



PROVINCIA DI GENOVA
DIREZIONE AMBIENTE, AMBITI NATURALI E TRASPORTI

INDAGINE SUL RUMORE AMBIENTALE
IN ZONA SESTRI PONENTE – VIA BORZOLI

RELAZIONE DI SINTESI

Indagine sul rumore ambientale in zona Sestri Ponente – Via Borzoli. Relazione di sintesi

Dott. Michele Balzano

Dott.ssa Elisabetta Barbieri

Dott. Alessandro Conte

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. I siti di misura	3
2. I valori limite per la rumorosità ambientale	6
3. Metodologia	7
4. Risultati della campagna di misura in continuo.....	11
5. Misure su tempo breve.....	14
7. Conclusioni	23

Introduzione

La presente relazione sintetizza i risultati di una campagna fonometrica eseguita nel Comune di Genova in Via Borzoli, nel tratto iniziale di Sestri Ponente.

L'indagine, che si inserisce nell'ambito della collaborazione più generale fra Provincia e Comuni in materia di monitoraggio acustico, è stata avviata a seguito di richiesta da parte del Municipio Medio Ponente e della segnalazione all'Assessorato, da parte di alcuni abitanti della zona, di una situazione di disturbo acustico dovuta al transito veicolare, che vede la presenza anche di traffico pesante (camion).

L'obiettivo primario della campagna fonometrica è la stima della rumorosità ambientale in una zona di via Borzoli caratterizzata da una densa presenza di edifici abitati ed interessata dal traffico veicolare di cui sopra.

Le misure si sono articolate in un monitoraggio plurigiornaliero in continuo e due sessioni di misure "spot" su tempo breve, effettuate in orario mattutino.

Per completezza, sono stati eseguiti rilievi acustici spot anche nella vicina via Chiaravagna, anch'essa interessata dal traffico di mezzi pesanti in parte provenienti dalla direzione Borzoli.

1. I siti di misura

Complessivamente i siti distinti monitorati sono 6, individuati con le sigle seguenti:

- 1) R1 (misura plurigiornaliera): balcone al secondo piano di un edificio in via Borzoli;
- 2) B1 (misura su tempo breve): a bordo strada, in via Borzoli nel tratto in leggera salita;
- 3) B2 (misura su tempo breve): a bordo strada, in via Borzoli, in prossimità del sito del monitoraggio in continuo;
- 4) B3 (misura su tempo breve): a bordo strada, in via Borzoli, in prossimità del sito del monitoraggio in continuo;
- 5) B4 (misura su tempo breve): a bordo strada, in via Borzoli, in prossimità della fermata dell'autobus;
- 6) C1 (misura su tempo breve): a bordo strada, in via Chiaravagna.

Il sito del monitoraggio in continuo (R1) è individuato dalle coordinate Gauss Boaga 1488587 e 4919229 ed è riportato con un segno in colore rosso nella Figura 1, elaborata a partire da uno stralcio della Cartografia Tecnica Regionale (CTR). Nella stessa figura sono riportate le posizioni dei siti delle misure su tempo breve (colore blu).

Nelle Figure 2, 3, 4 e 5 si riportano immagini fotografiche di via Borzoli relativamente ai tratti monitorati fonometricamente.

Analogamente, in Figura 6 si riporta una immagine fotografica di via Chiaravagna con il sito della misura acustica.

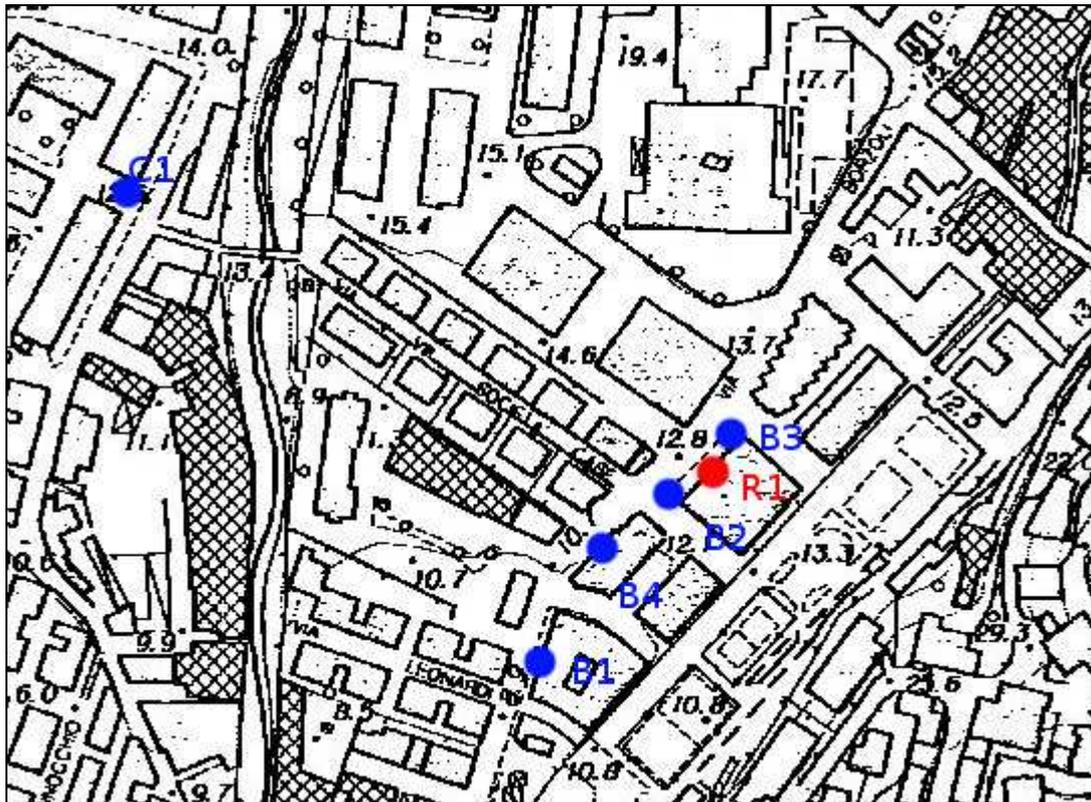


Figura 1 Elaborazione da stralcio dalla Cartografia Tecnica Regionale (CTR) dell'area di indagine e individuazione dei punti di misura (in rosso è rappresentata la postazione del monitoraggio in continuo, in blu i siti per rilievi spot)



Figura 2 Immagine fotografica della parte verso mare di via Borzoli, in corrispondenza dell'edificio sulla sinistra è stato posizionato il fonometro per la misura su tempo breve nel sito B1



Figura 3 Immagine fotografica della parte centrale di via Borzoli (vista verso monte), in prossimità della fermata dell'autobus è stato posizionato il fonometro per la misura su tempo breve nel sito B4



Figura 4 Immagine fotografica di via Borzoli verso monte, sulla destra si intravede l'edificio del monitoraggio in continuo (R1), in corrispondenza dello stesso edificio, a bordo strada, sono ubicati i siti B2 e B3



Figura 5 Immagine fotografica dell'edificio del monitoraggio in continuo (R1)



Figura 6 Immagine fotografica di via Chiaravagna con il sito del rilievo su tempo breve C1

2. I valori limite per la rumorosità ambientale

La principale normativa di riferimento è costituita dalla Legge Quadro 447/1995, dal D.P.C.M. 14.11.1997 e dalla L.R. 12/1998.

I valori limite (assoluti) per l'ambiente esterno sono individuati dalla classificazione acustica comunale, che attribuisce i valori limite in funzione della tipologia del territorio secondo le 6 classi base a cui corrispondono i valori limite assoluti di immissione, che rappresentano il valore di rumore globale dovuto a tutte le sorgenti sonore presenti.

I valori limite sono espressi in termini di livello equivalente Leq ponderato A (dBA) e misurato (o stimato) sull'intero periodo di riferimento (in particolare il $LeqD$ sul periodo diurno dalle 06 alle 22 e il $LeqN$ sul periodo notturno dalle 22 alle 06) e intesi come livelli di lungo termine, quindi non definiscono limiti a valori di tipo istantaneo bensì, sostanzialmente, a "medie" (logaritmiche).

Per l'area in questione, la classificazione acustica attualmente vigente è stata adottata dal Comune di Genova con deliberazione del Consiglio Comunale n. 31 del 05.03.2002 ed approvata con deliberazione della Giunta Provinciale n. 234/37322 del 24.04.2002.

La classe acustica del sito di misura in continuo è la classe IV, in tale zona valgono pertanto i valori limite assoluti di immissione stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.97 di:

- 65 dBA per il LeqD relativo all'intero periodo diurno (6 ÷ 22);
- 55 dBA per il LeqN relativo all'intero periodo notturno (22 ÷ 6).

Per quanto riguarda i siti di misura su tempo breve, anche essi ricadono tutti in classe IV.

Va inoltre osservato che in zona è presente un insediamento scolastico classificato, coerentemente con la propria destinazione d'uso, in classe I (cui corrispondono valori limite assoluti di immissione diurno pari a 50 dBA e notturno pari a 40 dBA).

3. Metodologia

Strumentazione fonometrica utilizzata

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:

- Bruel & Kjaer mod. 2250;
- Bruel & Kjaer mod. 2238;
- Sinus mod. Soundbook.

Il monitoraggio plurigiornaliero

Con entrambi gli strumenti BK 2250 e BK 2238, in periodi successivi, associati ad una unità fonometrica per esterni e opportunamente alloggiati in un box fissato alla ringhiera del balcone di una abitazione al secondo piano di via Borzoli (sito R1, v. Figura 1 e, per un'immagine fotografica, la Figura 5), è stato effettuato un monitoraggio fonometrico in continuo plurigiornaliero, protrattosi per il periodo complessivo 15.02.2012 ÷ 06.03.2012, determinando i livelli di rumore in termini di:

- a) livello continuo equivalente Leq orario ponderato A (dBA);
- b) livelli percentili Ln (L1, L5, L10, L50, L90, L95 e L99) orari ponderati A (dBA).

Il livello equivalente indicato al punto (a) consente la stima dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A" per i tempi di riferimento diurno e notturno, da confrontare con i limiti stabiliti dalla classificazione acustica comunale per la zona in esame.

I singoli Leq orari, pertanto, 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 acustico¹).

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 corrispondenti valori orari misurati suddivisi per tipologia di giornata (feriale, sabato, domenica).

¹ Poiché al momento la normativa italiana non ha ancora riformulato i valori limite per l'inquinamento acustico in termini degli indicatori "europei" Lden e Lnight, ai fini del confronto con i valori limite occorre considerare i valori di LeqD e LeqN.

Questo valore orario logaritmicamente medio è definito dalla relazione:

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

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 su tempo breve

I rilievi fonometrici sono stati effettuati utilizzando la seguente strumentazione:

1. Bruel & Kjaer mod. 2238;
2. Sinus mod. Soundbook.

Le misure su tempo breve nei cinque siti B1, B2, B3, B4 e C1 sono state effettuate tutte in orario mattutino, fra le 8 e le 11, in due diverse sessioni di misura:

- il giorno 17.02.2012, le misure sono state eseguite nei siti B1, B2 e B3
- il giorno 13.03.2012, le misure sono state eseguite nei siti B3, B4 e C1.

Nella stessa sessione e nello stesso sito sono stati effettuati, in genere, più rilievi a breve distanza di tempo uno dall'altro; complessivamente sono stati eseguiti 16 rilievi distinti, con tempi di misura da circa 3' a circa 29' a seconda dei casi. Il tempo di misura su tempo breve non è stato standardizzato in virtù delle considerazioni di seguito riportate.

Il principale obiettivo dei rilievi su tempo breve è consistito nella caratterizzazione a microscala temporale del rumore da traffico veicolare; i valori su tempo breve non sono stati pertanto utilizzati per stimare i livelli sui tempi di riferimento, e quindi non sono stati confrontati con i limiti di normativa, poiché i dati monitorati in continuo nel sito R1 costituiscono la miglior stima, nel caso in questione, dei livelli $LeqD$ e $LeqN$ di lungo termine da confrontare con i riferimenti di legge.

Le misure su tempo breve, quindi, hanno svolto un ruolo complementare e sono state finalizzate unicamente ad investigare i fenomeni su scala temporale inferiore all'ora.

Nella prima sessione di misura, in cui si è utilizzato lo strumento BK 2238, è stata misurata, per ogni rilievo distinto, l'evoluzione temporale all'interno del periodo di misura dello "short" Leq su 1 s ponderato (dBA); a valle della misura è stato calcolato il Leq complessivo per tutta la durata della misura e, nel caso di più rilievi consecutivi nello stesso sito, è stato calcolato il Leq totale ottenuto da tutti i rilievi consecutivi.

Nella seconda sessione di misura, in cui è stato utilizzato lo strumento Soundbook, le principali grandezze monitorate sono state:

- a) Leq e Ln ponderati A (dBA),
- b) evoluzione temporale dello short Leq su 0,125 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).

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 0,59 dBA per le misure di Leq banda larga e ponderato A (dBA) sia in continuo sia su tempo breve eseguite nella prima sessione.

Per quanto riguarda invece le misure su tempo breve eseguite nella seconda sessione, l'incertezza di tipo strumentale per le misure di Leq banda larga e ponderato A (dBA) è stata stimata in circa 0,56 dBA

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

- componente relativa alla distanza da superfici riflettenti verticali nel caso di rilievi in prossimità di facciate degli edifici: è stata valutata conformemente a quanto proposto dalla norma UNI 11326 in circa 0,08 dBA;
- componente relativa alla distanza dalla sorgente: per le caratteristiche complessive dei luoghi è stato ritenuto sostanzialmente inapplicabile il metodo standard proposto dalla normativa e, relativamente al sito R1 (monitoraggio in continuo) è stata stimata in alternativa l'incertezza sulle coordinate Gauss Boaga attribuite al punto di misura;
- 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.

Si è inoltre considerato il contributo di incertezza dovuto al calcolo sui valori di LeqD e LeqN giornalieri (calcolati a partire dai dati orari) e dei Leq globali su misure su tempo breve (calcolati a partire dai dati dei rilievi parziali): tale contributo è stato stimato in circa 0,03 dBA e risulta di fatto irrilevante nella determinazione dell'incertezza complessiva.

Pertanto l'incertezza u dei dati di Leq ponderato A a banda larga misurati è pari a a:

- Leq orario, LeqD e LeqN giornalieri dal monitoraggio in continuo: 0,60 dBA, conseguentemente l'incertezza estesa (fattore di copertura 2) vale 1,2 dBA;
- Leq su tempo breve da misure "spot" prima sessione: 0,60 dBA, incertezza estesa (fattore 2) 1,2 dBA;
- Leq su tempo breve da misure "spot" seconda sessione: 0,57 dBA, incertezza estesa (fattore 2) 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 logaritmicamente medi per i giorni feriale, sabato e domenica.

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:

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

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 1, 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	0,27	± 0,5
	LeqN log. medio feriale	0,27	± 0,5
	LeqD log. medio sabato	0,42	± 0,8
	LeqN log. medio sabato	0,43	± 0,9
	LeqD log. medio domenica	0,42	± 0,8
	LeqN log. medio domenica	0,46	± 0,9
B1, B2, B3 (prima sessione)	Leq su tempo breve	0,60	± 1,2
B3 (seconda sessione), B4, C5	Leq su tempo breve	0,57	± 1,1

Tabella 1 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; una possibile valutazione approssimata dell'effetto di eventuali correlazioni porta a stimare un incremento massimo dell'incertezza sui valori medi logaritmici sino a ~ 0,52 dBA (con incertezze estese incrementate sino a ~ 1 dBA). Si ritiene comunque ragionevole assumere come valori di riferimento per l'incertezza quelli riportati nella precedente Tabella 1.

Valutazione dell'incertezza delle coordinate Gauss - Boaga del punto di misura in continuo

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 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).

4. Risultati della campagna di misura in continuo

Il periodo complessivamente interessato dal monitoraggio in continuo va dal giorno 15.02.2012 al giorno 06.03.2012, i dati orari effettivamente validi monitorati sono però di meno, sia a causa di un giorno di pioggia (che è stato scartato) sia a causa di uno spegnimento dello strumento, per motivi legati all'alimentazione elettrica, che ha causato assenza di dati nei giorni dal 20 al 27 febbraio.

Il numero di dati orari validi è risultato pari a 253 (coprendo in tutto o in parte 8 giorni feriali, 2 sabati e 2 domeniche): questi dati sono stati utilizzati per le elaborazioni che hanno portato ai risultati di seguito descritti.

Nella Tabella 2 sono riportati i livelli per i giorni medi (logaritmicamente) feriale, sabato, domenica e settimanale 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 il sito di monitoraggio in continuo R1.

Nella stessa tabella, inoltre, per i giorni feriale, sabato e domenica si riportano per completezza anche i valori degli indicatori individuati dalla normativa europea (Direttiva 2002/49/CE come recepita con D. Lgs 194/2005) cioè i livelli "compositi" Lden e Lnight; è bene comunque osservare che, al momento attuale, la legislazione italiana prevede che i limiti alla rumorosità siano espressi solo in termini di LeqD e LeqN.

Di fatto, inoltre, il valore limite di normativa si riferisce al livello di lungo termine (che in pratica può essere considerato il livello medio annuo). In questo senso il giorno medio settimanale può essere considerato una approssimazione accettabile della condizione di "lungo termine".

E' comunque di interesse il confronto dei valori limite con i livelli corrispondenti ai tre giorni tipo per verificare in quale di questi si osservano le situazioni acusticamente più critiche.

Genova - Via Borzoli - sito R1				
Livelli nei giorni tipo				
	feriale	sabato	festivo	Giorno Medio Settimanale
LeqD	70,0	67,5	66,2	69,3
LeqN	61,2	62,0	63,8	61,8
Lden	61,2	62,0	63,8	
Lnight	70,8	69,8	70,4	

Tabella 2 Livelli equivalenti nei giorni tipo e nei tempi di riferimento

Il confronto dei valori riportati nella Tabella 2, con i valori della classificazione acustica comunale (classe IV) evidenzia che tutti i valori di LeqD e LeqN ivi considerati risultano superiori ai valori limite assoluti di immissione per i periodi sia Diurno sia Notturno.

In Figura 7 è rappresentata l'evoluzione temporale dei livelli di Leq orario (dBA) logaritmicamente medi per i giorni feriale, sabato e domenica.

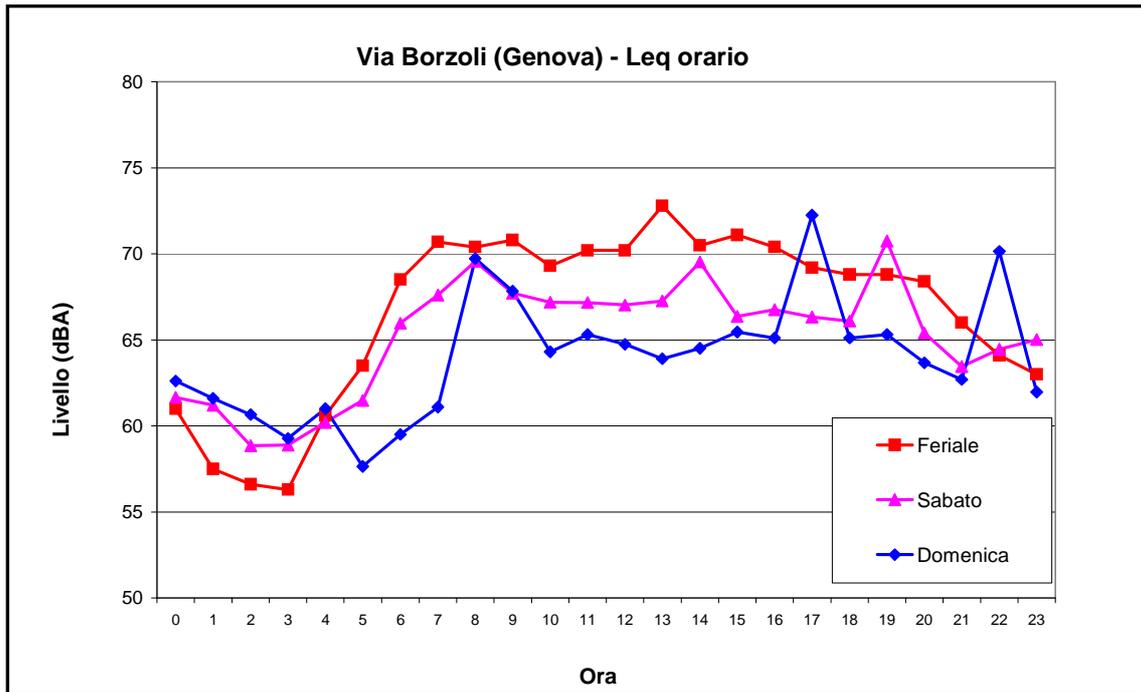


Figura 7 Livelli equivalenti orari (dBA) nei tre giorni feriale, sabato e domenica medi logaritmici

In Tabella 3 si riportano i valori di Leq orario (dBA) per i giorni logaritmicamente medi feriale sabato e domenica monitorati nel sito R1, già riportati graficamente in Figura 7.

ora	Feriale	Sabato	Domenica
0	61,0	61,7	62,6
1	57,5	61,2	61,6
2	56,6	58,8	60,7
3	56,3	58,9	59,3
4	60,6	60,2	61,0
5	63,5	61,5	57,7
6	68,5	66,0	59,5
7	70,7	67,6	61,1
8	70,4	69,6	69,7
9	70,8	67,7	67,8
10	69,3	67,2	64,3
11	70,2	67,2	65,3
12	70,2	67,0	64,8
13	72,8	67,3	63,9
14	70,5	69,5	64,5
15	71,1	66,4	65,5
16	70,4	66,8	65,1
17	69,2	66,3	72,3
18	68,8	66,1	65,1
19	68,8	70,7	65,3
20	68,4	65,4	63,7
21	66,0	63,5	62,7
22	64,1	64,5	70,1
23	63,0	65,0	62,0

Tabella 3 Monitoraggio in continuo nel sito R1 – Leq orari logaritmicamente medi (dBA)

Nelle figure 8, 9 e 10 sono graficati gli andamenti dei livelli equivalenti orari nei diversi giorni tipo ed i corrispondenti livelli equivalenti (dBA) nei tempi di riferimento (LeqD, LeqN).

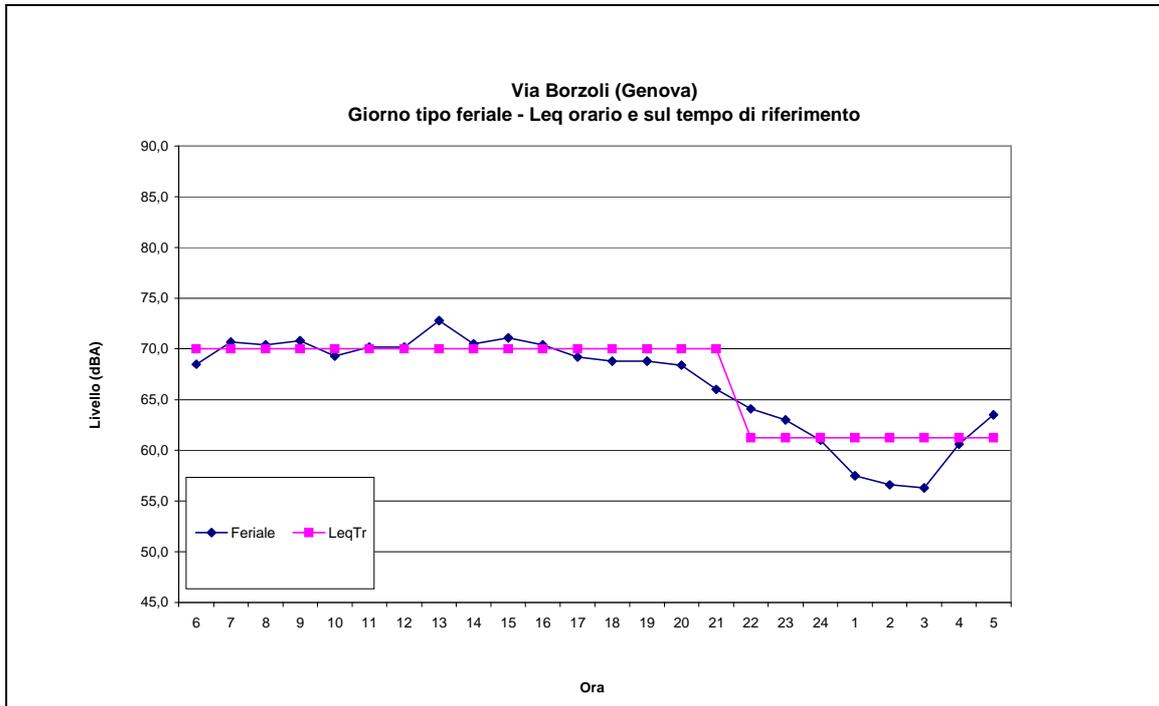


Figura 8 Livelli equivalenti orari e nei tempi di riferimento (dBA) relativi al giorno medio feriale

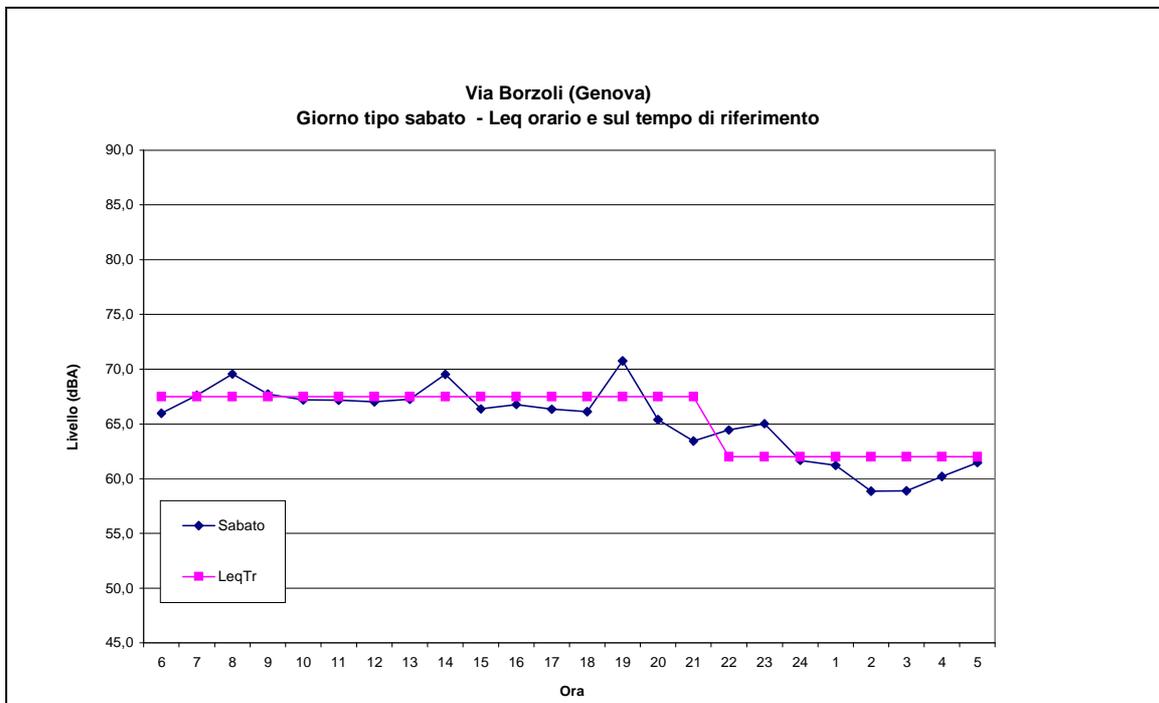


Figura 9 Livelli equivalenti orari e nei tempi di riferimento (dBA) relativi al giorno medio sabato

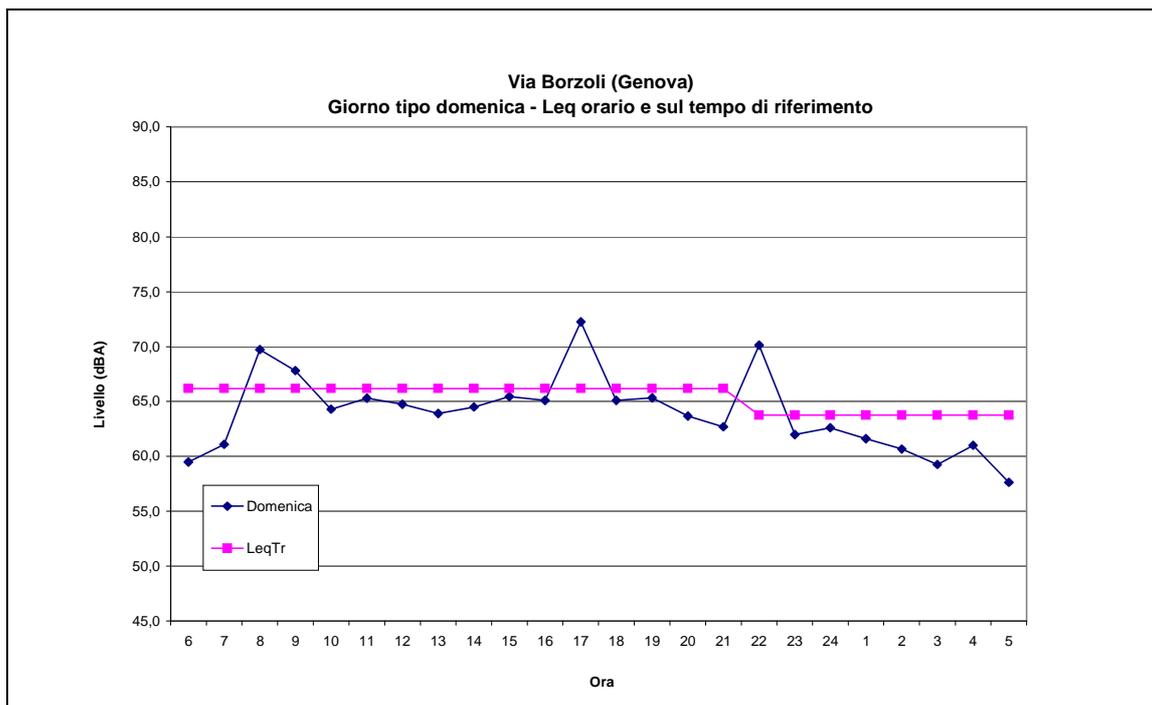


Figura 10 Livelli equivalenti orari e nei tempi di riferimento (dBA) relativi al giorno medio festivo

5. Misure su tempo breve

Nella Tabella 4 si riportano i valori di Leq (dBA) rilevati su tempo breve; nel caso di più misure consecutive nello stesso sito è stato calcolato il dato globale.

Data	Sito	Tm	Leq
17.02.2012	B1	~ 12'	72,3
		~ 24'	69,3
	B2	~ 4'	68,2
		~ 2'	72,3
		~ 8'	65,2
		globale	68,8
	B3	~ 9'	66,6
		~ 29'	70,3
globale		69,6	
13.03.2012	B3	~ 4'	74,0
		~ 3'	76,0
		globale	74,9
	B4	~ 8'	75,8
		~ 9'	71,6
		~ 11'	72,0
		~ 9'	72,8
		~ 13'	75
		globale	73,8
	C1	~ 14'	68,9
		~ 10'	68,7
globale		68,8	

Tabella 4 Valori di Leq a banda larga ponderato A (dBA) rilevati nella campagna di misure su tempo breve

I dati relativi ai siti B2 e B3 nella prima sessione di misura (17.02.2012) sono stati rilevati in contemporaneità al monitoraggio in continuo che avveniva, sostanzialmente, nello stesso sito (R1, v. Fig. 1) ma a quota più elevata (balcone al secondo piano contro microfono su cavalletto a circa 1,5 m da terra a bordo strada): confrontando i valori di Leq misurati in B2 e B3 il 17.02.2012 (Tab. 4) con i valori di Leq orario rilevati con il monitoraggio in continuo in R1 nello stesso giorno e nella stessa fascia oraria (approssimativamente dalle 09 alle 10) si verifica che al secondo piano veniva monitorato un Leq pari a ~ 70 dBA mentre a terra veniva misurato un Leq pari a ~ 69 ÷ 70 dBA, quindi sostanzialmente lo stesso valore.

Nel seguito si riportano, per ogni sito di misura su tempo breve, i grafici² relativi a:

- evoluzione temporale (time history) dei livelli short Leq su 1 s e del livello equivalente progressivo (running Leq) per i siti B1, B2 + B3 (sono stati uniti i rilievi della sessione 1 in un'unica rappresentazione a motivo della vicinanza dei due siti e della sostanziale consecutività dei singoli rilievi): Figure 10 ÷ 11;
- evoluzione temporale (time history) dei livelli short Leq su 1 s per il sito B2 (limitatamente al primo dei quattro rilievi consecutivi, si tratta di uno "zoom" della prima parte del tracciato in Fig. 11): Figura 12;
- evoluzione temporale (time history) dei livelli short Leq su 0,125s e del livello equivalente progressivo: Figure 13 ÷ 21;
- multispettro in banda 1/3 d'ottava dello short Leq su 1 s in ponderazione lineare in forma di sonogramma: Figure 22 ÷ 30.

I grafici riportati nelle figure 10 ÷ 21 evidenziano la presenza di numerosi picchi, in genere dovuti al passaggio di veicoli pesanti ed in alcuni casi di moto, che frequentemente superano gli 80 dBA ed in alcuni casi sono dell'ordine di 90 dBA.

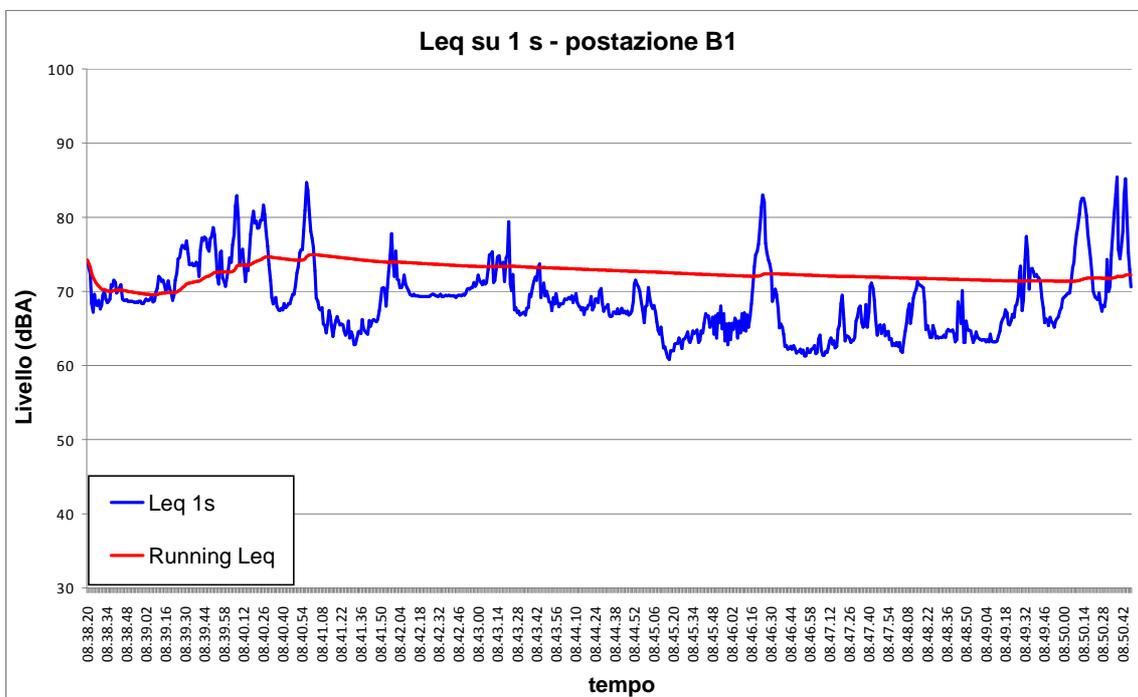


Figura 10 Sito B1 (17.02.2012) - Evoluzione temporale dello short Leq 1 s e Leq progressivo (ponderazione A, dBA)

² 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.

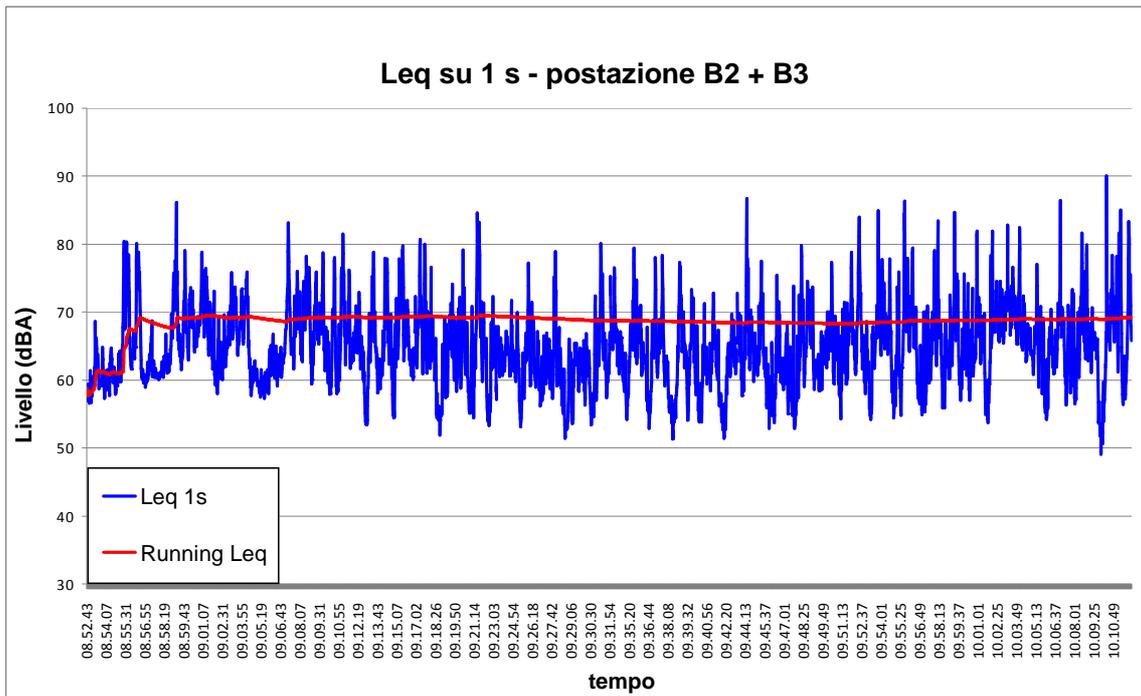


Figura 11 Siti B2+B3 (17.02.2012) - Evoluzione temporale dello short Leq 1 s e Leq progressivo per l'insieme dei rilievi effettuati (ponderazione A, dBA)

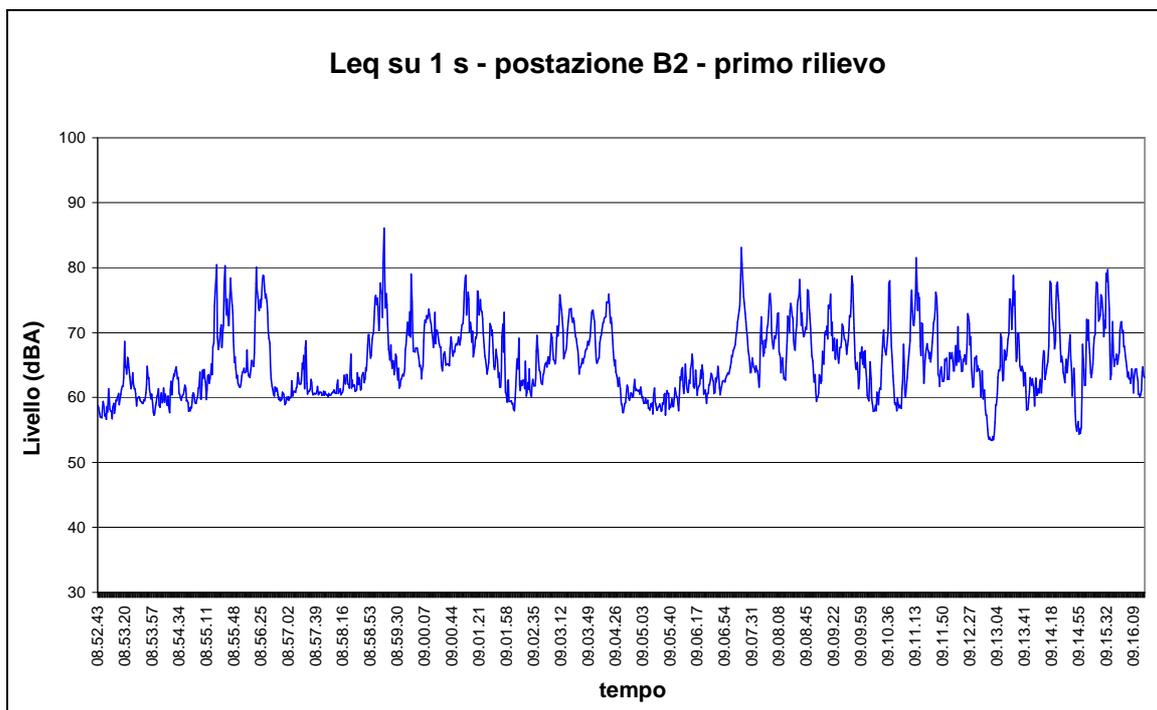


Figura 12 Sito B2 (17.02.2012) - Evoluzione temporale dello short Leq 1 s per il primo dei quattro rilievi (ponderazione A, dBA)

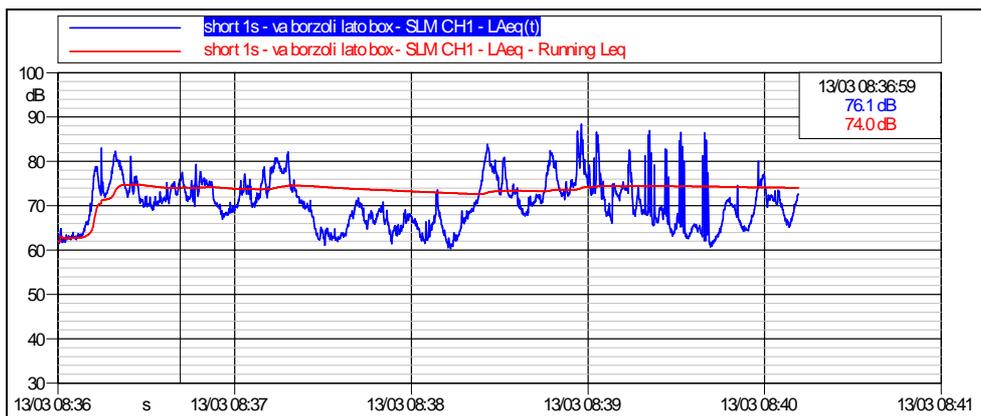


Figura 13 Sito B3 (13.03.2012) - Evoluzione temporale dello short Leq 0,125 s e Leq progressivo per il primo rilievo (ponderazione A, dBA)

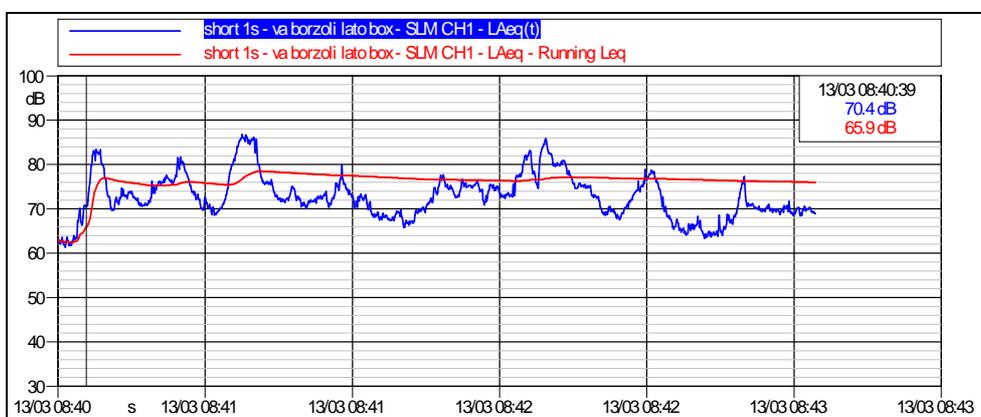


Figura 14 Sito B3 (13.03.2012) - Evoluzione temporale dello short Leq 0,125 s e Leq progressivo per il secondo rilievo (ponderazione A, dBA)

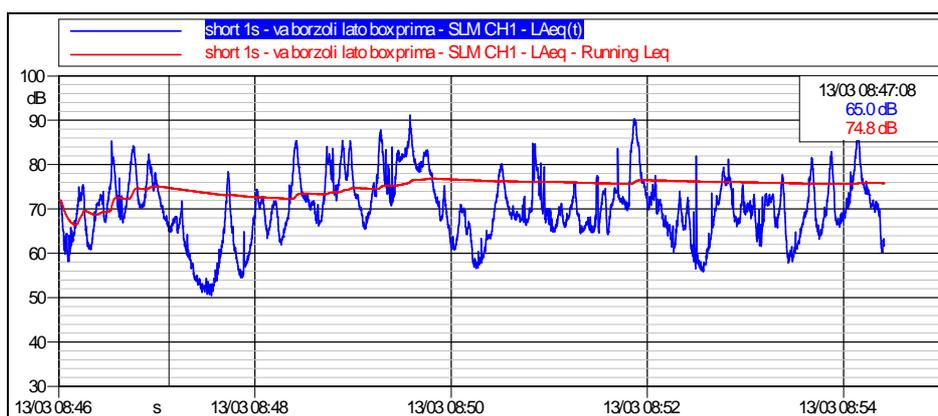


Figura 15 Sito B4 (13.03.2012) - Evoluzione temporale dello short Leq 0,125 s e Leq progressivo per il primo rilievo (ponderazione A, dBA)

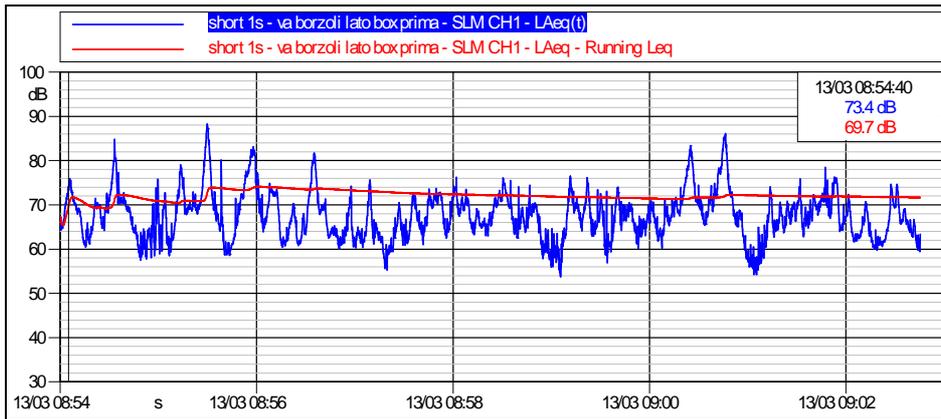


Figura 16 Sito B4 (13.03.2012) - Evoluzione temporale dello short Leq 0,125 s e Leq progressivo per il secondo rilievo (ponderazione A, dBA)

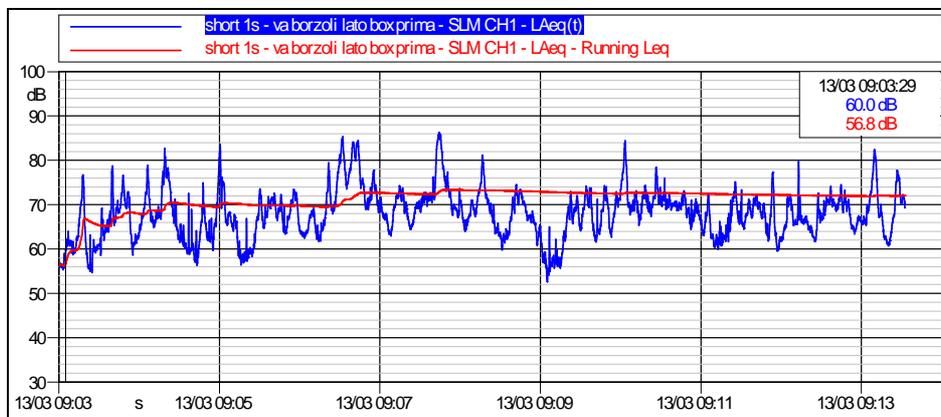


Figura 17 Sito B4 (13.03.2012) - Evoluzione temporale dello short Leq 0,125 s e Leq progressivo per il terzo rilievo (ponderazione A, dBA)

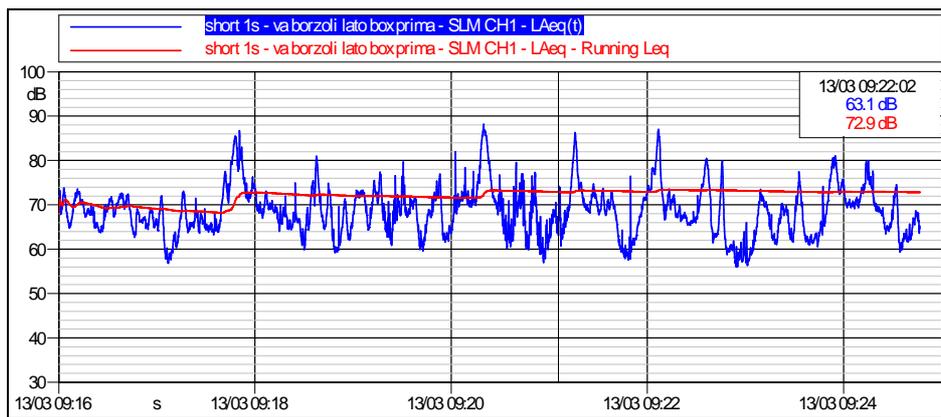


Figura 18 Sito B4 (13.03.2012) - Evoluzione temporale dello short Leq 0,125 s e Leq progressivo per il quarto rilievo (ponderazione A, dBA)

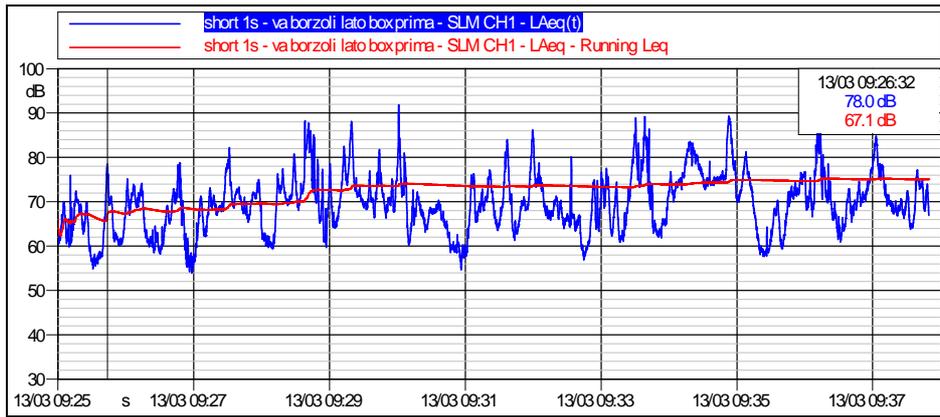


Figura 19 Sito B4 (13.03.2012) - Evoluzione temporale dello short Leq 0,125 s e Leq progressivo per il quinto rilievo (ponderazione A, dBA)

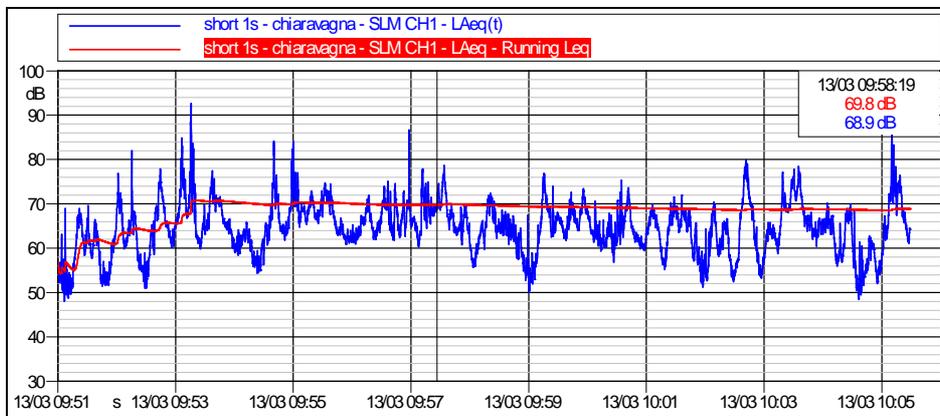


Figura 20 Sito C1 (13.03.2012) - Evoluzione temporale dello short Leq 0,125 s e Leq progressivo per il primo rilievo (ponderazione A, dBA)

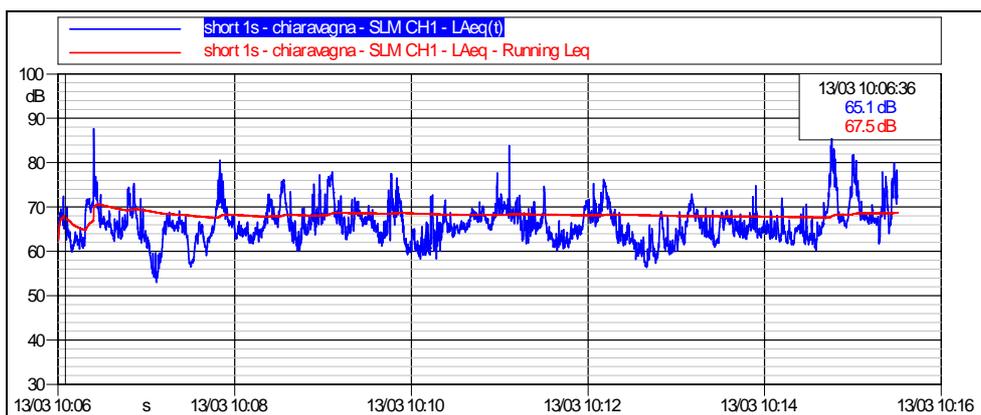


Figura 21 Sito C1 (13.03.2012) - Evoluzione temporale dello short Leq 0,125 s e Leq progressivo per il secondo rilievo (ponderazione A, dBA)

I grafici riportati nelle figure 22 ÷ 30, relative all'evoluzione temporale del livello Leq su 1s (banda 1/3 di ottava), evidenziano che gli eventi rumorosi dovuti al passaggio dei mezzi pesanti sono caratterizzati da spettri di frequenza ampi, che si estendono dalle basse frequenze (in genere da 25 a 40 Hz) alle frequenze alte e medio alte (a seconda dei casi 2.500 Hz o anche fino a 4.000 Hz). In presenza di scuotimenti del mezzo e/o del rimorchio si possono osservare eventi acustici con spettri molto estesi, che possono giungere, nel campo delle alte frequenze, anche oltre i 4.000 Hz.

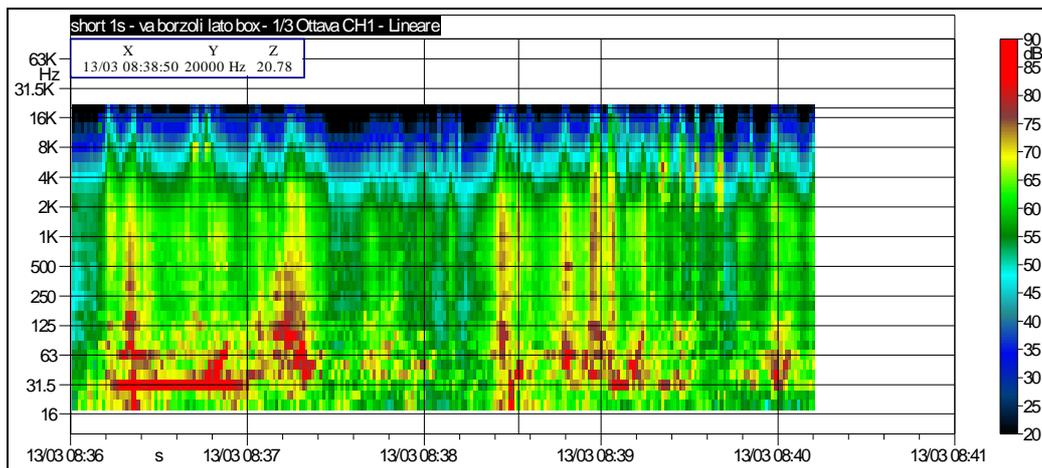


Figura 22 Sito B3 (13.03.2012) - Sonogramma del multispettro dello short Leq 1 s per il primo rilievo (ponderazione lineare, dB)

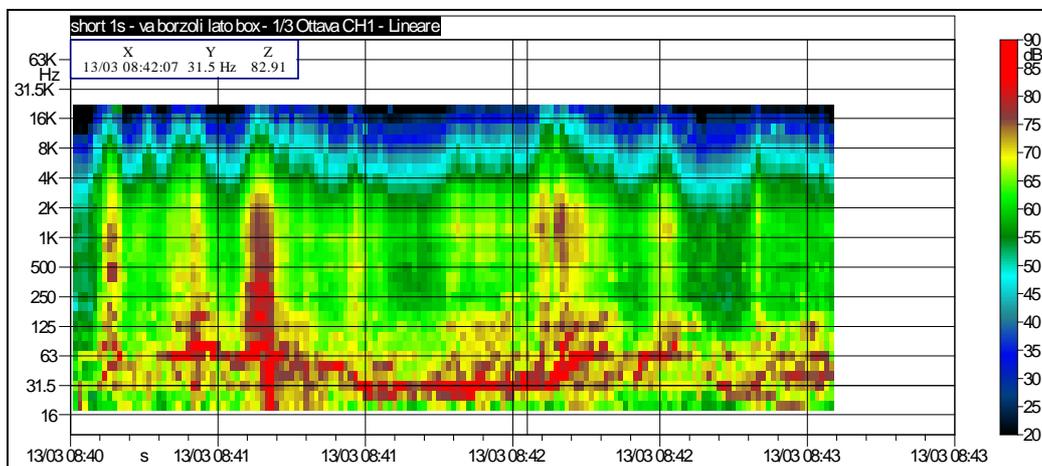


Figura 23 Sito B3 (13.03.2012) - Sonogramma del multispettro dello short Leq 1 s per il secondo rilievo (ponderazione lineare, dB)

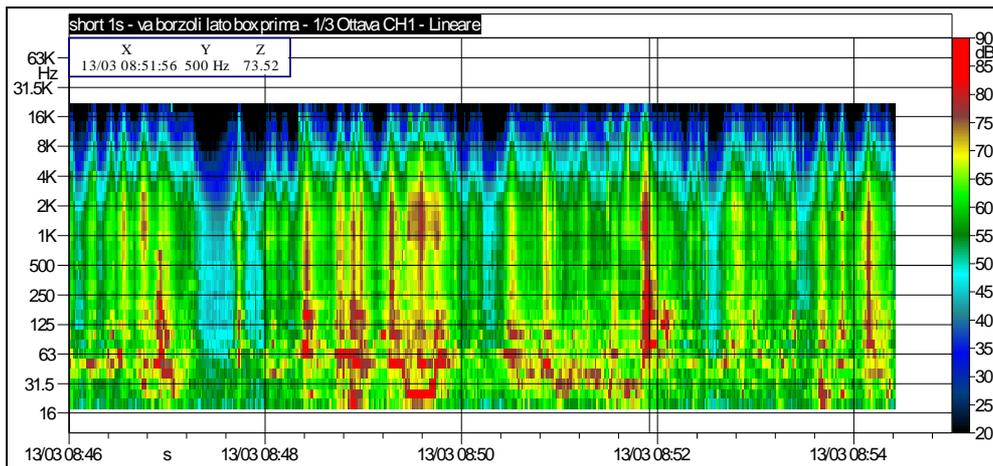


Figura 24 Sito B4 (13.03.2012) - Sonogramma del multispettro dello short Leq 1 s per il primo rilievo (ponderazione lineare, dB)

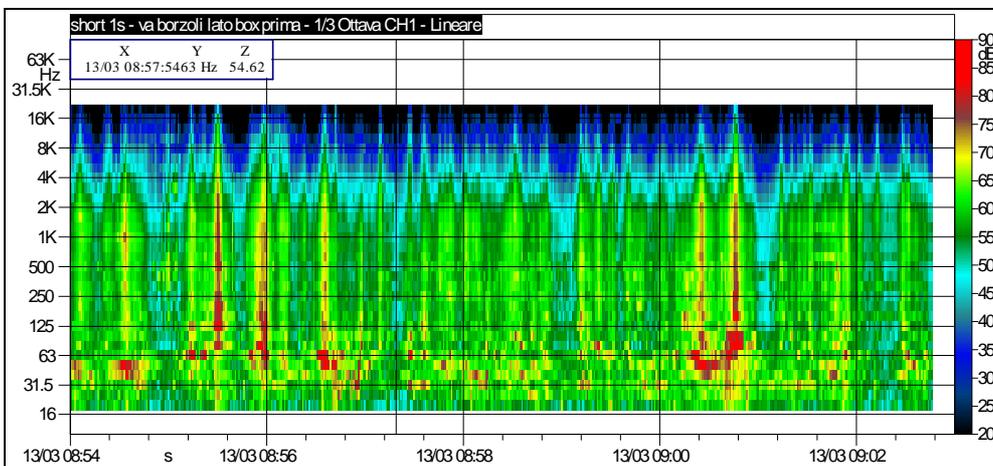


Figura 25 Sito B4 (13.03.2012) - Sonogramma del multispettro dello short Leq 1 s per il secondo rilievo (ponderazione lineare, dB)

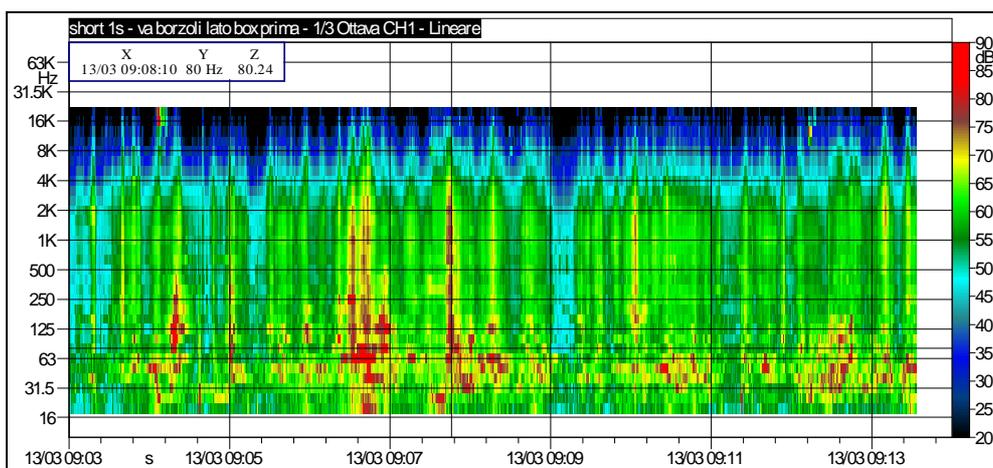


Figura 26 Sito B4 (13.03.2012) - Sonogramma del multispettro dello short Leq 1 s per il terzo rilievo (ponderazione lineare, dB)

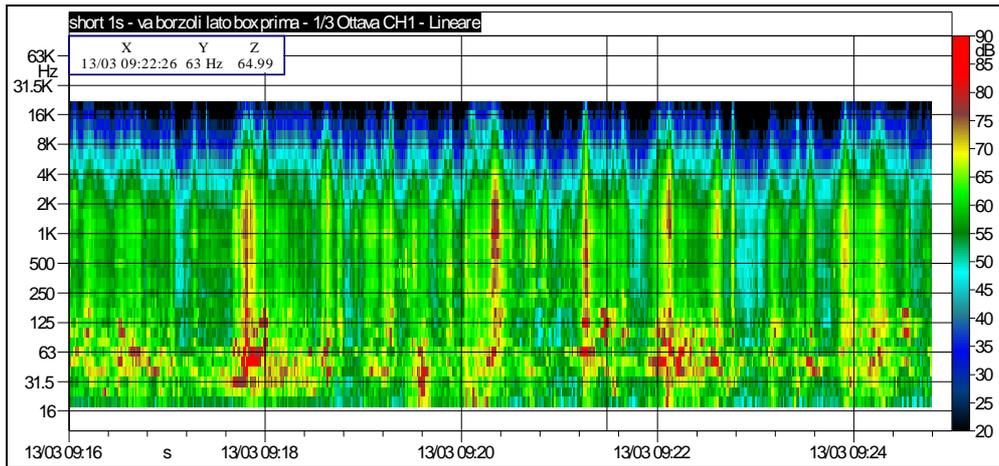


Figura 27 Sito B4 (13.03.2012) - Sonogramma del multispettro dello short Leq 1 s per il quarto rilievo (ponderazione lineare, dB)

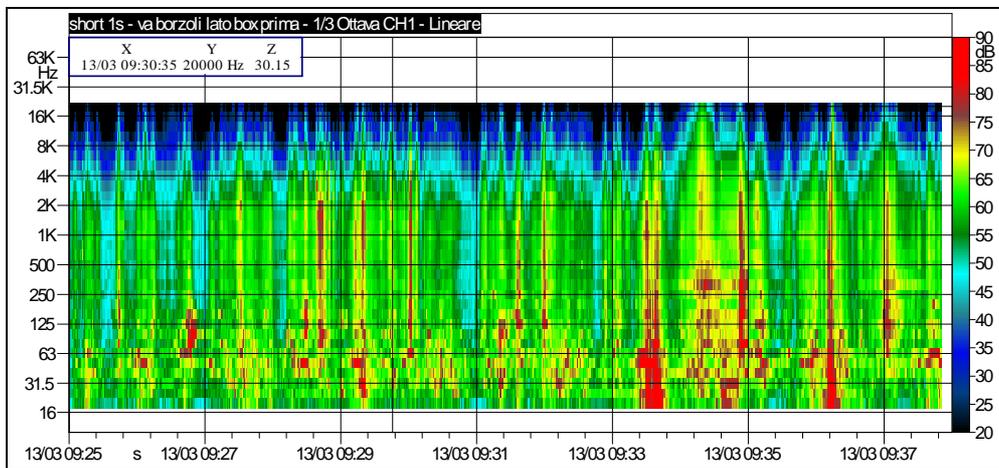


Figura 28 Sito B4 (13.03.2012) - Sonogramma del multispettro dello short Leq 1 s per il quinto rilievo (ponderazione lineare, dB)

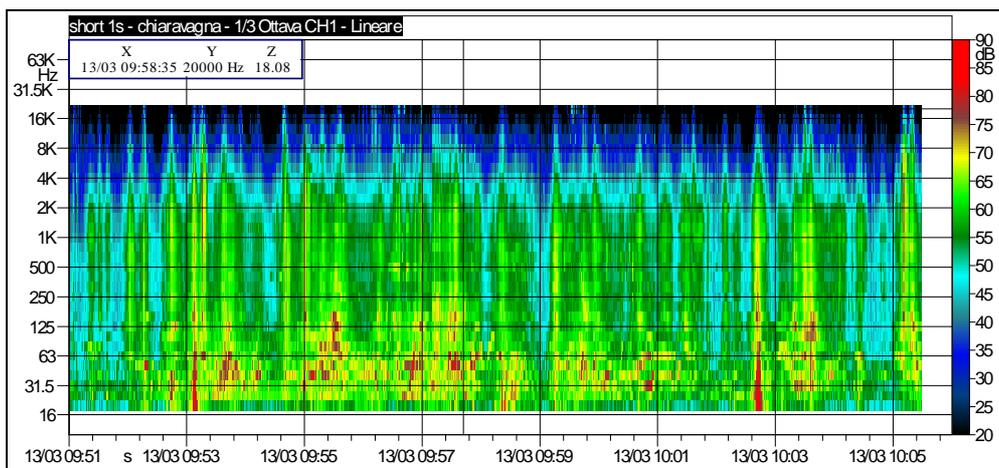


Figura 29 Sito C1 (13.03.2012) - Sonogramma del multispettro dello short Leq 1 s per il primo rilievo (ponderazione lineare, dB)

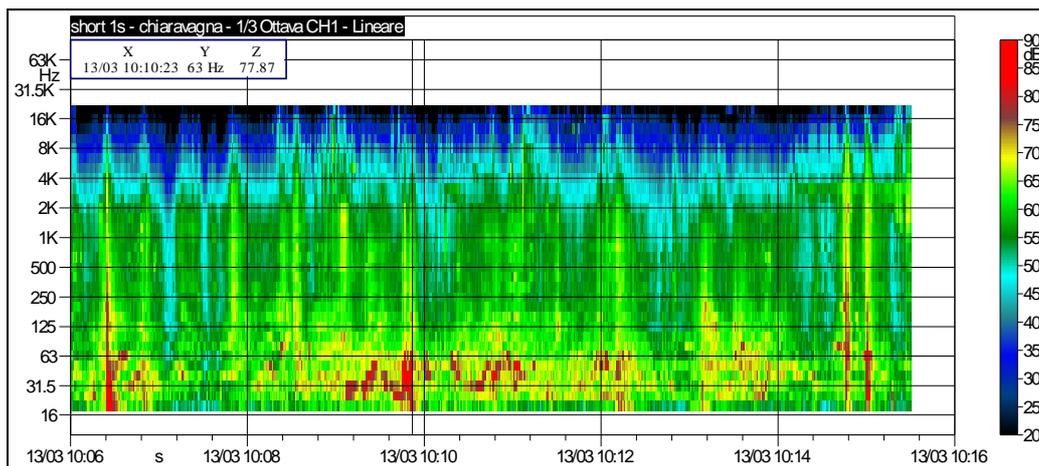


Figura 30 Sito C1 (13.03.2012) - Sonogramma del multispettro dello short Leq 1 s per il secondo rilievo (ponderazione lineare, dB)

7. Conclusioni

In relazione agli esiti del monitoraggio plurigiornaliero in continuo si può affermare che i risultanti valori di livello equivalente LeqD e LeqN (sui tempi di riferimento Diurno e Notturno) per i giorni logaritmicamente medi feriale, sabato, domenica e settimanale risultano superiori ai valori limite assoluti di immissione per la classe IV (v. Tabella 5).

	feriale	sabato	domenica	settimanale	Limiti della classe IV
LeqD	70,0	67,5	66,2	69,3	65
LeqN	61,2	62,0	63,8	61,8	55

Tabella 5 Confronto valori misurati coi limiti previsti dalla normativa per l'ambiente esterno