

*Dott. Ing. Sergio Mugianesi*  
*Tecnico Competente in Acustica Ambientale*  
*Studio: Str. San Vetturino, 1 - 06126 Perugia*  
tel. 07535710 fax 07536077 e-mail: mugimagic@libero.it PEC: sergio.mugianesi@ingpec.eu

Committente

**TROVATI srl**

VALUTAZIONE CLIMA ACUSTICO E  
DOCUMENTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO  
- S.U.A.P. -  
AMPLIAMENTO DI INSEDIAMENTO PRODUTTIVO ESISTENTE  
VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA  
VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ A VAS  
(combinato disposto L.R. 1/2015 art. 32 comma 4) e L.R. 10/2012 art. 9

Dott. Ing. Sergio Mugianesi



## **Indice:**

- 1. Dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà**
- 2. Introduzione**
- 3. Descrizione delle caratteristiche generali ed acustiche del progetto**
- 4. Classificazione acustica dell'area di interesse**
- 5. Caratterizzazione acustica dell'area ante-operam**
  - 5.1 Riferimenti legislativi e normativi*
  - 5.2 Sorgenti di rumore presenti nell'area*
  - 5.3 Rilievi fonometrici*
  - 5.4 Strumentazione utilizzata e modalità di esecuzione*
  - 5.5 Risultati dei rilievi strumentali*
- 6. Caratterizzazione acustica previsionale dell'area nello stato di progetto**
  - 6.1 Valutazioni previsionali*
    - 6.1.1 Nuove sorgenti di rumore*
    - 6.1.2 Modelli di calcolo previsionale utilizzati*
    - 6.1.3 Risultato delle valutazioni effettuate*
- 7. Verifica della compatibilità dell'intervento e misure di mitigazione**

## **1. Dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà (art. 4 legge 04/01/1968 n. 15 e succ. mod.ni)**

Il sottoscritto Dott. Ing. Sergio Mugianesi, nato a Perugia il 06.04.1954 ed ivi residente in Via Leonardo da Vinci, 6/B2, iscritto al n. A600 dell'Albo dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia - Sezione A, quale tecnico competente nel campo dell'acustica ambientale inserito nel relativo Elenco della Regione Umbria approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n. 1310 dell'11.03.1997 pubblicata nel Bollettino Ufficiale della Regione Umbria n. 22 del 30.04.1997,

sotto la sua personale responsabilità estende la seguente documentazione di impatto acustico ai sensi dell'art. 8 secondo comma della Legge Quadro n. 447/95, della L.R. 08/02 e dell'art. 131 e segg. del Regolamento Regionale n. 2/15.

## **2. Introduzione**

La società Trovati srl ha richiesto al sottoscritto di procedere alla valutazione previsionale di impatto acustico che sarà correlato alla riqualificazione e all'ampliamento di un'area sita in Perugia, loc. Fontignano sulla quale già insiste un insediamento produttivo inerente la produzione di conglomerati e le lavorazioni alla stessa connesse.

Le attività sono svolte nell'ambito di un ampio piazzale nel quale sono ricavate le aree destinate allo stoccaggio degli inerti in cumuli e sono installati i diversi componenti degli impianti che consentono la produzione di conglomerati.

Negli spazi perimetrali all'impianto, oltre ai citati cumuli di inerti, sono presenti le aree di circolazione degli autocarri adibiti al trasporto delle materie in arrivo e del conglomerato in partenza.

Le attività produttive sono espletate in un nastro orario ricadente di norma entro il tempo di riferimento diurno (06:00-22:00).

Ad illustrazione della distribuzione degli spazi, si allegano con il n. 1 la planimetria generale dell'impianto.

L'impianto è ubicato in un'area pianeggiante a prevalente destinazione agricola posta nelle vicinanze dell'abitato della frazione di Fontignano del comune di Perugia, a ridosso del tracciato della S.R. 220 "Pievaiola".

Il lato sud-est del complesso confina con la citata Strada Regionale, mentre l'accesso avviene dalla Strada San Giacomo che corre lungo il lato nord del complesso.

Per quanto riguarda i ricettori posti nelle vicinanze, si rileva la presenza di sole 3-4 unità abitative poste a non meno di 100 m dall'impianto lungo la citata Strada San Giacomo.

A miglior illustrazione dell'assetto dell'area, se ne allegano con il n. 2 una fotografia aerea e con il n. 3 la planimetria catastale.

### 3. Descrizione delle caratteristiche generali ed acustiche del progetto

L'azienda è specializzata in movimento terra, realizzazione di strade, fognature, pavimentazioni, consolidamenti di terreni, opere di sistemazione agraria, forestale e verde pubblico, nella costruzione di edifici civili e industriali.

Con l'intervento in progetto l'azienda intende ampliare l'insediamento esistente al fine di effettuare attività la lavorazione delle materie direttamente nel sito di produzione dei conglomerati.

Il progetto prevede l'ampliamento dei piazzali esistenti, sui quali verranno installati i macchinari destinati ad effettuare le citate nuove attività, e la realizzazione di un nuovo fabbricato di servizio da destinare a laboratorio ed uffici.

I macchinari in questione saranno installati a una distanza di circa 50 m dal fabbricato più vicino.

E' prevista infine la piantumazione di alberature ad alto e medio fusto perimetralmente alla nuova area produttiva al fine di schermare i piazzali in ampliamento e le strutture produttive. E' prevista inoltre la realizzazione di zone a verde privato.

In considerazione delle suesposte previsioni progettuali, dal punto di vista acustico vanno analizzate e prese in considerazione le emissioni correlate ai macchinari posti a servizio delle nuove attività, nonché il traffico veicolare ad essi verosimilmente correlato.

#### 4. Classificazione acustica dell'area di interesse

Per quanto riguarda l'identificazione dell'area dal punto di vista acustico e quindi per l'individuazione dei relativi limiti di immissione, si rileva che, con deliberazione n. 143 del 14.07.2008 esecutiva dal 04.08.2008, il Comune di Perugia ha approvato il Piano di zonizzazione acustica del proprio territorio comunale previsto dall'art. 6 della legge quadro n. 447/95, zonizzazione da articolare secondo le classi di destinazione d'uso di cui alla Tab. A allegata al D.P.C.M. 14.11.1997.

Con il n. 4 si allega l'estratto della planimetria di zonizzazione relativo all'area in esame e la relativa legenda.

L'esame del Piano citato fa rilevare che l'area in cui ricadono l'impianto in esame e le unità abitative più vicine è stata classificata come appartenente alla Classe III "Aree di tipo misto".

I valori limite assoluti di immissione per tale Classe sono:

Classe	Limiti di immissione	
	Tempo rif. diurno [dB(A)]	Tempo rif. notturno [dB(A)]
Classe III	60	50

con applicazione del valore limite differenziale.

I valori limite di emissione per tale Classe sono:

Classe	Limiti di emissione	
	Tempo rif. diurno [dB(A)]	Tempo rif. notturno [dB(A)]
Classe III	55	45

Il tratto della S.R. 220 "Pievaiola" corrente in prossimità dell'impianto è, ai sensi del D.P.R. 142/04, di tipo Cb; l'impianto ricade nella parte A della relativa fascia di pertinenza acustica, con limiti di immissione di 70 dB(A) nel tempo di riferimento diurno e 60 dB(A) in quello notturno.

## 5. Caratterizzazione acustica dell'area ante-operam

### 5.1 Riferimenti legislativi e normativi

Le misure strumentali e le varie considerazioni relative alla valutazione del clima acustico ante-operam sono state eseguite in conformità a quanto previsto da:

1. **D.P.C.M. 01/03/1991** *limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*
2. **L.O. 26/10/1995, n. 447** *legge quadro sull'inquinamento acustico*
3. **D.P.C.M. 14/11/1997** *determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*
4. **D.M. 16/03/1998** *tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*
5. **D.P.R. 18/11/1998, n. 459** *regolamento recante norme di esecuzione dell'art. 11 della legge 26.10.95, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario*
6. **L.R. 06/06/2002, n. 8** *disposizioni per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico*
7. **D.P.R. 30/03/2004, n. 142** *disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447*
8. **Regol.to Reg.le 18/02/2015, n. 2** *norme regolamentari attuative della legge regionale n. 1 del 21 gennaio 2015 (Testo unico Governo del territorio e materie correlate)*
9. **Circ. M.A. 06/09/2004** *interpretazione in materia di inquinamento acustico*

### 5.2 Sorgenti di rumore presenti nell'area

I sopralluoghi effettuati sull'area oggetto di intervento hanno consentito di accertare la sussistenza di un clima acustico caratterizzato dalle immissioni prodotte dalle attività attualmente esplesate nel complesso produttivo in questione.

Significativo anche il contributo del traffico veicolare dell'infrastruttura stradale S.R. 220; meno significativo il contributo delle altre infrastrutture stradali minori a causa della rarefazione del relativo traffico.

### 5.3 Rilevi fonometrici

Nel maggio 2016 sono state eseguite rilevazioni fonometriche al fine di valutare e caratterizzare prima di tutto il clima acustico presente al contorno della realtà produttiva nella sua attuale configurazione.

A titolo cautelativo, i rilievi per la valutazione del clima acustico attuale sono stati effettuati all'esterno in prossimità dell'edificio posto alla minor distanza dall'impianto (circa 100 m), onde valutare i valori massimi di immissione. In effetti il fabbricato in questione è destinato ad uffici e non è attualmente utilizzato.

A distanza maggiore dall'impianto sono comunque presenti alcuni fabbricati a destinazione abitativa.

Il punto di misura prescelto coincide con gli spazi utilizzabili da persone e comunità posti alla minor distanza dall'impianto.

La posizione del punto di misura è evidenziata nella planimetria allegata con il n. 3.

Come già affermato, in tale punto sono state effettuate misure all'esterno del fabbricato.

Sono inoltre stati effettuati rilievi all'interno dello stesso fabbricato nel rispetto delle previsioni del D.M. Ambiente 16.03.1998, mantenendo aperta una finestra a primo piano rivolta verso l'impianto. E' stata adottata la metodologia a finestra aperta in quanto condizione acusticamente più gravosa rispetto alla finestra chiusa, dato che il rumore potenzialmente disturbante proveniva dall'esterno del fabbricato.

Le rilevazioni fonometriche sono state eseguite durante il tempo di riferimento diurno, visto che l'attività produttiva è espletata entro tale nastro orario.

La lunghezza dei tempi delle varie misure è stata determinata in funzione della costanza dei fenomeni sonori esaminati; i tempi sono risultati sufficienti per la stabilizzazione dei parametri acustici in esame.

Le seguenti fotografie illustrano l'aspetto del fabbricato presso il quale sono state effettuate le misure e dell'impianto visto dallo stesso fabbricato.



Il rumore ambientale in esterno è risultato connotato da un livello equivalente di 54,8 dB(A).

All'interno del fabbricato lo stesso rumore ambientale ha fatto registrare un livello di 45,6 dB(A), mentre il livello del rumore residuo è risultato pari a 43,5 dB(A).

Sono stati inoltre effettuati dei rilievi fonometrici in corrispondenza dei macchinari di cui è prevista la futura installazione e che sono al momento presenti presso un altro sito produttivo della società Trovati srl, sito in loc. Osteria San Martino del Comune di Magione.

Ciò al fine di valutare le modifiche che subirà il citato clima acustico a seguito dell'installazione di tali macchinari.

I rilievi sono stati effettuati a una distanza di circa 50 m, e ciò in quanto il progetto prevede che tali macchinari siano installati appunto a circa 50 m dal fabbricato presso il quale sono stati effettuati i rilievi precedentemente illustrati.

La seguente fotografia illustra i macchinari in questione.



A circa 50 m di distanza è stato misurato un livello equivalente di 56,3 dB(A).

Durante i rilievi risultavano in funzione anche i mezzi a servizio dell'impianto (pale caricatori).

Significativo è risultato l'effetto di barriera acustica svolto dai cumuli di materiale posti al contorno dei macchinari.

#### 5.4 *Strumentazione utilizzata e modalità di esecuzione*

La campagna di misure e la successiva elaborazione sono state eseguite utilizzando la seguente strumentazione:

- Analizzatore Symphonie 01dB matricola n. 01353
- Preamplificatore 01dB tipo PRE 12 H matricola n. 11167
- Capsula microfonica 01dB tipo MCE 212 matricola n. 33427 con cuffia antivento
- Cavo di prolunga da 10 metri SS004
- Calibratore 01dB tipo CAL21 matr. N. 920032
- Computer portatile Acer tipo TravelMate
- Stampante laser HP LaserJet 1100

Il sistema di misura soddisfa le specifiche di cui alle classe 1 delle norme EN 60651:1994 e EN 60684:1994, i filtri soddisfano le specifiche di cui alle classe 0 secondo le norme EN 61260:1996 (IEC 1260) e EN 61094-2/1993, il microfono le norme EN 61094-1/1994 e EN 61094-3/1995 e EN 61094-4/1995, il calibratore le norme CEI 29-4.

La catena del sistema di misura è stata sottoposta a taratura dal Centro SIT Isoambiente srl di Termoli (CB) il 15.05.2015; il relativo certificato n. LAT 146 07541 è in possesso dello scrivente. Per il calibratore è stato emesso in pari data il certificato n. LAT 146 07542, sempre in possesso dello scrivente.

La calibrazione del sistema è stata eseguita prima e dopo ogni serie di misure, secondo quanto previsto dalla norma IEC 942:1988, riscontrando la variazione illustrata nei grafici allegati.

Il sistema Symphonie, collegato al relativo microfono attraverso la prolunga da 10 metri, è stato predisposto in modo da effettuare misure in continuo per il tempo indicato al paragrafo precedente, tempo sufficiente per la stabilizzazione del livello continuo equivalente.

Il microfono, munito di cuffia antivento, è stato orientato verso gli impianti in esame.

I dati sono stati memorizzati su computer portatile e successivamente graficizzati al fine di rappresentare l'andamento nel tempo dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderati A “ $L_{eq,i}(A)$ ” campionati ogni 100 ms.

Dall'esame dei dati raccolti si sono desunti il valore del livello equivalente “ $L_{eq}(A)$ ” [inteso come media energetica dei  $L_{eq,i}(A)$  campionati ogni 100 ms], e i parametri statistici descrittivi dei fenomeni sonori, e ciò sia per ciascun minuto di misura, sia per l'intero periodo della stessa misura.

L'analisi del segnale registrato non ha evidenziato la presenza di componenti tonali aventi carattere stazionario nel tempo ed in frequenza, o componenti impulsive ripetitive.

### 5.5 Risultati dei rilievi strumentali

Le informazioni relative alla data dei rilievi, alle condizioni meteo, al tempo di osservazione e al tempo di misura, sono riportate nella sottostante tabella:

Data del rilievo		03/05/2016	03/05/2016	03/05/2016	03/05/2016
Tempo di riferimento		diurno	diurno	diurno	diurno
Posizione di misura		Fontignano interno edificio	Fontignano interno edificio	Fontignano esterno	Capanne esterno
Condizioni meteo		parz. coperto vel. vento < 2 m/s			
Rumore		residuo	ambientale	ambientale	ambientale
Tempo di osservazione	in.	08:10	08:55	09:25	10:05
	fine	08:47	09:15	09:50	11:00
Tempo di misura	in.	08:39	09:01	09:29	10:37
	fine	08:46	09:12	09:44	10:51

In allegato alla presente relazione, oltre ai grafici relativi alle calibrazioni, vengono prodotti i seguenti dati relativi ai periodi di misura diurno e notturno:

1. Grafico illustrante la distribuzione spettrale del livello medio di pressione sonora (lineare e ponderato A) per terzi di ottava;
2. Grafico illustrante l'andamento nel tempo dei livelli equivalenti continui di pressione sonora  $L_{eq,i}(A)$  campionati ogni 100 ms;
3. Valori dei seguenti parametri descrittivi del fenomeno sonoro calcolati per ciascun minuto di rilievo:
  - 3.1 Livello continuo equivalente ponderato A " $L_{eq}(A)$ " [inteso come media energetica dei  $L_{eq,i}(A)$  campionati ogni 100 ms]
  - 3.2 Livello minimo di pressione sonora ponderata A " $L_{min}$ "
  - 3.4 Livello massimo di pressione sonora ponderata A " $L_{max}$ "
  - 3.5 Deviazione standard " $\sigma$ " dei livelli equivalenti continui ponderati A campionati
  - 3.6 Livelli statistici cumulativi percentili " $L_1$ " - " $L_5$ " - " $L_{10}$ " - " $L_{50}$ " - " $L_{90}$ " - " $L_{95}$ " - " $L_{99}$ ", livelli sonori [in dB(A)] superati rispettivamente per l'1, il 5, 10, 50, 90, 95 e 99% di tempo durante il periodo di misura
4. Livello continuo equivalente ponderato A " $L_{eq}(A)$ " relativo all'intero periodo di misura [inteso come media energetica dei  $L_{eq,i}(A)$  campionati ogni 100 ms].

## 6. Caratterizzazione acustica previsionale dell'area nello stato di progetto

Al fine di valutare l'impatto acustico che conseguirà dall'attuazione del progetto, si è proceduto a stimare le modifiche dell'attuale clima acustico prevedibili in funzione delle attività aggiuntive.

Il clima acustico che si verrà a determinare nell'area in questione dipenderà infatti sia dalle sorgenti di rumore esistenti, sia da quelle che andranno ad aggiungersi in funzione dell'attività di progetto.

### 6.1.1 Nuove sorgenti di rumore

Come già affermato ai capitoli precedenti, le nuove attività comporteranno l'installazione dei macchinari atti ad effettuare l'attività di recupero di materiali e di lavorazione di inerti.

L'attività verrà effettuata nel tempo di riferimento diurno.

Vanno inoltre analizzate e prese in considerazione le emissioni dovute al traffico veicolare verosimilmente correlato alle stesse attività.

La valutazione delle immissioni sonore dei macchinari è risultata agevole in quanto gli stessi macchinari sono installati presso l'altro sito produttivo dell'azienda, ubicato in loc. Osteria San Martino - Magione.

Lo scrivente ha pertanto effettuato dei rilievi fonometrici a circa 50 m di distanza dai macchinari; ciò in quanto gli stessi macchinari verranno installati a tale distanza dall'edificio più vicino.

Si è rilevato il significativo effetto di mitigazione svolto dai cumuli di materiale ubicati al contorno degli stessi macchinari.

Per quanto riguarda l'influenza dell'esercizio delle nuove attività sul traffico veicolare dell'area, si stima che il significativo flusso di traffico già presente sulle strade circostanti non potrà subire incrementi significativi a seguito delle stesse attività.

### 6.1.2 Modelli di calcolo previsionale utilizzati

I modelli previsionali vengono applicati per simulare il comportamento di fenomeni fisici e prevedere un risultato con buona accuratezza rispetto alla realtà.

In acustica un modello matematico consente di prevedere il livello di rumore in un dato punto in funzione del numero delle sorgenti, delle loro caratteristiche, e della posizione relativa tra punto di stima (ricettore) e ogni singola sorgente.

In acustica ambientale sono utilizzati modelli di tipo empirico adatti alla riproduzione di fenomeni macroscopici quali la propagazione in esterno di fenomeni ambientali, come il traffico (veicolare, ferroviario, aereo) e gli impianti industriali.

### **Modello classico per le sorgenti fisse**

#### *Propagazione semisferica*

Il modello di sorgente sferica posto nello spazio libero ed irradiante in tutte le direzioni è rappresentativo di particolari situazioni reali, ma poco aderente ai casi più comuni di sorgenti collocate vicino al terreno.

Molte situazioni reali possono essere studiate con il modello di propagazione semisferica: in questo caso, sempre sotto l'ipotesi di assenza di superfici riflettenti e di barriere nell'intorno della sorgente, tutta l'energia che verrebbe irradiata verso il basso, ora viene riflessa dal terreno e costretta a propagarsi nella semisfera superiore.

Per il calcolo del livello di pressione sonora in un punto di ricezione posto a distanza  $r$  dalla sorgente, tale metodo fa uso della seguente relazione:

$$L_p = L_w - 20 \log r - 8$$

Per il calcolo della potenza della sorgente a partire dal livello misurato in un punto a distanza  $r$  la relazione (4.6) può essere risolta rispetto a  $L_w$ :

$$L_w = L_p + 20 \log r + 8$$

Anche nel caso della propagazione semisferica, nelle situazioni reali occorre considerare l'influenza delle condizioni ambientali e della direttività della sorgente.

Pertanto la relazione precedente assume la forma:

$$L_p = L_w - 20 \log r - 8 + DI_\theta - A_e (dB)$$

Se la sorgente ha spiccate caratteristiche direzionali, occorre tener conto del maggiore irraggiamento in una particolare direzione, aggiungendo il termine Indice di Direttività ID definito dalla seguente relazione:

$$ID(\theta) = L_p(\theta) - L_{pm}$$

dove:

$L_p(\theta)$  = livello di pressione sonora ad una distanza  $r$  dalla sorgente, lungo una direzione angolare  $\theta$ ;

$L_{pm}$  = livello medio di pressione sonora che sarebbe prodotto, alla stessa distanza, da una sorgente che irradia con la stessa potenza in tutte le direzioni.

L'ipotesi di atmosfera ideale non è sempre verificata: l'effetto di alcune disuniformità generalmente comporta un'attenuazione addizionale. Pertanto quando si deve calcolare il livello di pressione sonora all'aperto dovuto ad una sorgente di cui sia noto il livello di pressione sonora, dapprima si effettua il calcolo in condizioni ideali, usando le equazioni precedenti, successivamente si tiene conto delle correzioni da apportare, dovute ai diversi fenomeni atmosferici.

Pertanto la relazione si modifica in:

$$L_p = L_w - 20 \log r - 11 + DI_\theta - A_e (dB)$$

dove:

$A_e$  = attenuazione in eccesso rispetto a quella che compete alla sola divergenza d'onda dovuta alle condizioni ambientali.

### **Modello classico per le sorgenti mobili**

#### *Propagazione semicilindrica*

Quando le sorgenti di rumore sono schematizzabili come sorgenti lineari che giacciono sopra un piano riflettente (terreno), le modalità di emissione possono essere ben rappresentate con un diagramma di radiazione di tipo semicilindrico.

La potenza per unità di lunghezza della sorgente è data da:

$$W = 2\pi r \left( \frac{p^2}{\rho c} \right)$$

Il livello di pressione sonora valutato in un determinato punto di stima, posto a distanza  $r$  dalla sorgente, in questo caso vale:

$$L_p = L_w - 10 \log r - 5$$

dove:

$L_p$  = livello di pressione sonora in dB;

$L_w$  = livello di potenza sonora della sorgente, in dB, riferito a  $10^{-12}$  W;

$r$  = distanza tra la sorgente ed il punto di ricezione in m.

Il livello di potenza può essere ricavato dal livello di rumore misurato a distanza  $r$  dalla sorgente:

$$L_w = L_p + 10 \log r + 5$$

Come nel caso delle sorgenti mobili con propagazione cilindrica la relazione può essere corretta al fine di compensare l'assorbimento atmosferico:

$$L_p = L_w - 10 \log r - 5 - A_e (dB)$$

#### *Valutazione dell'attenuazione atmosferica*

Il termine  $A_e$  relativo all'assorbimento atmosferico è dovuto alle condizioni ambientali ed è la somma dei seguenti termini:

$A_{e1}$  = attenuazione causata dal cambiamento dell'impedenza dell'aria rispetto al valore assunto per temperatura e pressione medie;

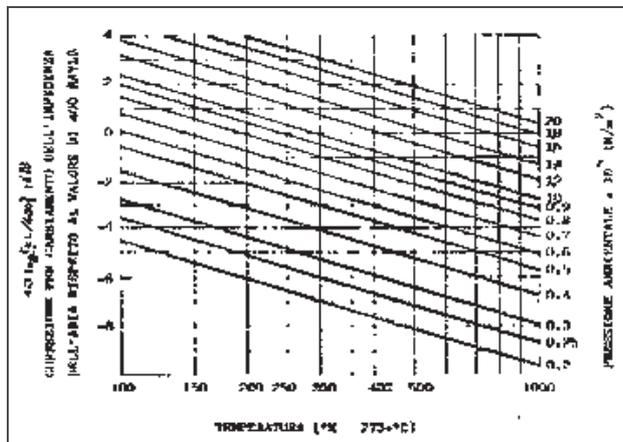
$A_{e2}$  = attenuazione per assorbimento dell'aria;

$A_{e3}$  = attenuazione per pioggia, neve e nebbia;

$A_{e4}$  = attenuazione per gradienti di temperatura e vento e per turbolenze atmosferiche;

Questi contributi sono correlati tra loro. L'attenuazione per il cambiamento dell'impedenza dell'aria si ricava dalla figura 1.

Figura 1: Attenuazione per il cambiamento dell'impedenza dell'aria



L'effetto più importante che dà luogo ad una rilevante attenuazione a grandi distanze è quello relativo all'assorbimento dell'aria; questo è stato studiato sia teoricamente sia mediante esperienze in laboratorio e in campo.

L'attenuazione per assorbimento dell'aria può essere calcolata, per una temperatura di 20° C mediante:

$$A_{e2} = 7.4 \frac{f^2 r}{\Phi} 10^{-8} [\text{dB}]$$

dove:

f = frequenza centrale di banda, Hz;

Φ = umidità relativa %;

r = distanza tra la sorgente e il ricevitore in m.

Per le altre temperature si può usare la relazione:

$$A_{e2}(T, \Phi = 50\%) = \frac{A_{e2}(20^\circ\text{C}, \Phi = 50\%)}{1 + \beta \Delta T f}$$

dove:

ΔT = differenza di temperatura in C fra la temperatura reale e il valore di riferimento di 20° C. Questa differenza non deve eccedere ±10°C per la validità di questa formula;

β = 4 · 10<sup>-6</sup>.

L'attenuazione per pioggia, neve e nebbia, è generalmente trascurabile.

Gradienti verticali di temperatura e di vento esistono spesso all'aperto: il primo per la diversa temperatura del suolo e dell'atmosfera, il secondo per l'attrito fra la massa d'aria in movimento e il suolo.

Questi gradienti determinano una variazione della velocità di propagazione del suono e dunque un fenomeno di graduale rifrazione che si traduce in un incurvamento dei raggi sonori verso l'alto e verso il basso.

E' possibile quindi l'insorgere di "zone d'ombra" acustiche o al contrario propagazione del suono oltre le usuali distanze, con "scavalco" di ostacoli.

I gradienti di vento in prossimità del suolo sono quasi sempre positivi, il che vuol dire che la velocità del vento aumenta con l'altezza. Quindi la zona d'ombra si verifica controvento rispetto alla sorgente sonora perché qui i gradienti di vento incurvano i raggi verso l'alto. Sottovento i raggi sonori sono incurvati verso il basso e quindi non si hanno zone d'ombra.

I gradienti termici producono anch'essi l'incurvatura dei raggi sonori: in particolare questi sono sempre incurvati verso gli strati d'aria fredda. Pertanto, essendo la temperatura al suolo generalmente più alta rispetto all'aria in quota, avviene una curvatura dei raggi verso l'alto, con conseguente riduzione della rumorosità al suolo.

### 6.1.3 Risultato delle valutazioni effettuate

Sono state eseguite delle valutazioni previsionali prendendo in considerazione il modello di propagazione semisferica per le sorgenti fisse.

Con i relativi algoritmi si è proceduto a valutare cautelativamente il livello equivalente delle immissioni prevedibile all'esterno del fabbricato più vicino, nella sfavorevole condizione di funzionamento contemporaneo dell'impianto esistente e dei macchinari di cui si prevede la futura installazione.

Si è proceduto come segue:

- Potenza sonora dell'impianto attuale

$$L_w = L_p + 20 \log r + 8 = 54,8 + 20 \log (100) + 8 = 102,8 \text{ dB(A)}$$

- Potenza sonora dei macchinari di futura installazione

$$L_w = L_p + 20 \log r + 8 = 56,3 + 20 \log (50) + 8 = 98,3 \text{ dB(A)}$$

- Conseguente livello di immissione del rumore ambientale presso il fabbricato, dovuto al funzionamento contemporaneo delle sorgenti: **58,6 dB(A)**

Per quanto riguarda il clima all'interno del fabbricato, rilevato a finestre aperte, sempre nel caso di funzionamento contemporaneo delle sorgenti è stato stimato un livello di immissione del rumore ambientale pari a:

$$\mathbf{49,5 \text{ dB(A)}}$$

I livelli di immissione sopra stimati risulterebbero quindi compresi nei limiti di immissione assoluti della Classe III, alla quale il Piano di zonizzazione acustica assegna l'area in esame, ma comporterebbero verosimilmente, all'interno del fabbricato più vicino, il superamento del limite di immissione differenziale di cui all'art. 4 del D.P.C.M 14.11.1997.

Per quanto riguarda l'effetto dell'incremento del traffico veicolare sul clima acustico della zona occupata dagli edifici a destinazione residenziale, si ritiene che lo stesso non possa risultare significativo; ciò a causa del basso numero di automezzi che serviranno i nuovi macchinari.

## 7. Verifica della compatibilità dell'intervento e misure di mitigazione

I sopralluoghi e i rilievi fonometrici effettuati hanno consentito di accertare che l'area in esame è attualmente connotata da un clima acustico con livelli sonori contenuti entro i limiti di immissione assoluti che il Piano di classificazione acustica comunale fissa per le zone in cui la stessa area ricade.

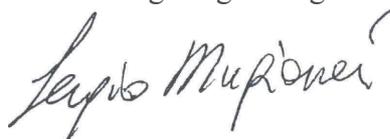
Per quanto riguarda l'impatto che l'espletamento delle future attività potrà ragionevolmente produrre sull'ambiente circostante, le analisi predittive condotte fanno ritenere che i citati limiti assoluti potranno essere rispettati anche ad avvenuta attuazione del progetto di ampliamento degli impianti.

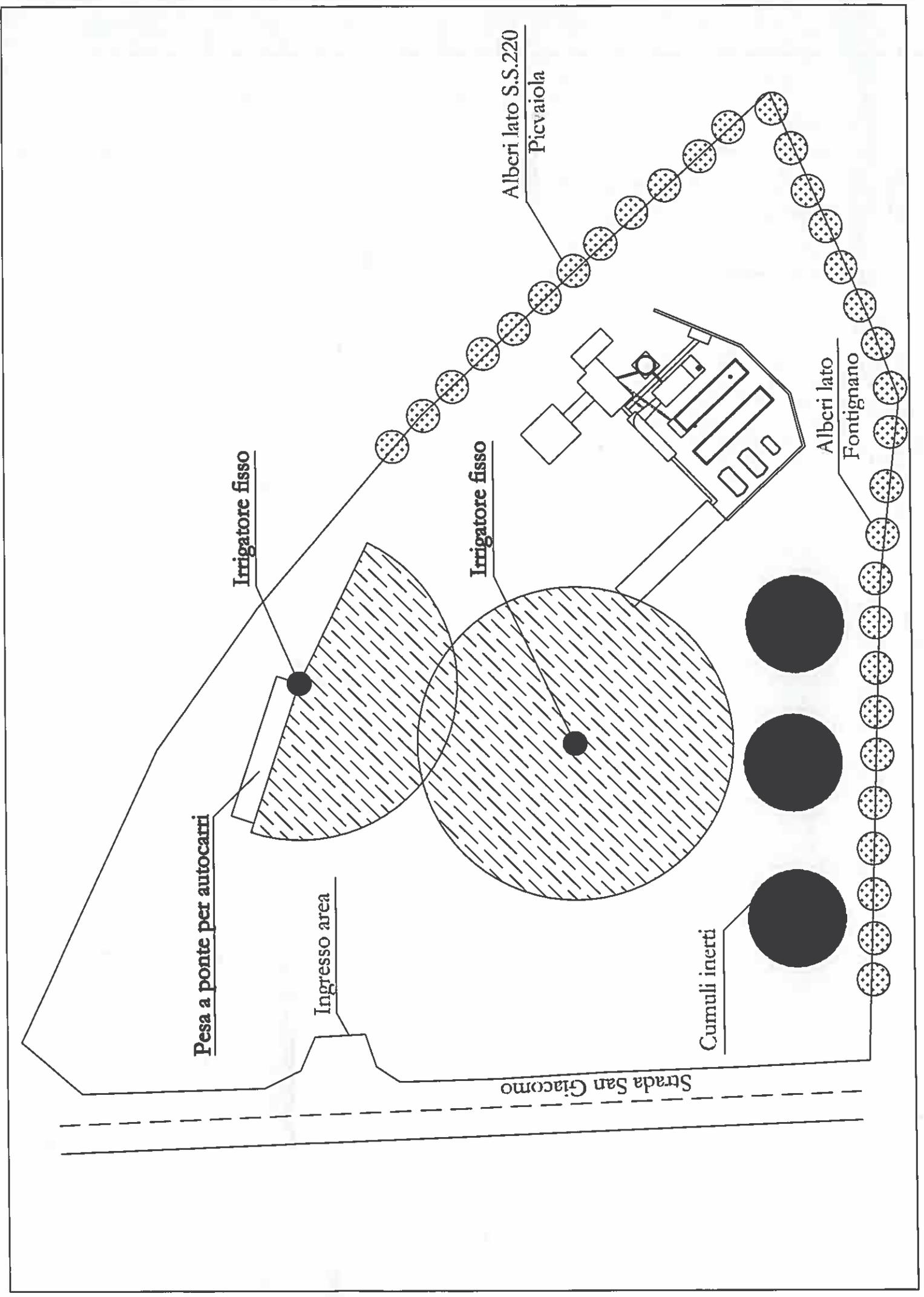
Per quanto riguarda il limite di immissione differenziale di cui all'art. 4 del D.P.C.M 14.11.1997, il rispetto dello stesso verrà assicurato utilizzando le stesse accortezze e ricreando le modalità organizzative delle lavorazioni già adottate presso l'esistente impianto di Osteria San Martino, e cioè realizzando alla minima distanza dai macchinari di futura installazione dei cumuli di materiale di adeguata altezza che, frapponendosi fra gli stessi macchinari e i fabbricati più vicini, andranno a costituire una vera e propria barriera acustica.

I rilievi all'interno del fabbricato più vicino all'impianto sono stati effettuati nel rispetto delle previsioni del D.M. Ambiente 16.03.1998, mantenendo aperta una finestra a primo piano rivolta verso l'impianto. E' stata adottata la metodologia a finestra aperta in quanto condizione acusticamente più gravosa rispetto alla finestra chiusa, dato che il rumore potenzialmente disturbante proveniva dall'esterno del fabbricato.

All'elaborazione della presente relazione ha preso parte la Sig.ra Francesca Mugianesi, nata ad Assisi il 11.06.1992 e residente in Perugia, Via Leonardo da Vinci, 6/B2.

Dott. Ing. Sergio Mugianesi





Alberi lato S.S.220  
Picvaiola

Irrigatore fisso

Irrigatore fisso

Alberi lato  
Fontignano

Pesa a ponte per autocarri

Ingresso area

Cumuli inerti

Strada San Giacomo





PUNTO  
MISURA

IMPIANTO

# Legenda

## CLASSI ACUSTICHE (ai sensi D.P.C.M. 14/11/97)

 Classe I

 Classe II

 Classe III

 Classe IV

 Classe V

 Classe VI

 Siti di Interesse Comunitario (S.I.C.)

 Riserve Naturali (R.N.)

 Limite Insediamenti

 Confine Comunale

 Discontinuità classe acustica

 Attività potenzialmente rumorosa

## FASCE DI PERTINENZA ACUSTICA INFRASTRUTTURE STRADALI (ai sensi D.P.R. 30/4/2004 n.142)

 Fascia A (100 m) strada  
extraurbana principale

 Fascia B (150 m) strada  
extraurbana principale

 Fascia A (100 m) strada  
extraurbana secondaria

 Fascia B (50 m) strada  
extraurbana secondaria

 Fascia (100 m) strada  
urbana di scorrimento

 Fascia 250 m strada  
extraurbana secondaria nuova realizz.

 Fascia 150 m strada  
extraurbana secondaria nuova realizz.

## FASCE DI PERTINENZA ACUSTICA INFRASTRUTTURE FERROVIARIE (ai sensi D.P.R. 18/11/98)

 Fascia A (100 m) ferrovia

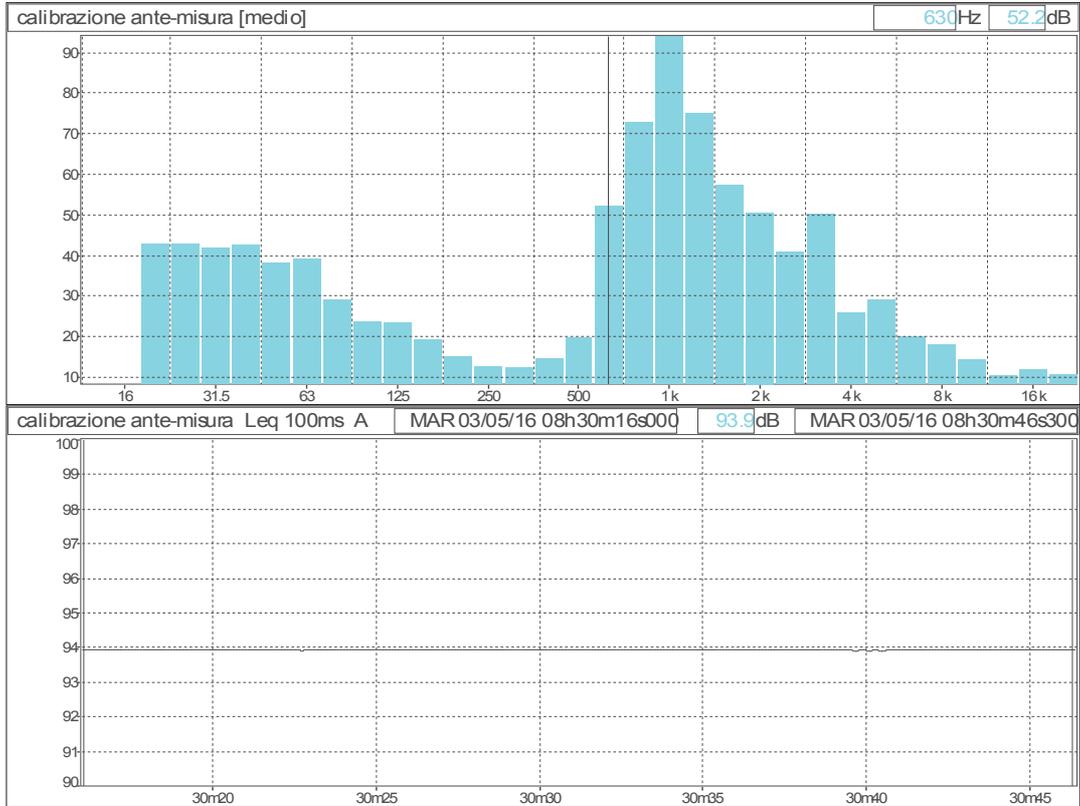
 Fascia B (150 m) ferrovia

 Fascia (30 m) minimetra (non contemplata dal DPR 18/11/98)



# TEMPO DI RIFERIMENTO DIURNO

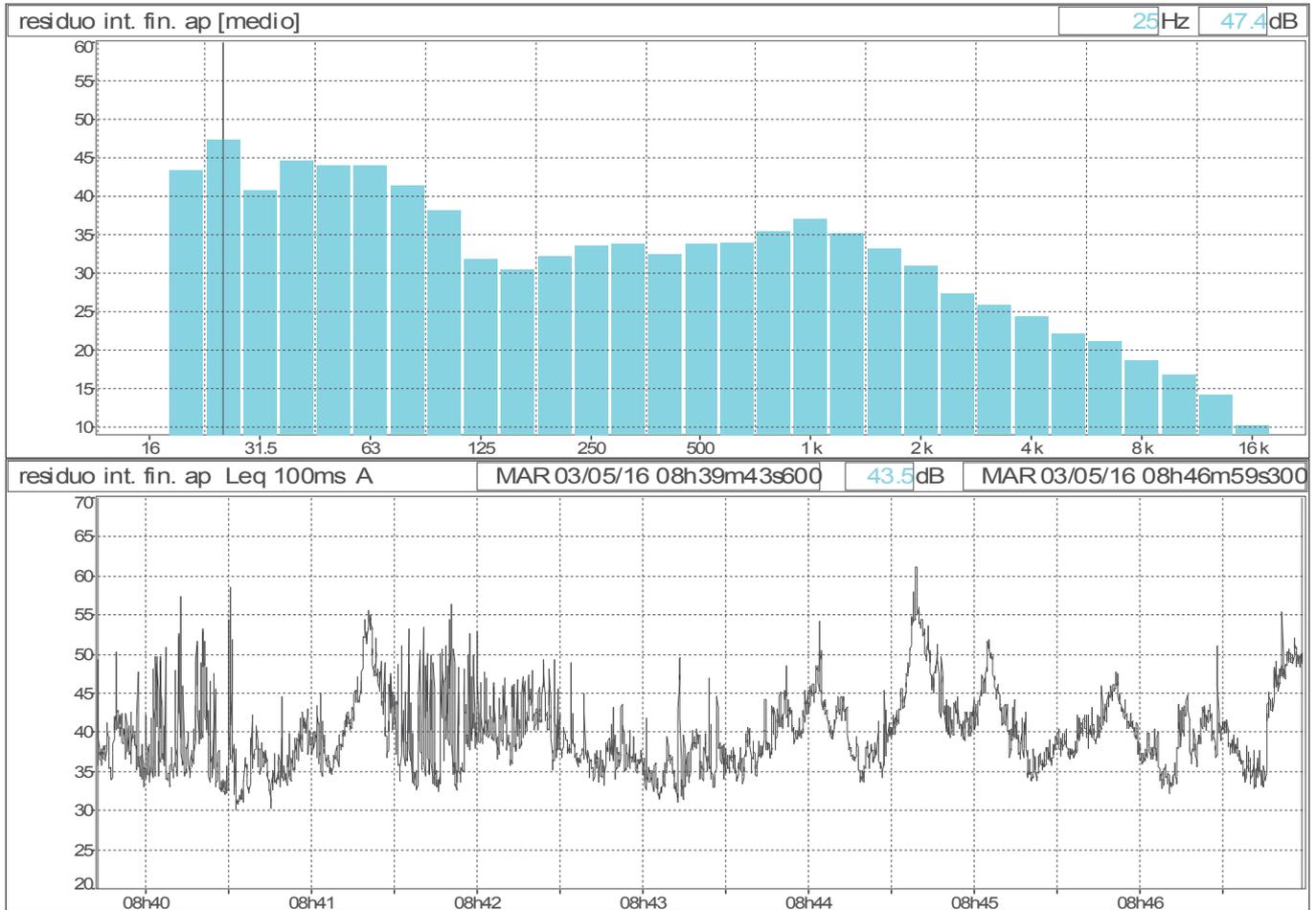
## CALIBRAZIONE ANTE-MISURA



LIVELLO EQUIVALENTE PERIODO [dB(A)]	<b>93,9</b>
-------------------------------------	-------------

# IMPIANTO DI FONTIGNANO

## RUMORE RESIDUO - INTERNO A FINESTRE APERTE



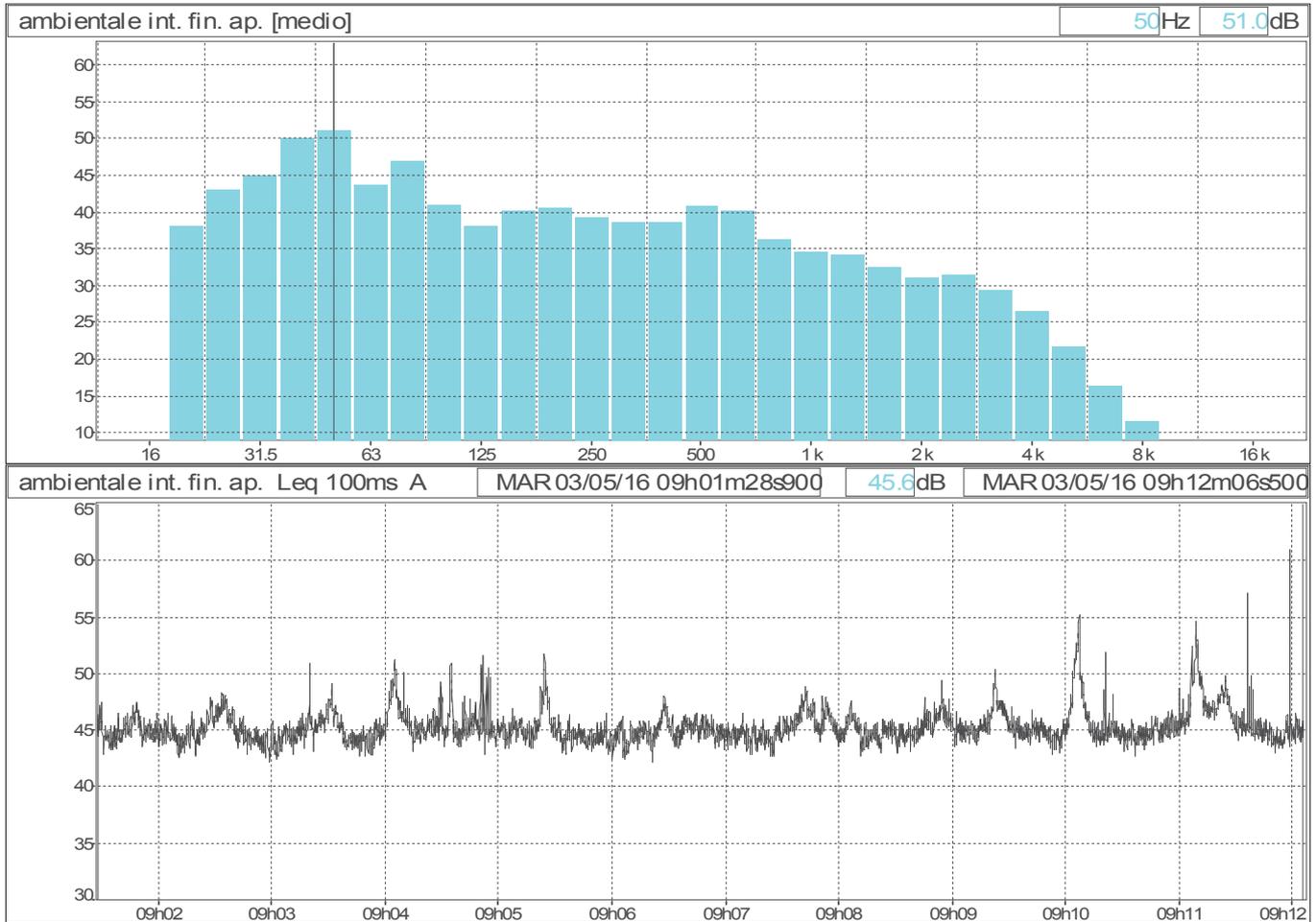
data e ora	Leq	Lmin	Lmax	DevStd	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1
03/05/16 08:39:	41,0	32,9	52,7	3,8	33,0	33,9	34,3	37,5	42,8	47,8	50,9
03/05/16 08:40:	43,0	30,0	58,4	5,4	30,7	31,2	32,2	36,1	45,8	49,6	54,3
03/05/16 08:40:	37,8	30,2	44,9	2,6	31,1	33,3	33,8	36,7	40,2	41,3	43,8
03/05/16 08:41:	46,7	32,5	55,6	5,7	32,8	33,7	35,1	42,8	51,7	53,4	55,0
03/05/16 08:41:	43,3	32,3	56,4	4,6	32,5	33,2	34,1	39,5	46,8	49,1	52,7
03/05/16 08:42:	41,5	33,7	49,2	3,3	34,3	35,4	36,1	39,7	44,7	46,3	48,8
03/05/16 08:42:	36,4	31,3	43,5	2,1	31,4	32,4	33,0	35,8	38,4	39,3	43,0
03/05/16 08:43:	38,2	30,9	49,4	2,9	31,3	32,9	33,5	36,2	39,7	42,2	47,2
03/05/16 08:43:	43,1	36,6	54,1	2,8	36,6	37,5	38,4	41,9	45,3	47,4	50,1
03/05/16 08:44:	48,7	33,4	61,1	6,8	33,8	34,5	35,5	40,0	54,0	55,2	59,5
03/05/16 08:44:	45,7	38,9	53,6	3,4	39,3	39,7	40,3	43,3	49,6	50,5	52,2
03/05/16 08:45:	38,6	33,7	44,1	2,1	33,9	34,3	35,1	37,7	40,7	41,6	43,1
03/05/16 08:45:	41,1	32,0	47,6	3,7	32,7	33,5	33,9	39,7	44,9	45,7	47,2
03/05/16 08:46:	39,7	32,8	51,1	2,8	33,2	34,1	34,5	38,4	42,3	43,0	44,7
03/05/16 08:46:	47,3	32,8	55,3	5,7	32,9	33,4	34,1	47,2	49,9	50,5	51,9
Globali	43,5	30,0	61,1	4,8	32,0	33,4	34,2	38,9	46,6	49,3	54,1

LIVELLO EQUIVALENTE INTERO PERIODO [dB(A)]

**43,5**

# IMPIANTO DI FONTIGNANO

## RUMORE AMBIENTALE - INTERNO A FINESTRE APERTE

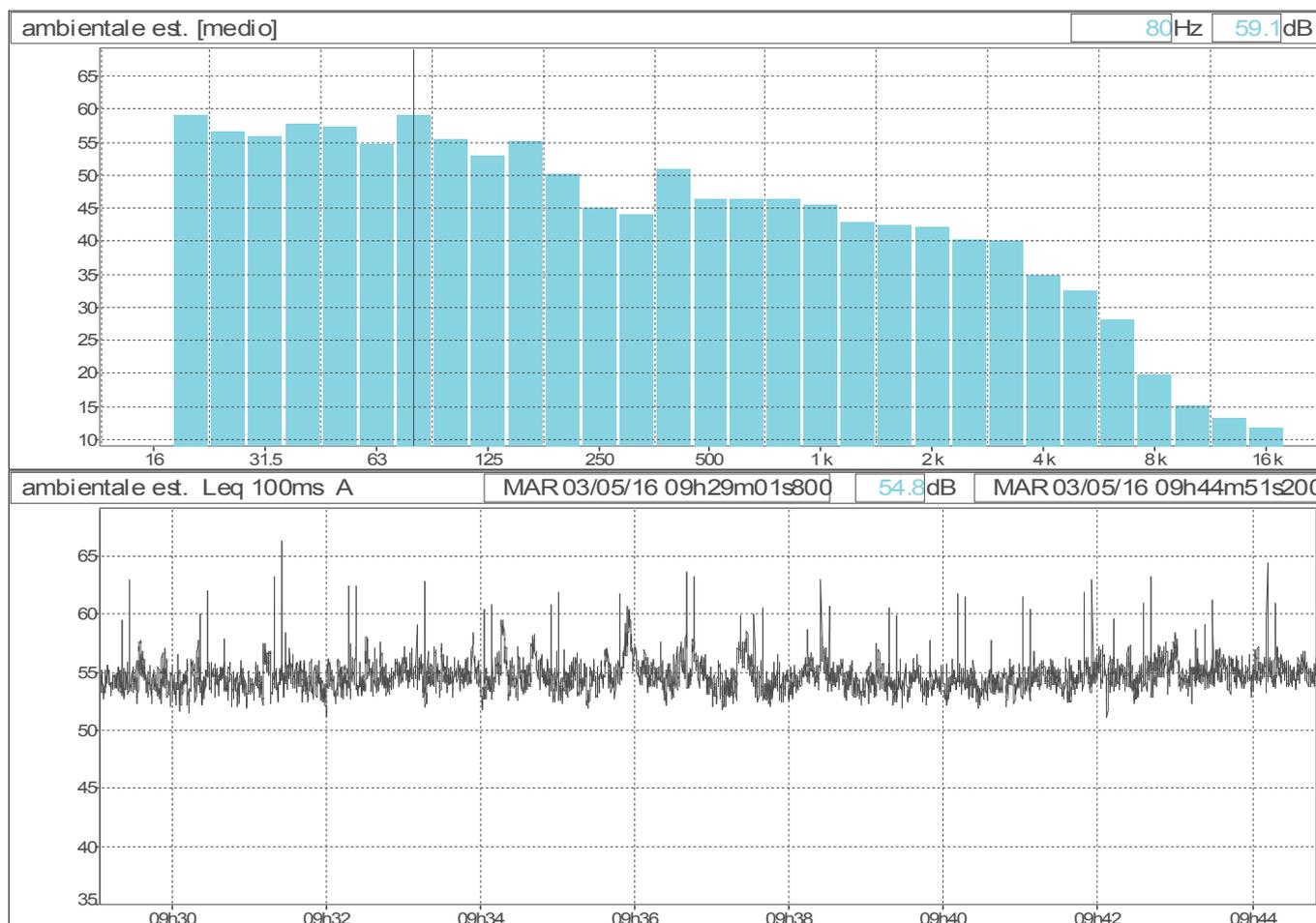


data e ora	Leq	Lmin	Lmax	DevStd	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1
03/05/16 09:01:	44,9	42,4	47,5	0,8	42,8	43,3	43,7	44,6	46,0	46,4	47,0
03/05/16 09:02:	45,1	42,1	50,9	1,2	42,5	43,0	43,4	44,7	46,6	47,1	47,9
03/05/16 09:03:	45,7	42,6	51,2	1,5	42,6	43,4	43,7	45,0	47,4	48,4	50,2
03/05/16 09:04:	45,9	42,8	51,7	1,5	43,3	43,8	44,0	45,1	47,7	48,7	50,6
03/05/16 09:05:	44,5	42,1	47,3	0,8	42,6	43,0	43,4	44,3	45,5	45,7	46,6
03/05/16 09:06:	44,8	42,6	47,9	0,8	42,8	43,3	43,6	44,6	45,7	46,1	47,2
03/05/16 09:07:	45,5	42,6	48,8	1,0	43,2	43,7	43,9	45,2	46,7	47,2	48,0
03/05/16 09:08:	45,6	42,8	50,3	1,1	43,3	43,8	44,0	45,1	46,9	47,5	49,0
03/05/16 09:09:	46,3	42,7	55,1	2,0	43,3	43,8	44,0	44,9	48,2	50,7	53,4
03/05/16 09:10:	46,7	42,6	54,6	2,0	43,4	43,9	44,1	45,4	48,8	50,0	52,9
03/05/16 09:11:	45,7	42,8	61,0	1,4	43,3	43,6	43,8	44,8	45,9	46,4	52,0
Globali	45,6	42,1	61,0	1,4	42,8	43,5	43,7	44,8	46,8	47,8	50,5

LIVELLO EQUIVALENTE INTERO PERIODO [dB(A)]	<b>45,6</b>
--	-------------

# IMPIANTO DI FONTIGNANO

## RUMORE AMBIENTALE - ESTERNO

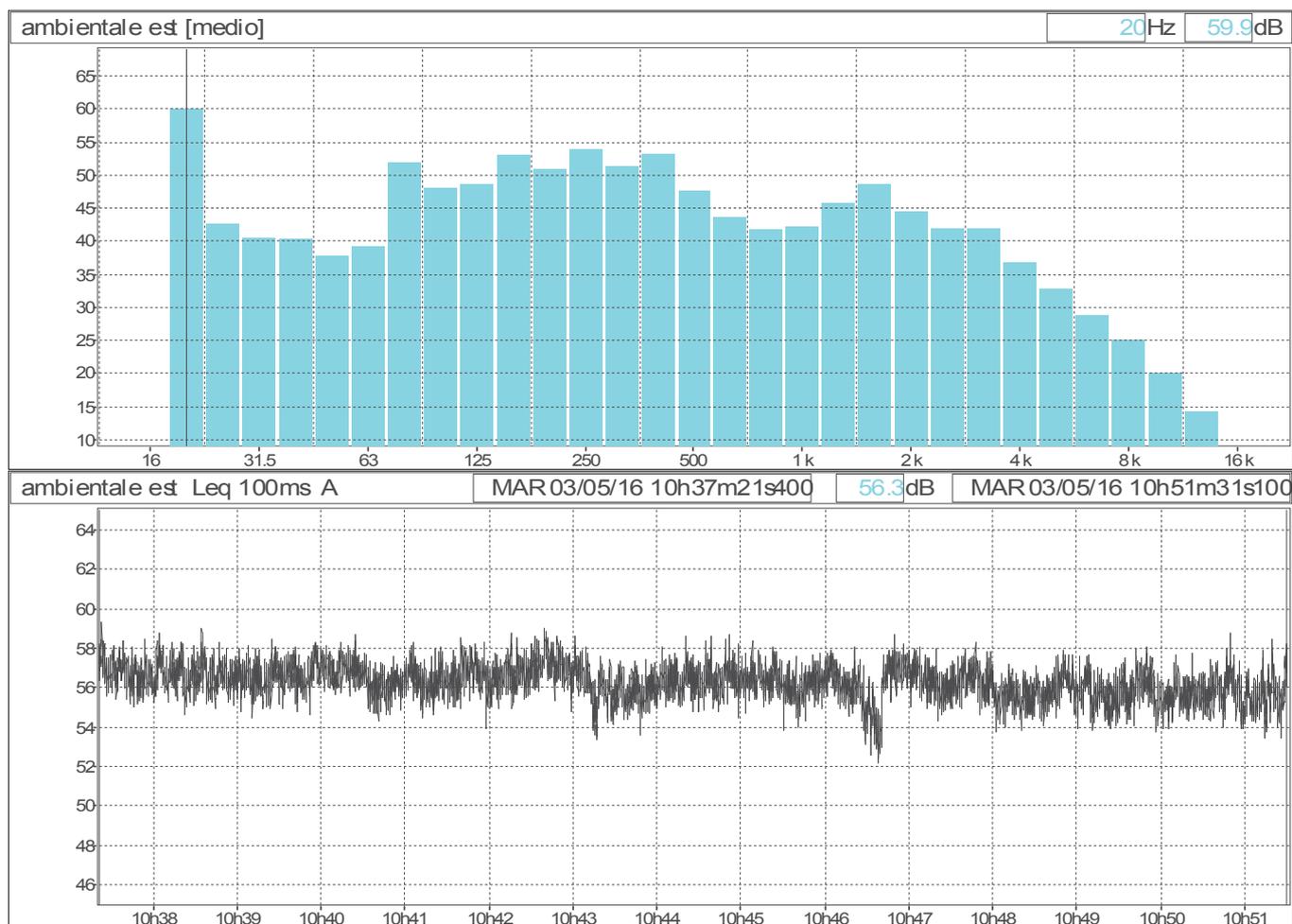


data e ora	Leq	Lmin	Lmax	DevStd	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1
03/05/16 09:29:	54,5	52,0	62,9	1,0	52,5	52,9	53,0	54,0	55,4	55,8	57,5
03/05/16 09:30:	54,3	51,4	61,9	1,0	51,9	52,4	52,8	54,0	55,1	55,6	57,2
03/05/16 09:31:	54,7	51,1	66,3	1,2	52,1	52,6	53,0	54,2	55,7	56,3	57,7
03/05/16 09:32:	54,8	52,2	62,3	1,1	52,7	53,1	53,3	54,4	55,8	56,4	57,9
03/05/16 09:33:	55,0	51,7	62,7	1,0	52,1	53,2	53,7	54,6	56,1	56,5	58,2
03/05/16 09:34:	55,2	52,3	61,8	1,4	52,5	52,9	53,2	54,5	56,7	57,7	59,3
03/05/16 09:35:	55,3	51,8	61,7	1,5	52,2	52,9	53,3	54,6	56,8	57,8	59,7
03/05/16 09:36:	55,1	51,9	63,5	1,2	52,4	53,1	53,5	54,7	56,3	56,9	58,1
03/05/16 09:37:	54,6	51,7	60,5	1,4	52,1	52,5	52,8	54,0	56,5	57,2	58,4
03/05/16 09:38:	54,7	52,1	62,9	1,0	52,5	52,9	53,3	54,4	55,8	56,2	57,8
03/05/16 09:39:	54,3	51,8	60,5	0,9	52,2	52,8	53,0	54,0	55,2	55,6	56,8
03/05/16 09:40:	54,2	51,8	61,7	0,9	52,1	52,6	52,9	53,9	54,9	55,2	56,4
03/05/16 09:41:	54,7	52,3	62,9	1,1	52,4	53,0	53,4	54,4	55,5	55,8	60,2
03/05/16 09:42:	55,2	51,0	63,2	1,2	52,4	53,2	53,5	54,9	56,3	56,9	58,0
03/05/16 09:43:	55,0	52,2	61,1	0,9	53,1	53,5	53,8	54,7	55,9	56,2	57,7
03/05/16 09:44:	55,2	53,1	64,4	0,9	53,5	53,8	54,0	54,9	56,0	56,3	57,9
Globali	54,8	51,0	66,3	1,2	52,2	52,8	53,2	54,5	55,9	56,5	58,3

LIVELLO EQUIVALENTE INTERO PERIODO [dB(A)]	<b>54,8</b>
--	-------------

# IMPIANTO DI CAPANNE

## RUMORE AMBIENTALE - ESTERNO



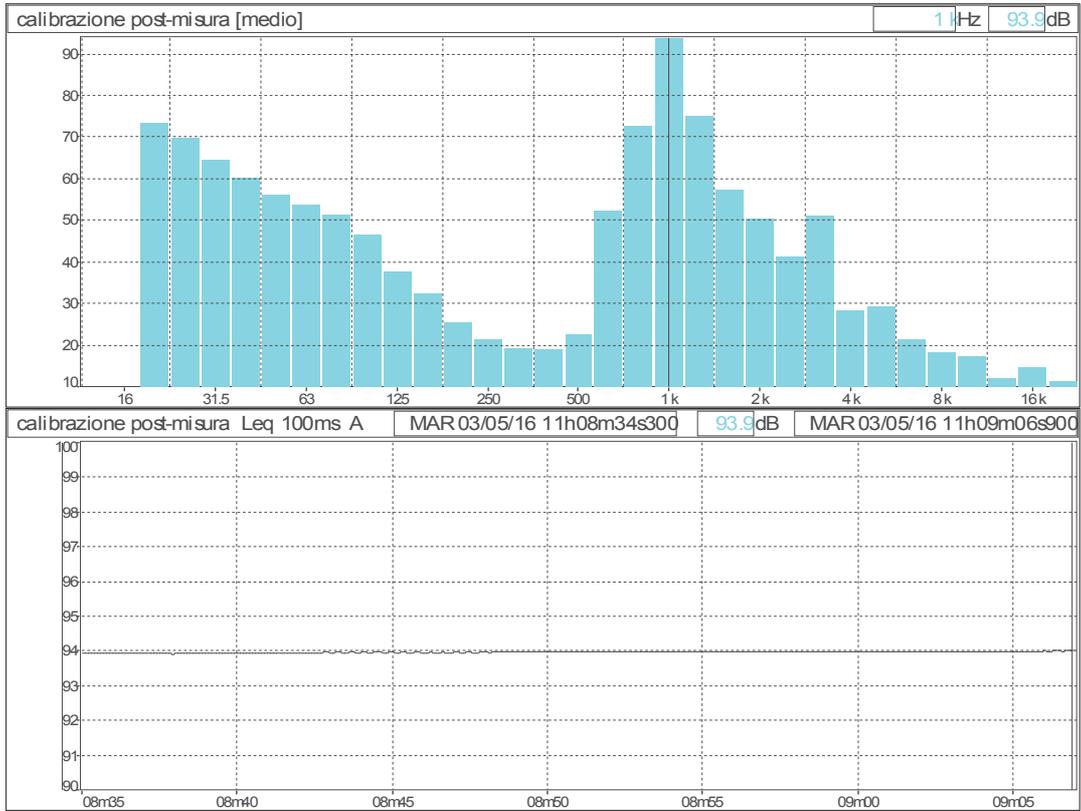
data e ora	Leq	Lmin	Lmax	DevStd	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1
03/05/16 10:37:	56,8	55,0	59,3	0,7	55,2	55,5	55,8	56,6	57,6	57,9	58,3
03/05/16 10:38:	56,5	54,4	59,0	0,7	54,9	55,2	55,5	56,3	57,3	57,6	58,1
03/05/16 10:39:	56,8	54,6	58,4	0,6	54,9	55,5	55,8	56,6	57,5	57,7	58,0
03/05/16 10:40:	56,4	54,3	58,6	0,6	54,6	55,2	55,4	56,2	57,1	57,4	57,8
03/05/16 10:41:	56,6	53,8	58,7	0,7	54,8	55,3	55,6	56,4	57,3	57,7	58,1
03/05/16 10:42:	56,8	53,3	59,0	0,9	53,7	55,0	55,5	56,7	57,6	58,0	58,5
03/05/16 10:43:	56,0	53,6	58,0	0,7	54,3	54,7	54,9	55,8	56,8	57,1	57,3
03/05/16 10:44:	56,4	54,4	58,7	0,6	54,7	55,3	55,4	56,2	57,2	57,5	58,2
03/05/16 10:45:	56,2	53,8	58,0	0,6	54,4	55,0	55,2	56,1	57,0	57,2	57,6
03/05/16 10:46:	56,2	52,1	58,7	1,1	52,8	53,7	54,1	56,3	57,3	57,5	57,9
03/05/16 10:47:	56,0	53,7	58,3	0,7	54,0	54,6	54,9	55,9	56,8	57,1	57,5
03/05/16 10:48:	55,9	53,8	57,9	0,7	54,2	54,5	54,8	55,7	56,7	56,9	57,5
03/05/16 10:49:	55,8	53,7	58,0	0,7	53,9	54,3	54,7	55,6	56,6	56,9	57,4
03/05/16 10:50:	55,8	53,4	58,7	0,7	54,0	54,3	54,6	55,6	56,6	56,9	57,8
03/05/16 10:51:	57,0	53,4	59,9	1,2	54,0	54,7	55,1	56,8	58,3	58,7	59,2
Globali	56,3	52,1	59,9	0,8	54,0	54,7	55,0	56,3	57,3	57,6	58,3

LIVELLO EQUIVALENTE INTERO PERIODO [dB(A)]

**56,3**

# TEMPO DI RIFERIMENTO DIURNO

## CALIBRAZIONE POST-MISURA



LIVELLO EQUIVALENTE PERIODO [dB(A)]	<b>93,9</b>
-------------------------------------	-------------