
Le attività di cantiere prevedono in estrema sintesi:

- allestimento cantiere e prima fase di individuazione dei sottoservizi
- posa di pali per la realizzazione dei fianchi della tombinatura
- rimozione dei materiali e getto in sito delle opere strutturali

Nella documentazione che segue sono riportate una ripresa aerea del sito e la corrispondente cartografia estratta dal Piano di Zonizzazione Acustica del Comune.



Si riporta qui di seguito un estratto della zonizzazione acustica del sito in questione



Dall'immagine sopra riportata è evidente che i recettori esposti alle attività di cantiere sono tutti quei fabbricati posti lungo la via Casai, l'Aurelia e via Villaregia.

Rispetto al Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di RIVA LIGURE il cantiere interessa diverse zona dalla classe IV in corrispondenza dell'Aurelia alla classe II verso monte.

Si riporta qui di seguito un estratto del Piano di Zonizzazione acustica del Comune per i valori di IMMISSIONE

TABELLA 2
Valori limite di immissione ai sensi del D.P.C.M- 14-11-1997 (art. **3**)

Classificazione	Descrizione	Limite Diurno dB(A)	Limite Notturno dB(A)
I	Aree particolarmente protette	50	40
II	Aree prevalentemente residenziali	55	45
III	Aree di tipo misto	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

I valori limite differenziali di immissione art 4 D.P.C.M. del 14 novembre 1997 sono:

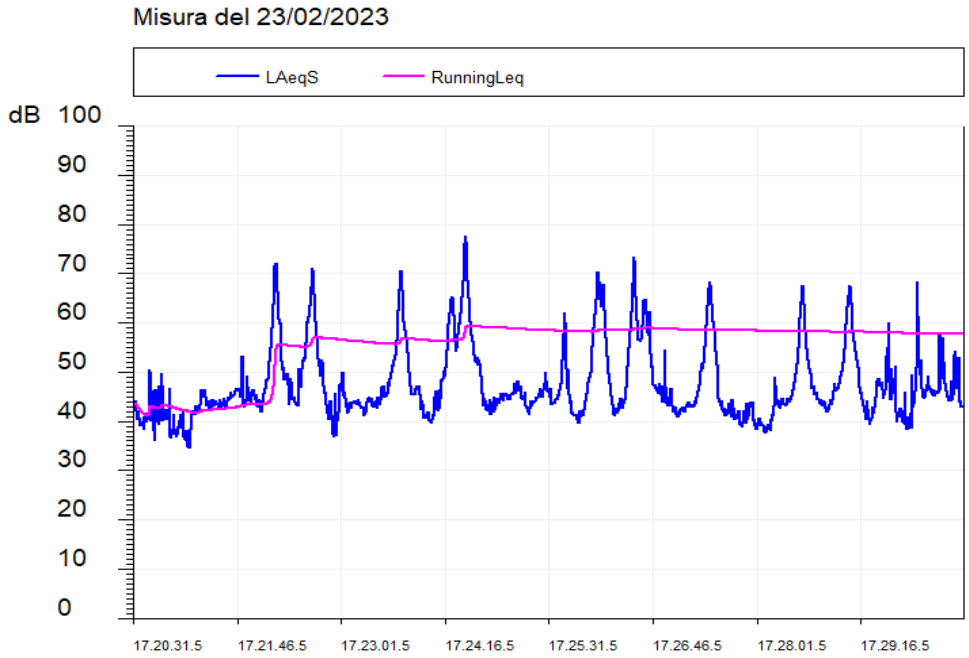
5dB per il periodo diurno - 3dB per il periodo notturno

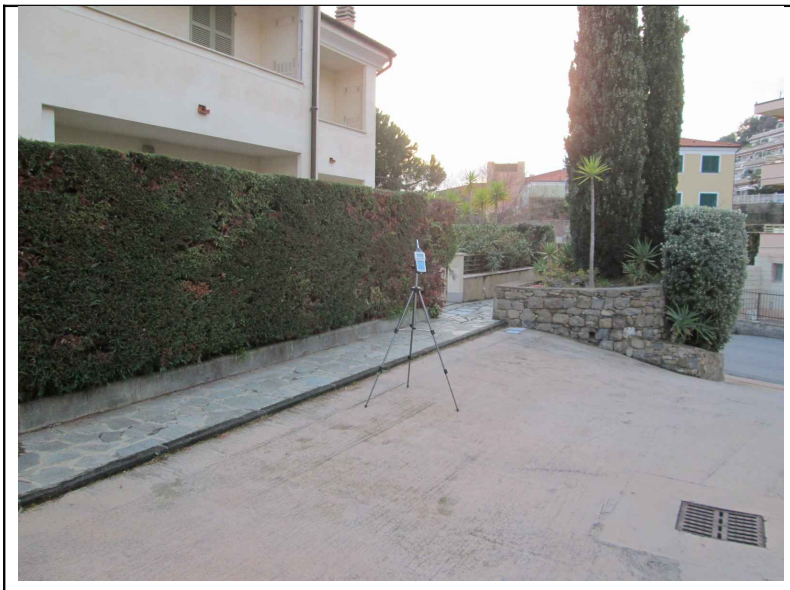
2. CLIMA ACUSTICO DEL SITO

Per le caratteristiche acustiche del sito occorre osservare che il rumore residuo è legato quasi prevalentemente dal traffico veicolare lungo l'Aurelia e la viabilità locale

In data 23/02/2023 sono state eseguite alcune misurazioni fonometriche con strumento FONOMETRO integratore DELTA OHM HD 2110 certificato SIT in classe 1 rispondente alle Norme EN 60651/1994 EN 60804/1994 per valutare il clima acustico "ante operam". Di seguito un punto di misura:

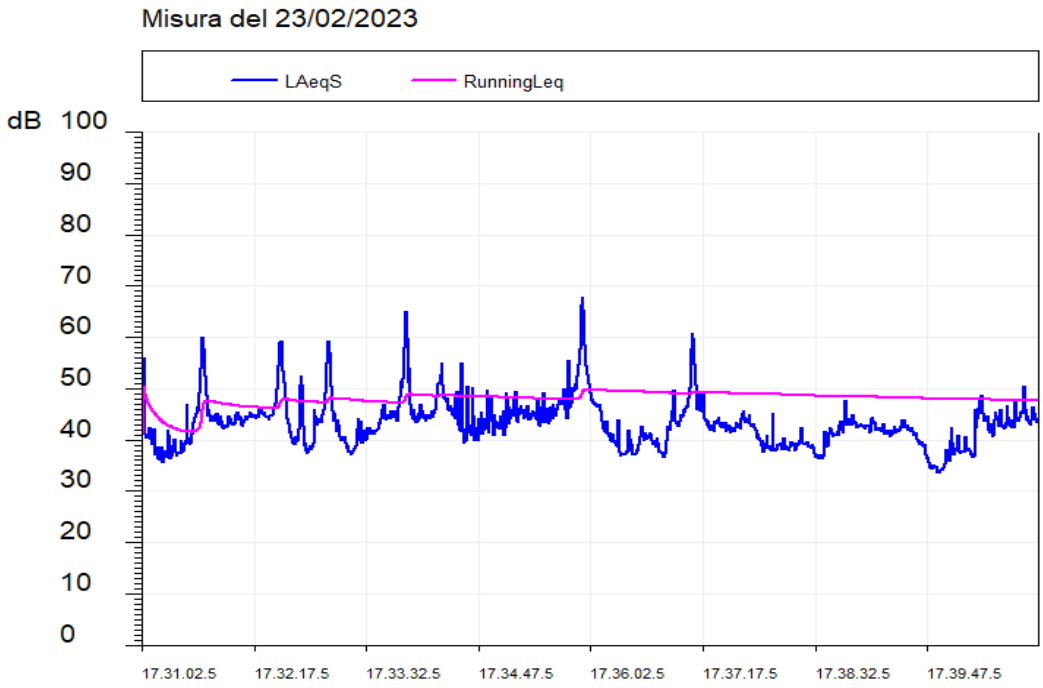
<table>
<tr>
<td></td>
<td>
<table>
<tr><th>Percentile</th><th>LAFmax</th></tr>
<tr><td>95</td><td>40,1</td></tr>
<tr><td>90</td><td>41,5</td></tr>
<tr><td>70</td><td>44</td></tr>
<tr><td>50</td><td>45,9</td></tr>
<tr><td>30</td><td>49,4</td></tr>
<tr><td>10</td><td>61,2</td></tr>
<tr><td>5</td><td>65,4</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr>
<td>posizione misura</td>
<td>Leq = 57,9 dBA</td>
</tr>
</table>





Percentile	LAFmax
95	37,6
90	38,5
70	41,8
50	43,7
30	45,6
10	50,1
5	53,2

posizione misura	Leq = 47,9 dBA

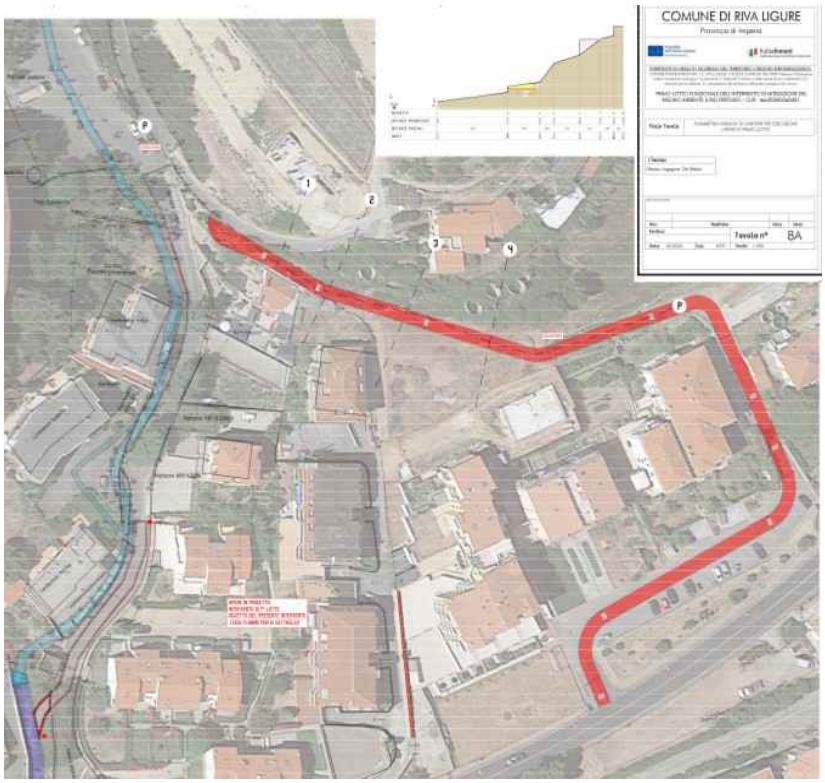


In ALLEGATO 1 la scheda di taratura della strumentazione utilizzata.

3. DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA' E CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI

Per l'esecuzione degli scavi, la formazione della palificata perimetrale, la demolizione della roccia e la rimozione dei materiali di risulta, sono necessari macchinari per loro natura molto rumorosi.

Inoltre il cantiere si svolge in prossimità delle abitazioni in un nodo strategico per la viabilità locale e le abitazione poste a Nord di via Casai. Non a caso in sede di progettazione è stata valutata una arteria secondaria oggi non esistente come qui di seguito proposta:



I disagi quindi sono certamente legati alla presenza di rumore, vibrazioni, polveri ma anche alla viabilità che risulta particolarmente compromessa in particolare per situazioni di emergenza e pubblica sicurezza.

La durata del cantiere assume quindi un aspetto molto importante e per il quale l'Amministrazione locale è particolarmente attenta al fine di ridurre gli inevitabili disagi alla cittadinanza, ponendo come prioritaria la durata del cantiere che deve essere ridotta al minimo possibile.

La sequenza delle lavorazioni e la loro durata sono indicate nel Piani per la Sicurezza a cui si fa riferimento integralmente, salvo eventuali proroghe.

In via sintetica comunque per la seguente relazione è sufficiente conoscere la tipologia di macchine e attrezzature utilizzate nelle diverse fasi di lavorazione che in breve possono essere riportate qui di seguito con relativo valore di emissione:

1) taglio asfalto e scavi a campione per indagini sottoservizi

attrezzature:	LwA [dBA]
- fresa stradale (sorgente S1 nella simulazione)	106
- miniescavatore	100

2) posa palificazione perimetrale

attrezzature:	LwA [dBA]
- perforatrice (sorgente S2 nella simulazione)	107

3) demolizione roccia e rimozione materiali di risulta

attrezzature:	LwA [dBA]
- escavatore con martellone	107
- escavatore con benna / pala gommata	105
- autocarro (sorgente S3 nella simulazione)	95

4. VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO DELLE ATTIVITA' DI CANTIERE

I ricettori sensibili esposti alle attività del cantiere sono tutte le abitazioni poste lungo le vie indicate al paragrafo 1 e principalmente lungo via Casai. Data l'estensione del cantiere e il numero di edifici non è immediatamente individuabile un recettore più esposto rispetto ad altri.
Inoltre le attrezzature e le macchine utilizzate nel cantiere si muovono ed operano in posizioni di volta in volta differenti in funzione dello stato di avanzamento dei lavori
Queste condizioni generali determinano la necessità di fissare delle impostazioni preliminari in merito al numero e posizione dei recettori e delle sorgenti di rumore.
Una volta fissati tali punti preliminari, l'impatto acustico può essere calcolato attraverso le canoniche formulazioni in campo libero della propagazione del suono in termini di pressione acustica con la seguente relazione

$$\mathbf{Lp_2 = Lp_1 - 20Log(d_2/d_1)}$$

con

Lp_2 = livello di pressione acustica presso il recettore

d_2 = distanza del recettore dalla sorgente

Lp_1 = livello di pressione acustica della sorgente alla distanza d_1

d_1 = distanza di misura del livello di pressione della sorgente di rumore

In alternativa l'impatto acustico può essere valutato, **più in dettaglio,** attraverso **l'impiego del programma di simulazione NFTP Iso 9613 secondo le modalità dell'algoritmo indicate in dettaglio nell'Allegato 2 rispondente alle norma tecnica ISO 9613**, intitolata "Attenuation of sound during propagation outdoors".
Tale norma consiste di due parti :

- Parte 1 : Calculation of the absorption of sound by the atmosphere
- Parte 2 : General method of calculation

La prima parte tratta con molto dettaglio l'attenuazione del suono causata dall'assorbimento atmosferico; la seconda parte tratta vari meccanismi di attenuazione del suono durante la sua propagazione nell'ambiente esterno (diffrazione, schermi, effetto suolo ..). Il trattamento del suono descritto nella seconda parte è riconosciuto dalla stessa norma come "più approssimato ed empirico" rispetto a quanto descritto nella prima parte.

Scopo della ISO 9613-2 è di fornire un metodo ingegneristico per calcolare l'attenuazione del suono durante la propagazione in esterno. La norma calcola il livello continuo equivalente della pressione sonora pesato in curva A che si ottiene assumendo sempre condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono, cioè propagazione sottovento o in condizioni di moderata inversione al suolo. In tali condizioni la propagazione del suono è curvata verso il terreno.

Per ogni ulteriore approfondimento sulla norma e sull'algoritmo di calcolo si rimanda all'ALLEGATO 2.

Per simulazione, una volta adottato un opportuno reticolo, di lati (X) e (Y) , contenente i recettori, la sorgente sonora e le eventuali barriere sonore rappresentate dalle strutture presenti, è possibile valutare la propagazione delle onde sonore nel sito.

Pregio del programma in questione è rappresentato dal fatto che la propagazione delle onde sonore è valutata non sono in forma numerica (vedasi il REPORT DI CALCOLO) ma anche in forma grafica con sovrapposizione sulla vista aerea.

Data l'estensione e la complessità del sito è preferito l'impiego di questa seconda metodologia di calcolo più rigorosa e più adatta per grandi numeri di recettori.

Inoltre per la simulazione si andrà a considerare la presenza delle tre fasi di lavorazioni in posizioni diverse e questo in via del tutto cautalitiva tenuto conto che nella realtà si fisserà come come prescrizione che non potranno essere utilizzate contemporaneamente più attrezzature rumorose.

Di seguito si riporta il reticolo di calcolo per comprendere in dettaglio la posizione delle sorgenti e i recettori posti lungo la pubblica via:



Nelle suddette ipotesi cautelative è possibile valutare il valore di IMMISSIONE in facciata presso le abitazioni poste lungo la via, senza considerare la mitigazione prodotta dalle restanti ore in ASSENZA di cantiere nel periodo DIURNO (dalle 6:00 alle 22:00),

Si riporta qui di seguito i livelli calcolati e la mappa acustica dalla simulazione



Recettore	Valore calcolato (dBA)
R1 Recettore a Nord	72,7
R2 recettore a Nord-Ovest	75,2
R3 recettore a Nord-Est	74,5
R4 recettore a Est	74,3
R5 recettore a Ovest	80,6
R6 recettore a EST sopra parcheggio	76,6
R7 recettore a sud-ovest	68,5
R8 sud-est lato mare	70,8

Per ogni dettaglio si veda il REPORT DI CALCOLO allegato alla presente.

I valori calcolati costituiscono i livelli massimi istantanei che però potranno essere mediati nel periodo di riferimento con i livelli attesi in assenza di attività di cantiere.

I suddetti valori sono rappresentano quindi solo i valori massimi misurabile nell'istante in cui la macchina più rumorosa è attiva ma per definire il livello di immissione occorre mediare tutti i valori sull'arco del periodo diurno (6:00 – 22:00). In funzione dei rilievi eseguiti in sito e dei valori calcolati si può mediare nelle 16 ore per giungere al livello medio come di seguito riportato.

		ore	livello misurato/atteso [dBA]
periodo DIURNO	1	6:00 – 7:00	60
	2	7:00 – 8:00	60
	3	8:00 – 9:00	80
	4	9:00 – 10:00	80
	5	10:00 – 11:00	80
	6	11:00 – 12:00	80
	7	12:00 – 13:00	60
	8	13:00 – 14:00	60
	9	14:00 – 15:00	80
	10	15:00 – 16:00	80
	11	16:00 – 17:00	80
	12	17:00 – 18:00	80
	13	18:00 – 19:00	60
	14	19:00 – 20:00	60
	15	20:00 – 21:00	60
	16	21:00 – 22:00	60
		Livello ponderato di IMMISSIONE DIURNO =	**70**

In sintesi il livello medio atteso in via cautelativa potrà essere il seguente , tenendo conto anche delle condizioni più critiche:

Livello di IMMISSIONE nel periodo DIURNO Leq = 75,0 dBA

e potrà essere assunto come valore massimo per la richiesta in deroga per attività di cantiere così come previsto dalla L.R 12/1998.

5. VALUTAZIONI DEL DISTURBO DA VIBRAZIONI

Si fa riferimento alla norma UNI 9614 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”.

La norma si applica a tutti i fenomeni che possono dare origine a vibrazioni negli edifici;

a titolo esemplificativo:

. traffico su gomma e su rotaia

- attività industriali
- funzionamento di macchinari
- attività stradali e di cantiere di varia natura.

Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza (asse z)

	a (m/s^2)	La,w (dB)
aree critiche	$5.0\ 10^{-3}$	74
abitazioni (notte)	$7.0\ 10^{-3}$	77
abitazioni (giorno)	$10.0\ 10^{-3}$	80
uffici	$20.0\ 10^{-3}$	86
fabbriche	$40.0\ 10^{-3}$	92

Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza (assi x e y

	a (m/s^2)	La,w (dB)
aree critiche	$3.6\ 10^{-3}$	71
abitazioni (notte)	$5.0\ 10^{-3}$	74
abitazioni (giorno)	$7.2\ 10^{-3}$	77
uffici	$14.4\ 10^{-3}$	83
fabbriche	$28.8\ 10^{-3}$	89

In via cautelativa si può prevedere di effettuare misurazioni del disturbo da vibrazioni presso i recettori più vicini alle aree di lavoro.

6. CONCLUSIONI E RICHIESTA DEROGA

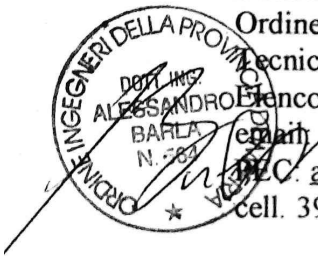
Nell'ambito degli interventi per la messa in sicurezza dei rio Pertusio nel Comune di Riva Ligure, data la presenza di macchinari particolarmente impattanti sotto il profilo delle emissioni di rumore e data la stretta vicinanza dei recettori posti lungo la via pubblica, la verifica di impatto acustico ha portato alla conclusione **che non è possibile in genere rispettare i limiti di legge (D.P.C.M. del 14 novembre 1997)** e che pertanto si renderà necessario richiedere la deroga dalla norma, ponendo come **limite massimo di IMMISSIONE, in deroga, il valore di 75 dBA nel periodo DIURNO** ai sensi della Legge 447/1995 e dell'art 13 della Legge Regione Liguria n. 12/1998 (attività temporanee).

Al fine di minimizzare l'impatto acustico ed il disturbo conseguente si pongono fin d'ora le seguenti prescrizioni:

- Rispetto degli orari di lavoro e di quanto disposto eventualmente dalle Autorità';
  Nel caso di avvio dei lavori al mattino presto prima delle ore 8:00, si dovrà prevedere l'esecuzione delle sole lavorazioni propedeutiche alle attività di cantiere meno rumorose (per esempio allestimento cantiere, carico – scarico, ecc) e analogamente dopo le ore 18:00. Durante la pausa di mezzogiorno si dovrà prevedere l'esclusione dell'uso delle attrezzature più impattanti (vedere elenco al paragrafo 3);
- Esclusione di tutte le operazioni rumorose non strettamente necessarie all'attività di cantiere e divieto d'uso contemporaneo dei macchinari più rumorosi (vedere elenco al paragrafo 3);
- Le attrezzature non utilizzate devono essere spente;
- Revisionare e manutenere i macchinari e le attrezzature con il fine di garantire il rispetto delle loro caratteristiche di omologazione e certificazione ai sensi delle norme vigenti (Norme nazionali, tecniche e CE).

Il presente documento è stato redatto dallo scrivente Ing. Alessandro BARLA, Tecnico Competente (ai sensi dell'art. 2 comma 7 della Legge n. 447 del 26/10/1995) con determina Dirigenziale Regione LIGURIA n. 11 del 13/01/2003 e iscritto all'Elenco Nazionale TCA al n. 2481.

IMPERIA, li 01/03/2023



Dott. Ing. Alessandro BARLA
Ordine Ingegneri di Imperia n.664
Tecnico acustica ambientale Liguria TCAA n. 198
Elenco Nazionale TCAA n. 2481
email: acusticaimperia@gmail.com
PEC: alessandro.barla@ingpec.eu
cell. 391 1098505

Allegati:
Allegato 1: Certificazione SIT FONOMETRO integratore DELTA OHM HD 2110
Allegato 2: Definizioni e Norme Tecniche e Algoritmi di calcolo
Allegato 3: REPORT di CALCOLO

ALLEGATO 1

Delta OHM
Member of GHM GROUP
Delta OHM S.r.l. a socio unico
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAT N° 124

Laboratorio Misure di Elettroacustica
Electroacoustic Measurement Laboratory

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21001164
Certificate of Calibration

- data di emissione *date of issue*	2021-03-26
- cliente *customer*	BI.ERRE.DI. S.p.A. - Calata Boccardo, 8 - 16128 Genova (GE)
- destinatario *receiver*	Stretti Ing. Gianni - Via V Maggio, 99/4 - 16148 Genova (GE)
- richiesta *application*	OF-STD-2103163
- in data *date*	2021-03-09

Si riferisce a
Referring to

- oggetto *item*	Fonometro
- costruttore *manufacturer*	Delta Ohm S.r.l.
- modello *model*	HD2110
- matricola *serial number*	05092830470
- data delle misure *date of measurements*	2021/3/26
- registro di laboratorio *laboratory reference*	42209

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura *k* corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore *k* vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre

Pierantonio Benvenuti

Member of GHM GROUP
Delta OHM S.r.l. a socio unico
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Elettroacustica
Electroacoustic Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura

LAT N° 124

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21001164
Certificate of Calibration

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le seguenti procedure, sviluppate secondo le prescrizioni della Norma EN 61672-3:2006: DHLE – E – 07 rev. 1.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures, developed according to EN 61672-3:2006 standard requirements: DHLE – E – 07 rev. 1.

Incertezze - *Uncertainties*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento e riportate nella tabella successiva, sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k=2 corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %.

The measurement uncertainties stated in this document, shown in the following table, have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k=2 corresponding to a confidence level of about 95%.

Fonometro *Sound level meter*	Livello sonoro *Sound level* /dB	Frequenza *Frequency* /Hz	Incertezza *Uncertainty* /dB
Regolazione della sensibilità acustica *Adjustment of acoustic sensitivity*	94, 104, 114, 124	250, 1000	0.20
Verifica con il calibratore acustico associato *Test with supplied sound calibrator*	94, 104, 114, 124	250, 1000	0.15
Risposta in frequenza - *Frequency response*	25 ÷ 140	31.5 ÷ 16000	0.21 ÷ 0.36 *
Rumore auto-generato con microfono *Self-generated noise with microphone*		-	2.0
Rumore auto-generato con dispositivo di ingresso per segnali elettrici *Self-generated noise with electrical input signal device*	-	-	1.0
Prove elettriche - *Electrical tests*	25 ÷ 140	31.5 ÷ 16000	0.11 ÷ 0.16 **
Calibratori acustici - *Sound calibrators*	94 / 114	1 000	0.11

* In funzione della frequenza – *Depending on frequency*
** In funzione della specifica prova – *Depending on actual test*

Campioni di riferimento - *Reference standards*

La catena di riferibilità ha inizio dai campioni di riferimento, muniti di certificati validi di taratura, elencati nella tabella "Campioni di riferimento".

Traceability is through reference standards, validated by certificates of calibration, listed in the table "Reference Standards".

Campioni di riferimento *Reference standards*	Costruttore *Manufacturer*	Modello *Model*	Numero di serie *Serial number*	Certificato Numero *Certificate number*
Microfono - *Microphone*	B&K	4180	2101416	INRIM 20-0862-01
Pistonofono - *Pistonphone*	B&K	4228	2163696	INRIM 20-0862-02
Multimetro - *Multimeter*	HP	3458A	2823A21870	INRIM 20-0007-01

Campioni di lavoro *Working standards*	Costruttore *Manufacturer*	Modello *Model*	Numero di serie *Serial number*
Calibratore Monofrequenza – Single-*frequency calibrator*	B&K	4231	2191058
Calibratore Multifrequenza – *Multi-frequency calibrator*	B&K	4226	2141950
Calibratore Multifrequenza – *Multi-frequency calibrator*	B&K	4226	1806636

Lo Sperimentatore
The operator
Bicciato Bernardino

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Pierantonio Benvenuti

Member of GHM GROUP
Delta OHM S.r.l. a socio unico
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Elettroacustica
Electroacoustic Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura

LAT N° 124

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21001164
Certificate of Calibration

Strumentazione in taratura - *Instruments to be calibrated*

Strumento *Instrument*	Costruttore *Manufacturer*	Modello *Model*	Numero di serie *Serial number*
Fonometro - *Sound level meter*	Delta Ohm S.r.l.	HD2110	05092830470
Preamplificatore - *Preamplifier*	Delta Ohm Srl	HD2110P	17002051
Cavo prolunga – Extension cable	-	-	-
Microfono - *Microphone*	MG	MK221	34097
Schermo antivento - Windshield	-	-	-
Calibratore acustico - *Acoustic calibrator*	Delta Ohm	HD9101	03011747

Correzioni in frequenza - *Frequency corrections*

Per tenere in considerazione la risposta in frequenza in campo libero del microfono, includendo eventuali effetti dovuti alla diffrazione del corpo dello strumento e dello schermo antivento ed all'utilizzo del cavo prolunga, è necessario sommare, all'indicazione del fonometro, delle correzioni in frequenza secondo le specifiche del costruttore. Pertanto nelle seguenti prove:

- 1.1 Regolazione della sensibilità acustica
- 1.2 Verifica con il calibratore acustico associato al fonometro
- 1.3 Risposta in frequenza del fonometro con il microfono
- 2.3 Ponderazioni di frequenza

I livelli riportati nel certificato includono le correzioni fornite nella tabella seguente.

In order to account for the microphone free field response, including possible diffraction effects due to the instrument body and the windshield and to the use of the extension cable, frequency corrections, according to manufacturer specifications, must be summed to the sound level meter indications. Therefore in the following tests:

- 1.1 *Adjustment of acoustic sensitivity*
- 1.2 *Test with sound calibrator supplied with sound level meter*
- 1.3 *Frequency response of sound level meter with microphone*
- 2.3 *Frequency weightings*

Levels recorded in the certificate include corrections given in the following table.

Frequenza – *Frequency* /Hz	Correzioni – *Corrections* /dB	
	Pressione - Campo libero *Pressure - Free field*	Schermo antivento + Corpo *Windshield + Body*
31.5	0.0	0.0
63	0.0	0.0
125	0.0	0.0
250	0.0	0.0
500	0.0	0.0
1000	0.0	0.0
2000	0.2	0.1
4000	1.1	-0.7
8000	3.3	-1.0
12500	6.0	-1.0
16000	8.0	-0.7

I valori delle correzioni riportate in tabella sono fornite dal costruttore del fonometro.

Correction values shown in the table are provided by sound level meter manufacturer.

Lo Sperimentatore
The operator
Bicciato Bernardino

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Pierantonio Benvenuti

Delta OHM
Member of GHM GROUP
Delta OHM S.r.l. a socio unico
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Elettroacustica
Electroacoustic Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAT N° 124

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21001164
Certificate of Calibration

Parametri ambientali
Environmental parameters

Le condizioni ambientali di riferimento sono:

Reference environmental parameters are:

Temperatura / *Temperature* = (23 ± 2) °C
Pressione atmosferica / *Static pressure* = (1013.25 ± 35) hPa
Umidità relativa / *Relative humidity* = (50 ± 10) %R.H.

Lo strumento in taratura è stato mantenuto in condizioni ambientali controllate per almeno 4 ore prima della taratura.

The instrument submitted for test was kept under controlled environmental conditions for at least 4h before calibration.

Temperatura *Temperature* /°C	Pressione atmosferica *Static Pressure* /hPa	Umidità relativa *Relative Humidity* /%R.H.
23.7	1022	47.9

1.0 PROVE CON SEGNALI ACUSTICI - *TESTS WITH ACOUSTIC SIGNALS*

Le misure acustiche sono state realizzate in accoppiatore chiuso applicando le correzioni per il campo acustico dichiarate dal costruttore.

Tests with acoustic signals were carried out in a closed acoustic coupler taking into account the sound field corrections provided by the sound level meter manufacturer.

Il campo di misura principale è: **25 dB ÷ 130 dB**
The reference level range is:

Il livello di riferimento per la messa in punto è: **94 dB**
The reference level for calibration is:

La frequenza di riferimento è: **1000Hz**
The reference frequency is:

1.1 Regolazione della sensibilità acustica - *Adjustment of acoustic sensitivity*

Si esegue la messa in punto del fonometro in ponderazione Z, secondo le indicazioni del costruttore, mediante l'applicazione del livello di pressione sonora di riferimento, generato dal calibratore campione B&K 4226.

The adjustment of sound level meter acoustic sensitivity, with frequency weighting Z, is performed, according to manufacturer specifications, applying the reference sound pressure level, generated by reference standard acoustic calibrator B&K 4226.

SPL			Correzione *Correction*
Applicato *Applied*	Prima della messa in punto *Before adjustment*	Dopo la messa in punto *After adjustment*	
/dB			
94.0	94.5	94.1	0.0

1.2 Verifica con il calibratore acustico associato al fonometro - *Test with sound calibrator supplied with the sound level meter*

Si verifica con il fonometro in ponderazione Z, il livello di pressione generato dal calibratore in dotazione.

The sound level of the supplied acoustic calibrator is checked by the sound level meter with frequency weighting Z.

SPL		Correzione *Correction*	Incertezza *Uncertainty*
Nominale *Nominal*	Misurato *Measured*		
/dB			
94.0	94.0	0.0	0.15
114.0	114.0		

1.3 Risposta in frequenza del fonometro con il microfono - *Frequency response of sound level meter with microphone*

Si verifica la risposta in frequenza del fonometro e del microfono in ponderazione C, nell'intervallo di frequenza 31.5 Hz ÷ 16000 Hz, a passi di ottava incluso il punto a 12500 Hz. A tale scopo si utilizza il calibratore multifrequenza B&K 4226, campione di lavoro.

The frequency response of the sound level meter with microphone is measured, with weighting C, in the frequency range 31.5 Hz ÷ 16000 Hz, at octave steps including the 12500 Hz value. For this purpose the working standard multi-frequency acoustic calibrator B&K 4226 is used.

Frequenza *Frequency* /Hz	ΔSPL /dB	Incertezza *Uncertainty* /dB	Cl. 1 Tol.
31.5	0.3	0.39	± 2.0
63	0.2		± 1.5
125	0.2		
250	0.1		± 1.4
500	0.1		
1000	0.0		± 1.1
2000	0.1		± 1.6
4000	-0.7		
8000	-1.2	0.69	+ 2.1 ; -3.1
12500	-1.3	0.72	+ 3.0 ; -6.0
16000	-0.6		+ 3.5 ; -17

Lo Sperimentatore
The operator
Bicciato Bernardino

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Pierantonio Benvenuti

Delta OHM
Member of GHM GROUP
Delta OHM S.r.l. a socio unico
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Elettroacustica
Electroacoustic Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAT N° 124

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21001164
Certificate of Calibration

1.4 Rumore autogenerato - *Self-generated noise*

Si misura il minimo livello sonoro equivalente (Leq) ponderato A in una cabina insonorizzata, applicando la correzione associata al rumore di fondo ambientale.

The minimum equivalent sound level (Leq) is measured in a soundproof box, applying the correction resulting from the environmental noise.

Rumore di fondo *Background noise*	Leq	Leq corretto *Corrected Leq*	Incertezza *Uncertainty*
/dBA			
15.0	19.3	17.3	2.0

2.0 PROVE CON SEGNALI ELETTRICI - *TESTS WITH ELECTRICAL SIGNALS*

Le misure elettriche sono state realizzate sostituendo il microfono del fonometro con un dispositivo per l'ingresso di segnali elettrici, secondo le specifiche del costruttore.
Salvo diversa indicazione le prove sono state effettuate nel campo misure principale indicato dal costruttore.

Electrical measurements were performed replacing the sound level meter microphone with an electrical input signal device, according to manufacturer specifications.
Unless otherwise specified tests were performed in the reference level range.

2.1 Rumore autogenerato - *Self-generated noise*

I valori del livello sonoro equivalente nel campo misure di massima sensibilità, riportati nella tabella seguente per le ponderazioni di frequenza del fonometro, sono stati ottenuti terminando il dispositivo di ingresso per segnali elettrici come specificato nel manuale d'uso.

Sound equivalent levels in the maximum sensitivity level range, shown in the following table for the sound level meter frequency weightings, were obtained terminating the electrical input signal device as specified in the instruction manual.

Ponderazioni di frequenza *Frequency weightings*	Leq	Incertezza *Uncertainty*
	/dB	
Z	23.6	1.0
A	16.9	
C	19.8	

2.2 Indicatore di sovraccarico - *Overload detector*

La verifica dell'indicatore di sovraccarico viene eseguita, nel campo misure di minore sensibilità, confrontando la risposta del fonometro a singoli semi-cicli, positivi e negativi, alla frequenza di 4 kHz e di ampiezza tale da attivare l'indicazione di sovraccarico. La differenza delle ampiezze, aumentata dell'incertezza di misura, deve risultare inferiore ai limiti di tolleranza specificati.

The overload detector is tested on the least-sensitive level range with positive and negative one-half cycle sinusoidal signals at a frequency of 4kHz. The difference between the input levels producing the first indication of overload, extended by the expanded uncertainty shall not exceed the tolerance limit.

Livello di ingresso *Input level* /dBV	Ciclo *Cycle*	Differenza *Difference*	Incertezza *Uncertainty*	Cl. 1 tol.
		/dB		
22.86	Pos	0.0	0.17	±1.8
22.86	Neg			

2.3 Ponderazioni in frequenza - *Frequency weightings*

Le risposte in frequenza delle ponderazioni in dotazione al fonometro, sono state verificate applicando un segnale di 45 dB inferiore al limite superiore del campo di misura principale ad 1kHz, quindi misurando la risposta in frequenza nell'intervallo 31.5 Hz ÷16000 Hz, a passi di ottava incluso il punto a 12500 Hz, compensando il livello di ingresso per l'attenuazione nominale della ponderazione.

Frequency responses for sound level meter supplied weightings, were verified applying an input signal level 45 dB lower than the upper limit of the reference level range at 1 kHz, and measuring the frequency response in the range 31.5 Hz ÷16000 Hz, at octave steps including the 12500 Hz value, compensating the input level for the weighting nominal attenuation.

Freq.	Risposta in frequenza *Frequency response*			Incertezza *Uncertainty*	Cl. 1 Tol.
	A	C	Z		
/Hz	/dB				
31.5	0.1	0.0	-0.6	0.15	±2.0
63	0.1	0.0	-0.2		±1.5
125	0.0	0.0	0.0		
250	0.0	0.0	0.0		±1.4
500	0.0	0.0	0.0		
1000	0.0	0.0	0.0		±1.1
2000	0.0	0.0	0.0		±1.6
4000	0.0	0.1	0.0		
8000	-0.1	0.0	0.0		+2.1 ; -3.1
12500	-0.2	-0.1	-0.1		+ 3.0 ; -6.0
16000	0.0	0.1	-0.1		+3.5 ; -17

Lo Sperimentatore
The operator
Bicciato Bernardino

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Pierantonio Benvenuti

Delta OHM
Member of GHM GROUP
Delta OHM S.r.l. a socio unico
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Elettroacustica
Electroacoustic Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAT N° 124

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21001164
Certificate of Calibration

2.4 Linearità del campo di misura principale - *Reference level range linearity*

La verifica della linearità di livello del fonometro nel campo di misura principale e stata effettuata con ponderazione A e frequenza del segnale in ingresso pari a 8 kHz. Il livello di partenza **94.0 dB**, specificato nel manuale d'uso, è stato ottenuto con un livello di ingresso pari a **55.63 mV**.

*The sound level meter level linearity on the reference level range, with frequency weighting A, was verified at 8kHz input signal frequency. The test starting point **94.0 dB**, specified in the instruction manual, was obtained with an input signal level equal to **55.63 mV**.*

Livello ingr. *Input level*	ΔLeq	Incertezza *Uncertainty*	Cl. 1 tol.
/dBA			/dB
94.0	0.0	0.11	
130.1	0.1		
125.1	0.0		
120.1	0.0		
115.1	0.1		
110.1	0.0		
105.1	0.0		
100.1	0.0		
95.0	0.0		
90.0	0.0		
85.0	0.0		
80.0	0.0		
75.0	0.0		
70.0	0.0	0.12	± 1.1
65.0	0.0		
60.1	0.0		
55.1	0.0		
50.1	0.0		
45.1	0.0		
40.1	0.1		
35.1	0.2		
34.1	0.2		
33.1	0.3		
32.1	0.3		
31.1	0.4		
30.1	0.5		

2.5 Linearità dei campi di misura - *Linearity of level ranges*

Si verifica la linearità dei campi misura con ponderazione di frequenza A, con l'esclusione del campo principale, applicando un segnale in ingresso a 1kHz al livello di riferimento **94.0dB**.

*The linearity of level ranges with frequency weighting A, excluding the reference level range, applying a 1kHz input signal at the reference level **94.0 dB**.*

Campo di misura *Level range*	ΔLeq	Incertezza *Uncertainty*	Cl. 1 tol.
/dBA			/dB
35÷ 140	-0.1	0.12	± 1.1

I campi misura vengono inoltre verificati in ponderazione A applicando un segnale in ingresso alla frequenza di 1 kHz di ampiezza corrispondente al limite superiore del campo misure diminuito di 5dB.

Besides level ranges were tested with frequency weighting A applying a 1kHz input signal at a level 5dB lower than the upper limit of the level range.

Campo di misura *Level range*	ΔLeq	Incertezza *Uncertainty*	Cl. 1 tol.
/dBA			/dB
35÷ 140	0.0	0.12	± 1.1
25÷ 130	0.0		

2.6 Ponderazioni di frequenza e temporali a 1kHz - *Frequency and time weightings at 1kHz*

Si verificano le indicazioni del fonometro con ponderazioni di frequenza C e Z in risposta ad un segnale sinusoidale a 1kHz di ampiezza tale da fornire una indicazione di livello sonoro ponderato A con costante FAST pari al livello di riferimento **94dB**.

*Sound level meter indications for frequency weightings C and Z are checked with a 1kHz sinusoidal input signal that yields an indication of the reference sound level **94dB** with frequency weighting A and time constant FAST.*

Ponderazione in frequenza *Frequency weighting* ΔSPL FAST			Incertezza *Uncertainty*	Cl. 1 tol.
A	C	Z		
/dB				
0.0	0.0	0.0	0.15	± 0.4

Lo Sperimentatore
The operator
Bicciato Bernardino

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Pierantonio Benvenuti

Member of GHM GROUP
Delta OHM S.r.l. a socio unico
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura

LAT N° 124

Laboratorio Misure di Elettroacustica
Electroacoustic Measurement Laboratory

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21001164
Certificate of Calibration

Si verificano inoltre le indicazioni del fonometro, in risposta al medesimo segnale, con le diverse ponderazioni temporali e nella misura del livello equivalente.

Besides, sound level meter indications for supplied time weightings are checked with the same input signal.

Ponderazione temporale *Time weighting* Δ L			Incertezza *Uncertainty*	Cl. 1 tol.
FAST	SLOW	Leq		
/dB				
0.0	-0.1	0.0	0.15	± 0.3

2.7 Risposta ai treni d'onda - *Toneburst response*

Si verifica la risposta del fonometro in ponderazione A ai treni d'onda con le diverse ponderazioni temporali in dotazione e nella misura del livello di esposizione sonoro. Il livello del segnale in ingresso, ricavato da un segnale sinusoidale continuo alla frequenza di 4 kHz, viene determinato in modo da fornire un'indicazione di 3dB inferiore rispetto al limite superiore del campo misure. La durata del treno d'onda dipende dalla costante di tempo in esame.

Sound level meter response to tonebursts is tested with frequency weighting A on the reference level range for the supplied time weightings and the sound exposure level. The level of the input signal, extracted from a 4kHz steady sinusoidal signal, is adjusted to display a level 3dB lower than the upper limit of the linearity range. The duration of the toneburst depends on the time weighting under test.

Costante di tempo *Time weighting*	Durata *Duration* /ms	ΔSPL	Incertezza *Uncertainty*	Cl. 1 tol.
		/dB		
FAST MAX	200	0.0	0.19	± 0.8
	2	-0.1		+ 1.3 ; - 1.8
	0.25	-0.2		+ 1.3 ; - 3.3
SLOW MAX	200	-0.1	0.19	± 0.8
	2	-0.2		+ 1.3 ; - 3.3
SEL	200	0.0	0.19	± 0.8
	2	0.0		+ 1.3 ; - 1.8
	0.25	-0.1		+ 1.3 ; - 3.3

2.8 Risposta ai treni d'onda con costante IMPULSE - *Toneburst response for IMPULSE time weighting*

Si verifica la risposta del fonometro ai treni d'onda in ponderazione A con costante IMPULSE. Il livello del segnale in ingresso, ricavato da un segnale sinusoidale continuo alla frequenza di 4 kHz, viene determinato in modo da fornire un'indicazione pari al limite superiore del campo misure.

Sound level meter response to tonebursts is tested with frequency weighting A and time weighting IMPULSE on the reference level range. The level of the input signal, extracted from a 4kHz steady sinusoidal signal, is adjusted to display the upper limit of the linearity range.

Costante di tempo *Time weighting*	Durata *Duration* /ms	ΔSPL	Incertezza *Uncertainty*	Cl. 1 tol.
		/dB		
IMPULSE MAX	20	-0.3	0.19	± 1.8
	5	-0.3		± 2.3
	2	-0.5		

2.9 Rivelatore di picco ponderato C - *Peak C sound level*

La verifica dell'indicazione del livello sonoro di picco ponderato C viene effettuata nel campo misure di minima sensibilità con segnali di ingresso sinusoidali sia con singoli cicli ad 8kHz che con semi-cicli, positivi e negativi a 500Hz. Il livello del segnale in ingresso, ricavato da un segnale sinusoidale continuo, viene determinato in modo da fornire un'indicazione di 8dB inferiore rispetto al limite superiore del campo misure con ponderazione C e costante di tempo FAST.

The test of indication of C weighted peak sound level is performed on the least-sensitive level range with 8kHz single cycle and 500Hz half-cycle, positive and negative, sinusoidal input signals. The level of the input, extracted from a steady sinusoidal signal, is adjusted to display a level 8db lower than the upper limit of the linearity range with frequency weighting C and time weighting FAST.

Frequenza *Frequency* /Hz	Ciclo *Cycle*	ΔSPL	Incertezza *Uncertainty*	Cl. 1 tol.
		/dB		
8000	Singolo	0.0	0.17	± 2.4
500	½ Positivo	-0.2		± 1.4
500	½ Negativo	-0.2		

Nota: Il separatore decimale usato in questo documento è il punto.

Note: Throughout this document the decimal point is indicated by a dot.

Member of GHM GROUP
Delta OHM S.r.l. a socio unico
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Elettroacustica
Electroacoustic Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura

LAT N° 124

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21001164
Certificate of Calibration

Il fonometro sottoposto alle prove ha superato con esito positivo le prove periodiche della classe 1 della IEC 61672-3:2006, per le condizioni ambientali nelle quali esse sono state eseguite. Poiché è disponibile la prova pubblica, da parte di un'organizzazione di prova indipendente responsabile dell'approvazione dei risultati delle prove di valutazione del modello eseguite secondo la IEC 61672-2:2003, per dimostrare che il modello di fonometro è risultato completamente conforme alle prescrizioni della IEC 61672-1:2002, **IL FONOMETRO SOTTOPOSTO ALLE PROVE È CONFORME ALLE PRESCRIZIONI DELLA CLASSE 1 DELLA IEC 61672-1:2002.**

The Sound Level Meter submitted for testing has successfully completed the class 1 periodic tests of IEC 61672-3:2006, for the environmental conditions under which the tests were performed. As public evidence was available, from an independent testing organization responsible for approving the results of pattern evaluation tests performed in accordance with IEC 61672-2:2003, to demonstrate that the model of sound level meter fully conformed to the requirements in IEC 61672-1:2002, ***THE SOUND LEVEL METER SUBMITTED FOR TESTING CONFORMS TO THE CLASS 1 REQUIREMENTS OF IEC 61672-1:2002.***

Lo Sperimentatore
The operator
Bicciato Bernardino

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Pierantonio Benvenuti

Member of GHM GROUP
Delta OHM S.r.l. a socio unico
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura

LAT N° 124

Laboratorio Misure di Elettroacustica
Electroacoustic Measurement Laboratory

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21001165
Certificate of Calibration

- data di emissione *date of issue*	2021-03-26
- cliente *customer*	BI.ERRE.DI. S.p.A. - Calata Boccardo, 8 - 16128 Genova (GE)
- destinatario *receiver*	Stretti Ing. Gianni - Via V Maggio, 99/4 - 16148 Genova (GE)
- richiesta *application*	OF-STD-2103163
- in data *date*	2021-03-09

Si riferisce a
Referring to

- oggetto *item*	Calibratore
- costruttore *manufacturer*	Delta Ohm S.r.l.
- modello *model*	HD9101A
- matricola *serial number*	03011747
- data delle misure *date of measurements*	2021/3/19
- registro di laboratorio *laboratory reference*	42160

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura *k* corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore *k* vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Pierantonio Benvenuti

Member of GHM GROUP
Delta OHM S.r.l. a socio unico
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Elettroacustica
Electroacoustic Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura

LAT N° 124

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21001165
Certificate of Calibration

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure N. DHLE – E – 01 rev. 3

The measurement results reported in this Certificate were obtained following procedures No.

Riferimenti - *References*

La norma di riferimento è la IEC 60942:2003 "Electroacoustics – Sound Calibrators".

The reference standard is IEC 60942:2003 "Electroacoustics – Sound Calibrators".

Incertezze - Uncertainties

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento e riportate nella tabella successiva, sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura *k*=2 corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %.

The measurement uncertainties stated in this document, shown in the following table, have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k=2 corresponding to a confidence level of about 95%.

Segnale sonoro *Sound signal*	Intervallo *Range* /dB	Frequenza *Frequency* /Hz	Incertezza *Uncertainty*
Livello *Level*	94 ÷ 124	31.5	0.14 /dB
		63	0.12 /dB
		125 ÷ 2000	0.11 /dB
		4000	0.14 /dB
		8000	0.18 /dB
		12500 ÷ 16000	0.25 /dB
Frequenza *Frequency*	94 ÷ 124	-	0.01 /%
Distorsione *Distortion*	94 ÷ 124	31.5 ÷ 500	0.5 /%
		1000 ÷ 16000	0.37 /%

Campioni di riferimento - *Reference standards*

Campioni di Riferimento *Reference Standards*	Costruttore *Manufacturer*	Modello *Model*	Numero di serie *Serial number*	Certificato numero *Certificate number*
Microfono - *Microphone*	B&K	4180	2101416	INRIM 20-0862-01
Pistonofono - *Pistonphone*	B&K	4228	2163696	INRIM 20-0862-02
Multimetro - *Multimeter*	HP	3458A	2823A21870	INRIM 20-0007-01

Strumenti di laboratorio *Laboratory instruments*	Costruttore *Manufacturer*	Modello *Model*	Numero di serie *Serial number*
Sorgente A.C. – *A.C. Source*	HP	3245A	2831A4542
Amplificatore – *Amplifier*	B&K	2610	2102907
Analizz. audio – *Sound Analyser*	HP	8903B	2614A01827
Microfono ½ " – ½" *Microphone*	B&K	4134	2123613
	B&K	4180	1886372

Strumentazione in taratura - *Instruments to be calibrated*

Costruttore *Manufacturer*	Modello *Model*	Numero di serie *Serial number*
Delta Ohm S.r.l.	HD9101A	03011747

Lo sperimentatore
The operator
Bernardino Bicciato

Bicciato Bernardino

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Pierantonio Benvenuti

Member of GHM GROUP
Delta OHM S.r.l. a socio unico
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Elettroacustica
Electroacoustic Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura

LAT N° 124

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21001165
Certificate of Calibration

Parametri ambientali
Environmental parameters

I parametri ambientali di riferimento sono:
Temperatura = (23 ± 2) °C, Pressione atmosferica = (1013.25 ± 35) hPa, Umidità relativa = (50 ± 10) %U.R.
Lo strumento in taratura è stato mantenuto in laboratorio, in condizioni ambientali controllate, per almeno 4 ore prima della taratura.

Reference environmental parameters are:
Temperature = (23 ± 2) °C, Static pressure = (1013.25 ± 35) hPa, Relative humidity = (50 ± 10) %R.H.
The instrument submitted for test was kept in the laboratory, under controlled environmental conditions, for at least 4h before calibration.

Parametri ambientali *Environmental parameters*		
Temperatura *Temperature* /°C	Pressione atmosferica *Static Pressure* /hPa	Umidità relativa *Relative Humidity* /%R.H.
23.8	**1014.0**	**47.1**

Formule
Formulas

Di seguito si riporta la formula di calcolo del livello di pressione sonora generato dal calibratore:
The sound pressure level generated by the acoustic calibrator was calculated using the formula:

$$SPL_{Ref} = 20 \, Log \, V_C - S_{0C} - \varepsilon_T - \varepsilon_P - \varepsilon_H - \varepsilon_{Vp} + 93.9794$$

Dove :
Where :

SPL_{Ref}	/dB	Livello di pressione sonora generato dal calibratore alle condizioni ambientali di riferimento. *Sound pressure level generated by the acoustic calibrator under reference environmental conditions.*
V_C	/V	Valore della tensione inserita V *Inserted voltage V*
S_{0C}	/dB	Sensibilità del microfono campione *Reference microphone sensitivity*
ε_T	/dB	Correzione per la temperatura ambiente /dB *Environmental temperature correction*
ε_P	/dB	Correzione per la pressione ambiente /dB *Environmental static pressure correction*
ε_U	/dB	Correzione per l'umidità ambiente /dB *Environmental relative humidity correction*
ε_{Vp}	/dB	Correzione per la tensione di polarizzazione microfonica /dB. *Correction for the microphone polarization voltage*

N.B. Il separatore decimale usato in questo documento è il punto.
Throughout this document the decimal point is indicated by a dot.

Lo sperimentatore
The operator
Bernardino Bicciato

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Pierantonio Benvenuti

Delta OHM S.r.l. a socio unico
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Elettroacustica
Electroacoustic Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura

LAT N° 124

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21001165
Certificate of Calibration

Verifica della frequenza del segnale generato
Test of the frequency of the sound generated by the sound calibrator

ΔF è la differenza tra la frequenza generata e la frequenza nominale. Consideriamo trascurabile l'incertezza del laboratorio (0.01%).

ΔF is the difference between the generated frequency and the nominal one. The measurement uncertainty (0.01%) is considered negligible.

Frequenza nominale *Nominal Frequency* /Hz	ΔF /%	Tolleranza classe 1 *Class 1 tolerance* /%
1000.00	-0.64	±1

Verifica della distorsione totale del segnale generato
Test of the distortion of the sound generated by the sound calibrator

La distorsione, aumentata della relativa incertezza, deve essere inferiore ai limiti di tolleranza indicati.

The measured distortion, extended by the expanded uncertainty, shall not exceed the specified tolerance limits.

SPL /dB	Distorsione totale *Total Distortion* /%	Incertezza *Uncertainty* /%	Tolleranza classe 1 *Class 1 tolerance* /%
94.00	0.2	0.37	3
114.00	0.1		

Verifica del livello di pressione sonora generato
Test of the sound level generated by the sound calibrator

La differenza in valore assoluto tra il livello sonoro misurato ed il livello nominale, aumentata della relativa incertezza, deve essere inferiore ai limiti di tolleranza indicati.

The absolute difference between the measured sound level ant the nominal one, extended by the expanded uncertainty, shall not exceed the specified tolerance limits.

$$SPL_{Ref} = 20\ Log\ V_C - S_{0C} - \varepsilon_T - \varepsilon_P - \varepsilon_H - \varepsilon_{Vp} + 93.9794$$

S_{0C} /dB	V_C /mV	ε_{VP} /dB	ε_T /dB	ε_P /dB	ε_H /dB	SPL_{Ref} /dB	Δ /dB	Incertezza *Uncertainty* /dB	Toll. classe 1 *Class 1 tol.* /dB
-38.24	12.278	0.00	0.00	0.00	0.00	94.01	0.01	0.11	± 0.4
-38.24	122.900	0.00	0.00	0.00	0.00	114.02	0.02		

Lo sperimentatore
The operator
Bernardino Bicciato

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Pierantonio Benvenuti

Member of GHM GROUP
Delta OHM S.r.l. a socio unico
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Elettroacustica
Electroacoustic Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura

LAT N° 124

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21001165
Certificate of Calibration

Il Calibratore Acustico ha dimostrato di essere conforme alle prescrizioni della classe 1 per le prove periodiche, descritte nell'allegato B della IEC 60942: 2003 per i livelli di pressione sonora e frequenza dichiarati, per le condizioni ambientali in cui sono state eseguite le prove. Tuttavia, poiché non è disponibile la prova pubblica da parte di un'organizzazione di prova responsabile dell'approvazione dei modelli, per dimostrare che il modello di calibratore acustico è conforme alle prescrizioni delle prove di valutazione descritte nell'allegato A della IEC 60942: 2003, non è possibile fornire alcuna dichiarazione o conclusione generale sulla conformità del calibratore acustico ai requisiti della IEC 60942: 2003.

The Sound Calibrator has been shown to conform to the class 1 requirements for periodic testing, described in Annex B of IEC 60942:2003 for the sound pressure levels and frequency stated, for the environmental conditions under which the tests were performed. However, as public evidence was not available, from a testing organization responsible for pattern approval, to demonstrate that the model of sound calibrator conformed to the requirements for pattern evaluation described in Annex A of IEC 60942:2003, no general statement or conclusion can be made about conformance of the sound calibrator to the requirements of IEC 60942:2003.

Lo sperimentatore
The operator
Bernardino Bicciato

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Pierantonio Benvenuti

ALLEGATO 2

ALLEGATO 2

A. DEFINIZIONI

(ai sensi del DPCM 01/03/91 *integrato in corsivo dal DM 16/06/98*)

1. Ambiente abitativo
Ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane: vengono esclusi gli ambienti di lavoro salvo quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti esterne o interne non connesse con attività lavorativa.

2. Rumore
Qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente.

3. Livello di rumore residuo - Lr
E' il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato «A» che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti. Esso deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale.

4. Livello di rumore ambientale - La
E' il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato «A» prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo (come definito al punto 3) e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, *con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. E' il livello che si conforma con i limiti massimi di esposizione:*
nel caso dei limiti differenziali è riferito a Tm
nel caso di limiti assoluti è riferito a Tr

5. Sorgente sonora
Qualsiasi oggetto, dispositivo, macchina o impianto o essere vivente idoneo a produrre emissioni sonore.

6. Sorgente specifica
Sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del disturbo.

7. Livello di pressione sonora
Esprime il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro mediante la scala logaritmica dei decibel (dB) ed è dato dalla relazione seguente:

$$L_{PA} = 10 \log \left[\frac{p_A^2(t)}{p_0^2} \right] dB$$

dove p è il valore efficace della pressione sonora misurata in pascal (Pa) e p_0 è la pressione di riferimento che si assume uguale a 20 micropascal in condizioni standard. $p_0 = 20\,\mu Pa$

8. Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato «A»
E' il parametro fisico adottato per la misura del rumore, definito dalla relazione analitica seguente:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} d(t) \right] dB(A)$$

dove $P_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (norma I.E.C. n. 651); p_0 è il valore della pressione sonora di riferimento già citato al punto 7;

T è l'intervallo di tempo di integrazione; Leq(A).T esprime il livello energetico medio del rumore ponderato in curva A, nell'intervallo di tempo considerato.

9. Livello differenziale di rumore
Differenza tra il livello Leq (A) di rumore ambientale e quello del rumore residuo. *L_D è la differenza tra il livello di rumore ambientale L_A e quello residuo L_R :* $L_D = L_A - L_R$

10. Rumore con componenti impulsive
Emissione sonora nella quale siano chiaramente udibili e strumentalmente rilevabili eventi sonori di durata inferiore ad un secondo. *E' tale quando:*

- *la differenza tra il Liv. equiv.(A) IMPULSE MAX e il liv. equiv. (A) SLOW MAX è di 6dB*
- *la durata dell'evento a -10dB dal valore Liv. equiv. FAST MAX è inferiore a 1 secondo*

11a. Rumori con componenti tonali
Emissioni sonore all'interno delle quali siano evidenziabili suoni corrispondenti ad un tono puro o contenuti entro 1/3 di ottava e che siano chiaramente udibili e strumentalmente rilevabili.. *Tra 20 Hz e 20.000 Hz è tale quando l'analisi spettrale in terzi d'ottava mette in evidenza delle componenti tonali che hanno carattere stazionario sia nel tempo che in frequenza e il LIVELLO DI UNA BANDA in 1/3 d'ottava supera il livelli minimi delle bande adiacenti di 5 dB. Si adotta il fattore correttivo KT = + 3 dB SOLTANTO se la componente tonale TOCCA una isofonica uguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti dello spettro.*

11b. Rumori con componenti tonali in bassa frequenza
Tra 20 Hz e 200 Hz è tale quando l'analisi spettrale in terzi d'ottava mette in evidenza delle componenti tonali che hanno carattere stazionario sia nel tempo che in frequenza e il LIVELLO DI UNA BANDA in 1/3 d'ottava supera il livelli minimi delle bande adiacenti di 5 dB. Si adotta un ulteriore, da aggiungere quindi al fattore KT, il fattore correttivo KB = + 3 dB SOLTANTO se la componente tonale TOCCA una isofonica uguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti dello spettro.

12. Tempo di riferimento - Tr
E' il parametro che rappresenta la collocazione del fenomeno acustico nell'arco delle 24 ore: si individuano il periodo diurno e notturno. Il periodo diurno è di norma, quello relativo all'intervallo di tempo compreso tra le h 6,00 e le h 22,00. Il periodo notturno è quello relativo all'intervallo di tempo compreso tra le h 22,00 e le h 6,00.

13. Tempo di osservazione - To
E' un periodo di tempo, compreso entro uno dei tempi di riferimento, durante il quale l'operatore effettua il controllo e la verifica delle condizioni di rumorosità.

14. Tempo di misura - Tm
E' il periodo di tempo, compreso entro il tempo di osservazione, durante il quale vengono effettuate le misure di rumore.
All'interno di ciascun To, si individuano uno o più tempi di misura Tm di durata pari o minore del To in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.

15. Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata A
Sono i livelli L_{AS} L_{AF} L_{AI} ed esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione ponderata A di L_{PA} secondo le costanti SLOW FAST IMPULSE

16. Livelli dei valori massimi di pressione sonora ponderata A
Sono i livelli L_{ASmax} L_{AFmax} L_{AImax} ed esprimono i valori massimi della pressione ponderata A di L_{PA} secondo le costanti SLOW FAST IMPULSE

17. Livelli di rumore corretto
E' definito dalla relazione: $L_C = L_A + K_I + K_T + K_B + K_P$

B. NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DELLE MISURE

(ai sensi del DPCM 01/03/91 *integrato in corsivo dal DM 16/06/98*)

1. Strumentazione

Il sistema di misura deve essere in modo da soddisfare le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. Le misure di livello equivalente dovranno essere effettuate direttamente con un fonometro conforme alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. Nel caso di utilizzo di segnali registrati prima e dopo le misure deve essere anche registrato un segnale di calibrazione. La catena di registrazione deve avere una risposta in frequenza conforme a quella richiesta per la classe 1 della EN 60651/1994 ed una dinamica adeguata al fenomeno in esame.

I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi alle norme, rispettivamente, EN 612960/1995 (IEC 1260) e EN61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/1995, EN61094-4/1995.

Il microfono da campo libero deve essere orientato verso la sorgente di rumore; nel caso in cui non sia ben localizzato o siano presenti più sorgenti deve essere usato un microfono ad incidenza casuale. Il microfono deve essere montato su un apposito sostegno e collegato al fonometro con cavo di lunghezza tale da consentire agli operatori di porsi alla distanza non inferiore a 3 m dal microfono stesso.

2. Calibrazione del fonometro

Il fonometro deve essere calibrato con uno strumento il cui grado di precisione sia non inferiore a quello del fonometro stesso.

I calibratori devono essere conformi alle norme CEI 29-4

La strumentazione e/o la catena di misura, prima e dopo ogni ciclo di misura, deve essere controllata con un calibratore di classe, secondo la norma IEC 942:1998. Le misure fonometriche eseguite sono valide se le calibrazioni effettuate prima e dopo ogni ciclo di misura, differiscono al massimo di 0,5 dB.

Gli strumenti ed i sistemi di misura devono essere provvisti di certificato di taratura e controllati almeno ogni due anni per la verifica della conformità alle specifiche tecniche. Il controllo periodico deve essere eseguito presso laboratori accreditati da un servizio di taratura nazionale ai sensi della legge 11/08/1991 n. 273.

Per l'utilizzo di altri elementi a completamento della catena di misura non previsti nelle norme di cui ai commi 1 e 2 del presente articolo, deve essere assicurato il rispetto dei limiti di tolleranza della classe 1 sopra richiamata.

3. Rilevamento del livello di rumore

Il rilevamento deve essere eseguito misurando il livello sonoro continuo equivalente ponderato in curva A (Leq A) per un tempo di misura sufficiente ad ottenere una valutazione significativa del fenomeno sonoro esaminato. Per le sorgenti fisse tale rilevamento dovrà, comunque, essere eseguito nel periodo di massimo disturbo non tenendo conto di eventi eccezionali ed in corrispondenza del luogo disturbato. L'osservatore deve tenersi a sufficiente distanza dal microfono per non interferire con la misura.

La misura deve essere arrotondata a 0.5 dB.

Prima dell'inizio delle misure è indispensabile acquisire tutte quelle informazioni che possono condizionare la scelta del metodo, dei tempi e delle posizioni di misura.

I rilievi di rumorosità devono pertanto tenere conto delle variazioni sia dell'emissione sonora delle sorgenti che della loro propagazione. Devono essere rilevati tutti i dati che conducono ad una descrizione delle sorgenti che influiscono sul rumore ambientale nelle zone interessate dall'indagine. Se individuabili, occorre indicare le maggiori sorgenti, la variabilità della loro emissione, la presenza di componenti tonali e/o impulsive e/o di bassa frequenza.

3.1. Per misure in esterno

Nel caso di edifici con facciata a filo della sede stradale o di spazi liberi*, il microfono deve essere collocato a metri 1 dalla facciata stessa. Nel caso di edifici con distacco dalla sede stradale o di spazi liberi, il microfono deve essere collocato nell'interno dello spazio fruibile da persone o comunità e, comunque, a non meno di metri 1 dalla facciata* (perimetrazione esterna)

dell'edificio. Nelle aree esterne non edificate, i rilevamenti devono essere effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone o comunità. Si deve effettuare la misura del livello di rumore ambientale e confrontarla con i limiti di esposizione di cui all'art. 2 di cui al presente decreto del Presidente del Consiglio dei ministri.
L'altezza del microfono sia per misure in aree edificate che per misure in altri siti, deve essere scelta in accordo con la reale o ipotizzata posizione del ricettore.
Le misurazioni devono essere eseguiti in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia, e/o neve; la velocità del vento non superiore a 5 m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento. La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano la misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29/10 ed EN 60804/1994.

3.2. Per misure all'interno di ambienti abitativi
Il microfono della catena fonometrica deve essere posizionato a 1,5 m dal pavimento e ad almeno 1 m da superfici riflettenti. Il rilevamento in ambiente abitativo deve essere eseguito sia a finestre aperte che chiuse, al fine di individuare la situazione più gravosa. Nella misura a finestre aperte il microfono deve essere posizionato a 1 m dalla finestra; in presenza di onde stazionarie il microfono deve essere posto in corrispondenza del massimo di pressione sonora più vicino alla posizione indicata precedentemente. Nella misura a finestre chiuse, il microfono deve essere posto nel punto in cui si rileva il maggior livello della pressione acustica.

C. ALGORITMO DI CALCOLO PREVISIONALE

Lo studio viene eseguito generalmente in due fasi.

1) FASE PRELIMINARE SEMPLIFICATA
Si parte preliminarmente con l'applicazione delle classiche equazioni sulla propagazione delle onde sonore, sull'attenuazione con la distanza e sull'attenuazione prodotte dalle barriere in occasione delle sorgenti puntiformi:

$$L_p(r) = L_W - 10 \cdot Log(r^n) - c + \sum_{i=1}^{N} A_i$$

dove:

per campo sferico	n = 2	c = 11
per campo semisferico	n = 2	c = 8
per campo cilindrico	n = 1	c = 8
per campo semicilindrico	n = 1	c = 5

ovvero in via semplificata

$$L_p(r_2) = L_p(r_1) - 10 \cdot Log\left(r_2 / r_1\right)^n$$

dove:

per campo sferico	n = 2
per cilindrico	n = 1

ovvero con l'attenuazione delle barriere con sorgenti puntiformi $\Delta = 5 + 20 \log\left[\frac{\sqrt{2\pi|N|}}{\tanh\sqrt{2\pi|N|}}\right]$
dove:

N = numero di Fresnel = $2\frac{\delta}{\lambda}$

δ = differenza di percorso tra l'onda di fratta e quella diretta
λ = lunghezza d'onda.

2) FASE con ALGORITMO DI CALCOLO

In questo caso si utilizzano algoritmi di calcolo elaborati secondo la normativa ISO 9613 (prima edizione 15 dicembre 1996), intitolata “Attenuation of sound during propagation outdoors”. Tale norma consiste di due parti :

- Parte 1 : Calculation of the absorption of sound by the atmosphere
- Parte 2 : General method of calculation

La prima parte tratta con molto dettaglio l’attenuazione del suono causata dall’assorbimento atmosferico; la seconda parte tratta vari meccanismi di attenuazione del suono durante la sua propagazione nell’ambiente esterno (diffrazione, schermi, effetto suolo ..). Il trattamento del suono descritto nella seconda parte è riconosciuto dalla stessa norma come “più approssimato ed empirico” rispetto a quanto descritto nella prima parte.

Scopo della ISO 9613-2 è di fornire un metodo ingegneristico per calcolare l’attenuazione del suono durante la propagazione in esterno. La norma calcola il livello continuo equivalente della pressione sonora pesato in curva A che si ottiene assumendo sempre condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono, cioè propagazione sottovento o in condizioni di moderata inversione al suolo. In tali condizioni la propagazione del suono è curvata verso il terreno.

Le sorgenti sonore sono assunte come puntiformi e devono esserne note le caratteristiche emissive in banda d’ottava (frequenze nominali da 63Hz a 8 kHz)

il metodo contiene una serie di algoritmi in banda d’ottava per il calcolo dei seguenti effetti:

- attenuazione per divergenza geometrica
- attenuazione per assorbimento atmosferico
- attenuazione per effetto del terreno
- riflessione del terreno
- attenuazione per presenza di ostacoli che si comportano come schermi

In appendice sono inoltre contenuti una serie di schemi semplificati per la valutazione della attenuazione della propagazione del suono attraverso :

- zone coperte di vegetazione
- zone industriali
- zone edificate

Le sorgenti sonore trattate dalla ISO 9613-2 sono sorgenti puntiformi descritte tramite i valori di direttività e di potenza sonora in banda d’ottava (dB). In particolare :

- la potenza sonora in banda d’ottava (dB) è convenzionalmente specificata in relazione ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt; i valori vanno inseriti per ogni banda d’ottava (62,5Hz ; 125Hz; 25Hz; 500Hz; 1kHz; 2kHz; 4kHz; 8kHz)
- la direttività (dB) è un termine che dipende dalla frequenza e dalla direzione e rappresenta la deviazione del livello equivalente di pressione sonora (SPL) in una specifica direzione rispetto al livello prodotto da una sorgente omnidirezionale

La norma specifica inoltre la possibilità di descrivere sorgenti estese, anche in movimento, rappresentandole con set di sorgenti puntiformi ognuna con le sue caratteristiche emissive. A questo proposito la ISO 9613-2 specifica che una sorgente estesa, o una parte di una sorgente estesa, può essere rappresentata da una sorgente puntiforme posta nel suo centro se :

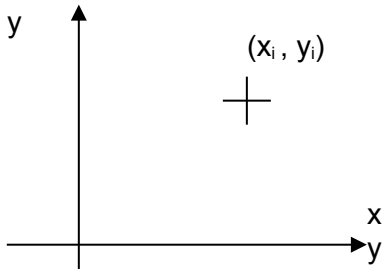
- esistono le stesse condizioni di propagazione tra le varie parti della sorgente estesa e la sorgente puntiforme ed il recettore
- la distanza tra la sorgente puntiforme equivalente ed il recettore è maggiore del doppio della dimensione maggiore della sorgente estesa

Il modello di calcolo utilizzato è denominato NFTPIso9613 della Maind s.r.l. e implementa la ISO9613-2 calcolando il valore di SPL equivalente prodotto da una serie di sorgenti puntiformi poste sul territorio. Rispetto a quanto contenuto nella ISO9613-2 nello sviluppo del modello sono state fatte le seguenti approssimazioni:

· nella implementazione del metodo alternativo per il calcolo dell'effetto del suolo, descritto nel paragrafo 7.3.2 della ISO 9613-2, non viene considerato il termine di correzione D (indice di direttività della sorgente w dB)
· nella valutazione degli effetti di schermo delle barriere viene considerata solo la diffrazione dagli spigoli orizzontali superiori
· non vengono considerati effetti di riflessione; nel paragrafo 7.5 della ISO 9613-2 la riflessione è trattata tramite l'utilizzo di sorgenti virtuali. Tale effetto non è stato considerato sia a causa della notevole complicazione degli algoritmi di calcolo sia a causa delle numerose condizioni che la ISO stessa prevede per la validità dello schema proposto

· nel caso della diffrazione da schermi non viene valutata la condizione di validità della barriera in quanto il programma è stato sviluppato per il calcolo in ambiente esterno dove tale condizione è praticamente sempre verificata
· la presenza di orografia non è esplicitamente trattata dalla ISO 9613-2; il programma di calcolo tratta l'orografia come una serie di ostacoli valutando quindi gli effetti di diffrazione al bordo superiore

Il modulo di calcolo utilizza un sistema di coordinate cartesiano espresso in metri. Gli assi sono orientati come in figura:



Le coordinate dei vari oggetti (sorgenti, barriere, zone acustiche ..) vanno espresse in metri: non hanno importanza i valori assoluti di tali coordinate ma solo che siano rispettate le posizioni relative.
Per la valutazione di alcuni effetti (orografia, effetto del terreno, fondo sonoro) è necessario assegnare al reticolo di calcolo una matrice (i,j) che contenga un valore della grandezza in esame per ogni cella.

Dati i valori dell'origine del reticolo di calcolo (x0,y0), la dimensione della singola cella (dx,dy) e il numero totale di celle (nx,ny) le coordinate delle singole celle del reticolo sono espresse dalla relazione seguente :

$$x = x_0 + (i - 1) * dx \qquad y = y_0 + (i - 1) * dy$$

Le equazioni di base utilizzate dal modello sono riportate nel paragrafo 6 della ISO 9613-2:

$$L_p(f) = L_W(f) + D(f) - A(f)$$

dove:
· Lp : livello di pressione sonoro equivalente in banda d'ottava (dB) generato nel punto p dalla sorgente w alla frequenza f
· Lw : livello di potenza sonora in banda d'ottava alla frequenza f (dB) prodotto dalla singola sorgente w relativa ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt
· D : indice di direttività della sorgente w (dB)

· A : attenuazione sonora in banda d'ottava (dB) alla frequenza f durante la propagazione del suono dalla sorgente w al recettore p

Il termine di attenuazione A è espresso dalla seguente equazione:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

dove:
· Adiv : attenuazione dovuta alla divergenza geometrica
· Aatm : attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico
· Agr : attenuazione dovuta all'effetto del suolo
· Abar : attenuazione dovuta alle barriere
· Amisc : attenuazione dovuta ad altri effetti (descritti nell'appendice della norma)

Il valore totale del livello sonoro equivalente ponderato in curva A si ottiene sommando i contributi di tutte le bande d'ottava e di tutte le sorgenti presenti secondo l'equazione seguente:

$$L_{eq}(dBA) = 10\log\left[\sum_{i=1}^{N}\left(\sum_{j=1}^{8} 10^{0.1\left(L_p(ij)+A(j)\right)}\right)\right]$$

dove:
· n : numero di sorgenti
· j : indice che indica le otto frequenze standard in banda d'ottava da 63 Hz a 8kHz
· Af ; indica il coefficiente della curva ponderata A

L'attenuazione per divergenza è calcolata secondo la formula (par. 7.1 ISO 9613-2):

$$A_{div} = 20\log(d/d_o) + 11$$

dove d è la distanza tra la sorgente e il ricevitore in metri e d0 è la distanza di riferimento.

L'attenuazione per assorbimento atmosferico è calcolata secondo la formula (par. 7.2 ISO 9613-2):

$$A_{atm} = \alpha * d/1000$$

dove d rappresenta la distanza di propagazione in metri e α rappresenta il coefficiente di assorbimento atmosferico in decibel per chilometro per ogni banda d'ottava secondo quanto riportato nelle tabelle seguenti :
Umidità relativa pari al 70%:

Temp(C)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000(Hz)
10	0,1	0,4	1	1,9	3,	9,7	32,8	117
20	0,1	0,3	1,1	2,8	5	9	22,9	76,6
30	0,1	0,3	1	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3

ovvero
Temperatura pari a 15 gradi

Uml(%)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000(Hz)
20	0,3	0,6	1,2	2,7	8,2	28,1	88,8	202
50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	36,2	129
80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8

In caso di terreno non piatto la ISO 9613-2 (par. 7.3.2) fornisce un metodo semplificato che calcola l'attenuazione dovuta al terreno ponderata in curva A (e non quindi in banda d'ottava):

$$A_{gr} = 4{,}8 - \left[2h_m/d\right]/\left[17 + 300/d\right]$$

dove:
· hm : altezza media del raggio di propagazione in metri

· d : distanza tra la sorgente e il recettore in metri

Questo metodo è applicabile solo quando la propagazione del suono avviene su terreni porosi o prevalentemente porosi ed il modello di calcolo trascura la correzione delle direttività descritta dall'equazione (11) della ISO 9613-2

Le condizioni per considerare un oggetto come schermo sono le seguenti:

· la densità superficiale dell'oggetto è almeno pari a 10Kg/m2
· l'oggetto ha una superficie uniforme e compatta (si ignorano quindi molti impianti presenti in zone industriali)
· la dimensione orizzontale dell'oggetto normale al raggio acustico è maggiore della lunghezza d'onda della banda nominale in esame (si tenga presente che tale condizione non viene valutata dal programma)

Il modello di calcolo valuta solo la diffrazione dal bordo superiore orizzontale secondo l'equazione :

$$A_{br} = D_z - A_{gr}$$

dove:

· Dz : attenuazione della barriera in banda d'ottava
· Agr : attenuazione del terreno in assenza della barriera

Si tenga presente che l'attenuazione provocata dalla barriera tiene conto dell'effetto del suolo (quindi in presenza di una barriera non si calcola l'effetto suolo) e che per grandi distanze e barriere alte il calcolo descritto in seguito non è confermato dalle misure. Si considera solo il percorso principale

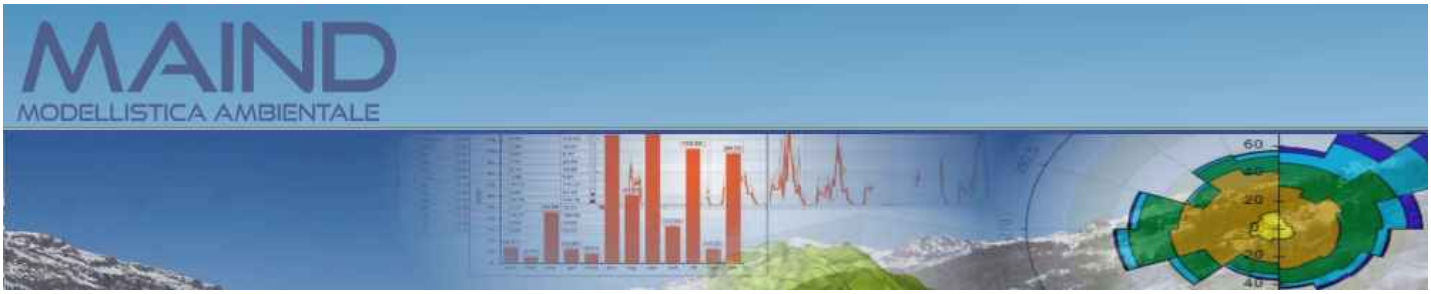
Gli effetti addizionali sono descritti nell'appendice della ISO 9613-2 e considerano un percorso di propagazione del suono curvato verso il basso con un arco di raggio pari a 5 Km
Tale percorso è tipico delle condizioni meteorologiche assunte come base della ISO 9613-2
Gli effetti descritti sono:

· Afol : attenuazione dovuta alla propagazione attraverso vegetazione
· Asite : attenuazione dovuta alla propagazione attraverso siti industriali
· Ahous : attenuazione dovuta alla propagazione attraverso zone edificate

Le varie zone descritte sopra sono inserite nel reticolo di calcolo come poligoni di quattro lati tramite le coordinate dei vertici. Il metodo di calcolo adottato dal modello è il seguente:

· individuazione dei punti di attraversamento del raggio sorgente recettore di una zona del tipo descritto sopra
· calcolo del percorso curvato verso il basso con raggio di 5 km dalla sorgente al recettore
· determinazione della parte di zona effettivamente attraversata in relazione alla quota del raggio e alla quota media della zona attraversata
· applicazione dell'attenuazione.

ALLEGATO 3



Rapporto generato dal software MMS NftpIso9613 prodotto da Maind S.r.l. (26/02/2023)

Informazioni di base

Elemento	Valore
Titolo del calcolo	
File risultati	1
Data del calcolo	26/02/2023 16:00:47
Avvisi e segnalazioni	Calcolo completato senza segnalazioni
Reticolo cartesiano	(Xo,Yo)=409360,0 X(m); 4854360,0 Y(m) 32N ; (Nx,Ny)=100 x 80; (Dx,Dy)=02,0 DX(m) x 02,0 DY(m)
Utilizzo dell'orografia	No
Recettori discreti	8
Sorgenti puntiformi	3; Utilizza la direttività delle sorgenti: Sì
Barriere lineari	0
Zone acustiche	0
Assorbimento atmosferico	No
Effetto suolo	No
Salvataggio singole sorgenti	No
Versione del programma	Programma in versione completa.
Strade	0
Punti di misura del rumore residuo	0

Recettori discreti

Elemento	Valore
R1 Recettore a Nord	409473,0 X(m); 4854485,0 Y(m) 32N 0,0 Z(m) 2,0 H(m)
R2 recettore a Nord-Ovest	409451,0 X(m); 4854468,0 Y(m) 32N 0,0 Z(m) 2,0 H(m)
R3 recettore a Nord-Est	409485,0 X(m); 4854464,0 Y(m) 32N 0,0 Z(m) 0,0 H(m)
R4 recettore a Est	409478,0 X(m); 4854439,0 Y(m) 32N 0,0 Z(m) 2,0 H(m)
R5 recettore a Ovest	409452,0 X(m); 4854428,0 Y(m) 32N 0,0 Z(m) 2,0 H(m)
R6 recettore a EST sopra parcheggio	409468,0 X(m); 4854416,0 Y(m) 32N 0,0 Z(m) 5,0 H(m)
R7 recettore a sud-ovest	409432,0 X(m); 4854385,0 Y(m) 32N 0,0 Z(m) 2,0 H(m)
R8 sud-est lato mare	409463,0 X(m); 4854398,0 Y(m) 32N 0,0 Z(m) 5,0 H(m)

Sorgenti emissive

Sorgente : perforatrice Lw=107dB

Elemento	Valore
Posizione	409467,0 X(m); 4854464,0 Y(m) 32N
Direttività	No
Potenza sonora in banda d'ottava (dB)	103 - 103 - 103 - 103 - 103 - 103 - 103 - 103

Sorgente : Escavatore con martelone Lw= 107dB

Elemento	Valore
Posizione	409460,0 X(m); 4854426,0 Y(m) 32N
Direttività	No
Potenza sonora in banda d'ottava (dB)	103 - 103 - 103 - 103 - 103 - 103 - 103 - 103

Sorgente : Autocarro Lw= 95dB

Elemento	Valore
Posizione	409445,0 X(m); 4854377,0 Y(m) 32N
Direttività	No
Potenza sonora in banda d'ottava (dB)	91 - 91 - 91 - 91 - 91 - 91 - 91 - 91

Tratti stradali

Barriere lineari

Zone acustiche

Punti di misura del rumore residuo

Risultati principali per: Valore totale del livello sonoro (dBA)

Valori calcolati nei recettori discreti

Recettore	Valore calcolato (dBA)
R1 Recettore a Nord	72,7

Recettore	Valore calcolato (dBA)
R2 recettore a Nord-Ovest	75,2
R3 recettore a Nord-Est	74,5
R4 recettore a Est	74,3
R5 recettore a Ovest	80,6
R6 recettore a EST sopra parcheggio	76,6
R7 recettore a sud-ovest	68,5
R8 sud-est lato mare	70,8

Valori calcolati (primi 10 valori)

Valore calcolato (dBA)
95,5; [Posizione: 409466 X(m); 4854463 Y(m) 32N]
95,5; [Posizione: 409468 X(m); 4854463 Y(m) 32N]
95,5; [Posizione: 409468 X(m); 4854465 Y(m) 32N]
95,5; [Posizione: 409466 X(m); 4854465 Y(m) 32N]
93,9; [Posizione: 409460 X(m); 4854427 Y(m) 32N]
93,9; [Posizione: 409460 X(m); 4854425 Y(m) 32N]
90,4; [Posizione: 409458 X(m); 4854427 Y(m) 32N]
90,4; [Posizione: 409462 X(m); 4854427 Y(m) 32N]
90,4; [Posizione: 409458 X(m); 4854425 Y(m) 32N]
90,4; [Posizione: 409462 X(m); 4854425 Y(m) 32N]

Maind S.r.l Milano | P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano | C.F. e P.IVA 09596850157 | Informazioni: info@maindsupport.it
Reg.Imprese Milano n. 09596850157 | REA 1305211 | Cap.Soc.12.480,00 EURO (interamente versato) |