



**PROVINCIA DI GENOVA**  
**DIREZIONE AMBIENTE, AMBITI NATURALI E TRASPORTI**

**INDAGINE SUL RUMORE PORTUALE**  
**IN ZONA PEGLI - PRÀ**

**RELAZIONE DI SINTESI**

## **Indagine sul rumore portuale in zona Pegli – Prà. Relazione di sintesi**

Dott. Michele Balzano

Dott.ssa Elisabetta Barbieri

Dott. Alessandro Conte

Dott.ssa Franca Stragapede

Provincia di Genova - Direzione Ambiente, Ambiti Naturali e Trasporti- Ufficio Energia e Rumore

Provincia di Genova, 2012

Per informazioni:

Provincia di Genova, Direzione Ambiente, Ambiti Naturali e Trasporti - L.go Cattanei, 3 Genova 16147

tel. 010 54 99 1; fax 010 54 99 821

L'utilizzo di dati e informazioni presenti in questo volume a fini scientifici è autorizzato purché si citi la fonte. Ogni altro utilizzo è subordinato all'autorizzazione da parte della Provincia di Genova.

## Sommario

Introduzione .....	3
1. Le zone monitorate .....	3
2. I valori limite per la rumorosità ambientale .....	8
3. Metodologia .....	9
4. Risultati della campagna di misure: sintesi.....	13
5. Monitoraggio plurigiornaliero: analisi di dettaglio .....	15
6. Misure su tempo breve: analisi di dettaglio.....	21
7. Conclusioni .....	37
Referenze principali.....	39

## Introduzione

Nella presente relazione sono descritti i risultati di un monitoraggio fonometrico eseguito in due zone del ponente genovese, in particolare nei quartieri di Pegli e Prà - Palmaro, per caratterizzare la rumorosità ambientale in aree dove risulta potenzialmente influenzata dalle emissioni sonore provocate dalle navi all'ormeggio e dalle attività svolte nel porto container già denominato "VTE".

Le principali sorgenti di rumore presenti nei terminal container portuali, dal punto di vista delle aree esterne circostanti, sono solitamente riconducibili alle seguenti categorie generali:

- impianti di servizio, eventualmente funzionanti, delle navi ormeggiate;
- traffico ferroviario causato dal trasporto su rotaia dei container;
- traffico veicolare di mezzi pesanti;
- movimentazione del materiale manovrato con le gru;
- sirene delle gru.

Il presente lavoro si inserisce nell'ambito di una più ampia ed articolata campagna di misura del rumore "portuale", che la Provincia di Genova ha avviato a partire dal 2008 e che interessa anche altre aree abitate del Comune di Genova prossime ad infrastrutture portuali.

Il monitoraggio oggetto della presente relazione è stato parzialmente realizzato in collaborazione con il Comune di Genova per alcuni aspetti logistici.

Le misure si sono articolate in tre monitoraggi plurigiornalieri in continuo e numerose misure "spot" su tempo breve.

## 1. Le zone monitorate

### *Il VTE di Genova - Voltri*

Il Terminal Container di Genova Voltri è una struttura ubicata su un riempimento a mare realizzato di fronte a Prà, quartiere del Ponente di Genova, ad una distanza di alcune centinaia di metri dalle prime abitazioni. Fra l'area del Terminal e l'abitato sono frapposti un canale facente parte della cosiddetta "fascia di rispetto"<sup>1</sup>, la ferrovia Genova - Ventimiglia e un tratto cittadino della strada Aurelia. L'abitato comincia dalla carreggiata a monte dell'Aurelia, sviluppandosi sostanzialmente lungo la linea di costa e parzialmente sulle colline adiacenti tale linea.

Conformazione del territorio e presenza di infrastrutture di comunicazione fanno sì che le emissioni acustiche delle attività del Terminal siano spesso più avvertibili sulle abitazioni poste in collina anziché su quelle lungo la costa, in genere più interessate dal rumore veicolare.

Dal punto di vista dell'impatto acustico delle attività svolte nel Terminal Container di Voltri sull'abitato limitrofo, le sorgenti sonore che finora sono state segnalate agli Enti competenti, come fonte di maggior disturbo, da alcuni cittadini sono costituite in primo luogo da:

- impianti accesi delle navi all'ormeggio (ad esempio gruppi elettrogeni, motori); il rumore prodotto da queste sorgenti è di tipo stazionario e praticamente continuo durante il periodo di ormeggio;

---

<sup>1</sup> La fascia di rispetto di Prà è un parco urbano di recente costruzione nel quartiere genovese di Prà Palmaro, realizzato su un preesistente tratto di costa e utilizzando riempimenti; costituisce una separazione fisica, insieme ad un braccio di mare, fra il quartiere e le infrastrutture del terminal container VTE.

- movimentazione dei container sulle navi (impatto container - superficie metallica della nave) e sul piazzale (impatto sulla superficie d'appoggio dei camion); il rumore prodotto da queste sorgenti varia in modo aleatorio dipendendo dall'impatto durante l'appoggio (variabile a seconda di fattori imponderabili quali perizia dell'operatore, condizioni meteorologiche, etc.);
- sirene delle gru per la movimentazione dei container (peraltro tali sirene svolgono un'importante funzione per la sicurezza dei lavoratori); le immissioni sonore correlate sono discontinue, di durata e presenza variabili a seconda degli orari e a seconda delle giornate;
- traffico dei camion e da eventuali comportamenti scorretti dei conducenti degli stessi mezzi (clacson).



*Il terminal container di Prà - Voltri: stralcio dalla Carta Tecnica Regionale*



*Il terminal container di Prà - Voltri: un'immagine fotografica da levante*

### ***I siti di misura***

Complessivamente i siti distinti monitorati sono 10, individuati con le sigle riportate in Tabella 1 e raggruppati in due subaree (Pegli - Scarpanto e Prà - Palmaro, con un sito in posizione intermedia), a motivo della posizione geografica e, parzialmente, della prevalenza del tipo di fenomeni acustici di origine portuale monitorati. In alcuni siti sono state effettuate più misure in

giorni diversi. Complessivamente sono stati effettuati 3 monitoraggi in continuo plurigiornalieri in altrettanti siti e 15 misure su tempo breve distribuite su dieci siti diversi.

subarea	sito	sigla	coordinate	tipo di misura
Pegli - Scarpanto	Scarpanto	R1	1484079, 4919282	monitoraggio in continuo e misure su tempo breve
	Vetta	R2	1484578, 4919401	misure su tempo breve
	Vetta	R3	1484532, 4919470	misure su tempo breve
	Fascia di rispetto	R4	1483536, 4919163 <sup>2</sup>	misure su tempo breve
Prà - Palmaro	Pieve di Tecò	R5	1482349, 4919442	monitoraggio in continuo e misure su tempo breve
	De Mari	R6	1481786, 4919527	monitoraggio in continuo e misure su tempo breve
	Martiri Turchino	R7	1481560, 4919826	misure su tempo breve
	Novella ovest	R8	1481537,4920158	misure su tempo breve
	Novella est	R9	1482023, 4920090	misure su tempo breve
situazione intermedia	Ungaretti	R10	1483940, 4919477	misure su tempo breve

**Tabella 1** Siti monitorati

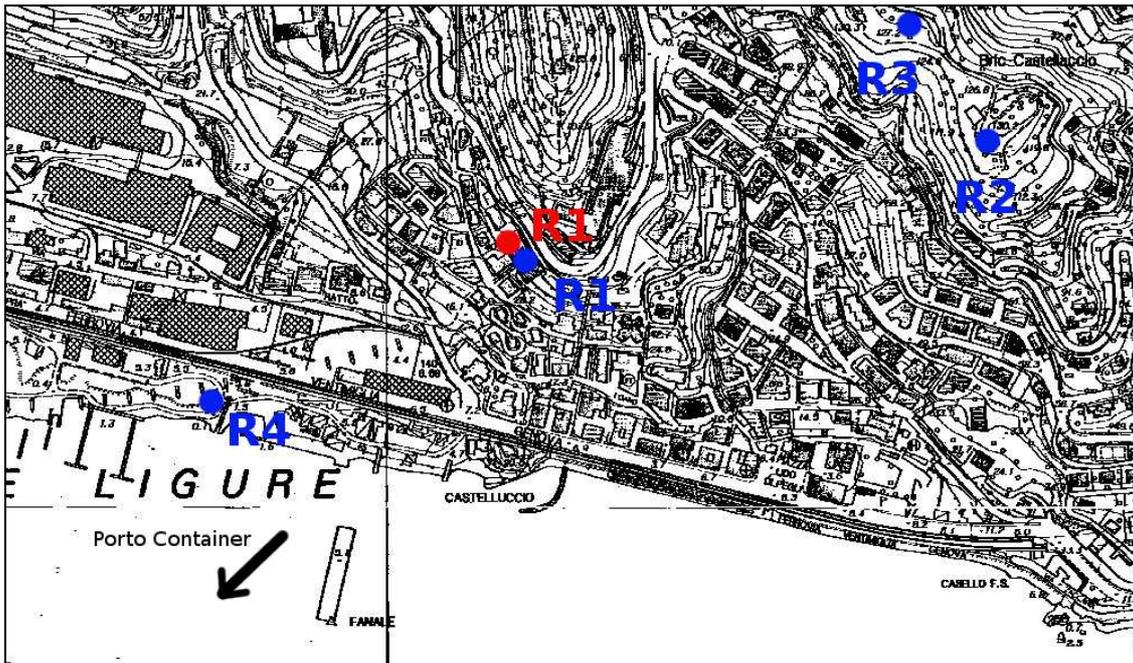
### **Subarea Pegli - Scarpanto**

Sono stati considerati complessivamente quattro punti di misura distinti (nel seguito individuati con le sigle R1 ÷ R4): in uno di essi (R1) nel 2010 è stato eseguito un rilievo plurigiornaliero finalizzato a investigare l'andamento temporale della rumorosità nell'arco della giornata e della settimana; in tutti e quattro sono stati effettuati rilievi "spot" su tempo di misura breve (ovvero dell'ordine o inferiore a 1 h, di durata variabile ed opportuna per caratterizzare sufficientemente il fenomeno in esame e contemporaneamente per evitare un numero eccessivo di eventi spuri). In Tabella 2 si riportano, per ciascun punto di misura, la data di misura, il periodo di riferimento (Diurno o Notturmo) e il tempo di misura; in Figura 1 si riporta graficamente la posizione dei punti di misura sovrapposti allo stralcio cartografico (CTR) dell'area monitorata.

Sito di misura	Descrizione sintetica	Data / Periodo di riferimento	Tempo di misura
R1 - Via Scarpanto	Zona residenziale collinare, con prevalenza di condomini, attraversata da viabilità locale. Piccolo parcheggio condominiale.	dal 13.12.2010 al 21.12.2010	misura in continuo
		13.12.2010/D	~ 5'
		13.12.2010/N	~ 5'
		28.02.2011/N	~ 15'
		02.05.2011/N	~ 15'
R2 - Vetta	Altura verde con viabilità locale	13.12.2010/D	~ 10'
		19.09.2011/D	~ 25'
R3 - Vetta	Altura verde con viabilità locale	13.12.2010/D	~ 15'
R4 - Fascia di rispetto	Zona aperta fra l'abitato e la struttura portuale	13.12.2010/N	~ 15'

**Tabella 2**

<sup>2</sup> Stima approssimata.



**Figura 1** Elaborazione da stralcio dalla Cartografia Tecnica Regionale (CTR) dell'area di indagine e individuazione dei punti di misura (in rosso è rappresentata la postazione del monitoraggio in continuo, in blu i siti per rilievi spot)

### ***Subarea Prà - Palmaro***

Nel settembre 2011 sono stati realizzati due monitoraggi fonometrici in continuo sui terrazzi dei recettori costituiti da altrettanti edifici, uno in via Pieve di Teco ed un altro in Via de Mari (Genova).

Sono state effettuate, inoltre, misure su tempo breve negli stessi due recettori del monitoraggio in continuo e in tre posizioni collinari in zona CEP, per un totale di 6 misurazioni spot (in sito sono state effettuate due misure in orari differenti).

In Tabella 3 si riportano, per ciascun punto di misura, la data di misura, il periodo di riferimento (Diurno e tardo serale - "quasi" Notturmo<sup>3</sup>) e il tempo di misura; si riportano gli stessi dati anche per la ulteriore postazione di misura di Via Ungaretti, che risulta in una posizione geograficamente intermedia fra le due subaree ma, dal punto di vista delle immissioni acustiche di origine portuale, si è rivelata più affine alla subarea Prà - Palmaro.

In Figura 2 si riporta graficamente la posizione dei punti di misura da R5 a R9 sovrapposti allo stralcio cartografico (CTR) dell'area monitorata. Analogamente, in Figura 3 si riporta la posizione del punto di misura R10.

<sup>3</sup> Un rilievo nel sito R5 è avvenuto in orario tardo serale (S nel seguito), in prossimità dell'inizio del periodo Notturmo.

Sito di misura	Descrizione sintetica	Data / Periodo di riferimento	Tempo di misura
R5 - Pieve di Teco	Zona residenziale a condominii in prossimità dell' Aurelia e quindi alla linea di costa.	dal 16.09.2011 al 27.09.2011	misura in continuo
		30.05.2011/D	~ 16'
		30.05.2011/ S	~ 27'
R6 - De Mari	Zona residenziale con villette e condominii in prossimità dell' Aurelia e quindi alla linea di costa.	dal 16.09.2011 al 27.09.2011	misura in continuo
		08.08.2011/D	~ 10'
R7 - Martiri Turchino	Viabilità collinare (Via Martiri del Turchino) in posizione medio bassa. Edifici sparsi.	19.09.2011/D	~ 11'
R8 - Novella Ovest	Viabilità collinare con condominii. Posizione di misura su Via Martiri del Turchino in prossimità dell'incrocio Via Martiri del Turchino / Via della Benedicta / Via Novella	19.09.2011/D	~ 23'
R9 - Novella Est	Viabilità collinare con condominii. Posizione di misura su Via De Sanctis in prossimità dell'incrocio con Via Novella	19.09.2011/D	~ 10'
R10 - Ungaretti	Viabilità di media collina con numerosi edifici residenziali. La postazione di misura è in un'area giochi esposta verso il mare.	19.09.2011/D	~ 28'

Tabella 3

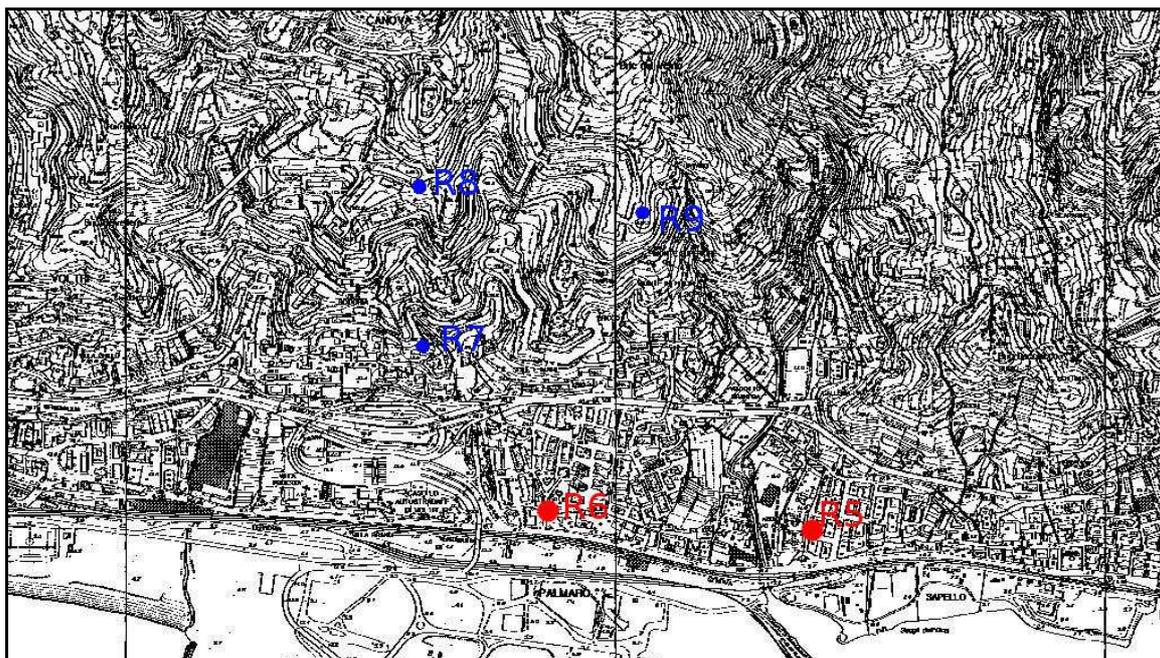
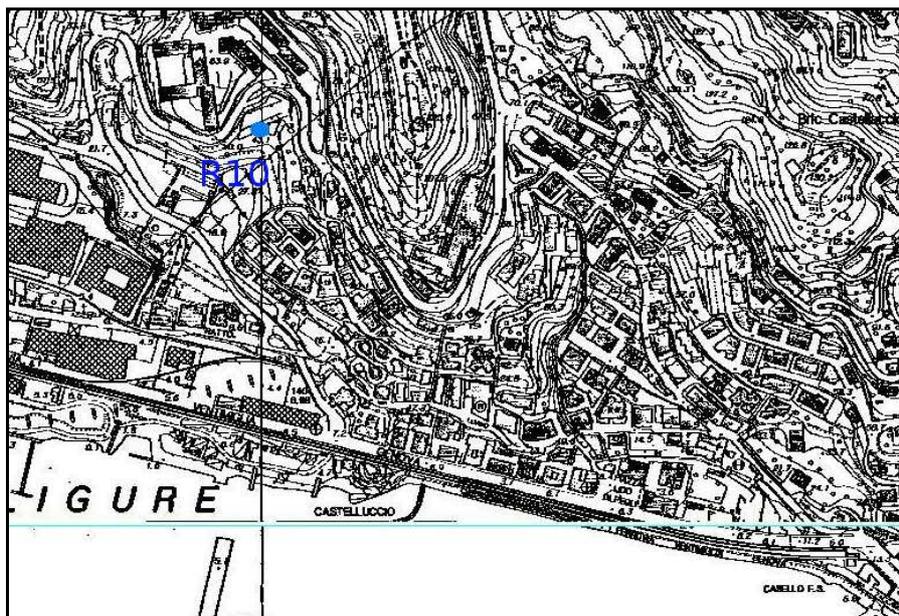


Figura 2 Elaborazione da stralcio dalla Cartografia Tecnica Regionale (CTR) dell'area di indagine e individuazione dei punti di misura (in rosso sono rappresentate la postazioni del monitoraggio in continuo, in blu i siti per rilievi spot)



**Figura 3** Elaborazione da stralcio dalla Cartografia Tecnica Regionale (CTR) dell'area di indagine e individuazione del punto di misura R10 (via Ungaretti)

## 2. I valori limite per la rumorosità ambientale

Dal punto di vista normativo, per quanto riguarda le immissioni acustiche portuali il quadro non è ancora definito: è in attesa di emanazione, infatti, il decreto previsto dalla Legge Quadro n. 447/1995 relativo alla definizione delle fasce di pertinenza portuale e relativi limiti assoluti (in analogia, ad esempio, a quanto previsto per le infrastrutture stradali); d'altro canto il d.P.C.M. 14.11.1997 esclude le infrastrutture portuali dall'applicazione del criterio differenziale.

Al momento, pertanto, l'unico termine di riferimento è costituito dai valori limite introdotti con la classificazione acustica, peraltro di dubbia applicabilità permanendo l'indeterminatezza relativamente alla definizione delle fasce di pertinenza in cui dovrebbero valere limiti propri per le immissioni di tipo portuale.

Per la sorgente sonora costituita dalle navi all'ormeggio, i limiti individuati dalla classificazione acustica valgono soltanto al di fuori delle fasce di pertinenza al momento però, come già esposto, non ancora definite.

### Classificazione acustica dei siti monitorati in continuo

Per quanto riguarda la classificazione acustica comunale vigente (adottata definitivamente con d.C.C. n. 31 in data 05.03.2002 e approvata con d.G.P. n. 234/37322 del 24.04.2002) tutti i recettori dove sono stati effettuati i monitoraggi in continuo ricadono in classe III.

Pertanto (d.P.C.M. 14.11.1997) i limiti assoluti di immissione generalmente definiti per i siti R1, R5 e R6, validi in ambiente esterno (e dunque anche in facciata agli edifici abitativi), sono i seguenti:

- periodo diurno (ore 6 ÷ 22): 60 dBA,
- periodo notturno (ore 22 ÷ 6): 50 dBA,

espressi come Leq di lungo termine sul periodo di riferimento.

### Classificazione acustica dei siti monitorati con misure su tempo breve

Per quanto riguarda i siti di misura su tempo breve, vale la situazione seguente:

- classe II (limite diurno 55 dBA, limite notturno 45 dBA): siti R2 e R3;
- classe III (limite diurno 60 dBA, limite notturno 50 dBA): siti: R1, R5, R6, R7, R8, R9 e R10;

- classe V (limite diurno 70 dBA, limite notturno 60 dBA): sito R4.

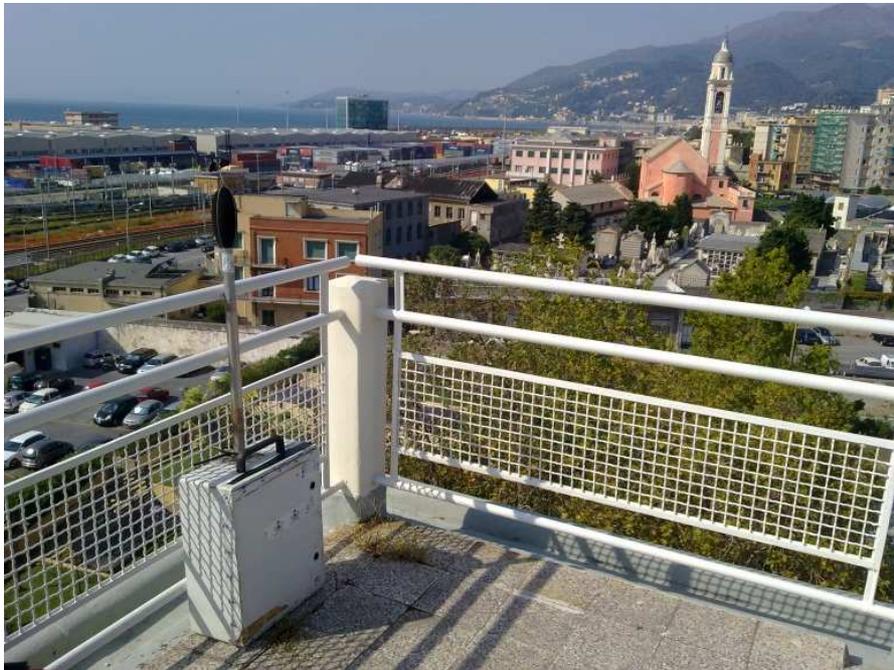
Per completezza, si riporta che in prossimità dei siti R7 e R8 sono presenti strutture protette di tipo scolastico classificate acusticamente in classe I (limite diurno 50 dBA, limite notturno 40 dBA).

### 3. Metodologia

#### I monitoraggi plurigiornalieri

Sono state effettuate tre campagne di monitoraggio plurigiornaliero in continuo, con strumentazione automatica alloggiata in appositi box fissati alle ringhiere di terrazzi, nei siti meglio individuati nel seguito.

I rilievi fonometrici plurigiornalieri sono stati effettuati utilizzando lo strumento Bruel & Kjaer mod. 2238 con unità fonometrica per esterni, che soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. La strumentazione è stata alloggiata in un apposito box fissato alle ringhiere dei balconi utilizzati per il monitoraggio, si veda ad esempio la foto di seguito riportata, relativa al monitoraggio in Via Pieve di Teco.



*Alloggiamento per la strumentazione fonometrica utilizzata per il monitoraggio in continuo*

Le grandezze misurate con il monitoraggio plurigiornaliero in continuo sono:

- livello continuo equivalente  $Leq$  orario ponderato A (dBA);
- livelli percentili  $L_n$  ( $L_1$ ,  $L_5$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{95}$  e  $L_{99}$ ) su base oraria (dBA).

I singoli  $Leq$  orari sono stati elaborati onde ottenere una valutazione quantitativa dei livelli per il periodo diurno  $LeqD$  (06÷22) e notturno  $LeqN$  (22÷06), quali stime dei corrispondenti livelli di lungo periodo (individuati dal D.P.C.M. 14.11.1997 quali indicatori per l'inquinamento acustico<sup>4</sup>).

Per ottenere, a partire dai dati orari misurati del  $Leq$ , i valori di  $LeqD$  e  $LeqN$  che approssimano un ipotetico valore su "tempo lungo", si è proceduto con diversi passi di calcolo: il primo consiste nella determinazione dei livelli equivalenti orari energeticamente medi, ottenuti a partire dai

---

<sup>4</sup> Poiché al momento la normativa italiana non ha ancora riformulato i valori limite per l'inquinamento acustico in termini degli indicatori "europei"  $L_{den}$  e  $L_{night}$ , ai fini di confronto con i valori limite occorre considerare i valori di  $LeqD$  e  $LeqN$ .

corrispondenti valori orari misurati suddivisi per tipologia di giornata (feriale, sabato, domenica). Questo valore orario logaritmicamente medio è perciò definito dalla relazione:

$$Leq, h_i = 10 \cdot \text{Log} \left[ \frac{1}{M} \sum_j 10^{\frac{Leq, h_{ij}}{10}} \right]$$

dove  $M$  è il numero di giorni monitorati, l'indice  $i$  individua l'ora specifica  $h_i$  e l'indice  $j$  individua il  $j$ -esimo giorno di misura.

Successivamente, vengono calcolati i livelli equivalenti sui tempi di riferimento TR diurno o notturno ( $LeqD$ ,  $LeqN$ ) a partire dai livelli equivalenti orari energeticamente medi, applicando la formula:

$$L_{TR} = 10 \cdot \text{Log} \left[ \frac{1}{N} \sum_i 10^{0,1L_{TRi}} \right]$$

Dove  $N$  è il numero di ore (16 per il tempo di riferimento Diurno, 8 per quello notturno) e  $TR$  è il tempo di riferimento (Diurno o Notturno).

### Misure spot

Sono state effettuate complessivamente 15 misure spot con tempi di misura compresi da circa 5' a circa 30'. A seconda dei casi sono state adottate varie tecniche di misura (misure statistiche, spettri, multispettri). Le misure spot sono state eseguite sempre in giorno feriale (v. tabelle 2 e 3). Tutte le misure spot sono state eseguite in presenza di navi ormeggiate presso la struttura del porto container, sebbene con configurazioni (numero e tipo di navi) differenti fra le diverse giornate.

I rilievi fonometrici sono stati effettuati utilizzando la seguente strumentazione, che soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994:

1. fonometro integratore ed analizzatore real time Soundbook;
2. fonometro integratore ed analizzatore real time Bruel & Kjaer mod. 2250.

Le principali grandezze monitorate sono:

- a)  $Leq$  e  $Ln$  ponderati A (dBA),
- b) evoluzione temporale dello short  $Leq$  su 0,125 s oppure 1 s (dBA),
- c) spettro sonoro in banda di 1/3 d'ottava del  $Leq$  in pond. lineare sul periodo di misura (dB),
- d) multispettro in bande 1/3 d'ottava e ponderazione lineare dello short  $Leq$  su 1 s (dB).



*Esempio di configurazione fonometrica per le misure su tempo breve: misura nel sito R8*

## Valutazione dell'incertezza di misura

Per valutare l'incertezza di misura sono state utilizzate le procedure definite dalle norme UNI/TR 11326:2009 e UNI CEI ENV 13005:2000.

L'incertezza è stata valutata per i dati fonometrici di Leq ponderati A direttamente misurati o calcolati (è il caso dei livelli LeqD e LeqN medi derivanti dal monitoraggio plurigiornaliero).

E' stata considerata l'incertezza estesa con fattore di copertura pari a 2 corrispondente, nell'ipotesi senz'altro approssimata di distribuzione quasi normale, ad un livello di fiducia intorno al 95%.

Alla formazione dell'incertezza composta si è valutato che concorrano primariamente i contributi dovuti alle componenti strumentali: applicando i metodi riportati nella norma UNI/TR 11326:2009 l'incertezza di tipo strumentale (fonometro + calibratore) è stata stimata in circa 0,56 dBA per le misure di Leq banda larga e ponderato A (dBA).

Per quanto riguarda gli aspetti non strumentali, invece, sono stati trascurati i seguenti contributi:

- componente relativa alla distanza da superfici riflettenti verticali: è stata ritenuta trascurabile poiché nella maggior parte dei siti di misura prescelti (con la sola eccezione del sito R1) non erano presenti superfici riflettenti a distanze dell'ordine di 1 m dal microfono; nel caso del recettore R1, comunque, la componente in questione può essere trascurata, con approssimazione comunque sufficiente, vista la distanza fra recettore e sorgente sonora (le navi all'ormeggio distano oltre 1 km)
- componente relativa alla distanza dalla sorgente: è stata ritenuta inapplicabile poiché nel caso in esame la misura ha riguardato immissioni provenienti da numerose sorgenti sia localizzate (e a distanze da pochi metri a diverse centinaia di metri dal microfono) sia sostanzialmente diffuse (rumorosità d'area di medio - lungo raggio proveniente dal complesso urbano limitrofo alle aree monitorate);
- componente relativa all'altezza dal suolo: l'entità di tale componente è stata ritenuta poco rilevante (in relazione alla morfologia dei luoghi) per la maggior parte dei punti di misura; per quanto riguarda il punto di misura R4, infine, si ritiene che non sia immediatamente applicabile la procedura di stima di cui alla UNI/TR 11326:2009.

Pertanto l'incertezza  $u$  dei dati di Leq ponderato A a banda larga misurati (Leq orario, LeqD e LeqN giornalieri dal monitoraggio in continuo, Leq su tempo breve da misure spot) è pari a 0,56 dBA, conseguentemente l'incertezza estesa (fattore di copertura 2) vale 1,1 dBA.

Come precedentemente già esposto, l'elaborazione dei livelli misurati con il monitoraggio in continuo ha compreso anche il calcolo dei valori di LeqD e LeqN logicamente medi per i giorni feriali, sabato e domenica<sup>5</sup>.

Assumendo in ipotesi che i diversi valori di LeqD (o LeqN) nei diversi giorni monitorati non siano correlati fra loro e osservando che i singoli valori fonometrici sono tutti affetti dalla medesima incertezza  $u$ , già valutata, allora l'incertezza  $u_L$  sui valori di LeqD e LeqN medio può essere valutata applicando direttamente la legge di propagazione delle incertezze (UNI/TR 11326:2009) alla formula per la media logaritmica dei livelli, ottenendo:

$$u_L^2 = \frac{\sum_i (10^{0,1L_{TRi}})^2}{\left[ \sum_i 10^{0,1L_{TRi}} \right]^2} u^2$$

---

<sup>5</sup> Con l'eccezione del solo caso di R1 dove si ha un solo dato per sabato e domenica e, quindi, la media è stata eseguita unicamente per i giorni feriali.

Quindi per i diversi siti di misura le incertezze associate ai valori misurati e ai valori medi di Leq banda larga ponderato A sono riassunti in Tabella 4, dove si riporta anche la corrispondente incertezza estesa con fattore di copertura pari a 2 e livello di confidenza stimato nel 95%.

Sito	Grandezza	Incertezza (dBA)	Inc. estesa (dBA)
R1	LeqD log. medio feriale	0,29	± 0,6
	LeqN log. medio feriale	0,29	± 0,6
	LeqD sabato	0,56	± 1,1
	LeqN sabato	0,56	± 1,1
	LeqD domenica	0,56	± 1,1
	LeqN domenica	0,56	± 1,1
R5	LeqD log. medio feriale	0,23	± 0,5
	LeqN log. medio feriale	0,23	± 0,5
	LeqD log. medio sabato	0,40	± 0,8
	LeqN log. medio sabato	0,40	± 0,8
	LeqD log. medio domenica	0,40	± 0,8
	LeqN log. medio domenica	0,41	± 0,8
R6	LeqD log. medio feriale	0,24	± 0,5
	LeqN log. medio feriale	0,23	± 0,5
	LeqD log. medio sabato	0,40	± 0,8
	LeqN log. medio sabato	0,40	± 0,8
	LeqD log. medio domenica	0,44	± 0,9
	LeqN log. medio domenica	0,44	± 0,9
<b>Tutti i siti</b>	Leq su tempo breve	0,56	± 1,1

**Tabella 4** Incertezza ed incertezza estesa associate ai valori di Leq banda larga ponderati A

Va osservato che l'ipotesi di livelli LeqD e LeqN giornalieri non correlati, per quanto riguarda i dati monitorati in continuo, potrebbe essere non del tutto corretta per i seguenti motivi: nel caso di R1 si verifica la presenza di immissioni acustiche dovute alle navi all'ormeggio, con un tempo di stazionamento superiore ad un singolo giorno; in tutti e tre i casi, inoltre, il rilievo in continuo avviene ovviamente sempre con lo stesso strumento e questo potrebbe portare ad un certo grado di correlazione fra i singoli livelli orari monitorati nello stesso sito. Una possibile valutazione approssimata dell'effetto di eventuali correlazioni porta a stimare un incremento massimo dell'incertezza sui valori medi logaritmici sino a  $\sim 0,4 \div 0,5$  dBA (con incertezze estese incrementate sino a  $\sim 0,8 \div 1$  dBA). Si ritiene comunque ragionevole assumere come valori di riferimento per l'incertezza quelli riportati nella precedente Tabella 4.

#### **Valutazione dell'incertezza delle coordinate Gauss - Boaga dei punti di misura**

Fra i fattori che contribuiscono all'incertezza delle coordinate che individuano la posizione della misura fonometrica vi è il fatto che difficilmente l'individuazione del punto di misura sulla cartografia coincide con la reale posizione del rilievo fonometrico.

La procedura con cui sono state determinate le coordinate è consistita nella ricostruzione in ufficio, tramite software Geomedia, dell'ubicazione della postazione di misura precedentemente segnata in campo su stralcio cartografico.

Nell'ipotesi di una distribuzione di probabilità rettangolare (tutti i valori fra i limiti di variabilità sono equiprobabili), in coerenza con quanto prospettato nella norma UNI CEI ENV 13005:2000 e ipotizzando per i siti di misura R1, R2, R3, R5, R6, R7, R8, R9 e R10 uno scarto massimo di circa 5 m si valuta una incertezza su ciascuna coordinata Gauss Boaga pari a ~ 1,4 m (e una corrispondente incertezza estesa pari a ~ 3 m, con fattore di copertura 2).

Nel caso del sito R4 l'individuazione delle coordinate del punto di misura è stata resa molto difficoltosa dalle trasformazioni avvenute in zona, che hanno alterato la morfologia dei luoghi rispetto alla cartografia utilizzata. Pertanto si è ritenuto non opportuno procedere alla valutazione dell'incertezza connessa a coordinate che hanno un mero valore indicativo.

#### 4. Risultati della campagna di misure: sintesi

Di seguito si riportano le conclusioni generali deducibili dall'analisi dei risultati di tutti i monitoraggi effettuati. Nel capitolo successivo si riporta l'analisi di dettaglio per ogni sito di misura.

##### Monitoraggio in continuo

Nelle Tabelle 5, 6 e 7 sono riportati i livelli per i giorni medio (logaritmicamente) feriale, sabato, domenica, nei periodi di riferimento, per gli indicatori individuati dalla normativa italiana (D.P.C.M. 14.11.1997) ovvero i livelli equivalenti sui periodi diurno (LeqD) e notturno (LeqN), rispettivamente per i siti di monitoraggio R1, R5 e R6.

<b>Genova - Via Scarpanto - sito R1</b>			
<b>Livelli Leq<sub>TR</sub></b>			
	<b>Feriale medio</b>	<b>Sabato</b>	<b>Domenica*<sup>6</sup></b>
<b>LeqD</b>	56,3	55,4	55,3
<b>LeqN</b>	52,4	51,3	51,6

**Tabella 5** Livelli equivalenti sui tempi di riferimento

<b>Genova - Via Pieve di Teco - sito R5</b>			
<b>Livelli Leq<sub>TR</sub></b>			
	<b>Feriale medio</b>	<b>Sabato medio</b>	<b>Domenica media</b>
<b>LeqD</b>	60,2	58,6	58,7
<b>LeqN</b>	55,0	54,2	55,3

**Tabella 6** Livelli equivalenti sui tempi di riferimento

<b>Genova - Via de Mari - sito R6</b>			
<b>Livelli Leq<sub>TR</sub></b>			
	<b>Feriale medio</b>	<b>Sabato medio</b>	<b>Domenica media</b>
<b>LeqD</b>	57,6	55,6	57,6
<b>LeqN</b>	52,8	51,6	53,9

**Tabella 7** Livelli equivalenti sui tempi di riferimento

<sup>6</sup> Il dato domenicale è stato riportato per completezza, va però osservato che è stato ottenuto a partire da dati misurati in condizioni meteorologiche di leggera pioggia.

Il confronto dei valori riportati nella Tabelle 5, 6 e 7 con i valori della classificazione acustica comunale (classe III) evidenzia:

- il rispetto del valore limite Diurno nei siti R1 (Scarpanto) e R6 (De Mari) ed il sostanziale rispetto anche per il caso R5 (Pieve di Teco), con un solo leggero supero (0,2 dBA) per il caso feriale medio;
- il mancato rispetto, in tutti e tre i casi, del valore limite Notturno con superi compresi, a seconda dei casi, fra ~ 1 dBA e ~ 5 dBA.

Occorre precisare che i valori di Leq di cui sopra si riferiscono alla misura della rumorosità complessivamente presente nelle aree monitorate.

Si rimanda al successivo paragrafo 5 per considerazioni più dettagliate.

### Monitoraggio su tempo breve: sintesi

Nella Tabella 8 si riportano, per ogni sito di misura "spot", i valori del Leq e dei percentili L5, L10, L50 e L90 (dBA) misurati.

Sito	cod.	Periodo di Rif.	Leq	L5	L10	L50	L90
Scarpanto	R1	D	52,4	56,9	55,0	50,9	48,2
Scarpanto	R1	N	52,9	56,0	55,0	52,3	49,8
Scarpanto	R1	N	48,0	50,3	49,6	47,6	46,1
Scarpanto	R1	N	51,5	53,1	52,5	51,2	50,1
Vetta	R2	D	51,2	55,5	54,5	49,6	47,0
Vetta	R2	D	47,9	52,1	50,4	46,35	44,2
Vetta	R3	D	49,4	53,2	51,5	46,5	43,9
Fascia rispetto	R4	N	56,0	57,8	56,6	52,4	47,3
Pieve di Teco	R5	D	64,1	65,5	62,5	57,4	54,1
Pieve di Teco	R5	S <sup>7</sup>	58,5	62,5	58,5	53,2	49,6
De Mari	R6	D	65,6	70,2	62,1	56,7	53,8
Martiri Turchino	R7	D	57,6	60,8	59,6	56,7	54,8
Novella Ovest	R8	D	62,8	66,9	63,9	53,5	66,9
Novella Est	R9	D	56,5	60,2	57,1	47,5	44,3
Ungaretti	R10	D	49,5	54,0	52,0	47,0	44,5

Tabella 8

<sup>7</sup> Il rilievo è stato effettuato in orario tardo serale, in prossimità dell'inizio del periodo notturno.

## 5. Monitoraggio plurigiornaliero: analisi di dettaglio

### Sito di misura R1 (Scarpanto)

In Tabella 9 si riportano i valori di Leq orario (dBA) per il giorno feriale logaritmicamente medio e per il sabato e la domenica monitorati nel sito R1 (Scarpanto).

giorno	Feriale	Sabato	Domenica*
ora	Leq	Leq	Leq
0	54,9	51,3	50,9
1	51,5	51,4	50,8
2	51,4	51,0	51,2
3	51,5	52,0	51,8
4	51,4	50,9	54,1
5	51,1	51,1	51,2
6	55,1	52,9	52,8
7	56,9	53,4	53,8
8	55,9	53,2	54,3
9	54,0	54,5	54,4
10	58,3	53,7	52,6
11	57,0	54,8	56,1
12	55,3	58,1	54
13	56,5	54,9	53,1
14	58,7	54,0	53,1
15	56,9	55,6	53,5
16	54,7	59,0	53,8
17	56,9	55,6	59,5
18	56,3	52,3	56
19	56,7	59,1	60,6
20	55,0	51,3	51,2
21	52,9	54,8	52,1
22	53,6	51,6	50,7
23	52,3	51,1	51
<i>LeqD</i>	<i>56,3</i>	<i>55,4</i>	<i>55,3</i>
<i>LeqN</i>	<i>52,4</i>	<i>51,3</i>	<i>51,6</i>

Tabella 9 Monitoraggio in continuo nel sito R1 (Scarpanto) - Livelli equivalenti orari (dBA)

In Figura 4 si riporta l'evoluzione temporale dei livelli di Leq orario (dBA) per il giorno feriale medio, per il sabato e per la domenica già riportati numericamente in Tabella 9.

L'evoluzione temporale dei livelli Leq orario di Tabella 9, alla luce dell'analisi dei valori misurati dei livelli percentili Ln, evidenzia il notevole peso di eventi rumorosi locali, anche di breve durata, nella formazione del Leq. Allo stesso tempo, mostra l'assenza per l'area in esame di una sorgente sonora capace di condizionare in modo determinante il clima acustico in termini energetici, diversamente da quanto accade, ad esempio, in prossimità di strade ad intenso traffico veicolare.

L'area considerata, in effetti, per caratteristiche morfologiche e di urbanizzazione, è poco investita da immissioni sonore da traffico persistenti ed intense, come invece accade in molte altre parti di Genova, ed il clima acustico risulta invece influenzato, in termini di Leq, soprattutto da eventi a

carattere estremamente locale e per lo più sporadici (ad esempio la chiusura delle portiere delle auto nel piccolo parcheggio condominiale sottostante).

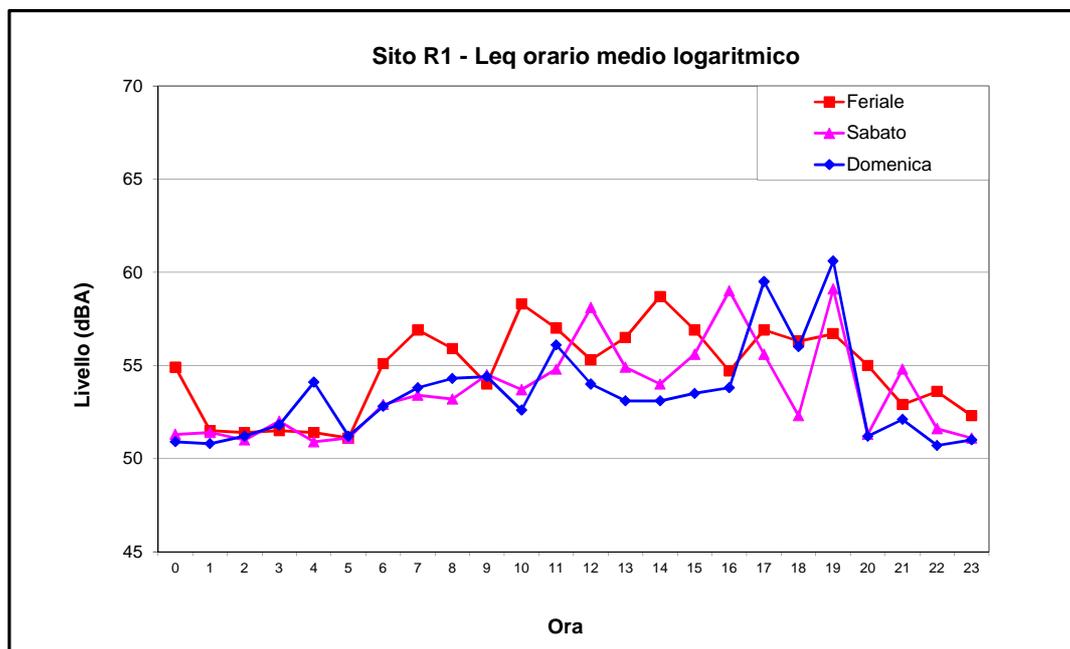


Figura 4 Evoluzione temporale del Leq orario (dBA) nei giorni feriale tipo, sabato, domenica – sito R1

Il contributo acustico delle immissioni rumorose connesse alle navi ormeggiate (motori, gruppi elettrogeni) non è particolarmente evidente a livello di Leq ma è meglio discriminabile in termini dei livelli percentili descrittivi della rumorosità di fondo, quali L99.

Come già verificato in un precedente studio riguardante la rumorosità sull'abitato delle navi all'ormeggio e relativi impianti attivi per il caso del Porto Petroli, il tipico effetto di questo tipo di immissioni sonore sui recettori urbani è una eventuale alterazione della rumorosità di fondo. Questo effetto, di solito più rilevante nelle bande 1/3 di ottava nella parte medio bassa dello spettro, diventa particolarmente sensibile quando si è in presenza di un rumore di fondo "residuo" poco elevato, condizione che si può verificare soprattutto in zone residenziali lontane dalla viabilità principale e in genere, un po' per tutte le situazioni urbanizzate, nelle ore centrali della notte.

Restrignendo l'analisi dei valori notturni del livello percentile L99 alla fascia oraria 0 ÷ 6 (ore in cui ci si attende che il clima acustico sia meno perturbato dal rumore da traffico, antropico locale e da eventi accidentali), il valore medio aritmetico di L99 (su tutti i giorni monitorati) è pari a 45,6 dBA (con deviazione standard 1,5 dBA): in prima approssimazione, questo valore può essere considerato indicativo del contributo sonoro dovuto agli impianti in funzione delle navi all'ormeggio.

### Sito di misura R5 (Pieve di Teco)

In Tabella 10 si riportano i valori di Leq orario (dBA) per i giorni feriali, sabato e domenica medi logaritmici.

giorno	Feriale	Sabato	Domenica
ora	Leq	Leq	Leq
0	54,6	54,7	58,4
1	53,0	53,9	56,2
2	53,7	53,0	52,9
3	54,8	52,8	54,0
4	54,4	52,3	51,5
5	56,8	55,8	51,9
6	57,1	55,2	53,0
7	60,4	60,1	57,5
8	60,3	59,1	57,3
9	59,5	57,9	64,0
10	59,6	58,5	59,5
11	59,5	59,7	59,1
12	58,8	59,9	58,1
13	60,8	57,5	57,3
14	61,5	59,8	56,8
15	61,9	59,8	57,0
16	60,0	58,6	56,8
17	61,9	58,1	58,6
18	61,3	59,4	58,2
19	61,0	58,5	58,4
20	58,4	57,5	60,3
21	57,4	55,4	57,2
22	56,3	55,7	56,7
23	55,1	54,3	56,1
<i>LeqD</i>	<b>60,2</b>	<b>58,6</b>	<b>58,7</b>
<i>LeqN</i>	<b>55,0</b>	<b>54,2</b>	<b>55,3</b>

Tabella 10 Monitoraggio in continuo nel sito R5 (Pieve di Teco) - Livelli equivalenti orari (dBA)

In Figura 5 si riporta l'evoluzione temporale dei livelli di Leq orario (dBA) per il giorno feriale medio, per il sabato e per la domenica già riportati numericamente in Tabella 10.

Il contributo acustico delle immissioni rumorose connesse alla movimentazione dei container non risulta particolarmente evidente a livello di Leq orario, che sembra influenzato primariamente dalla rumorosità complessiva dell'area, fra cui il rumore da traffico sulla vicina Aurelia e il traffico ferroviario.

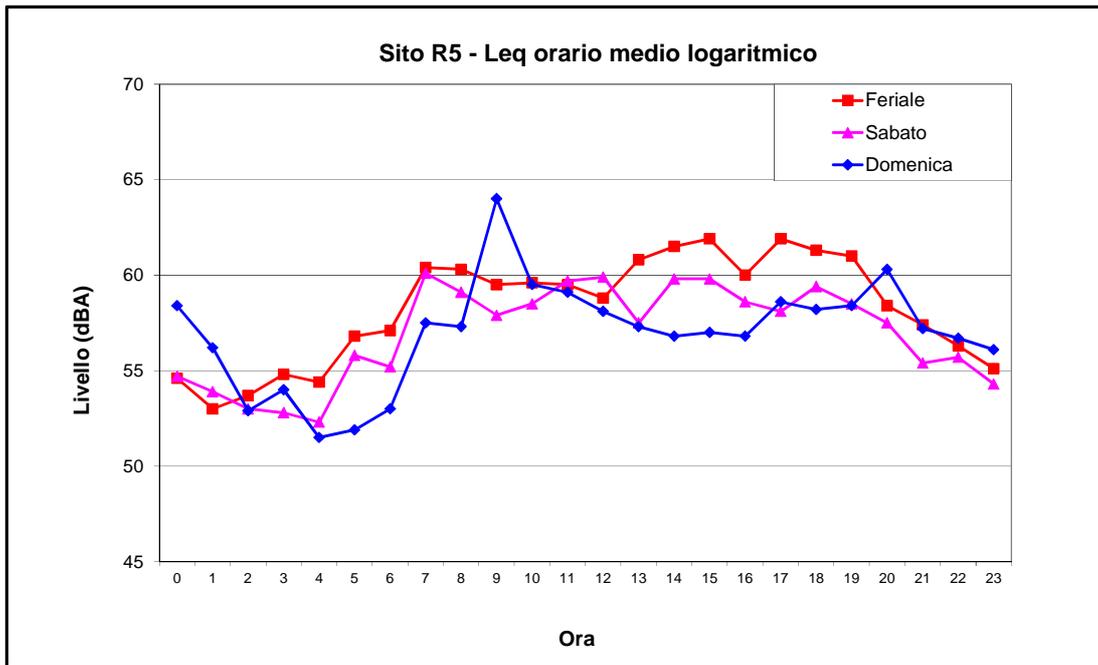


Figura 5 Evoluzione temporale del Leq orario (dBA) nei giorni feriale tipo, sabato, domenica – sito R5

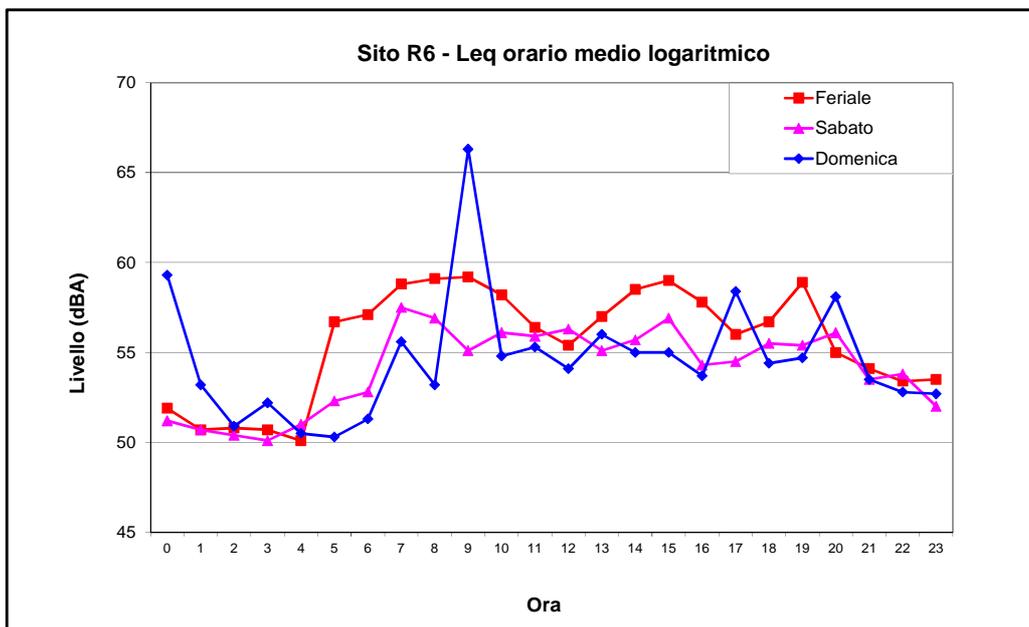


Figura 6 Evoluzione temporale del Leq orario (dBA) nei giorni feriale tipo, sabato, domenica – sito R6

### Sito di misura R6 (De Mari)

In Tabella 11 si riportano i valori di Leq orario (dBA) per giorni feriale, sabato e domenica medi logaritmici. In Figura 6 si riporta l'evoluzione temporale dei livelli di Leq orario (dBA) per il giorno feriale medio, per il sabato e per la domenica già riportati numericamente in Tabella 11.

Anche per questo sito, il contributo acustico delle immissioni rumorose connesse alla movimentazione dei container non risulta particolarmente evidente a livello di Leq orario, che sembra influenzato primariamente dalla rumorosità complessiva dell'area, fra cui il rumore da traffico sulla vicina Aurelia, il traffico ferroviario, traffico locale.

<b>giorno</b>	<b>Feriale</b>	<b>Sabato</b>	<b>Domenica</b>
<b>ora</b>	<b>Leq</b>	<b>Leq</b>	<b>Leq</b>
<b>0</b>	51,9	51,2	59,3
<b>1</b>	50,7	50,7	53,2
<b>2</b>	50,8	50,4	50,9
<b>3</b>	50,7	50,1	52,2
<b>4</b>	50,1	51,0	50,5
<b>5</b>	56,7	52,3	50,3
<b>6</b>	57,1	52,8	51,3
<b>7</b>	58,8	57,5	55,6
<b>8</b>	59,1	56,9	53,2
<b>9</b>	59,2	55,1	66,3
<b>10</b>	58,2	56,1	54,8
<b>11</b>	56,4	55,9	55,3
<b>12</b>	55,4	56,3	54,1
<b>13</b>	57,0	55,1	56,0
<b>14</b>	58,5	55,7	55,0
<b>15</b>	59,0	56,9	55,0
<b>16</b>	57,8	54,3	53,7
<b>17</b>	56,0	54,5	58,4
<b>18</b>	56,7	55,5	54,4
<b>19</b>	58,9	55,4	54,7
<b>20</b>	55,0	56,1	58,1
<b>21</b>	54,1	53,5	53,5
<b>22</b>	53,4	53,8	52,8
<b>23</b>	53,5	52,0	52,7
<b>LeqD</b>	<b>57,6</b>	<b>55,6</b>	<b>57,6</b>
<b>LeqN</b>	<b>52,8</b>	<b>51,6</b>	<b>53,9</b>

**Tabella 11** Monitoraggio in continuo nel sito R6 (De Mari) - Livelli equivalenti orari (dBA)

Può essere utile confrontare i risultati ottenuti con questi monitoraggi in continuo con quanto a suo tempo (1998) rilevato a non eccessiva distanza, anzi in posizione intermedia fra i siti R5 e R6 da un lato e R1 dall'altro, con una campagna di monitoraggio plurigiornaliero. Il monitoraggio pregresso in questione aveva interessato Via Prà, tratto dell'Aurelia percorso da flussi veicolari ingenti, che nelle ore di punta nel tratto considerato, approssimativamente fra la vecchia stazione F.S. e Piazza Sciesa, divengono imponenti con frequenti situazioni di rallentamento ed ingorgo.

Il sito di misura (coordinate Gauss Boaga 1482250, 4919400) era a bordo strada, il fonometro era alloggiato in un mezzo mobile in dotazione al Centro Operativo Provinciale (COP) ed il microfono risultava a circa 4 metri da terra.

Come strumentazione era stato utilizzato l'analizzatore LD 870, i parametri acustici rilevati erano Leq e livelli percentili Ln su base oraria ponderati A (dBA). Rispetto alla situazione attuale, una

differenza significativa era la presenza, in allora, del traffico ferroviario sul vecchio tracciato ora dismesso.

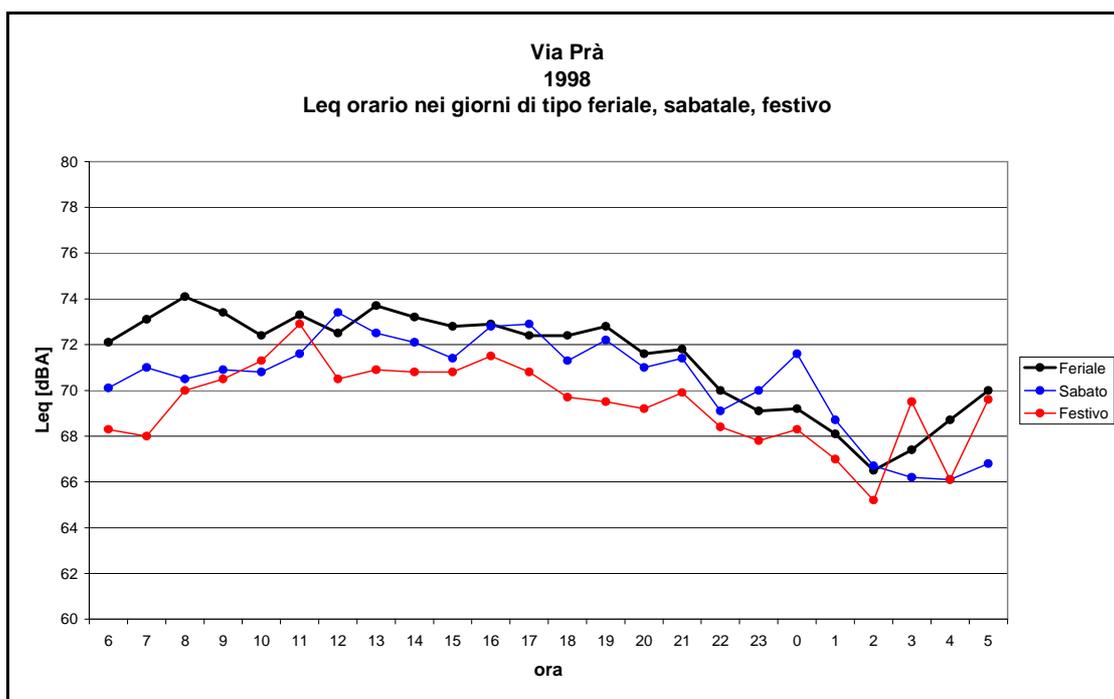
Nella Tabella 12 sono riportati i livelli (dBA) per i giorni tipo (feriale, sabato e festivo) e sui periodi di riferimento, per gli indicatori individuati dalla normativa italiana (D.P.C.M. 14.11.1997) ovvero i livelli equivalenti sui periodi diurno (LeqD) e notturno (LeqN).

I valori risultano nettamente superiori a quanto rilevato nei siti R1, R5 e R6.

<b>Via Prà - livelli medi logaritmici (1998)</b>			
	<b>feriale</b>	<b>sabato</b>	<b>festivo</b>
<b>LeqD</b>	72,8	71,7	70,4
<b>LeqN</b>	68,8	68,6	68,0

**Tabella 12** Livelli equivalenti nei giorni tipo e nei tempi di riferimento per il sito di Via Prà

Nella Figura 7 si riportano i grafici dell'evoluzione temporale del Leq orario elaborato per i tre giorni tipo, che presentano gli andamenti tipicamente riscontrabili nei siti con prevalenza di rumore da traffico urbano intenso.



**Figura 7** Evoluzione temporale del Leq orario (dBA) nei giorni feriale tipo, sabato, domenica - sito di Via Prà

Rispetto agli analoghi grafici relativi al sito R1 (Fig. 4) si rileva una notevole differenza anche a livello qualitativo, che testimonia la modesta rilevanza della sorgente "traffico" per la postazione di Via Scarpanto. Meno marcate sono invece le differenze con i grafici relativi ai siti R5 e R6 (Figg. 5 e 6), maggiormente interessati dalla rumorosità da traffico veicolare rispetto al sito R1.

## 6. Misure su tempo breve: analisi di dettaglio

### Subarea Pegli - Scarpanto

Nelle Tabelle 13 e 14 si riportano i valori di Leq e Ln (dBA) rilevati su tempo breve, rispettivamente in orario diurno e notturno.

Data	Sito	Luogo	Tm	Leq	L1	L5	L10	L50	L90	L95	L99
13.12.2010	R1	Scarpanto	~ 10'	52,4	59,1	56,9	55,0	50,9	48,2	47,4	45,8
13.12.2010	R2	Vetta	~ 11'	51,2	56,9	55,5	54,5	49,6	47,0	46,4	45,3
19.09.2011	R2	Vetta	~ 24'	47,9	55,47	52,06	50,42	46,25	44,32	43,92	43,33
13.12.2010	R3	Vetta	~ 14'	49,4	58,3	53,2	51,5	46,5	43,9	43,4	42,3

**Tabella 13** Valori di Leq e Ln a banda larga ponderato A (dBA) rilevati nella campagna di misure spot su tempo breve in orario diurno e nella subarea Pegli - Scarpanto

Data	Sito	Luogo	Tm	Leq	L1	L5	L10	L50	L90	L95	L99
13/12/2010	R1	Scarpanto	~ 5'	52,9	57,7	56,0	55,0	52,3	49,8	49,1	48,3
13/12/2010	R4	Fascia R.	~ 15'	56,0	68,9	57,8	56,6	52,4	47,3	45,0	43,0
28/02/2011	R1	Scarpanto	~ 15'	48,0	51,6	50,3	49,6	47,6	46,1	45,7	45,1
02/05/2011	R1	Scarpanto	~ 16'	51,5	55,2	53,1	52,5	51,2	50,1	49,8	49,1

**Tabella 14** Valori di Leq e Ln a banda larga ponderato A (dBA) rilevati nella campagna di misure spot su tempo breve in orario notturno e nella subarea Pegli - Scarpanto

I valori di Leq su tempo breve riportati nelle Tabelle 13 e 14 risultano indicativi, per i siti monitorati, di una rumorosità ambientale sostanzialmente nei limiti per quanto riguarda il periodo Diurno e con possibilità di supero dei limiti stessi nel periodo Notturno.

Nel seguito si riportano, per ogni sito di misura su tempo breve, i grafici<sup>8</sup> relativi a:

- evoluzione temporale (time history) dei livelli short Leq su 0,125s (oppure 1 s) e del livello equivalente progressivo misurati in periodo diurno: Figure 8 ÷ 11;
- evoluzione temporale (time history) dei livelli short Leq su 0,125s e del livello equivalente progressivo misurati in periodo notturno: Figure 16 ÷ 20;
- multispettro in banda 1/3 d'ottava dello short Leq su 1 s in ponderazione lineare in forma di sonogramma misurati in periodo diurno (Figure 12 e 13) o, alternativamente, dello spettro medio aritmetico di tutti gli spettri "short" e dello spettro complessivo sul tempo di misura, sempre in periodo diurno (Figura 14);
- spettro dei percentili statistici<sup>9</sup> dei singoli valori di short Leq rilevati all'interno di alcune misure su tempo breve (Figura 15);
- multispettro in banda 1/3 d'ottava dello short Leq su 1 s in ponderazione lineare in forma di sonogramma misurati in periodo notturno: Figure 21 ÷ 24).

I grafici riportati nelle figure 8 ÷ 24 evidenziano che il fenomeno "nave all'ormeggio" si caratterizza con livelli sonori approssimativamente costanti (short Leq quasi stazionari) in determinate bande di frequenza 1/3 di ottava e, come livelli Leq a banda larga, costituisce di fatto un contributo sensibile alla rumorosità stazionaria di fondo. Il fenomeno, come è lecito attendersi, è maggiormente avvertibile durante le ore notturne. Le principali componenti spettrali del Leq interessate da immissioni portuali sono quelle a bassa frequenza, principalmente, nei casi esaminati, a 40 Hz e 80 Hz. Va però osservato che non tutte le navi producono gli stessi effetti in termini di livelli di banda (v. ad esempio di casi nettamente diversi di cui alle Fig. 22, 23 e 24).

<sup>8</sup> La maggior parte dei grafici presentati nel seguito di questa relazione relativi a time history di short Leq e tutti i sonogrammi sono stati realizzati con il software Noise & Vibration Works.

<sup>9</sup> I percentili statistici di Leq 1" non vanno confusi con i livelli percentili Ln. Il k - esimo percentile statistico, infatti, identifica il valore di Leq 1" che risulta superiore al k% dei livelli Leq 1" misurati.

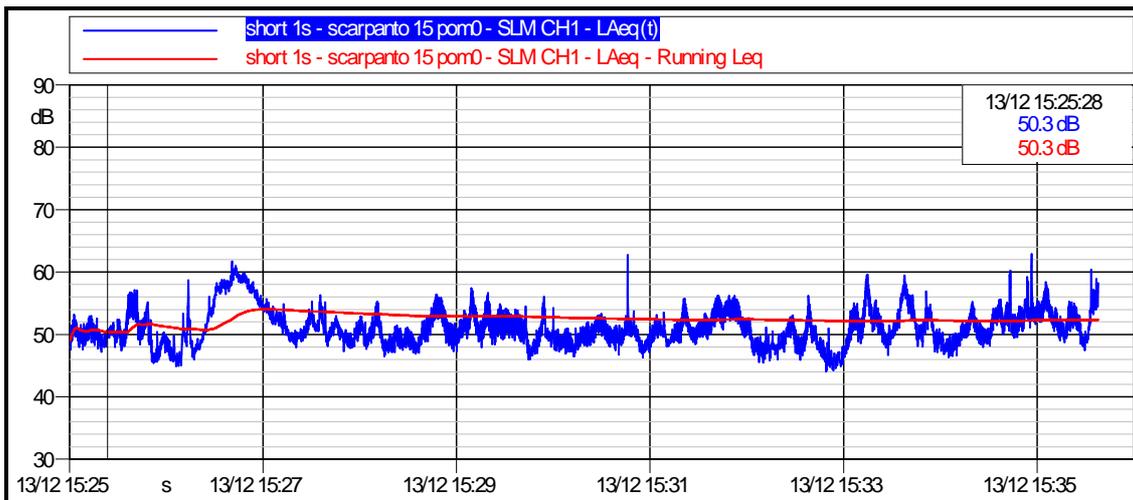


Figura 8 Sito R1 - Via Scarpanto (13.12.2010), orario diurno - Evoluzione temporale dello short Leq 0.125 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)

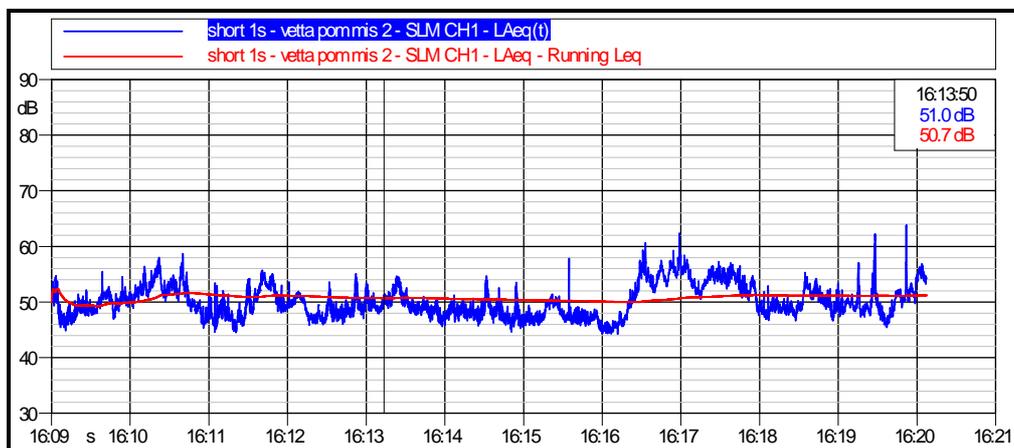


Figura 9 Sito R2 - Vetta (13.12.2010), orario diurno - Evoluzione temporale dello short Leq 0.125 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)

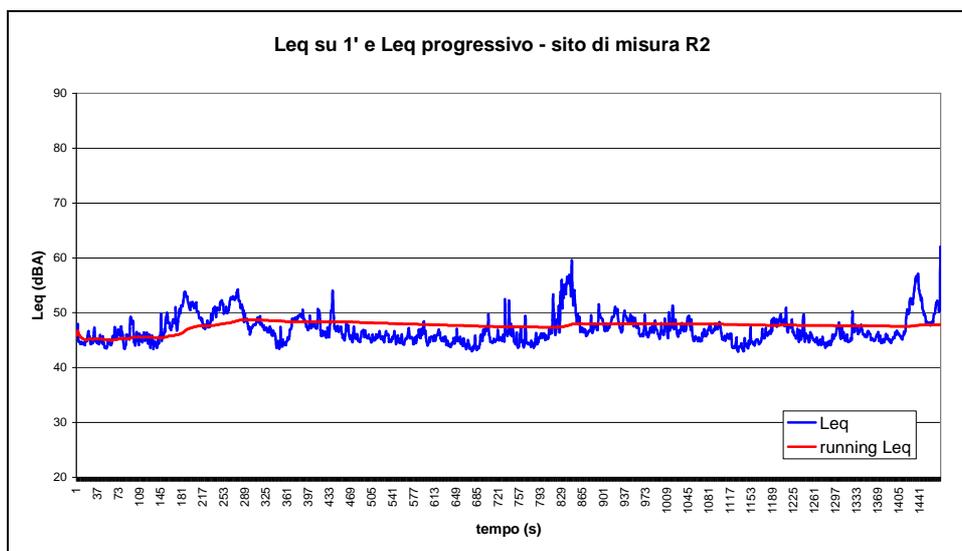
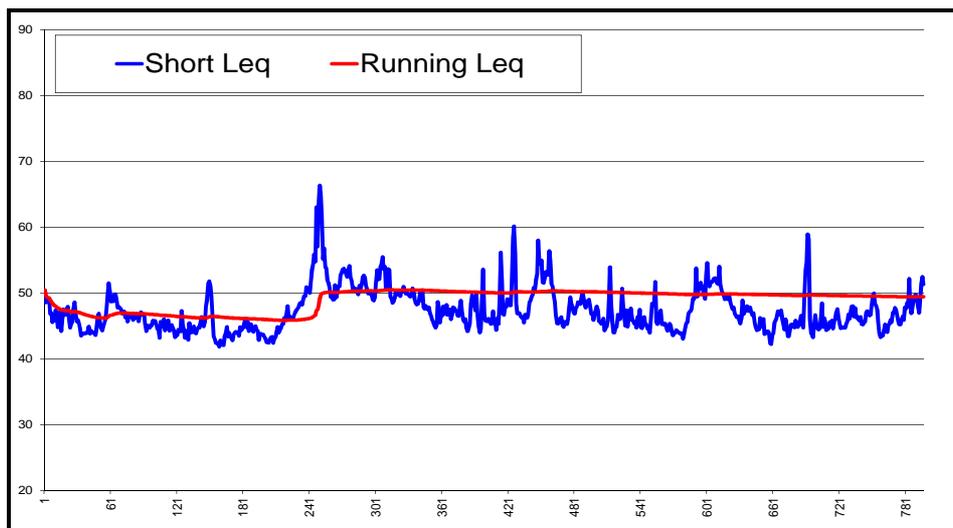
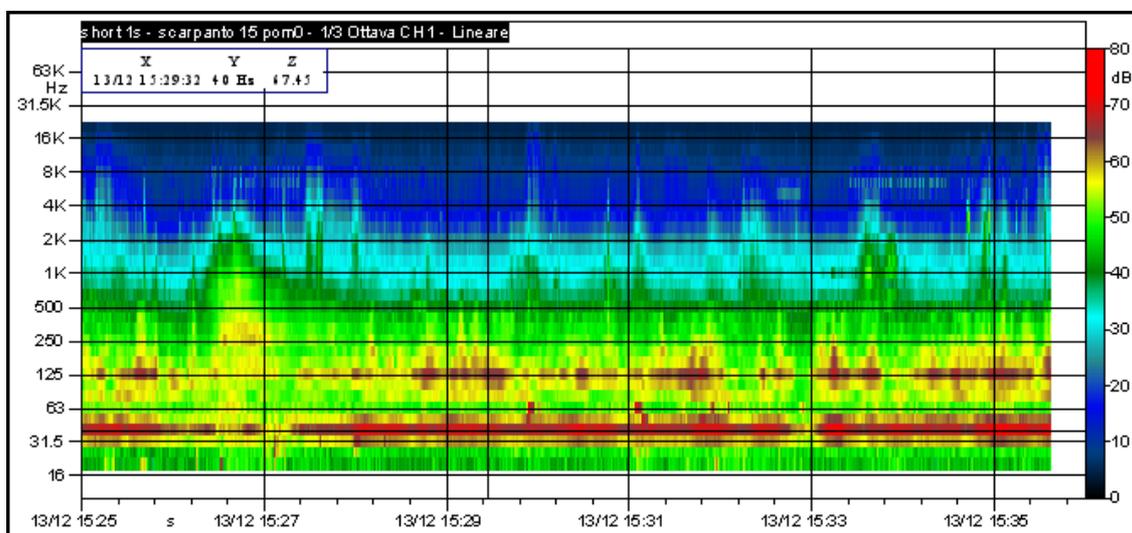


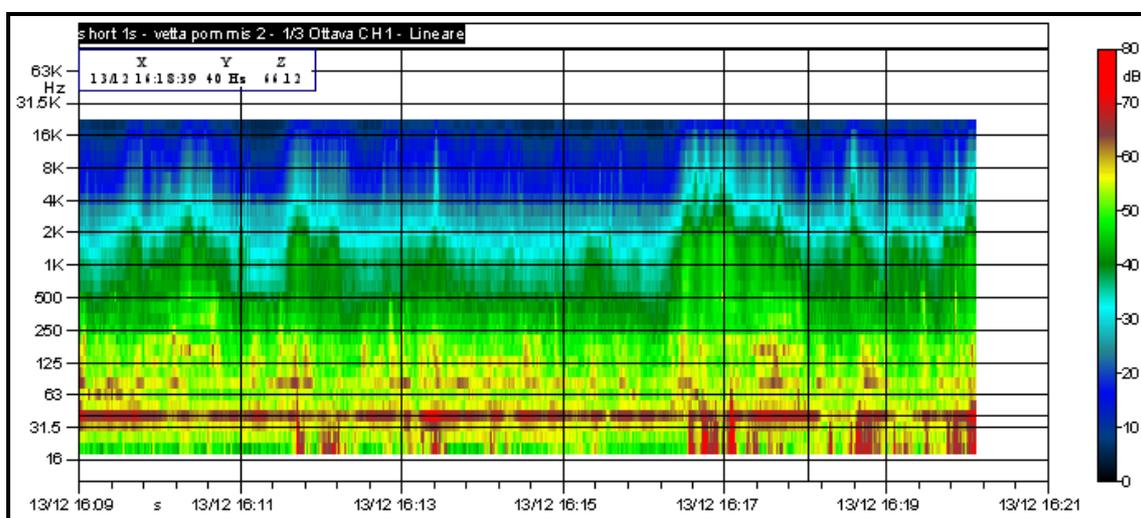
Figura 10 Sito R2 - Vetta (19.09.2011), orario diurno - Evoluzione temporale dello short Leq 1 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)



**Figura 11** Sito R3 - Vetta (13.12.2010), orario diurno - Evoluzione temporale dello short Leq 1 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)



**Figura 12** Sito R1 - Via Scarpanto (13.12.2010), orario diurno - Sonogramma dello short Leq 1 s (ponderazione lineare, dB)



**Figura 13** Sito R2 - Vetta (13.12.2010), orario diurno - Sonogramma dello short Leq 1 s (ponderazione lineare, dB)

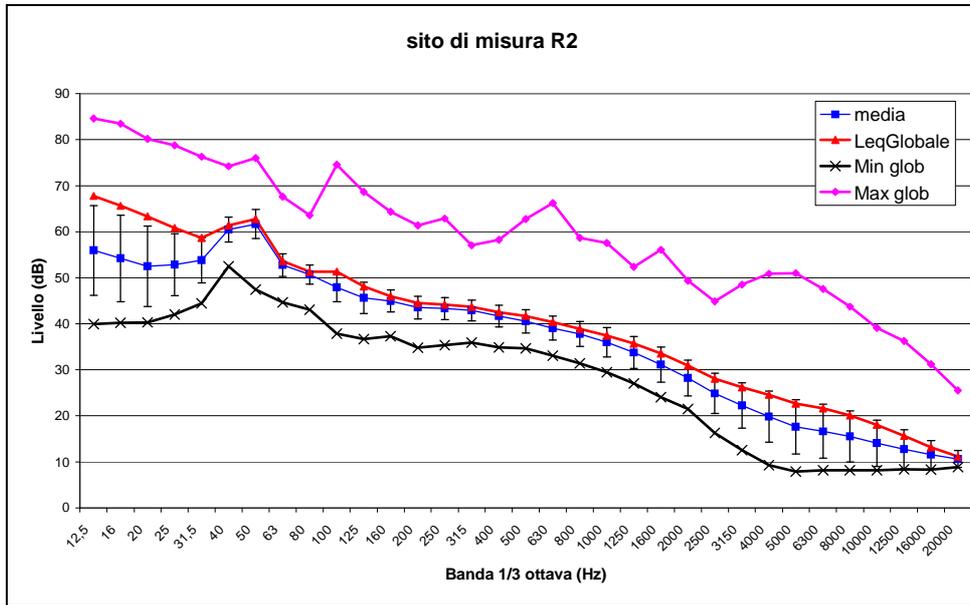


Figura 14 Sito R2 – Vetta (19.09.2011), orario pomeridiano – Confronto fra spettro globale misurato sul periodo di misura e lo spettro medio (aritmetico) degli spettri su 1 s (e deviazione standard) e gli spettri massimi e minimi – Ponderazione lineare, dB

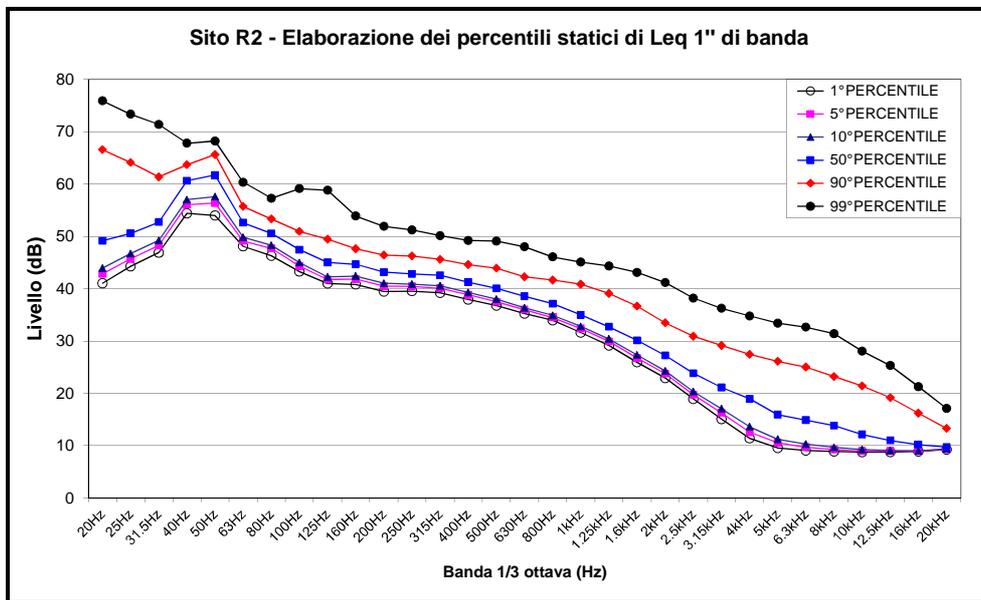


Figura 15 Sito R2 – Vetta (19.09.2011), orario pomeridiano – spettro dei percentili statistici dei singoli valori di short Leq rilevati all'interno della misura su tempo breve – Ponderazione lineare, dB

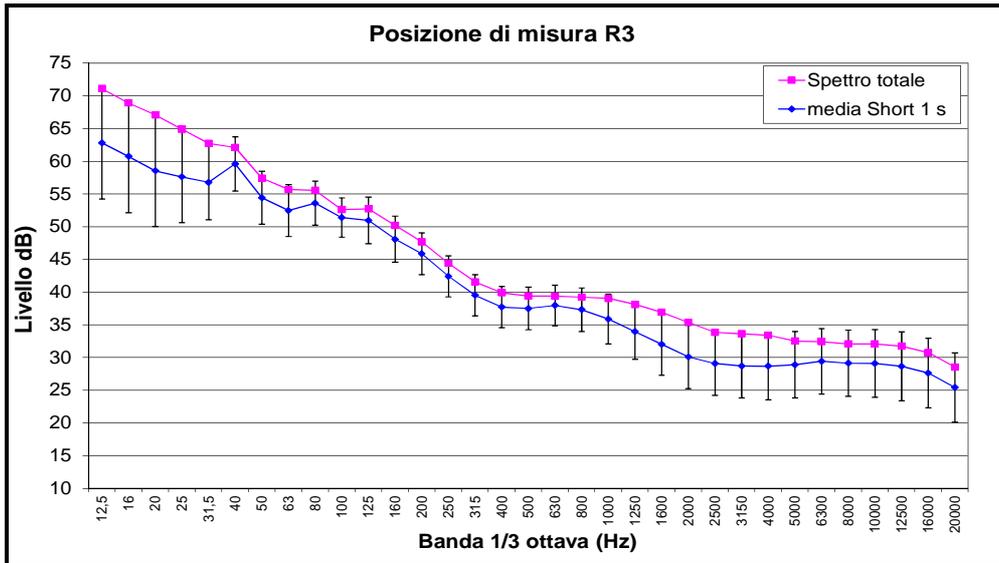


Figura 16 Sito R3 – Vetta (13.12.2010), orario diurno – Confronto fra spettro globale misurato sul periodo di misura e lo spettro medio (aritmetico) degli spettri su 1 s (e deviazione standard) – Ponderazione lineare, dB

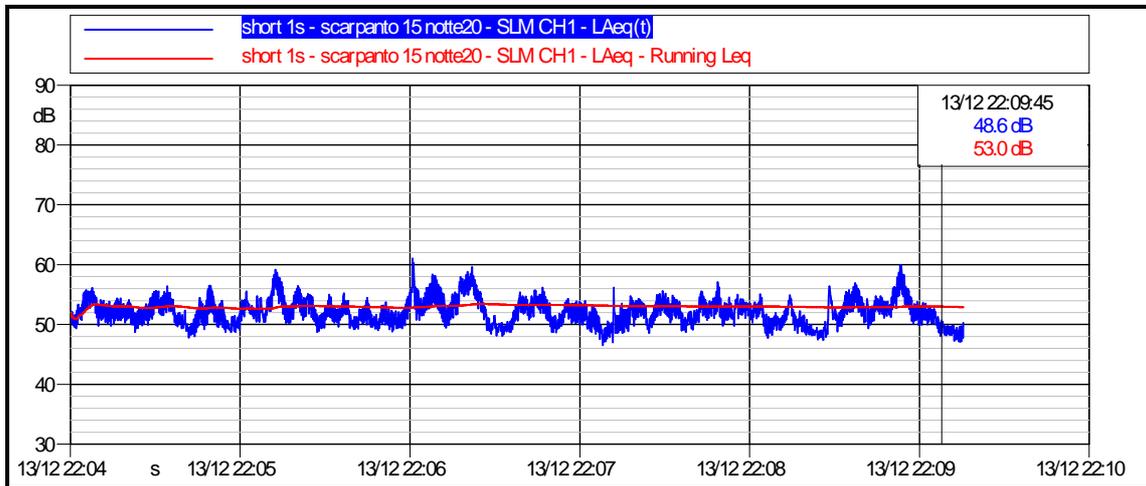


Figura 17 Sito R1 – Via Scarpanto (13.12.2010), orario notturno - Evoluzione temporale dello short Leq 0.125 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)

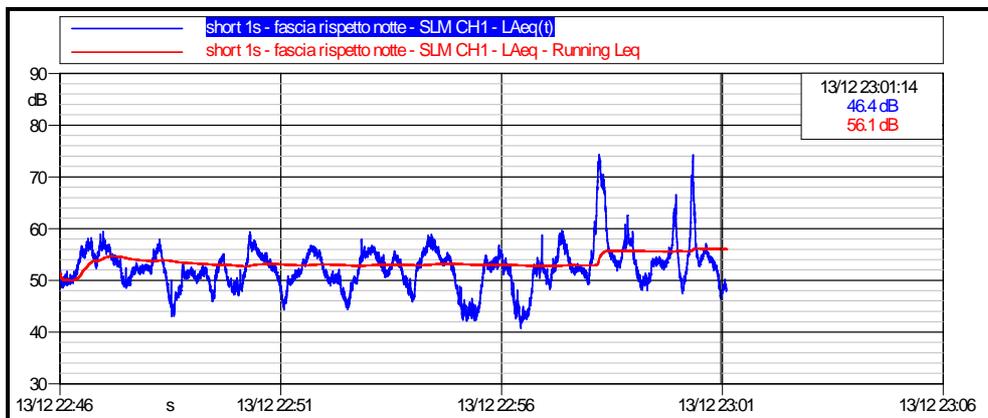


Figura 18 Sito R4 – Fascia di Rispetto (13.12.2010), orario notturno - Evoluzione temporale dello short Leq 0.125 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)

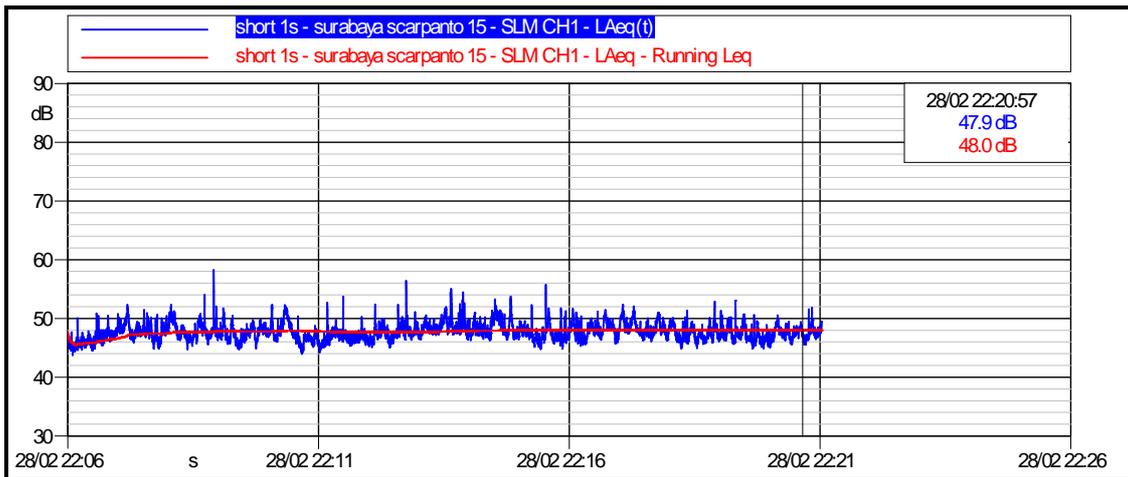


Figura 19 Sito R1 – Via Scarpanto (28.02.2011), orario notturno - Evoluzione temporale dello short Leq 0.125 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)

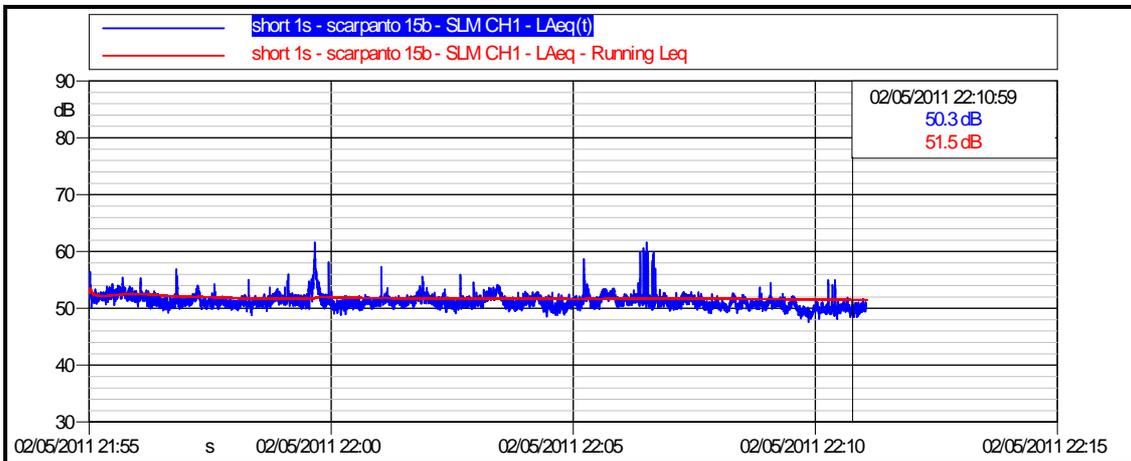


Figura 20 Sito R1 – Via Scarpanto (02.05.2011), orario notturno - Evoluzione temporale dello short Leq 0.125 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)

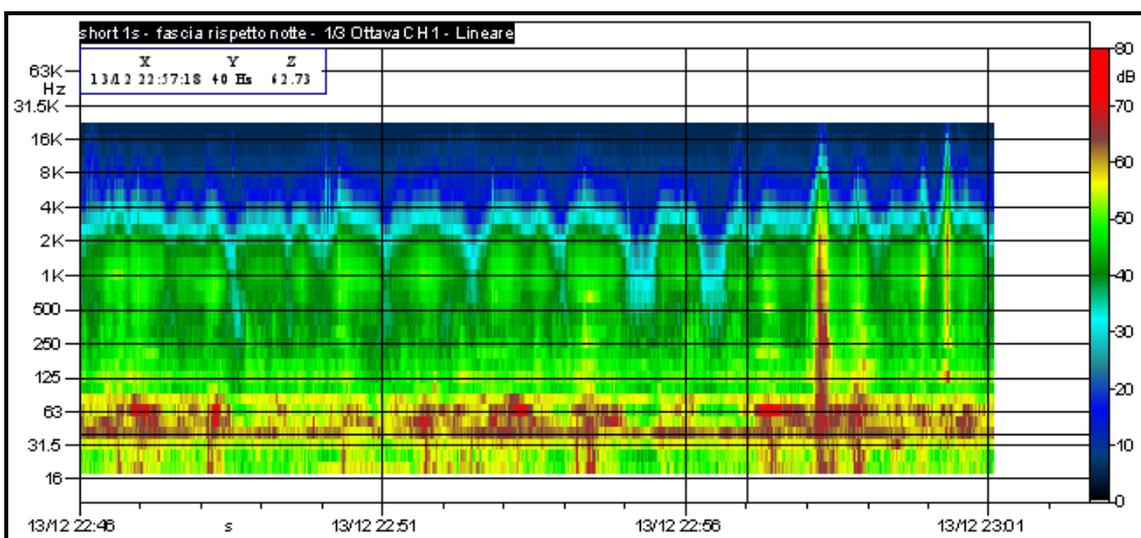


Figura 21 Sito R4 – Fascia di Rispetto (13.12.2010), orario notturno - Sonogramma dello short Leq 1 s (ponderazione lineare, dB)

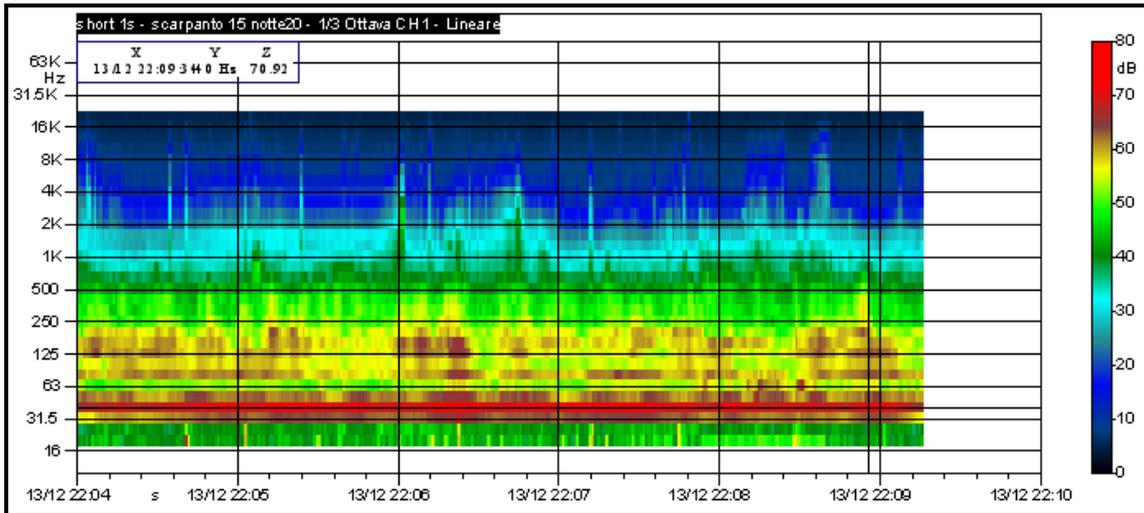


Figura 22 Sito R1 – Via Scarpanto (13.12.2010), orario notturno - Sonogramma dello short Leq 1 s (ponderazione lineare, dB)

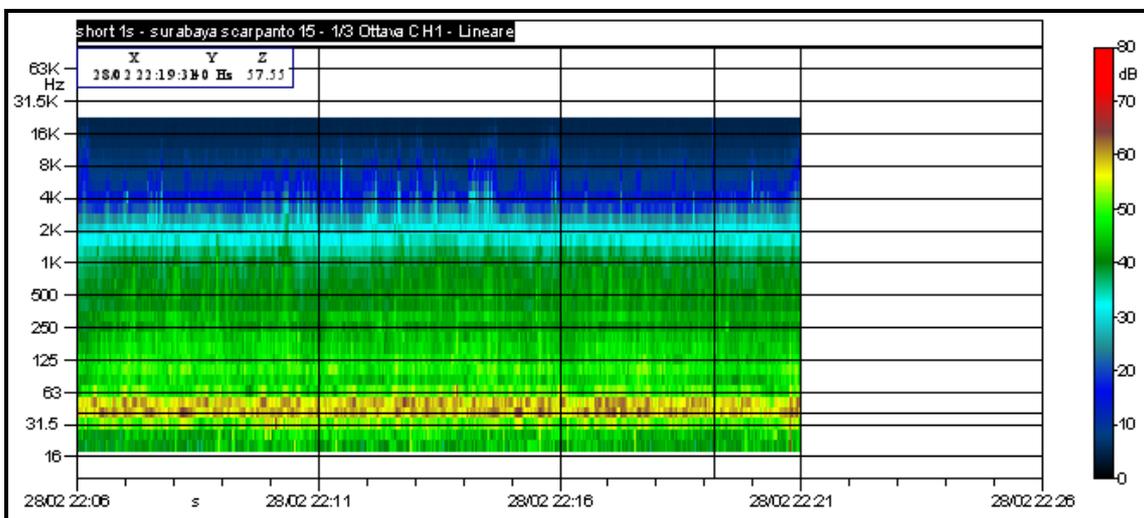


Figura 23 Sito R1 – Via Scarpanto (28.02.2011), orario notturno - Sonogramma dello short Leq 1 s (ponderazione lineare, dB)

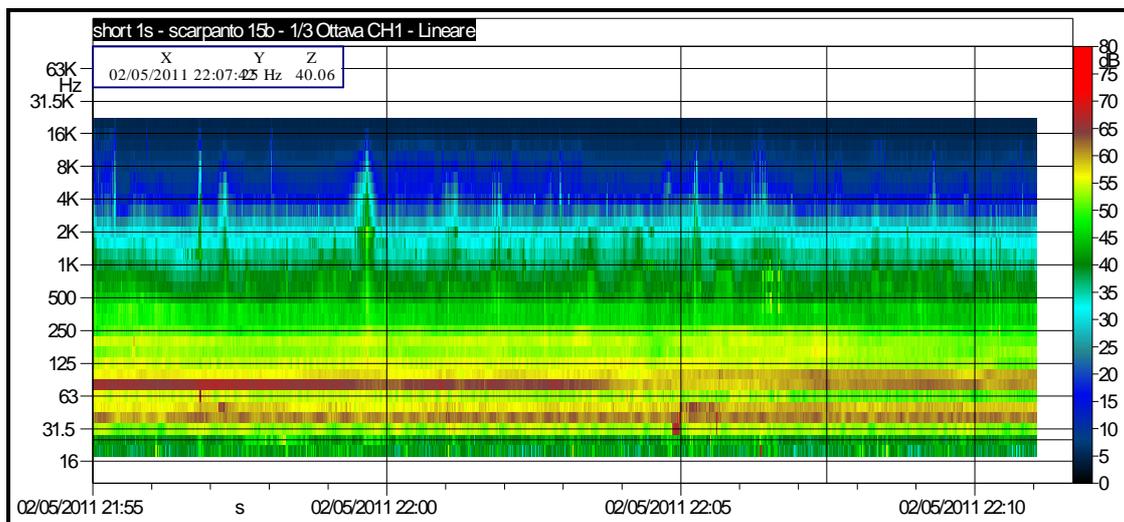


Figura 24 Sito R1 – Via Scarpanto (02.05.2011), orario notturno - Sonogramma dello short Leq 1 s (ponderazione lineare, dB)

## Subarea Prà - Palmaro

In Tabella 15 si riportano i valori di Leq e Ln (dBA) rilevati su tempo breve in orario diurno.

Data	Sito	Luogo	Tm	Leq	L1	L5	L10	L50	L90	L95	L99
30.05.2011	R5	Pieve di Teco	~ 16'	64,1	75,1	65,5	62,5	57,4	54,1	53,5	52,4
08.08.2011	R6	De Mari	~ 10'	65,6	78,7	70,2	62,1	56,7	53,8	53,1	52,2
19.09.2011	R7	Martiri Turchino	~ 11'	57,6	63,9	60,8	59,6	56,7	54,8	54,4	53,5
19.09.2011	R8	Novella Ovest	~ 23'	62,8	73,5	66,9	63,9	53,5	47,8	46,8	45,6
19.09.2011	R9	Novella Est	~ 10'	56,5	66,2	60,2	57,2	47,5	44,3	43,5	42,5
19.09.2011	R10	Ungaretti	~ 28'	49,5	58,6	54,0	52,0	47,0	44,5	44,0	43,1

**Tabella 15** Valori di Leq a banda larga ponderato A (dBA) rilevati nella campagna di misure spot su tempo breve in orario diurno

In Tabella 16 si riportano i valori di Leq e Ln (dBA) rilevati su tempo breve in orario tardo serale.

Data	Sito	Luogo	Tm	Leq	L1	L5	L10	L50	L90	L95	L99
30.05.2011	R5	Pieve di Teco	~ 27'	58,5	71,4	62,5	58,5	53,2	49,6	48,8	47,6

**Tabella 16** Valori di Leq a banda larga ponderato A (dBA) rilevati nella campagna di misure spot su tempo breve in orario serale

I valori di Leq su tempo breve riportati nelle Tabelle 15 e 16 risultano indicativi, per i siti monitorati R5, R6, R8 di possibili situazioni di supero del valore limite Diurno. Nel caso dei siti R5 e R6 alla rumorosità ambientale complessiva concorre il traffico veicolare sulla non lontana Aurelia; nei siti R7, R8 e R9 alla rumorosità ambientale concorre il traffico veicolare locale della viabilità collinare e la rumorosità urbana anche di lungo raggio; il sito R10, parzialmente schermato dalla viabilità locale, risente soprattutto della rumorosità d'area urbana.

In tutti i siti di misura erano chiaramente avvertibili i tonfi dei container e le sirene delle gru, che però per brevità del fenomeno (tonfi) e rumorosità complessiva (entrambi) non risultano chiaramente discriminabili nei tracciati di misura (v. anche considerazioni riportate nel seguito).

Nel seguito si riportano, per ogni sito di misura su tempo breve, i grafici relativi a:

- evoluzione temporale (time history) dei livelli short Leq su 0,125s (oppure 1 s) e del livello equivalente progressivo misurati in periodo diurno: Figure 25 ÷ 30;
- evoluzione temporale (time history) dei livelli short Leq su 0,125s e del livello equivalente progressivo misurati in periodo tardo serale: Figura 39;
- multispettro in banda 1/3 d'ottava dello short Leq su 1 s in ponderazione lineare in forma di sonogramma misurati in periodo diurno (Figure 31 ÷ 34) o, alternativamente, dello spettro medio aritmetico di tutti gli spettri "short" e dello spettro complessivo sul tempo di misura, sempre in periodo diurno (Figure 35 e 37);
- spettro dei percentili statistici dei singoli valori di short Leq rilevati all'interno di alcune misure su tempo breve (Figure 36 e 38);
- multispettro in banda 1/3 d'ottava dello short Leq su 1 s in ponderazione lineare in forma di sonogramma misurati in periodo tardo serale: Figura 40)

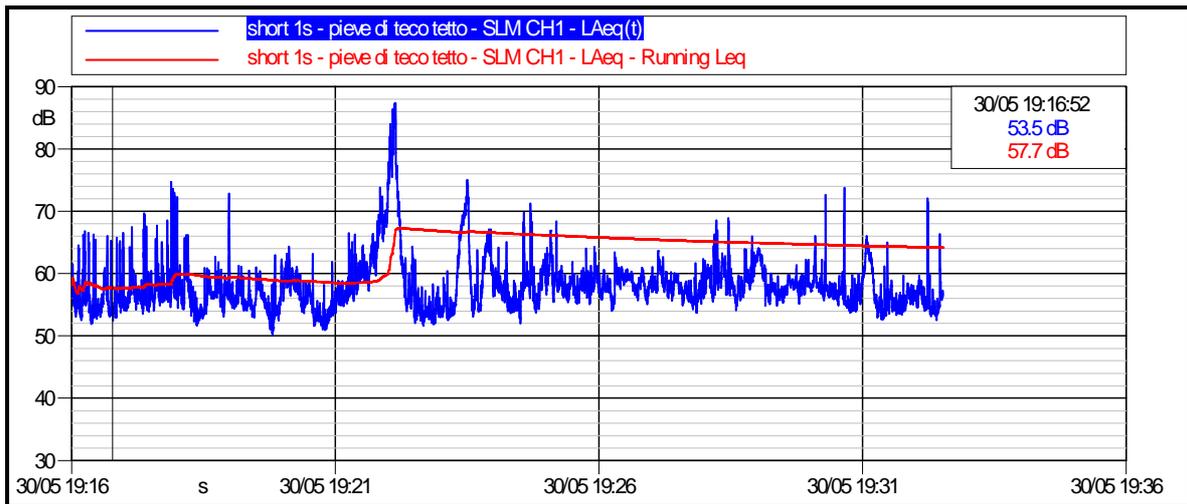


Figura 25 Sito R5 - Pieve di Teco (30.05.2011), orario pomeridiano - Evoluzione temporale dello short Leq 0.125 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)

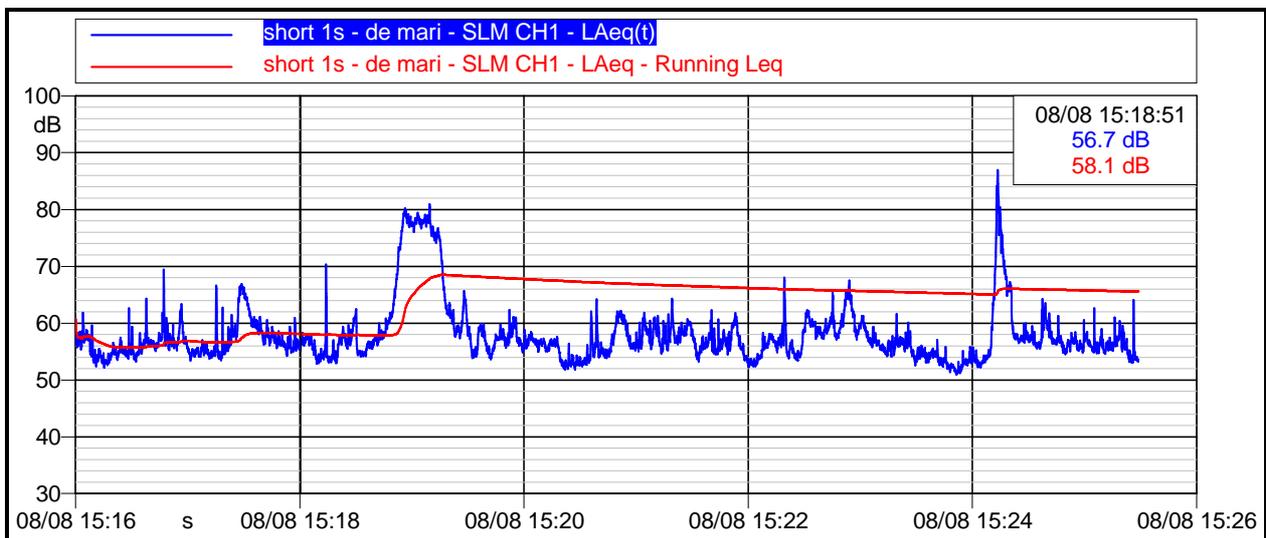


Figura 26 Sito R6 - De Mari (08.08.2011), orario pomeridiano - Evoluzione temporale dello short Leq 0.125 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)

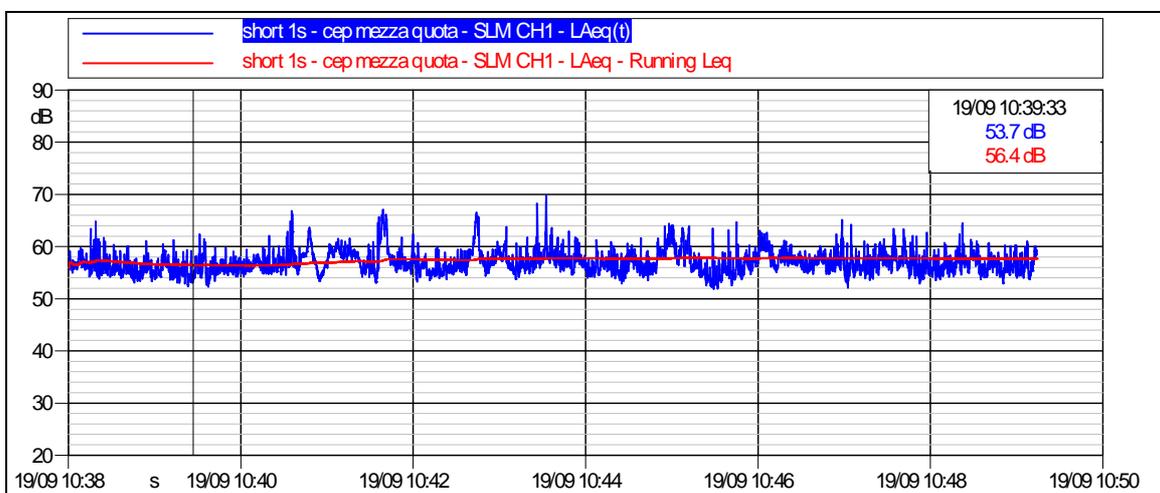


Figura 27 Sito R7 - Martiri del Turchino (19.09.2011), orario mattutino - Evoluzione temporale dello short Leq 0.125 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)

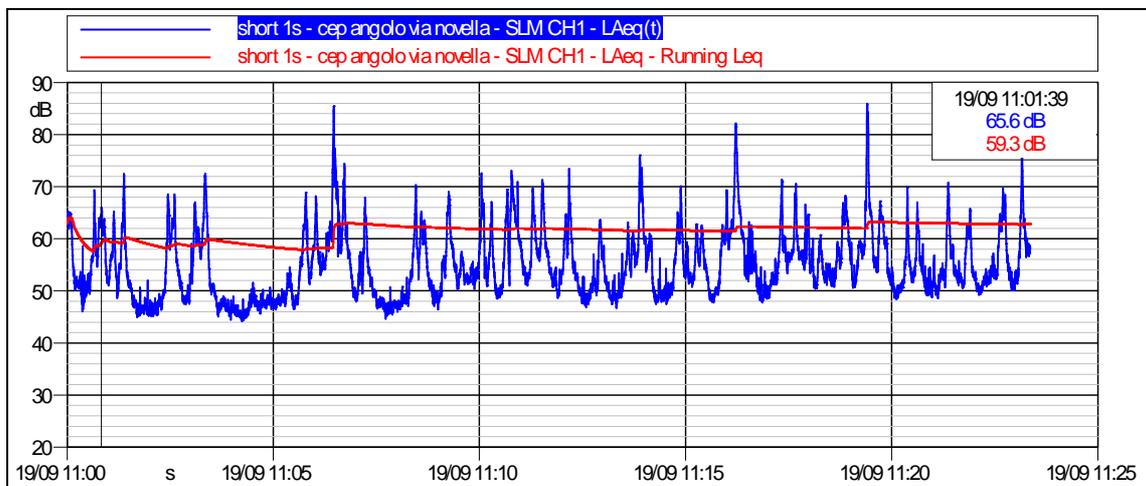


Figura 28 Sito R8 – Novella Ovest (19.09.2011), orario mattutino - Evoluzione temporale dello short Leq 0.125 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)

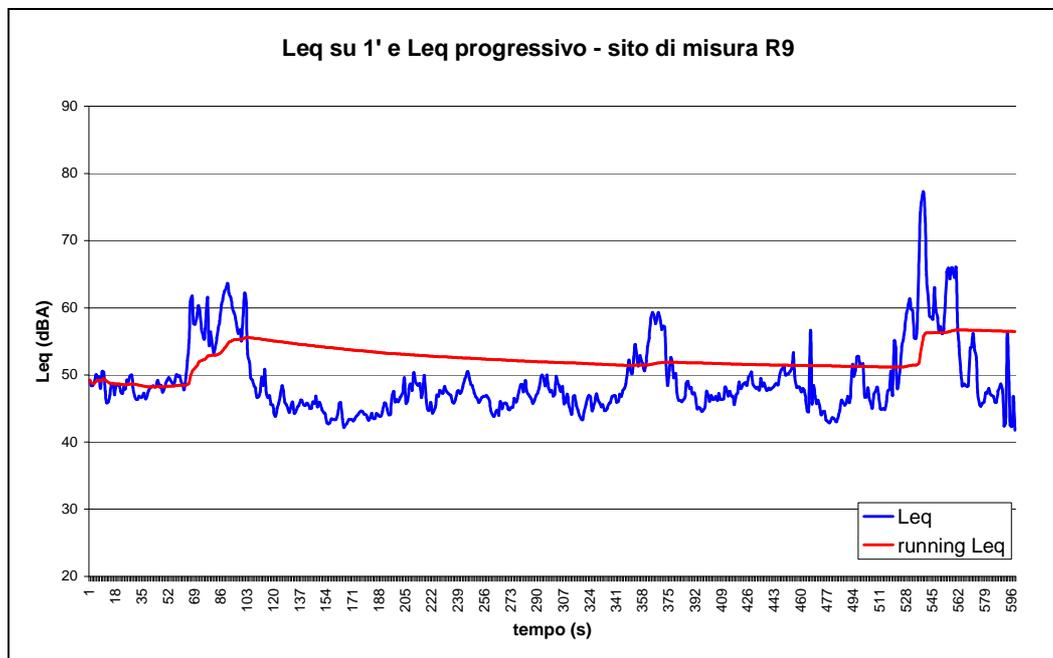


Figura 29 Sito R9 – Novella Est (19.09.2011), orario mattutino - Evoluzione temporale dello short Leq 1 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)

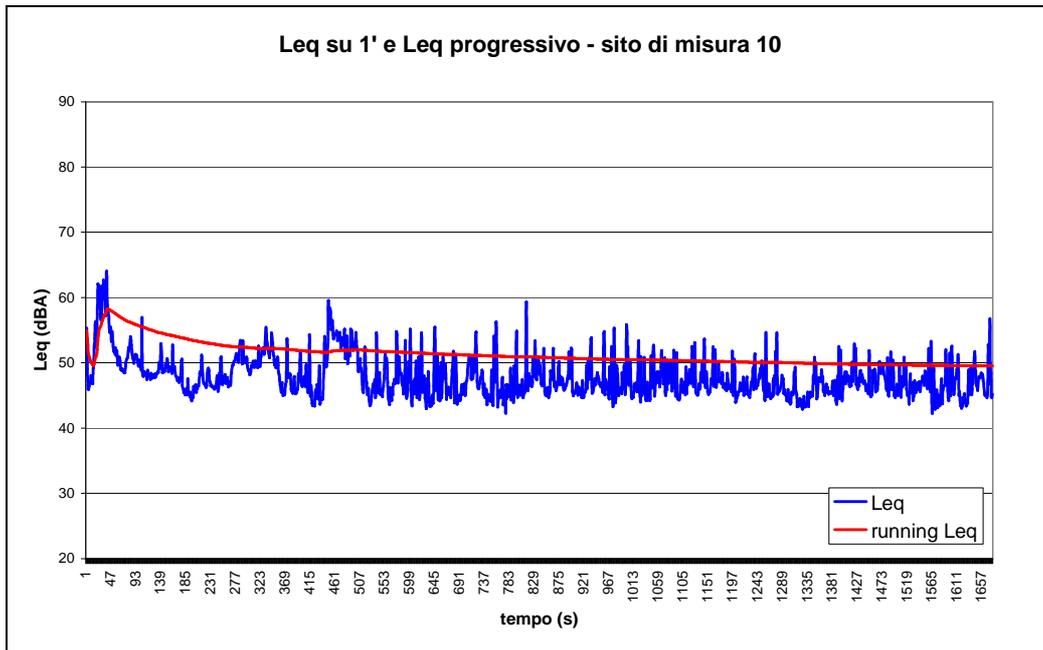


Figura 30 Sito R10 - Ungaretti (19.09.2011), orario pomeridiano - Evoluzione temporale dello short Leq 1 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)

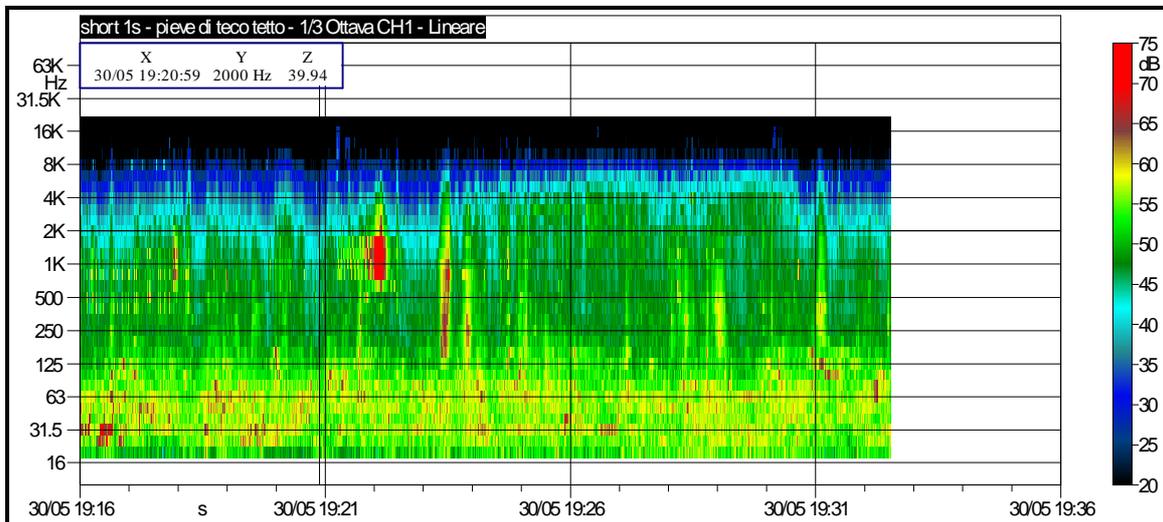


Figura 31 Sito R5 - Pieve di Teco (30.05.2011), orario pomeridiano - Sonogramma dello short Leq 1 s (ponderazione lineare, dB)

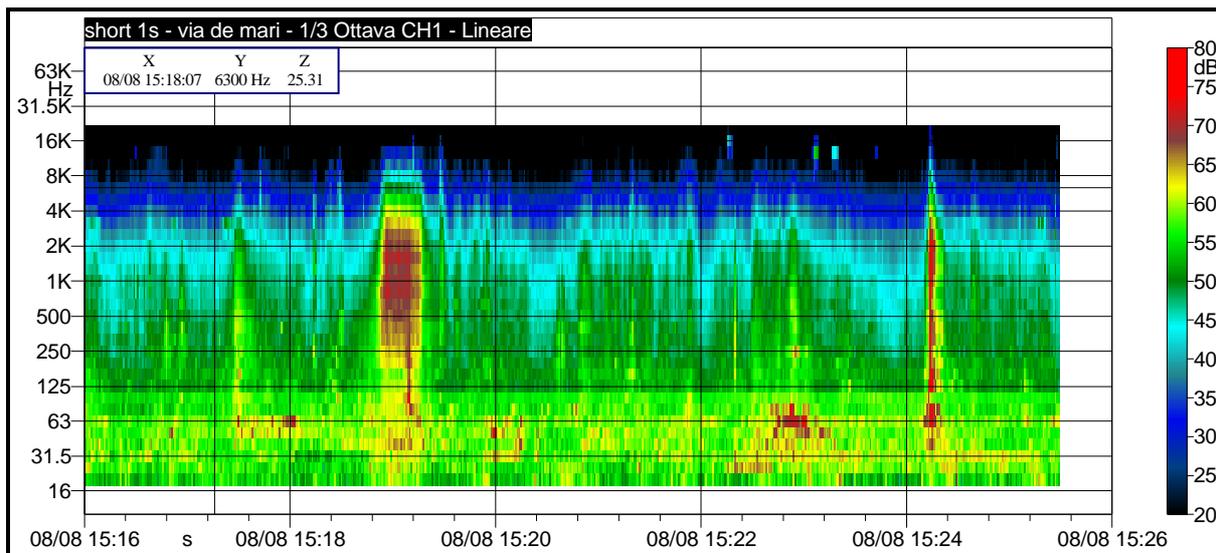


Figura 32 Sito R6 - De Mari (08.08.2011), orario pomeridiano - Sonogramma dello short Leq 1 s (ponderazione lineare, dB)

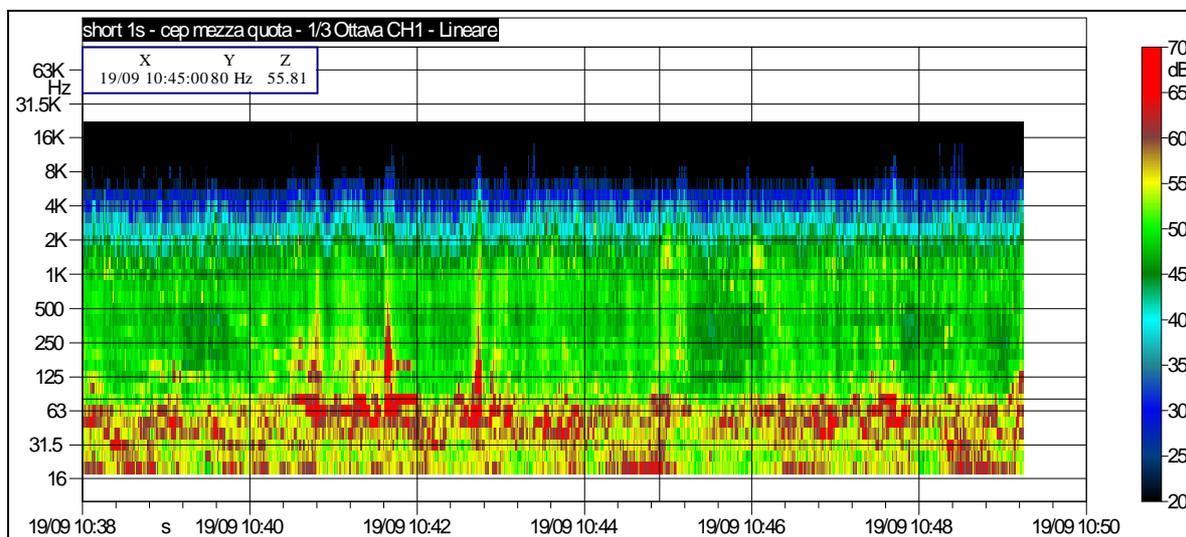


Figura 33 Sito R7 - Martiri Turchino (19.09.2011), orario mattutino - Sonogramma dello short Leq 1 s (ponderazione lineare, dB)

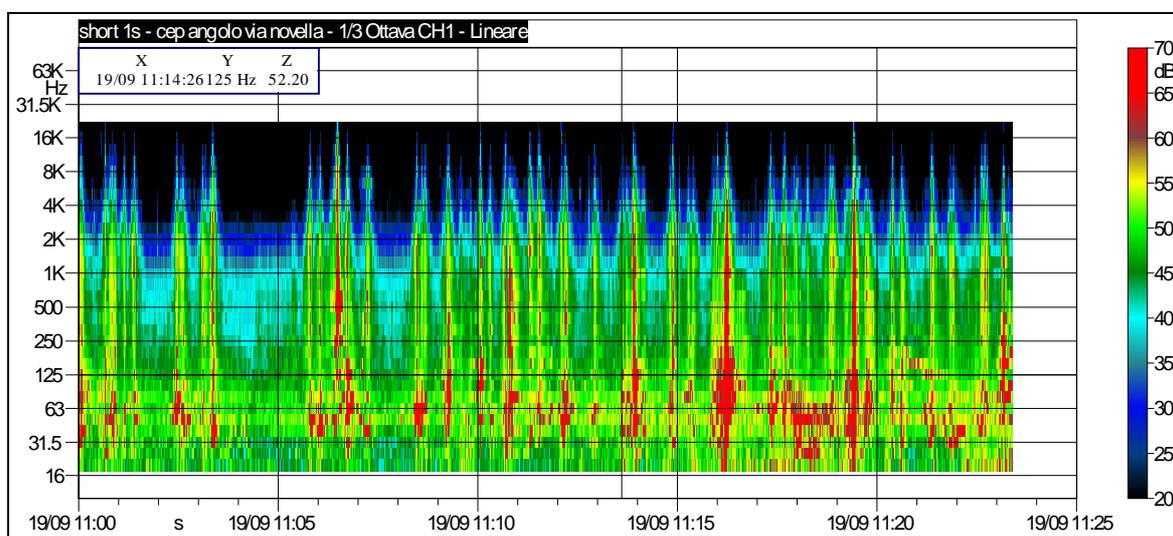


Figura 34 Sito R8 - Novella Ovest (19.09.2011), orario mattutino - Sonogramma dello short Leq 1 s (ponderazione lineare, dB)

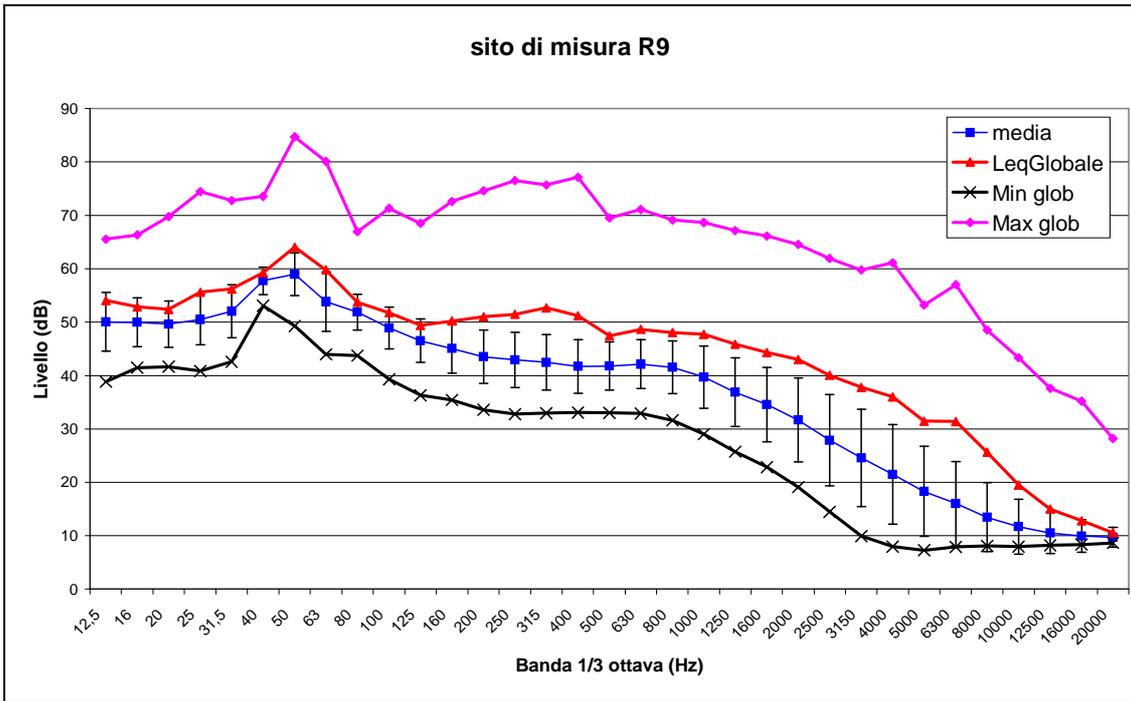


Figura 35 Sito R9 – Novella Est (19.09.2011), orario mattutino – Confronto fra spettro globale misurato sul periodo di misura e lo spettro medio (aritmetico) degli spettri su 1 s (e deviazione standard) e gli spettri massimi e minimi – Ponderazione lineare, dB

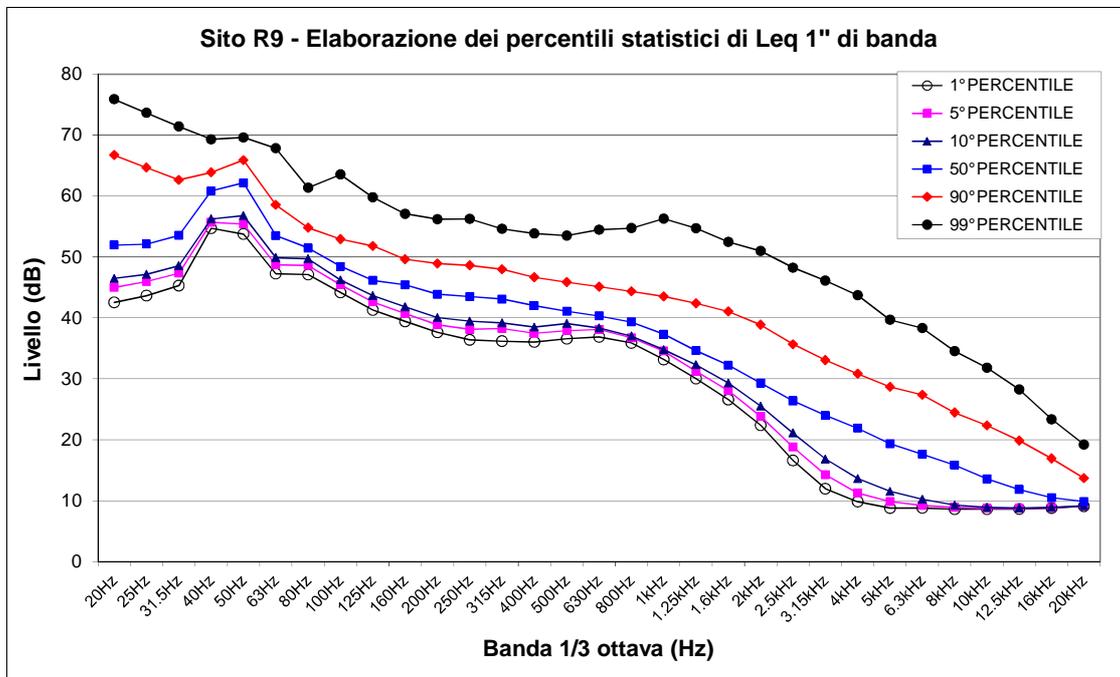


Figura 36 Sito R9 – Novella Est (19.09.2011), orario mattutino – spettro dei percentili statistici dei singoli valori di short Leq rilevati all'interno della misura su tempo breve – Ponderazione lineare, dB

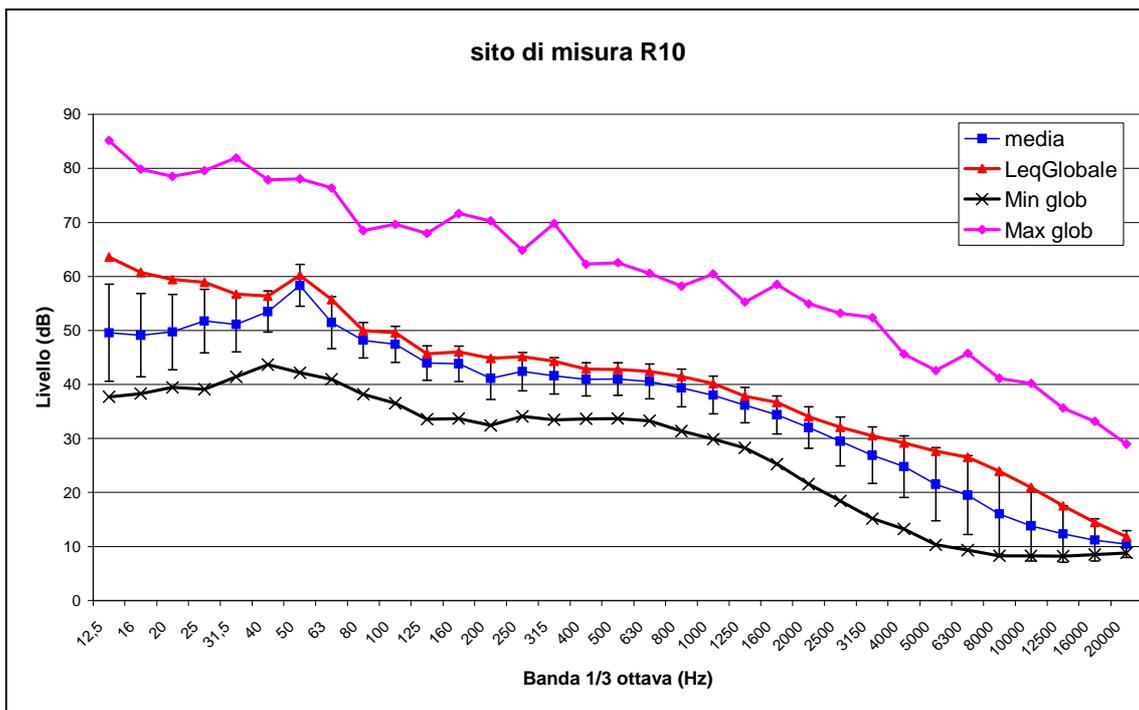


Figura 37 Sito R10 – Ungaretti (19.09.2011), orario pomeridiano- Confronto fra spettro globale misurato sul periodo di misura e lo spettro medio (aritmetico) degli spettri su 1 s (e deviazione standard) e gli spettri massimi e minimi – Ponderazione lineare, dB

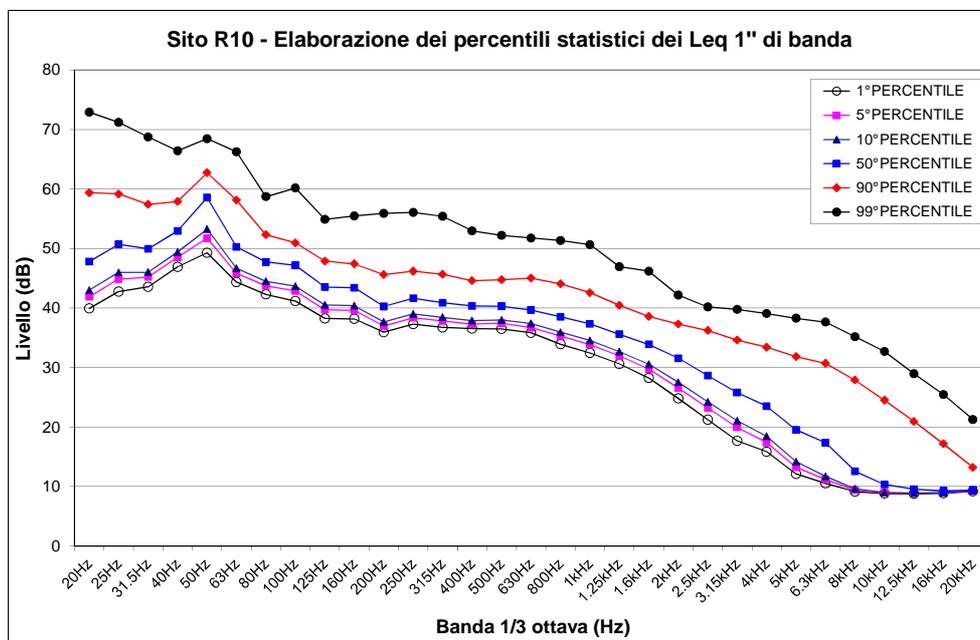
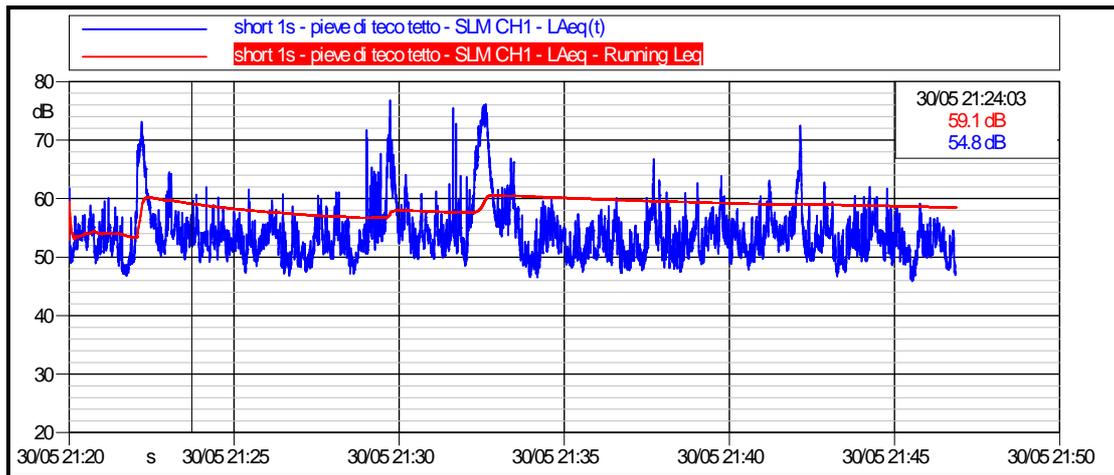
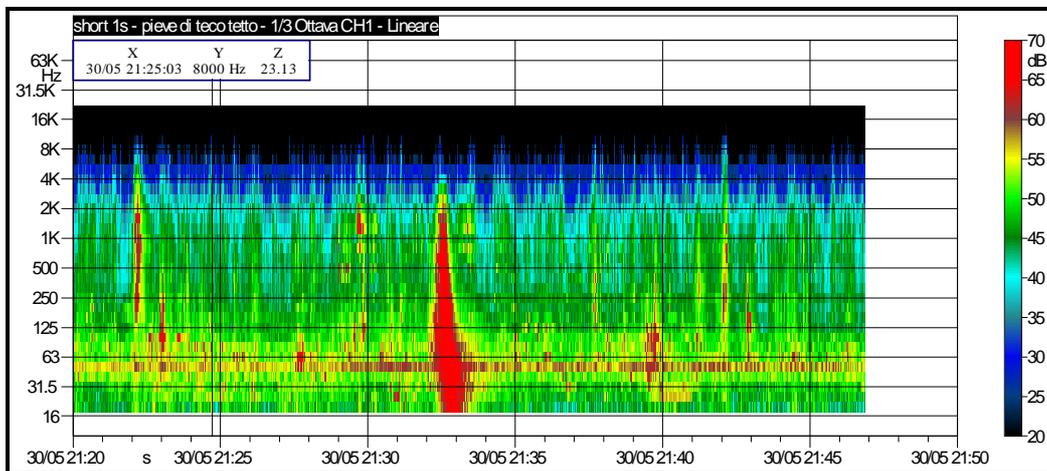


Figura 38 Sito R10 – Ungaretti (19.09.2011), orario pomeridiano – spettro dei percentili statistici dei singoli valori di short Leq rilevati all'interno della misura su tempo breve – Ponderazione lineare, dB



**Figura 39** Sito R5 - Pieve di Teco (30.05.2011), orario serale - Evoluzione temporale dello short Leq 0.125 s e del Leq progressivo (ponderazione A, dBA)



**Figura 40** Sito R5 - Pieve di Teco (30.05.2011), orario serale - Sonogramma dello short Leq 1 s (ponderazione lineare, dB)

L'analisi dei grafici complessivamente riportati nelle Figure 25 ÷ 40 porta a concludere che nei siti corrispondenti alle misure analizzate (cioè le postazioni di misura R5, R6, R7, R8 e R9) il contributo acustico delle navi all'ormeggio non risulta evidenziato come nel caso dei recettori R1, R2, R3 e R4.

Per quanto riguarda i tonfi di container, avvertibili durante le sessioni di misura, ad essi corrispondono eventi di brevissima durata e che dal punto di vista spettrale interessano prevalentemente un ampio intervallo di banda corrispondente a  $\sim 125\div 2000$  Hz.

Per quanto riguarda le sirene delle gru, anch'esse soggettivamente avvertibili durante le sessioni di misura, i rilievi eseguiti non forniscono informazioni sufficienti a caratterizzarle in modo univoco, a motivo anche della rumorosità complessiva presente nei siti monitorati. Sulla base di studi pregressi (v. riferimenti bibliografici) si può ritenere ragionevolmente che siano riferibili soprattutto alle bande di frequenza 2000 Hz, 2500 Hz, 3150 Hz e 4000 Hz e non si possono escludere contributi anche in altre bande 1/3 ottava  $\geq 1$  kHz (ad esempio la banda 1/3 di ottava a 1250 Hz).

Infine, si ritiene utile, per completezza, confrontare quanto rilevato nei siti compresi nella subarea Prà - Palmaro con quanto a suo tempo misurato (2008), nel contesto di una campagna di indagini acustiche in aree quiete e di ricreazione, nella zona del parco inserito nella fascia di rispetto e in un vicino sito sull'Aurelia (Via Prà). Le tre misure a cui si fa riferimento, tutte su tempo breve, sono

state effettuate in una stessa mattina di giorno ferialo nel 2008; le due misure nel parco nella fascia di rispetto sono state effettuate una sul lato mare e una sul lato monte (i due siti sono separati da una collinetta artificiale del parco). Le principali sorgenti sonore antropiche erano: il traffico veicolare lungo Via Prà; la ferrovia Genova - Ventimiglia, la movimentazione container nel vicino terminal, le attività di diporto nel canale di calma (canottaggio, rimessaggio), il complesso dell'abitato di Prà, le voci e le attività dei frequentatori del parco (durante l'effettuazione delle misure il numero di frequentatori risultava comunque esiguo). Le sorgenti sonore naturali principali, relativamente alle misure nel parco, erano costituite dai cinguettii degli uccelli.

In Tabella 17 si riportano i valori di Leq ponderati A (dBA) misurati sull'intero periodo di misura, nelle Figure 41 ÷ 43 si riportano i risultati delle misure in forma di sonogrammi dell'evoluzione temporale del Leq 1' in banda 1/3 di ottava e ponderazione lineare (dB).

I valori di Leq rilevati nel parco (Tabella 17) risultano inferiori a quanto rilevato su tempo breve nei siti R5, R6 e R8, tutti interessati anche da rumorosità da traffico veicolare, sono invece dell'ordine di quanto rilevato nei siti R7 e R9 e superiori a quanto misurato nel sito R10; il valore rilevato su Via Prà risulta invece superiore ai corrispondenti valori di Leq rilevati in tutti i siti R5 ÷ R10 (v. Tabella 15). Va comunque sottolineato che tale confronto risente certamente della scarsa rappresentatività temporale dei dati in questione e, inoltre, si tratta di due campagne di misura effettuate ad alcuni anni di distanza.

Sito	Leq (dBA)
Parco lato mare	55,5
Parco lato monte	55,7
Via Prà	68,5

Tabella 17 Campagna di misura 2008 - Valori di Leq ponderato A (dBA) in orario diurno

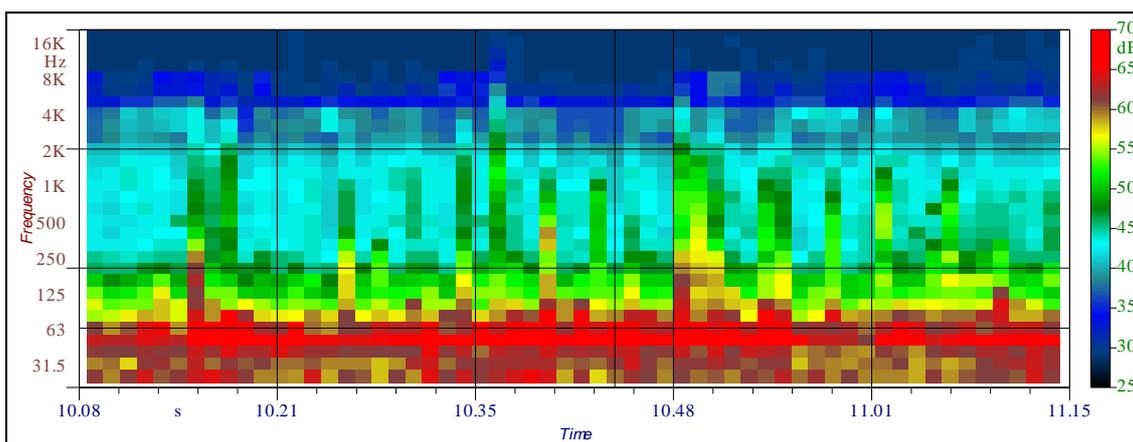
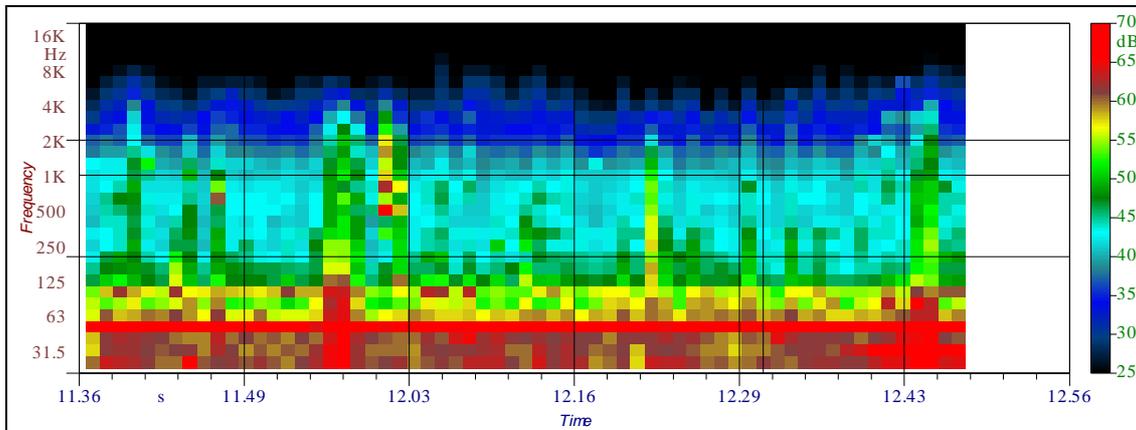
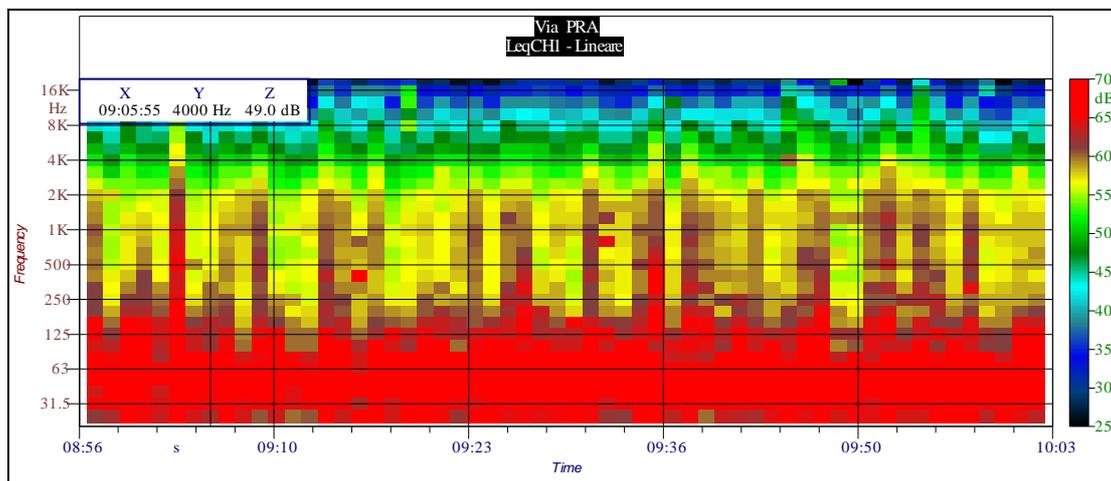


Figura 41 Campagna di misura 2008 - Parco della fascia di rispetto - postazione di misura lato monte - Sonogramma dello short Leq 1' (ponderazione lineare, dB)



**Figura 42** Campagna di misura 2008 – Parco della fascia di rispetto – postazione di misura lato mare - Sonogramma dello short Leq 1' (ponderazione lineare, dB)



**Figura 43** Campagna di misura 2008 – postazione di misura Via Prà - Sonogramma dello short Leq 1' (ponderazione lineare, dB)

## 7. Conclusioni

Come già osservato, per quanto riguarda la normativa relativa alla rumorosità portuale al momento vige la seguente situazione:

- il quadro non è definito essendo ancora in attesa di emanazione il decreto previsto dalla Legge Quadro n.447/1995 (art. 3 comma 1 lettera l) relativo alla determinazione “dei criteri di misurazione del rumore emesso da imbarcazioni di qualsiasi natura e della relativa disciplina per il contenimento dell’inquinamento acustico”;
- l’unico termine di riferimento è al momento costituito dai valori limite (per l’ambiente esterno) introdotti con la classificazione acustica comunale, peraltro di dubbia applicabilità permanendo l’indeterminatezza relativamente alla disciplina del rumore portuale;
- per quanto riguarda il disturbo all’interno degli ambienti abitativi, il d.P.C.M. 14.11.1997 (art. 4 comma 3) esclude le infrastrutture marittime dall’applicazione del criterio differenziale.

Ciò premesso dal punto di vista normativo, per quanto riguarda la rumorosità delle zone monitorate si riassumono i risultati in quanto segue, rimandando ai paragrafi precedenti per le analisi quantitative di dettaglio.

Le principali sorgenti di immissioni sonore sull'abitato, riconducibili alla presenza del porto, risultano i motori e i gruppi elettrogeni delle navi all'ormeggio (soprattutto per la zona collinare di Pegli verso ponente) e la movimentazione dei container (tonfi, camion, sirene delle gru, treni; soprattutto per quanto riguarda la fascia costiera di Prà). Più precisamente, in tutti i siti di misura erano presenti immissioni di origine portuale, con prevalenza a livello percettivo di:

- emissioni acustiche dagli impianti delle navi all'ormeggio (motori, gruppi elettrogeni) per quanto riguarda la subarea Pegli - Scarpanto (siti R1, R2, R3 e R4);
- movimentazione dei container (tonfi e sirene delle gru) per la subarea Prà - Palmaro (siti R5, R6, R7 e R8) e il sito intermedio R10;
- nei siti di misura della Vetta (R2 e R3), inoltre, erano compresenti in modo chiaramente udibile entrambi i contributi dovuti agli impianti e alla movimentazione.

Da un punto di vista qualitativo, le immissioni sonore portuali monitorate hanno dato luogo ai fenomeni, in termini di rumorosità sull'abitato, di seguito descritti:

- Navi all'ormeggio e relativi impianti attivi: il rumore immesso può comportare una alterazione della rumorosità di fondo, di entità variabile da caso a caso. Questo effetto si verifica soprattutto in alcune bande 1/3 di ottava nella parte medio bassa dello spettro e diventa particolarmente sensibile in presenza di un rumore di fondo "residuo" poco elevato. Il fenomeno sonoro "nave all'ormeggio" si caratterizza inoltre con livelli sonori approssimativamente costanti in determinate bande di frequenza 1/3 di ottava, nei casi esaminati principalmente le bande a 40 Hz e 80 Hz.
- Tonfi di container: dal punto di vista fonometrico costituiscono eventi di brevissima durata e che interessano prevalentemente le bande di frequenza nell'intervallo  $\sim 125\div 2000$  Hz.
- Sirene delle gru: si può ritenere che possano dare luogo a fenomeni acustici nelle bande di frequenza 1/3 di ottava a 2000 Hz, 2500 Hz, 3150 Hz e 4000 Hz, senza escludere altre bande fra cui quella a 1250 Hz.

Relativamente ai livelli monitorati, infine, rimandando alle analisi più puntuali riportate nei paragrafi precedenti, si ricorda che il monitoraggio plurigiornaliero ha fornito valori di  $LeqN$  superiori ai rispettivi valori limite in tutti e tre i siti monitorati. I suddetti valori di  $LeqN$  sono riferiti alla rumorosità ambientale complessivamente misurata, dovuta a tutte le sorgenti sonore presenti nell'area.

## Referenze principali

- L. 26.10.1995 n. 447 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”
- D.M. 16.03.998 “Tecniche di rilevamento e misurazione dell’inquinamento acustico”
- D.P.C.M. 14 Novembre 1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”
- UNI CEI ENV 13005:2000 “Guida all’espressione dell’incertezza di misura”
- UNI/TR 11326:2009 “Valutazione dell’incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica. Parte 1: concetti generali”
- Cerniglia A., *Individuazione di sorgenti di rumore in un clima acustico complesso: un caso reale*, Antinquinamento, Anno V N.1, pagg. 46-49, 1998
- Conte A., *Indagine sul rumore portuale a Genova*, Atti 10° Convegno Nazionale CIRIAF – Centro Interuniversitario di Ricerca sull’Inquinamento da Agenti Fisici, Perugia, 9-10 aprile 2010, pagg. 145-150, 2010
- Conte A., Barbieri E. e Stragapede F., *Rumore industriale e portuale: casi a confronto*, Atti 3a Giornata di Studio sull’Acustica Ambientale, Provincia di Genova e Fondazione MUVITA, Arenzano, 29 ottobre 2010, pagg. 27-34, 2010
- Conte A., Balzano M., Barbieri E. e Stragapede F., *Studio sulla rumorosità di origine portuale sull’abitato di Genova*, Atti 4a Giornata di Studio sull’Acustica Ambientale, Provincia di Genova e Fondazione MUVITA, Arenzano, 14 ottobre 2011, 2011
- Moro G., Drago A., Carcassi R., Piromalli W., Conte A., Stragapede F., Morelli M., Peiretti G. e Canepa G., *Avvisatori acustici di gru in area operativa portuale: problematiche di applicazione della normativa*, Atti XXVII Convegno Nazionale AIA – Associazione Italiana di Acustica, Genova, 26-28 maggio 1999, pagg. 307-311, 1999
- Masoero M., Ferrari A. e Ferraro L., *Metodi di analisi teorica e sperimentale del rumore e delle vibrazioni delle infrastrutture di trasporto: ferrovie, porti ed interporti - Relazione finale*. Progetto C.N.R. Finalizzato Trasporti 2. Politecnico di Torino / Dipartimento di Energetica. 1997