

Monitoraggio delle emissioni di rumore prodotte dal funzionamento della metropolitana leggera di superficie di Perugia

Periodo di monitoraggio: 2 marzo 2009 – 19 marzo 2009

Rapporto Tecnico

Aprile 2009

arpa umbria

Gruppo di Lavoro

Redazione

Ing. Stefano Ortica

Versione

Emissione

Visto

Dott. Svedo Piccioni
Dott. Alberto Micheli

arpa umbria
agenzia regionale per la protezione ambientale

via Pievaiola - San Sisto - 06132 - Perugia / tel 075 515961 / fax 075 51596235 / www.arpa.umbria.it / arpa@arpa.umbria.it

Indice

1. Introduzione.....	4
2. Riferimenti normativi.....	5
3. Descrizione dei punti di misura.....	6
4. Risultati del monitoraggio acustico	12
4.1 Punto di misura R1 – Edificio di Via Guerra (Zona Stazione Cortonese)	13
4.1.1 Punto di misura R1 – confronto con risultati di misure precedenti	14
4.2 Punto di misura R2 – Edificio di Via Magnini (Zona Stazione Cortonese).....	15
4.2.1 Punto di misura R2 – confronto con risultati di misure precedenti	16
4.3 Punto di misura R3 – Scuola Comparozzi (Zona Stazione Madonna Alta)	17
4.3.1 Punto di misura R3 – confronto con risultati di misure precedenti	18
4.4 Punto di misura R4 – Edificio Via Righi 2 (Zona Stazione Madonna Alta)	20
4.4.1 Punto di misura R4 – confronto con risultati di misure precedenti	22
4.5 Punto di misura R5 – Abitazione di Via Righi 3 (Zona Stazione Madonna Alta)	23
4.5.1 Punto di misura R5 – confronto con risultati di misure precedenti	24
4.6 Punto di misura R6 – Edificio di Via Morgagni 1 (Zona Stazione Madonna Alta)	25
4.6.1 Punto di misura R6 – confronto con risultati di misure precedenti	26
4.7 Punto di misura R7 – Edificio di Via Fermi 26 (Zona Stazione Madonna Alta)	27
4.7.1 Punto di misura R7 – confronto con risultati di misure precedenti	28
4.9 Punto di misura R9 – Edificio di Via Villa Glori (Zona Stazione Case Bruciate)	29
4.10 Punto di misura R10 – Scuola “Il Girotondo” (Zona Stazione Case Bruciate)	31
4.10.1 Punto di misura R10 – confronto con risultati di misure precedenti	32
4.11 Punto di misura R11 – Edificio sede ONAOSI- (Zona Stazione Case Bruciate)	34
4.11.1 Punto di misura R11 – confronto con risultati di misure precedenti	36
4.12 Punto di misura R12 – Edificio di Via Checchi (Zona Stazione Cupa)	37
4.12.1 Punto di misura R12 – confronto con risultati di misure precedenti	39
5. Riepilogo dei risultati delle misure	40
6. Conclusioni.....	41

1. Introduzione

Arpa Umbria, nel periodo compreso tra il 2 ed il 19 marzo 2009, ha condotto una campagna di monitoraggio acustico presso undici abitazioni opportunamente scelte lungo il tracciato del Minimetrò.

Le misure di rumore sono state svolte sulla facciata degli edifici già oggetto di un monitoraggio acustico eseguito nel 2008; dal confronto dei risultati del recente monitoraggio con quelli del 2008 è stato possibile valutare la riduzione di rumore dovuta ai lavori di mitigazione acustica eseguiti nel periodo settembre 2008 – febbraio 2009.

Per ciascun punto di misura sono riportati:

1. il valore del livello assoluto di rumore di immissione diurno e notturno, misurati rispettivamente dalle ore 6 alle ore 22 e dalle ore 22 alle ore 6;
2. il valore del livello equivalente di rumore nelle condizioni di funzionamento del Minimetrò alla velocità di 7 m/sec e 4,5 m/sec, come indicate nella tabella 1;
3. il confronto tra i valori di cui al punto 1 con quelli rispettivamente misurati nelle condizioni di impianto fermo (*"punto zero"*) nei precedenti monitoraggi;
4. il confronto del livello equivalente di rumore misurato nelle condizioni di funzionamento a velocità di 7 m/sec prima e dopo gli ultimi lavori di riduzione del rumore.

Tabella 1: Orario di funzionamento del Minimetrò e velocità di esercizio

Giorno	Ora apertura	Ora chiusura	Funzionamento a 4,5 m/sec	Funzionamento a 7 m/sec
Dal lunedì al venerdì	7.00	21.20	10.00-12.30	7.00-10.00
			14.30-15.30	12.30-14.30
			20.30-21.00	15.30-20.30
				21.00-21.20
Sabato e prefestivi	7.00	21.20	7.00-10.00	10-14.30
			14.30-15.30	15.30-21.20
Domenica e festivi	8.30	20.30	8.30-10.30	10.30-13.00
			13.00-15.00	15.00-20.30

2. Riferimenti normativi

Il Comune di Perugia ha approvato il Piano di Zonizzazione Acustica con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 143 del 14 luglio 2008. Nella Delibera, in merito all'impianto trasportistico del Minimetrò, sono state recepite alcune considerazioni che sinteticamente sono di seguito riportate.

Con nota prot. 50781 del 4 aprile 2008 la Regione Umbria, valutata la vigente normativa e sulla scorta delle consultazioni avute anche con il Ministero dell'Ambiente, ha espresso che:

- il Minimetrò rientra nella categoria delle infrastrutture di trasporto;
- non può essere incluso nel quadro normativo di cui al D.P.R. 459/98 (*Regolamento recante norme in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario*);
- non è pertanto possibile l'applicazione del D.P.R. 459/98 e della fascia di rispetto ivi prevista all'infrastruttura Minimetrò;
- **deve essere applicata la normale zonizzazione con l'attribuzione delle classi individuate dal D.P.C.M. 14/11/97 e riportate nell'Allegato A del Regolamento Regionale 1/2004;**
- non sono da applicare i valori limite differenziali di immissione.

In base a queste considerazioni le emissioni di rumore del Minimetrò rispettano i limiti del DPCM 14/11/1997 se sulla facciata degli edifici esposti non sono superati i limiti assoluti di immissione della classe acustica cui appartiene l'edificio.

Nella tabella 2 sono elencate le sei classi acustiche, definite dal DPCM 14/11/1997, con la relativa descrizione ed i limiti assoluti di immissione diurno e notturno.

Tabella 2: Descrizione delle classi acustiche e rispettivi limiti assoluti di immissione come stabilito dal DPCM 14/11/1997

Classe	Descrizione	Limite Assoluto Diurno	Limite Assoluto Notturno
I	<i>Aree particolarmente protette</i>	50 dBA	40 dBA
II	<i>Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale</i>	55 dBA	45 dBA
III	<i>Aree di tipo misto</i>	60 dBA	50 dBA
IV	<i>Aree di intensa attività umana</i>	65 dBA	55 dBA
V	<i>Aree prevalentemente industriali</i>	70 dBA	60 dBA
VI	<i>Aree esclusivamente industriali</i>	70 dBA	70 dBA

La tabella 3 riporta l'elenco dei punti di misura con la rispettiva classe acustica di appartenenza e i limiti assoluti di immissione diurni e notturni.

3. Descrizione dei punti di misura

L'elenco dei punti di misura, oggetto dei rilievi fonometrici nel periodo compreso tra il 2 ed il 19 marzo 2009, è riportato nella tabella 3.

Tabella 3: Elenco dei punti di misura in cui è stato condotto il monitoraggio acustico con indicazione della classe acustica di appartenenza e dei rispettivi limiti assoluti di immissione (diurno e notturno)

Punto di misura	Descrizione	Classe	Limite assoluto immissione diurno [dBA]	Limite assoluto immissione notturno [dBA]
R1	Edificio Via Guerra – (zona stazione Cortonese).	III	60	50
R2	Edificio Via Magnini – (zona stazione Cortonese)	III	60	50
R3	Scuola Comparozzi (zona Stazione Madonna Alta)	I	50	40
R4	Edificio Via Righi 2 (zona Stazione Madonna Alta)	IV	65	55
R5	Edificio Via Righi 3 (zona Stazione Madonna Alta)	IV	65	55
R6	Edificio Via Morgagni 1 (zona Stazione Madonna Alta)	IV	65	55
R7	Edificio Via Fermi 26 (zona Stazione Madonna Alta)	IV	65	55
R9	Edificio Via Villa Glori (zona Stazione Case Bruciate)	III	60	50
R10	Scuola "Il Girotondo" (zona Stazione Case Bruciate)	I	50	40
R11	Edificio Via R. d'Andreotto (edificio sede ONAOSI)	III	60	50
R12	Edificio Via Checchi (Zona Stazione Cupa)	III	60	50

Nelle ortofoto delle figure 1 e 2 sono indicati i punti di misura descritti in tabella 3.

Nelle figure 3 e 4 è riportato lo stralcio del Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Perugia relativamente alle aree intorno ai punti di misura.

Non è stato considerato il punto di misura R8 perché durante l'ultimo monitoraggio (gennaio 2008) era stato osservato che la sorgente principale di rumore era costituita dal traffico stradale e non dal funzionamento del Minimetrò che non determinava nessun incremento di rumore.

Nei due edifici scolastici (R3 e R10) oltre alla misura in facciata, per la determinazione del livello assoluto di immissione di rumore, è stata effettuata anche una misura all'interno dell'aula più esposta, in condizione di finestre chiuse, per valutare il grado di disturbo eventualmente arrecato dalle emissioni di rumore del Minimetrò. Infatti la normativa che fissa i limiti di rumore per le infrastrutture di trasporto stabilisce che, qualora il valore limite di zona non sia tecnicamente conseguibile (in questo caso il limite è 50 dBA della classe I), ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzi l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato comunque il rispetto del limite diurno di 45 dBA, misurato al centro dell'aula scolastica ed a finestre chiuse.



Figura 1: Ortofoto della zona relativa alle stazioni di Via Cortonese e Madonna Alta con indicazione dei punti di misura R1 – R7.



Figura 2: Ortofoto della zona relativa alle stazioni di Case Bruciate e della Cupa con indicazione dei punti di misura R8 – R12.

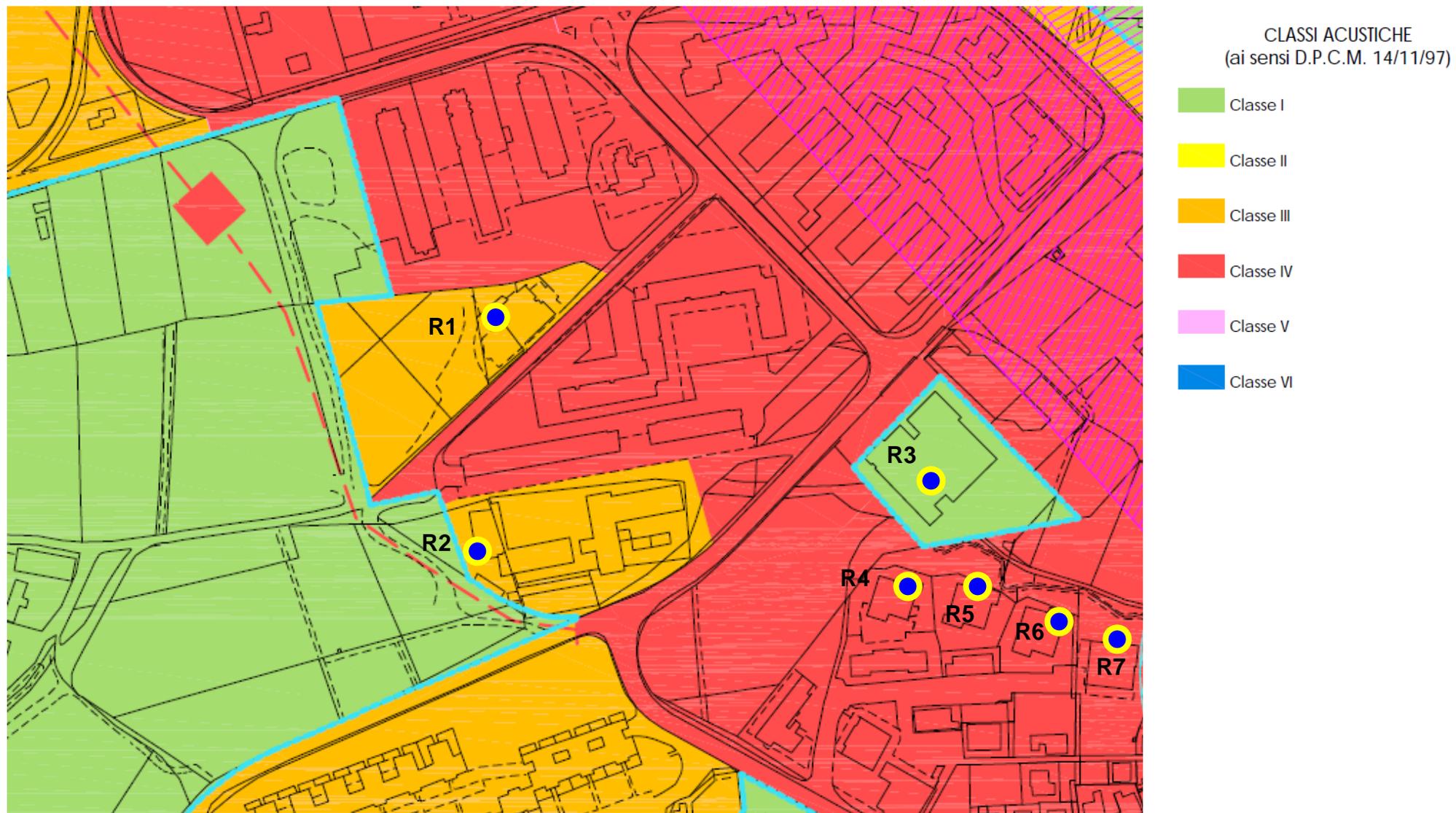


Figura 3: Stralcio del Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Perugia relativo alla zona intorno alle stazioni di Madonna Alta e Cortonese

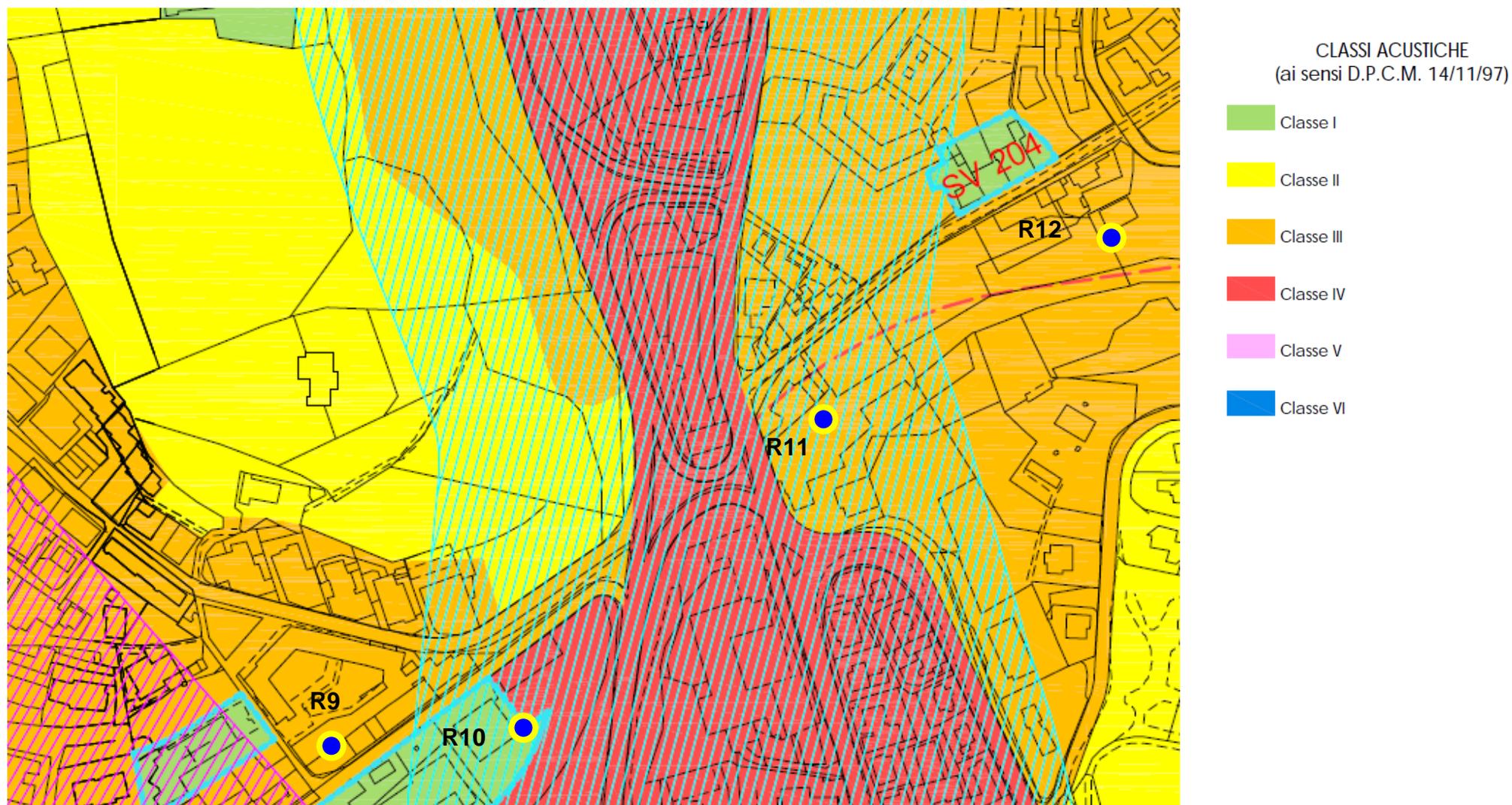


Figura 4: Stralcio del Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Perugia relativo alla zona intorno alla stazione di Case Bruciate e la galleria della Cupa

4. Risultati del monitoraggio acustico

Per ciascun punto di misura è riportata la scheda riepilogativa dei risultati delle misure fonometriche.

La scheda riepilogativa contiene le seguenti informazioni:

- il nome del punto di misura ed i riferimenti alla sua ubicazione;
- la documentazione fotografica del punto di misura;
- la zona acustica in cui si trova il punto di misura, in base alla normativa attualmente vigente (DPCM 14/11/1997), ed il relativo limite assoluto di rumore diurno e notturno;
- il giorno in cui è stata eseguita la misura;
- l'ora di inizio e fine misura;
- il profilo temporale del livello di pressione sonora rilevato durante l'intero periodo di monitoraggio;
- il livello equivalente di rumore misurato nelle ore di funzionamento a 4,5 m/sec;
- il livello equivalente di rumore misurato nelle ore di funzionamento a 7 m/sec;
- il livello assoluto di immissione diurno (misurato dalle ore 6 alle ore 22);
- il livello assoluto di immissione notturno (misurato dalle ore 22 alle ore 6).

Ciascuna scheda riepilogativa è seguita da un paragrafo dove sono confrontati i livelli assoluti di immissione e del rumore di fondo, misurati durante il monitoraggio di marzo 2009, con quelli misurati durante la caratterizzazione del "punto zero" quando il Minimetrò non era ancora in funzione.

Nello stesso paragrafo viene anche confrontato il livello di rumore misurato con l'impianto in funzione a 7 m/sec nella condizione attuale e in quella precedente i lavori per la riduzione del rumore svolti da settembre 2008 a febbraio 2009.

I valori del livello equivalente di rumore e dei livelli assoluti di immissione sono indicati con LAeq (livello equivalente di rumore ponderato A).

Il valore del rumore di fondo è espresso dal 95° livello percentile, indicato con L₉₅.

4.1 Punto di misura R1 – Edificio di Via Guerra (Zona Stazione Cortonese)

Punto di misura n. 1		Via	Guerra	Zona	Stazione Cortonese
Zona (ex D.P.C.M. 14/11/1997): CLASSE III		Limite assoluto di immissione di rumore			
		Diurno: 60 dBA		Notturmo: 50 dBA	
Fotografia aerea del punto di misura		Fotografia dal punto di misura			
					
Inizio misura	Giovedì 12/03/09 ore 15.30	Fine misura	Venerdì 13/03/09 ore 17.00		
Profilo temporale del livello equivalente di rumore					
#1 Leq 3m A		GO 12/03/09 15h30	55,4dB	VEN 13/03/09 17h00	
					
RISULTATI					
PERIODO DIURNO			PERIODO NOTTURNO		
	LAeq (dBA)			LAeq (dBA)	
Minimetro 7 m/sec	56,4	Minimetrò non in funzione			
Minimetro 4,5 m/sec	56,1				
Livello Immissione Diurno (globale)	56,5	Livello Immissione Notturmo (globale)		52,0	

4.1.1 Punto di misura R1 – confronto con risultati di misure precedenti

	Tempo di riferimento			
	Diurno		Notturno	
	L _{Aeq} dBA	L ₉₅ dBA	L _{Aeq} dBA	L ₉₅ dBA
Monitoraggio "punto zero", con Minimetrò fermo, dal 15/01/07 al 22/01/07	58,5	52,5	53,0	39,7
Monitoraggio attuale, con Minimetrò in funzione, dal 12/03/09 al 13/03/09	56,5	52,8	52,0	39,8

I risultati mostrano che il clima acustico attuale è confrontabile con quello rilevato quando il Minimetrò non era in funzione. Questo dimostra che il funzionamento del Minimetrò non determina nessun aumento di rumore presso le abitazioni che si affacciano sul tratto di linea intorno alla stazione di Via Cortonese.

Si può affermare che i lavori di riduzione del rumore, sul tratto di linea nei pressi della Stazione Cortonese, hanno permesso il raggiungimento dei livelli di rumore misurati precedentemente all'entrata in esercizio del Minimetrò.

	Livello di rumore prodotto con velocità di 7 m/sec	
	L _{Aeq}	
Misura del 21/01/2008	58,5 dBA	
Monitoraggio dal 12/03/09 al 13/03/09	56,4 dBA	
Variazione	- 2,1 dBA	Giudizio: miglioramento

Questi risultati dimostrano che la rumorosità del Minimetrò alla velocità di 7 m/sec è diminuita sensibilmente in seguito ai lavori di riduzione del rumore svolti tra settembre 2008 e febbraio 2009.

4.2 Punto di misura R2 – Edificio di Via Magnini (Zona Stazione Cortonese)

Punto di misura n. 2		Via	Magnini	Zona	Stazione Cortonese
Zona (ex D.P.C.M. 14/11/1997): CLASSE III		Limite assoluto di immissione di rumore			
		Diurno: 60 dBA		Notturmo: 50 dBA	
Fotografia aerea del punto di misura		Fotografia dal punto di misura			
					
Inizio misura	Venerdì 06/03/09 ore 15.15	Fine misura	Sabato 07/03/09 ore 15.15		
Profilo temporale del livello equivalente di rumore					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> #1426 Leq 3m A VEN 06/03/09 15h14m59 53,8dB SAB 07/03/09 15h14m59 </div> 					
RISULTATI					
PERIODO DIURNO			PERIODO NOTTURNO		
	LAeq (dBA)			LAeq (dBA)	
Minimetro 7 m/sec	55,2		Minimetro non in funzione		
Minimetro 4,5 m/sec	54,6				
Livello Immissione Diurno (globale)	55,0		Livello Immissione Notturmo (globale)	49,0	

4.2.1 Punto di misura R2 – confronto con risultati di misure precedenti

	Tempo di riferimento			
	Diurno		Notturmo	
	LAeq dBA	L ₉₅ dBA	LAeq dBA	L ₉₅ dBA
Misura con Minimetrò Fermo del 21/01/2008	57,5	52,0	Misura non effettuata.	
Monitoraggio dal 06/03/09 al 07/03/09 con Minimetrò in funzione	55,0	49,1	49,0	39,2

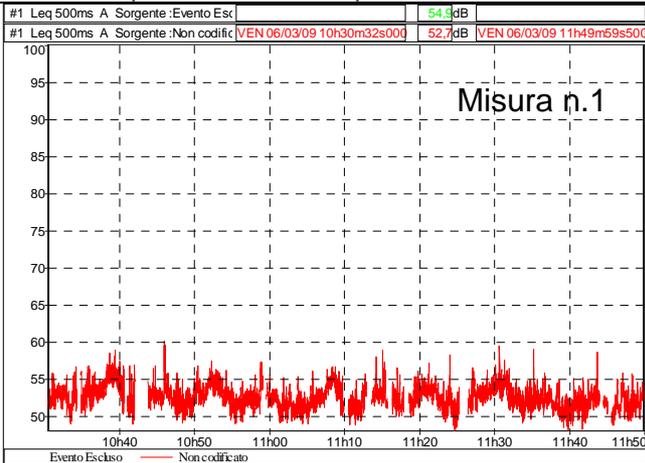
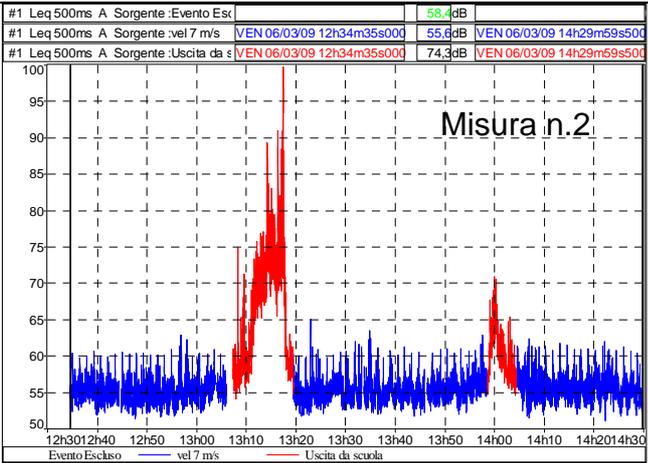
Anche per questo punto valgono le medesime considerazioni espresse per il punto di misura R1. Il funzionamento del Minimetrò non determina nessun aumento di rumore presso le abitazioni che si affacciano sul tratto di linea a valle della galleria di Madonna Alta.

I lavori di riduzione del rumore sul tratto di linea compreso tra la stazione di Via Cortonese e la galleria di Madonna Alta hanno permesso il raggiungimento dei livelli di rumore misurati precedentemente all'entrata in esercizio del Minimetrò.

	Livello di rumore prodotto con velocità di 7 m/sec	
	LAeq	
Misura del 21/01/2008	58,0 dBA	
Monitoraggio dal 06/03/09 al 07/03/09	55,2 dBA	
Variazione	- 2,8 dBA	Giudizio: miglioramento

Questi risultati dimostrano che la rumorosità del Minimetrò alla velocità di 7 m/sec è diminuita sensibilmente in seguito ai lavori di riduzione del rumore svolti tra settembre 2008 e febbraio 2009.

4.3 Punto di misura R3 – Scuola Comparozzi (Zona Stazione Madonna Alta)

Punto di misura n. 3		Via	Magnini	Zona	Stazione M. Alta										
Zona (ex D.P.C.M. 14/11/1997): CLASSE I		Limite assoluto di immissione di rumore													
		Diurno: 50 dBA		Notturmo: 40 dBA											
Fotografia aerea del punto di misura		Fotografia dal punto di misura													
															
Inizio misura n.1	Venerdì 06/03/09 ore 10.30	Fine misura n.1	Venerdì 06/03/09 ore 11.50												
Inizio misura n.2	Venerdì 06/03/09 ore 12.30	Fine misura n.2	Venerdì 06/03/09 ore 14.30												
Profilo temporale del livello equivalente di rumore															
<table border="1"> <tr> <td>#1 Leq 500ms A Sorgente :Evento Esc</td> <td>54,3dB</td> </tr> <tr> <td>#1 Leq 500ms A Sorgente :Non codific</td> <td>VEN 06/03/09 10h30m32s000 52,7dB VEN 06/03/09 11h49m59s500</td> </tr> </table>		#1 Leq 500ms A Sorgente :Evento Esc	54,3dB	#1 Leq 500ms A Sorgente :Non codific	VEN 06/03/09 10h30m32s000 52,7dB VEN 06/03/09 11h49m59s500	<table border="1"> <tr> <td>#1 Leq 500ms A Sorgente :Evento Esc</td> <td>58,4dB</td> </tr> <tr> <td>#1 Leq 500ms A Sorgente :vel 7 m/s</td> <td>VEN 06/03/09 12h34m35s000 55,6dB VEN 06/03/09 14h29m59s000</td> </tr> <tr> <td>#1 Leq 500ms A Sorgente :Uscita da sc</td> <td>VEN 06/03/09 12h34m35s000 74,3dB VEN 06/03/09 14h29m59s000</td> </tr> </table>				#1 Leq 500ms A Sorgente :Evento Esc	58,4dB	#1 Leq 500ms A Sorgente :vel 7 m/s	VEN 06/03/09 12h34m35s000 55,6dB VEN 06/03/09 14h29m59s000	#1 Leq 500ms A Sorgente :Uscita da sc	VEN 06/03/09 12h34m35s000 74,3dB VEN 06/03/09 14h29m59s000
#1 Leq 500ms A Sorgente :Evento Esc	54,3dB														
#1 Leq 500ms A Sorgente :Non codific	VEN 06/03/09 10h30m32s000 52,7dB VEN 06/03/09 11h49m59s500														
#1 Leq 500ms A Sorgente :Evento Esc	58,4dB														
#1 Leq 500ms A Sorgente :vel 7 m/s	VEN 06/03/09 12h34m35s000 55,6dB VEN 06/03/09 14h29m59s000														
#1 Leq 500ms A Sorgente :Uscita da sc	VEN 06/03/09 12h34m35s000 74,3dB VEN 06/03/09 14h29m59s000														
															
RISULTATI															
PERIODO DIURNO			PERIODO NOTTURNO												
	LAeq (dBA)			LAeq (dBA)											
Minimetro 7 m/sec (misura n.2)	55,6		Misura non effettuata												
Minimetro 4,5 m/sec (misura n.1)	52,7														
Livello Immissione Diurno (globale)	55,0		Livello Immissione Notturmo (globale)		Non misurato										

In questo punto di misura non è stato possibile effettuare un monitoraggio in continuo da 24 ore; per questo motivo non è disponibile il valore del livello equivalente di rumore notturno.

Dal calcolo del livello equivalente di rumore della misura n.2, con velocità del Minimetro a 7 m/sec, sono stati esclusi gli intervalli di tempo in cui si è verificata l'uscita degli alunni della scuola (evidenziati in rosso nel grafico della misura n.2).

4.3.1 Punto di misura R3 – confronto con risultati di misure precedenti

	Tempo di riferimento			
	Diurno		Notturmo	
	LAeq dBA	L ₉₅ dBA	LAeq dBA	L ₉₅ dBA
Misura con Minimetrò Fermo del 21/01/2008	51,5	48,1	Misura non effettuata	
Monitoraggio dal 06/03/09 al 07/03/09 con Minimetrò in funzione	55,0	51,0	Misura non effettuata	

	Livello di rumore prodotto con velocità di 7 m/sec	
	LAeq	
Misura del 21/01/2008	58,0 dBA	
Misura del 06/03/09	55,6 dBA	
Variazione	- 2,4 dBA	Giudizio: miglioramento

I risultati dimostrano che la rumorosità del Minimetrò alla velocità di 7 m/sec è diminuita in seguito ai lavori di riduzione del rumore svolti tra settembre 2008 e febbraio 2009.

Dalla lettura dei risultati si evince che il limite assoluto di immissione diurno per la classe I (50 dBA) è superato sia nella condizione di Minimetrò fermo (51,5 dBA) sia nelle attuali condizioni di funzionamento (55,0 dBA). Tuttavia il valore di 55,0 dBA può essere tollerato considerato che è modesto in quanto rispetta il limite diurno, comunque cautelativo, della classe II (55 dBA). Si evidenzia che il luogo dove è stato misurato è un cortile di accesso alla scuola nel quale non si svolgono attività didattiche per le quali le emissioni di rumore potrebbero rappresentare una fonte di disturbo.

Tutti gli interventi di riduzione del rumore, fino ad oggi apportati nei pressi del punto di misura R3, hanno determinato un notevole miglioramento del clima acustico, avendo eliminato il disturbo manifestato in precedenza all'interno delle aule.

Il giorno 6 marzo 2009 è stata infatti effettuata anche una misura all'interno dell'aula più esposta alle emissioni del Minimetrò, nelle condizioni di velocità di 7 m/sec, per verificare eventuali condizioni di disturbo alle attività didattiche. Dal risultato della misura è emerso il rispetto del limite stabilito dalla normativa.

La normativa italiana, in tema di protezione delle aule scolastiche dal rumore proveniente dalle infrastrutture di trasporto, stabilisce che il livello di rumore diurno, misurato negli ambienti scolastici a finestre chiuse, deve essere inferiore al limite di 45 dBA.

Nel grafico di figura 5 è riportato il grafico del livello di pressione sonora e del relativo spettro medio in bande di terzi d'ottava, misurato nell'aula più esposta alle emissioni del Minimetrom, nelle condizioni di funzionamento a 7 m/sec.

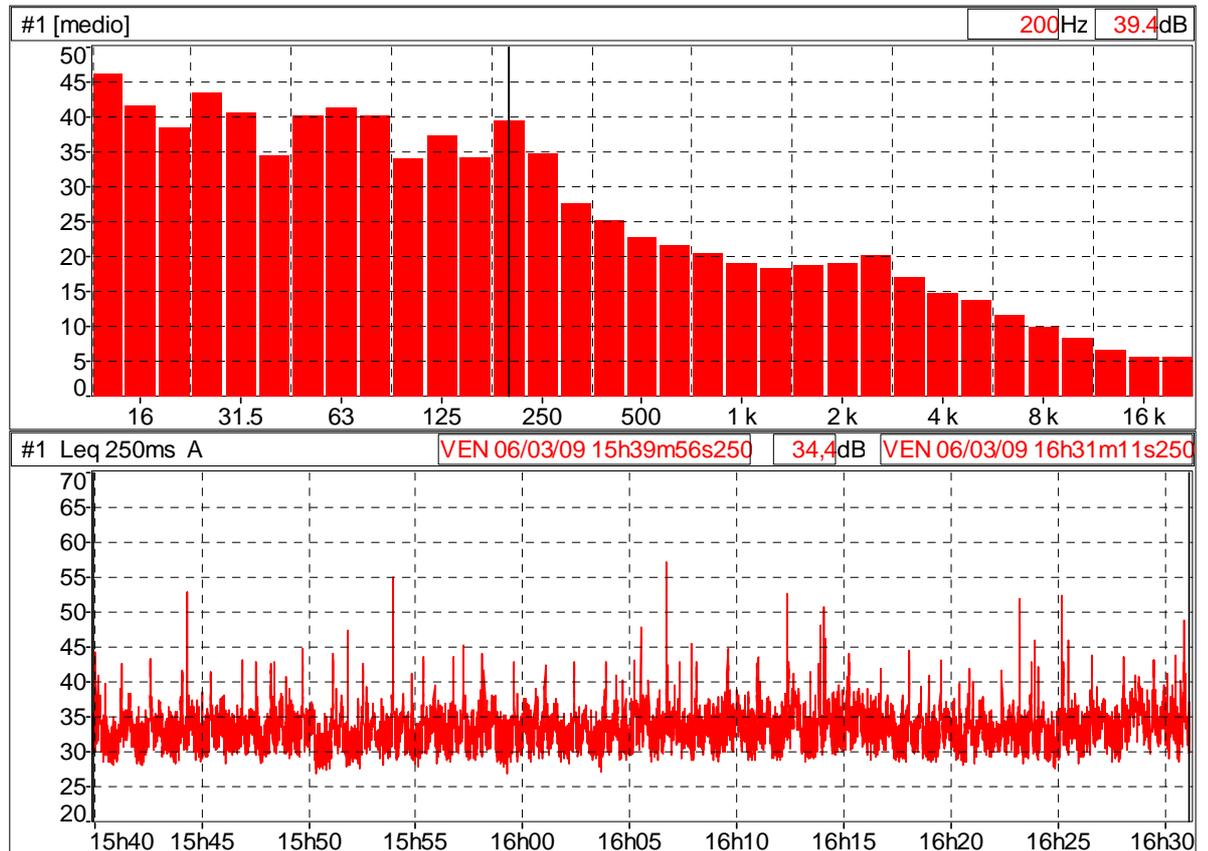


Figura 5: R3 - Scuola Comparozzi; profilo temporale e spettro medio del livello di rumore rilevato nell'aula più esposta alle emissioni del Minimetrom nelle condizioni a finestre chiuse.

La misura ha avuto una durata di circa un'ora, dalle 15.40 alle 16.31 del 6 marzo 2009.

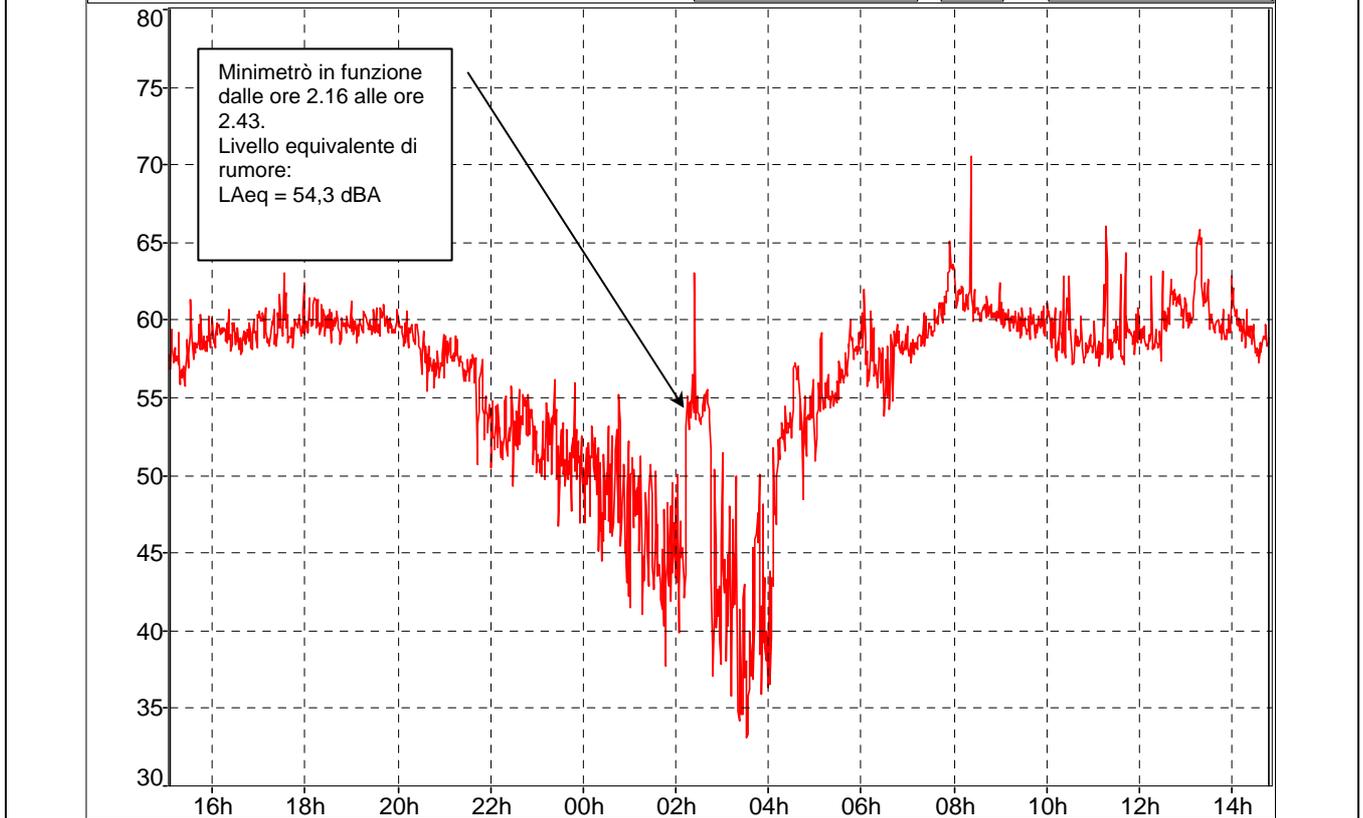
Il livello equivalente misurato è risultato pari a 34,4 dBA. Questo valore evidenzia sia una situazione di silenzio, che consente il regolare svolgimento delle attività didattiche senza provocare disturbo alle persone presenti nell'aula, sia il rispetto del limite di 45 dBA stabilito dalla normativa.

4.4 Punto di misura R4 – Edificio Via Righi 2 (Zona Stazione Madonna Alta)

Punto di misura n. 4		Via	Righi 2	Zona	Stazione Madonna Alta
Zona (ex D.P.C.M. 14/11/1997): CLASSE IV		Limite assoluto di immissione di rumore			
		Diurno: 65 dBA		Notturno: 55 dBA	
Fotografia aerea del punto di misura		Fotografia dal punto di misura			
					

Inizio misura	Martedì 10/03/09 ore 15.05	Fine misura	Mercoledì 11/03/09 ore 14.50
---------------	----------------------------	-------------	------------------------------

Profilo temporale del livello equivalente di rumore



RISULTATI			
PERIODO DIURNO		PERIODO NOTTURNO	
	LAeq (dBA)		LAeq (dBA)
Minimetro 7 m/sec	59,8		
Minimetro 4,5 m/sec	58,3	Minimetro in funzione per 40' circa	54,3
Livello Immissione Diurno (globale)	59,5	Livello Immissione Notturno (globale)	52,0

Nel periodo notturno è stato riscontrato il funzionamento del Minimetrò per un periodo di circa 40 minuti che ha determinato, in questo lasso di tempo, un livello equivalente di rumore pari a 54,3 dBA.

L'evento di rumore riscontrato è legato all'attività periodica (mediamente una volta al mese) di verifica, prova e controllo funzionale dell'impianto che si svolge dopo la sua chiusura.

Al fine di ridurre il disturbo provocato da queste prove **è auspicabile che tali interventi non siano svolti nelle ore centrali della notte ma immediatamente dopo l'orario di chiusura.**

4.4.1 Punto di misura R4 – confronto con risultati di misure precedenti

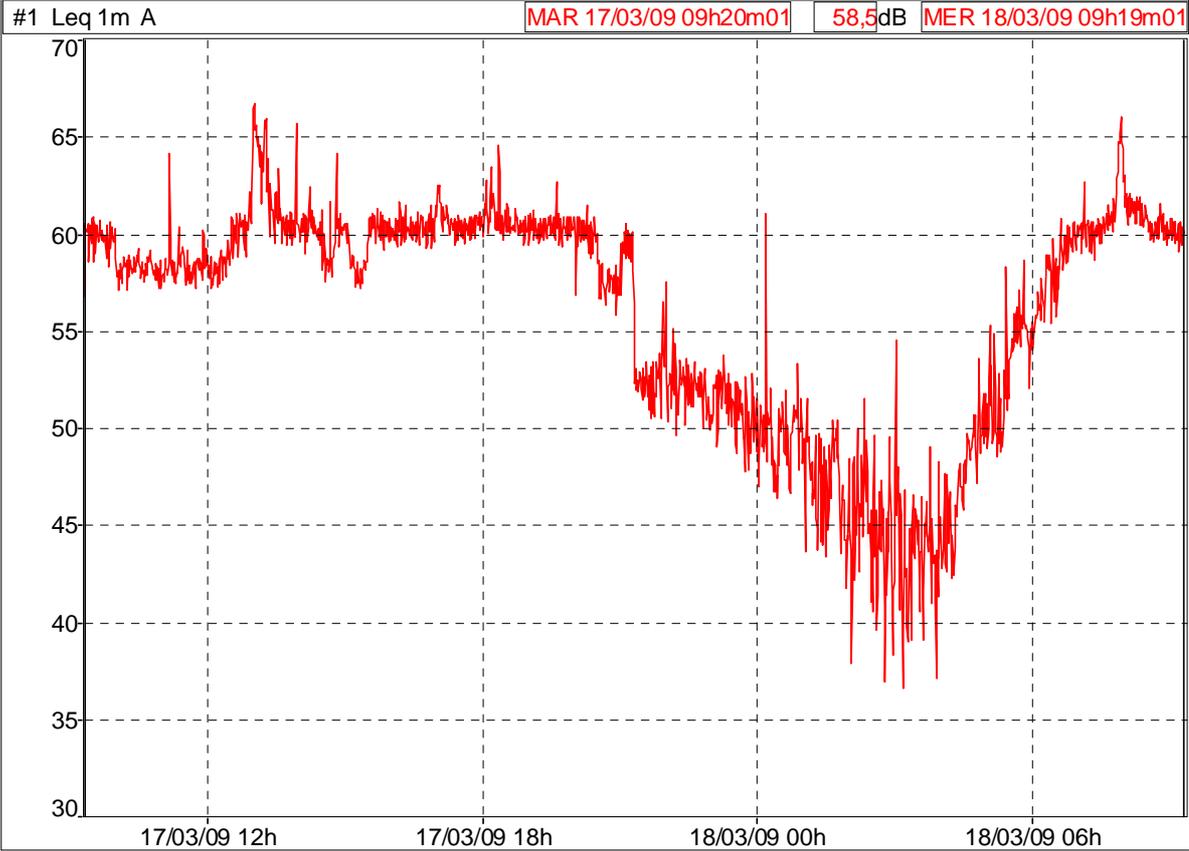
	Tempo di riferimento			
	Diurno		Notturmo	
	LAeq dBA	L ₉₅ dBA	LAeq dBA	L ₉₅ dBA
Monitoraggio “punto zero”, con Minimetrò fermo, dal 1/2/07 al 7/2/07	55,7	49,4	49,0	37,9
Monitoraggio attuale, con Minimetrò in funzione, dal 10/03/09 al 11/03/09	59,5	55,4	52,0	36,2

L'entrata in funzione del Minimetrò ha modificato sensibilmente il clima acustico preesistente incrementando, nel periodo diurno, il livello equivalente di rumore di circa 4 dBA ed il livello di rumore di fondo di circa 6 dBA.

	Livello di rumore prodotto con velocità di 7 m/sec	
	LAeq	
Misura del 21/01/2008	60,5 dBA	
Monitoraggio dal 10/03/09 al 11/03/09	59,8 dBA	
Variazione	- 0,7 dBA	Giudizio: situazione invariata, nessun miglioramento significativo.

I risultati mostrano che gli ultimi lavori di riduzione del rumore, eseguiti complessivamente nel periodo settembre 2008 – febbraio 2009, non hanno apportato benefici apprezzabili nel punto di misura R4; tuttavia il rispettivo limite di zona (classe IV - 65 dBA) è rispettato considerato che il livello assoluto diurno misurato è pari a 59,5 dBA.

4.5 Punto di misura R5 – Abitazione di Via Righi 3 (Zona Stazione Madonna Alta)

Punto di misura n. 5		Via	Righi 3	Zona	Stazione Madonna Alta				
Zona (ex D.P.C.M. 14/11/1997): CLASSE IV		Limite assoluto di immissione di rumore							
		Diurno: 65 dBA		Notturno: 55 dBA					
Fotografia aerea del punto di misura		Fotografia dal punto di misura							
									
Inizio misura	Martedì 17/03/09 ore 9.20	Fine misura	Mercoledì 18/03/09 ore 9.20						
Profilo temporale del livello equivalente di rumore									
<table border="1"> <tr> <td>#1 Leq 1m A</td> <td>MAR 17/03/09 09h20m01</td> <td>58,5dB</td> <td>MER 18/03/09 09h19m01</td> </tr> </table>						#1 Leq 1m A	MAR 17/03/09 09h20m01	58,5dB	MER 18/03/09 09h19m01
#1 Leq 1m A	MAR 17/03/09 09h20m01	58,5dB	MER 18/03/09 09h19m01						
									
RISULTATI									
PERIODO DIURNO			PERIODO NOTTURNO						
	LAeq (dBA)			LAeq (dBA)					
Minimetro 7 m/sec	60,4		Minimetro non in funzione						
Minimetro 4,5 m/sec	58,3								
Livello Immissione Diurno (globale)	60,0		Livello Immissione Notturno (globale)	50,0					

4.5.1 Punto di misura R5 – confronto con risultati di misure precedenti

	Tempo di riferimento			
	Diurno		Notturmo	
	L _{Aeq} dBA	L ₉₅ dBA	L _{Aeq} dBA	L ₉₅ dBA
Monitoraggio “punto zero”, con Minimetrò fermo dal 1/2/07 al 7/2/07	55,5	49,4	49,0	37,9
Monitoraggio attuale, con Minimetrò in funzione, dal 17/03/09 al 18/03/09	60,0	54,8	50,0	39,0

L'entrata in funzione del Minimetrò ha modificato sensibilmente il clima acustico preesistente incrementando, nel periodo diurno, il livello equivalente di rumore di circa 4 dBA ed il livello di rumore di fondo di circa 6 dBA.

	Livello di rumore prodotto con velocità di 7 m/sec	
	L _{Aeq}	
Misura del 21/01/2008	60,5 dBA	
Monitoraggio dal 10/03/09 al 11/03/09	60,4 dBA	
Variazione	- 0,1 dBA	Giudizio: situazione invariata, nessun miglioramento significativo.

I risultati mostrano che gli ultimi lavori di riduzione del rumore, eseguiti complessivamente nel periodo settembre 2008 – febbraio 2009, non hanno apportato benefici apprezzabili nel punto di misura R5; tuttavia il rispettivo limite di zona (classe IV - 65 dBA) è rispettato considerato che il livello assoluto diurno misurato è pari a 60,0 dBA.

4.6 Punto di misura R6 – Edificio di Via Morgagni 1 (Zona Stazione Madonna Alta)

Punto di misura n. 6		Via	Morgagni 1	Zona	Stazione Madonna Alta
Zona (ex D.P.C.M. 14/11/1997): CLASSE IV		Limite assoluto di immissione di rumore			
		Diurno: 65 dBA		Notturno: 55 dBA	
Fotografia aerea del punto di misura		Fotografia dal punto di misura			
					
Inizio misura	Lunedì 09/03/09 ore 14.45	Fine misura	Martedì 10/03/09 ore 14.20		
Profilo temporale del livello equivalente di rumore					
#1 Leq 1m A		LUN 09/03/09 14h45	56,5dB	MAR 10/03/09 14h19	
					
RISULTATI					
PERIODO DIURNO			PERIODO NOTTURNO		
	LAeq (dBA)			LAeq (dBA)	
Minimetro 7 m/sec	58,6		Minimetro non in funzione		
Minimetro 4,5 m/sec	55,8				
Livello Immissione Diurno (globale)	58,0		Livello Immissione Notturno (globale)		47,5

4.6.1 Punto di misura R6 – confronto con risultati di misure precedenti

	Tempo di riferimento			
	Diurno		Notturno	
	L _{Aeq} dBA	L ₉₅ dBA	L _{Aeq} dBA	L ₉₅ dBA
Monitoraggio "punto zero", con Minimetrò fermo, dal 1/2/07 al 7/2/07	55,5	49,4	49,0	37,9
Monitoraggio attuale, con Minimetrò in funzione, dal 09/03/09 al 10/03/09	58,0	52,3	47,5	34,6

Il rispettivo limite assoluto di immissione diurno (Classe IV - 65 dBA) è rispettato anche se l'entrata in funzione del Minimetrò ha modificato sensibilmente il clima acustico preesistente incrementando, nel periodo diurno, il livello equivalente di rumore ed il livello di rumore di fondo di circa 3 dBA.

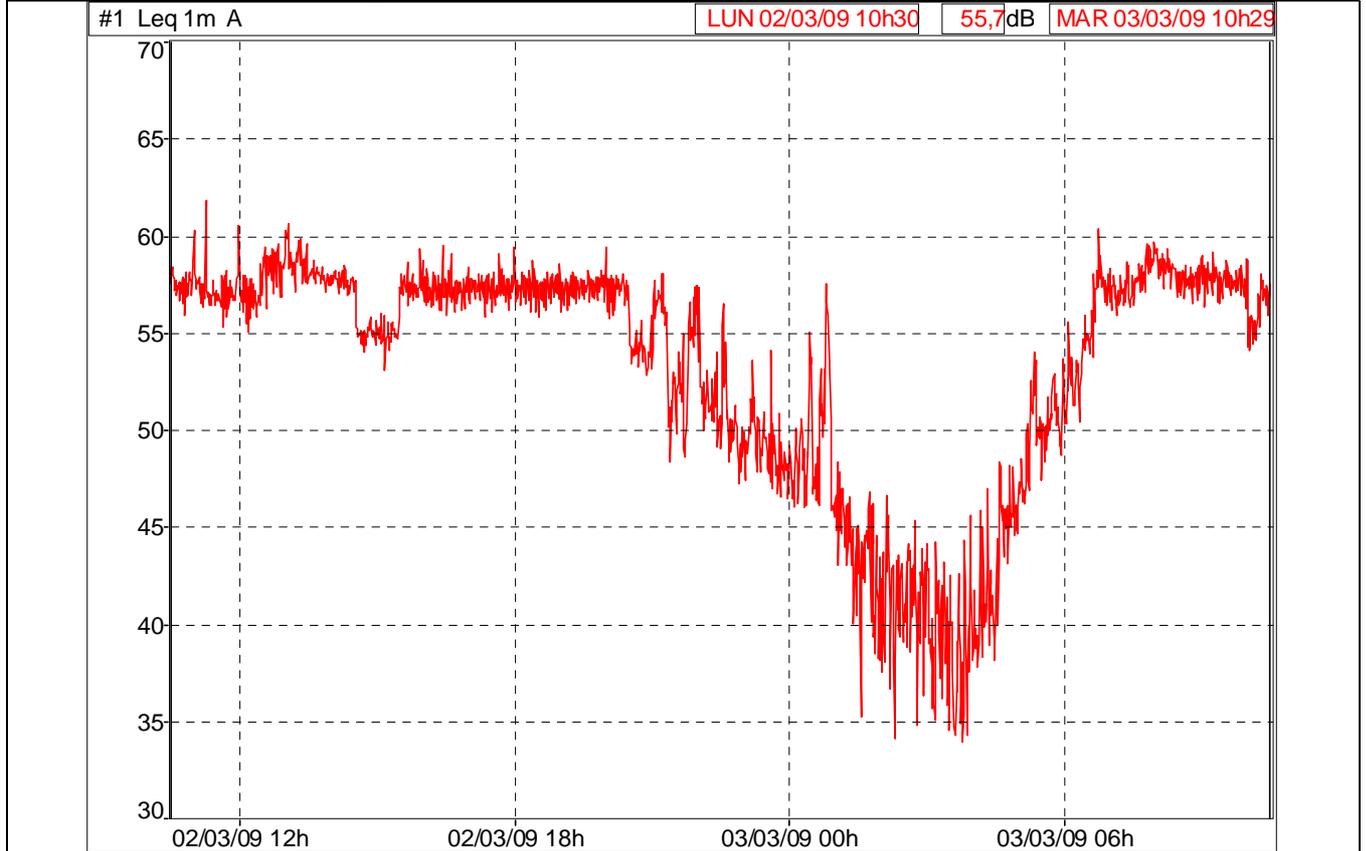
	Livello di rumore prodotto con velocità di 7 m/sec	
	L _{Aeq}	
Misura del 16/02/2008	60,5 dBA	
Monitoraggio dal 10/03/09 al 11/03/09	58,6 dBA	
Variazione	- 1,9 dBA	Giudizio: miglioramento.

I risultati mostrano che gli ultimi lavori di riduzione del rumore hanno apportato, nel punto di misura R6, un beneficio caratterizzato da una diminuzione di rumore di circa 2 dBA.

4.7 Punto di misura R7 – Edificio di Via Fermi 26 (Zona Stazione Madonna Alta)

Punto di misura n. 7	Via	Fermi	Zona	Stazione Madonna Alta
Zona (ex D.P.C.M. 14/11/1997): CLASSE IV	Limite assoluto di immissione di rumore			
	Diurno: 65 dBA		Notturmo: 55 dBA	
Fotografia aerea del punto di misura	Fotografia dal punto di misura			
				

Inizio misura	Lunedì 02/03/09 ore 10.30	Fine misura	Martedì 03/03/09 ore 10.30
---------------	---------------------------	-------------	----------------------------



RISULTATI			
PERIODO DIURNO		PERIODO NOTTURNO	
	LAeq (dBA)		LAeq (dBA)
Minimetro 7 m/sec	57,6	Minimetrò non in funzione	
Minimetro 4,5 m/sec	56,1		
Livello Immissione Diurno (globale)	57,0	Livello Immissione Notturmo (globale)	47,5

4.7.1 Punto di misura R7 – confronto con risultati di misure precedenti

	Tempo di riferimento			
	Diurno		Notturno	
	L _{Aeq} dBA	L ₉₅ dBA	L _{Aeq} dBA	L ₉₅ dBA
Monitoraggio "punto zero", con Minimetrò fermo, dal 1/2/07 al 7/2/07	55,5	49,4	49,0	37,9
Monitoraggio attuale, con Minimetrò in funzione, dal 02/03/09 al 03/03/09	57,0	52,4	47,5	34,9

Il rispettivo limite assoluto di immissione diurno (Classe IV - 65 dBA) è rispettato anche se l'entrata in funzione del Minimetrò ha debolmente modificato il clima acustico preesistente incrementando, nel periodo diurno, il livello equivalente di rumore per meno di 2 dBA ed il livello di rumore di fondo di circa 3 dBA.

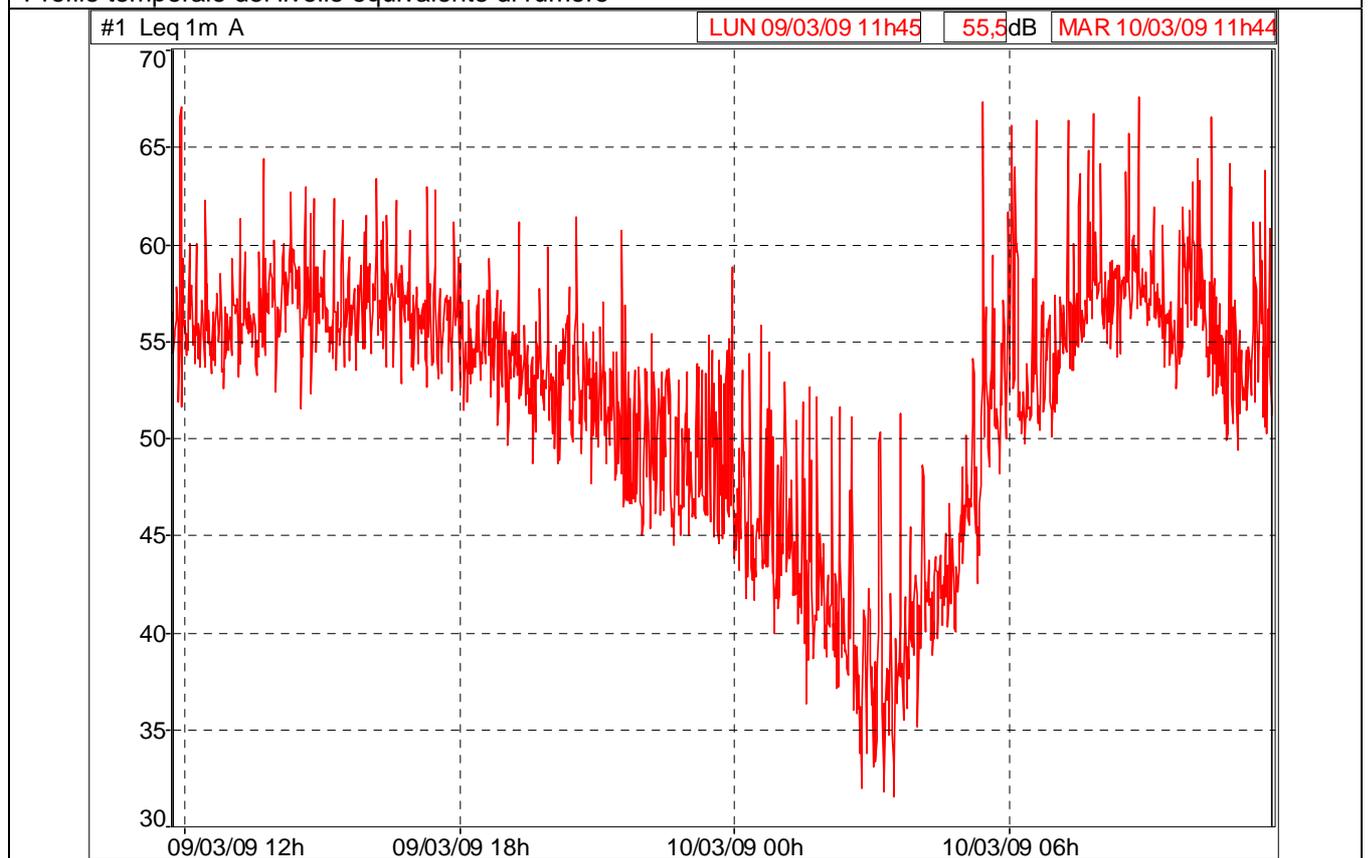
	Livello di rumore prodotto con velocità di 7 m/sec	
	L _{Aeq}	
Misura del 21/01/2008	59,0 dBA	
Monitoraggio dal 02/03/09 al 03/03/09	57,6 dBA	
Variazione	- 1,4 dBA	Giudizio: miglioramento.

I risultati mostrano che gli ultimi lavori di riduzione del rumore hanno apportato, nel punto di misura R7, un beneficio caratterizzato da una diminuzione di rumore di circa 1,5 dBA.

4.9 Punto di misura R9 – Edificio di Via Villa Glori (Zona Stazione Case Bruciate)

Punto di misura n. 9	Via	Villa Glori	Zona	Stazione Case Bruciate
Zona (ex D.P.C.M. 14/11/1997): CLASSE III		Limite assoluto di immissione di rumore		
		Diurno: 60 dBA		Notturmo: 50 dBA
Fotografia aerea del punto di misura		Fotografia dal punto di misura		
				

Inizio misura	Lunedì 09/03/09 ore 10.30	Fine misura	Martedì 10/03/09 ore 10.30
---------------	---------------------------	-------------	----------------------------



RISULTATI			
PERIODO DIURNO		PERIODO NOTTURNO	
	LAeq (dBA)		LAeq (dBA)
Minimetro 7 m/sec	57,0		
Minimetro 4,5 m/sec	56,7		
Livello Immissione Diurno (globale)	57,0	Livello Immissione Notturmo (globale)	49,0

Il punto di misura R9, come già riscontrato con le misure del 22 gennaio 2008, non è influenzato dalle emissioni di rumore del Minimetrò. La sorgente principale di rumore è rappresentata dal traffico veicolare di Via Villa Glori. Le emissioni di rumore del Minimetrò sono abbattute a causa della distanza, tra il punto di misura e la sorgente, e per la presenza di una fila di edifici che, trovandosi sulla via di propagazione, si comporta da schermo acustico.

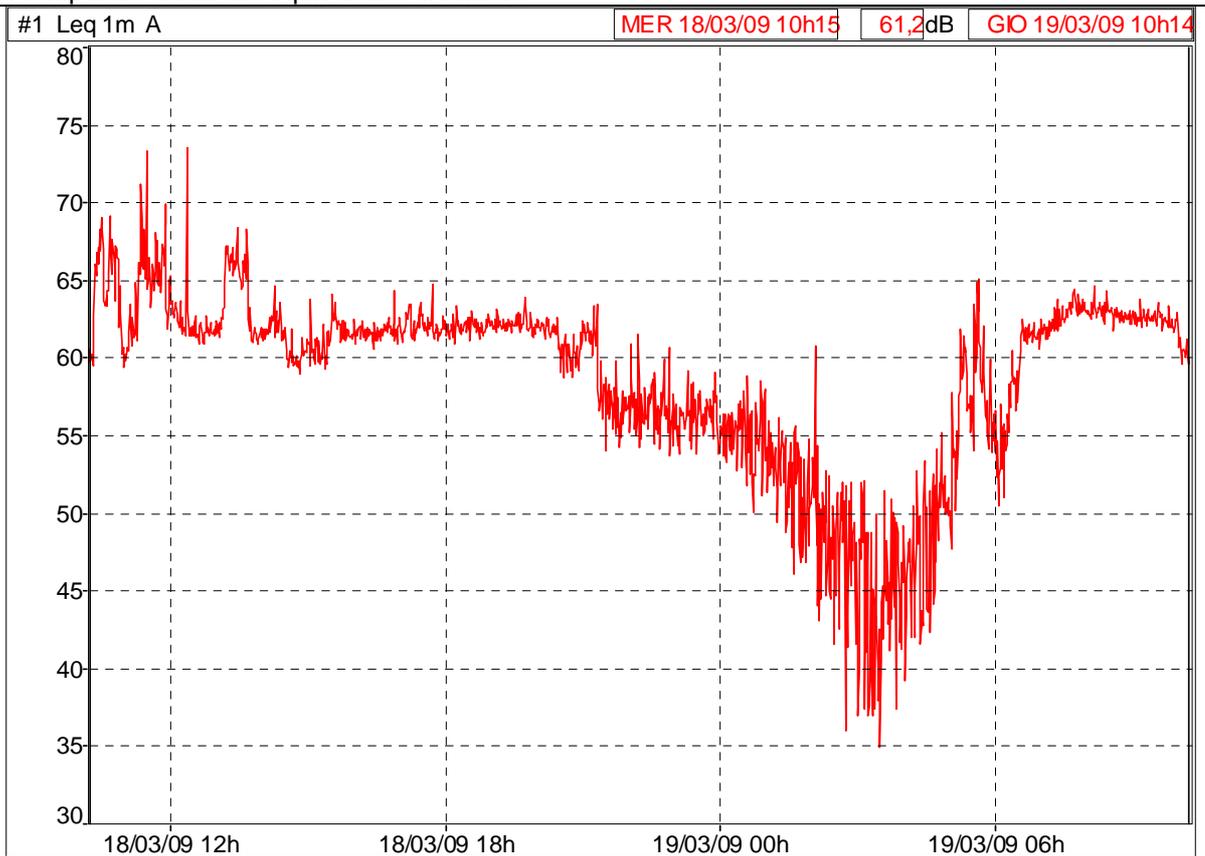
I limiti assoluti di immissione diurno e notturno, per la classe III cui appartiene il punto di misura, sono rispettati.

4.10 Punto di misura R10 – Scuola “Il Girotondo” (Zona Stazione Case Bruciate)

Punto di misura n. 10	Via	Villa Glori	Zona	Stazione Case Bruciate
Zona (ex D.P.C.M. 14/11/1997): CLASSE I		Limite assoluto di immissione di rumore		
		Diurno: 50 dBA		Notturmo: 40 dBA
Fotografia aerea del punto di misura		Fotografia dal punto di misura		
				

Inizio misura Mercoledì 18/03/09 ore 10.15 Fine misura Giovedì 19/03/09 ore 10.15

Profilo temporale del livello equivalente di rumore



RISULTATI

PERIODO DIURNO		PERIODO NOTTURNO	
	LAeq (dBA)		LAeq (dBA)
Minimetro 7 m/sec	61,0		
Minimetro 4,5 m/sec	60,4		
Livello Immissione Diurno (globale)	61,0	Livello Immissione Notturmo (globale)	55,0

4.10.1 Punto di misura R10 – confronto con risultati di misure precedenti

	Tempo di riferimento			
	Diurno		Notturno	
	LAeq dBA	L ₉₅ dBA	LAeq dBA	L ₉₅ dBA
Monitoraggio “punto zero”, con Minimetrò fermo, dal 12/6/07 al 19/06/07	57,0	50,7	53,0	39,3
Monitoraggio attuale, con Minimetrò in funzione dal 18/03/09 al 19/03/09	61,0	56,7	55,0	37,2

	Livello di rumore prodotto con velocità di 7 m/sec	
	LAeq	
Misura del 22/01/2008	61,5 dBA	
Monitoraggio dal 18/03/09 al 19/03/09	61,0 dBA	
Variazione	- 0,5 dBA	Giudizio: situazione invariata, nessun miglioramento significativo.

I risultati dimostrano che l'entrata in funzione del Minimetrò ha comportato un aumento del livello di rumore diurno. Tuttavia il limite assoluto di immissione diurno della classe I (50 dBA) è superato sia nella condizione di Minimetro fermo (57 dBA) sia in quella con il Minimetrò in funzione (61 dBA). Occorre considerare che i lavori di miglioramento acustico, eseguiti complessivamente sulla linea presso la stazione di Case Bruciate a partire dal 2007, hanno comportato una notevole riduzione del livello di rumore. Durante la campagna di misura, svolta nel periodo dal 12 al 19 giugno 2007, era stato misurato un livello equivalente di rumore pari a 69 dBA. Si deduce perciò che rispetto al giugno 2007 il livello di rumore è stato ridotto di 8 dBA.

Come per il ricettore scolastico R3 – Scuola Comparozzi, anche in questo punto di misura (R10 – Scuola per l'infanzia Il Girotondo) è stata svolta una misura all'interno dell'aula più esposta alle emissioni di rumore del Minimetrò per valutare il livello di rumore interno. Dal risultato della misura è emerso il rispetto del limite stabilito dalla normativa. **La normativa italiana, in tema di protezione delle aule scolastiche dal rumore proveniente dalle infrastrutture di trasporto, stabilisce che il livello di rumore diurno, misurato negli ambienti scolastici a finestre chiuse, deve essere inferiore al limite di 45 dBA.**

La misura all'interno dell'aula più esposta è stata condotta il giorno 18 marzo 2009 con l'obiettivo di valutare se le emissioni di rumore potessero rappresentare una fonte di disturbo alle attività didattiche.

Nel grafico di figura 6 è riportato il profilo temporale del livello di pressione sonora e del relativo spettro in bande di terzi d'ottava del livello medio di rumore misurato nell'aula più esposta alle emissioni del Minimetro nelle condizioni di funzionamento a 7 m/sec.

La misura ha avuto una durata di un'ora, dalle 15.55 alle 16.55 del 18 marzo 2009. Dalla misura del livello equivalente di rumore sono stati esclusi gli eventi di rumore prodotti dalle voci dei bambini e del personale della scuola presenti nei locali adiacenti all'aula dove è stata svolta la misura.

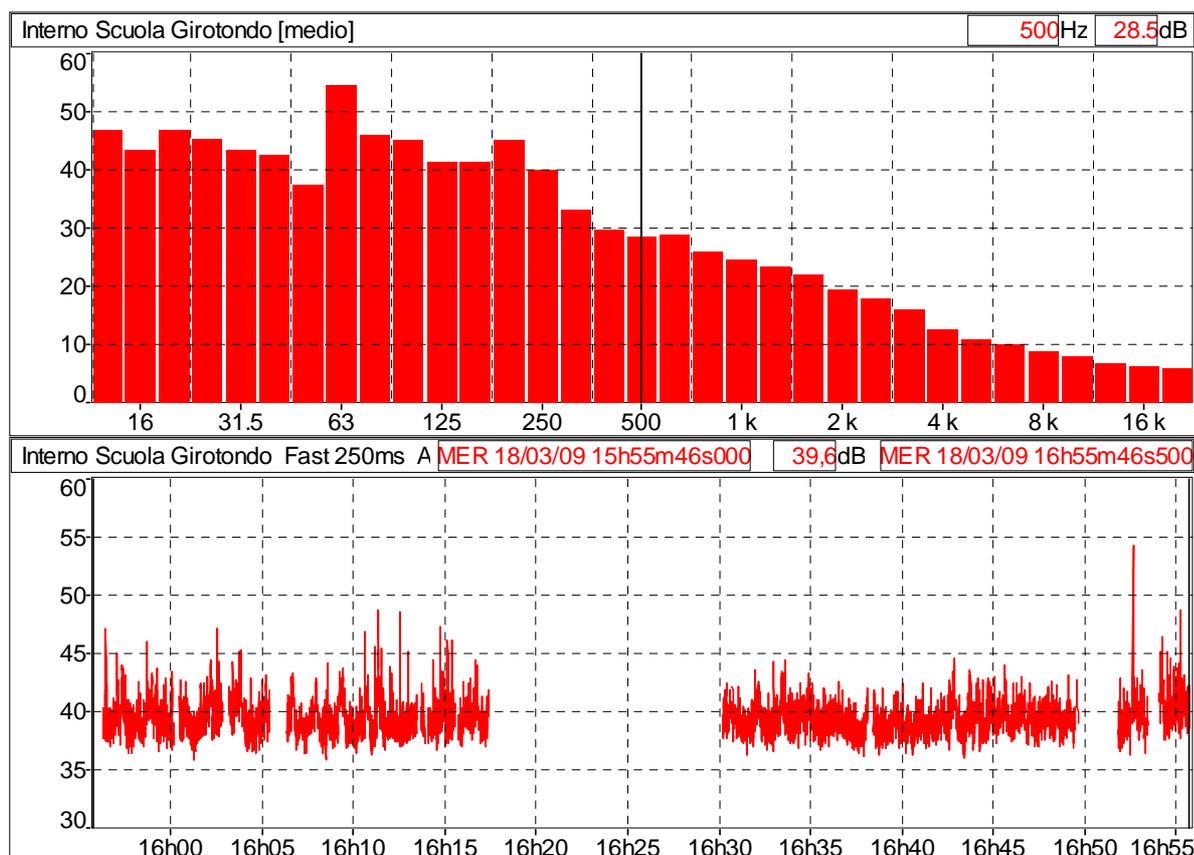


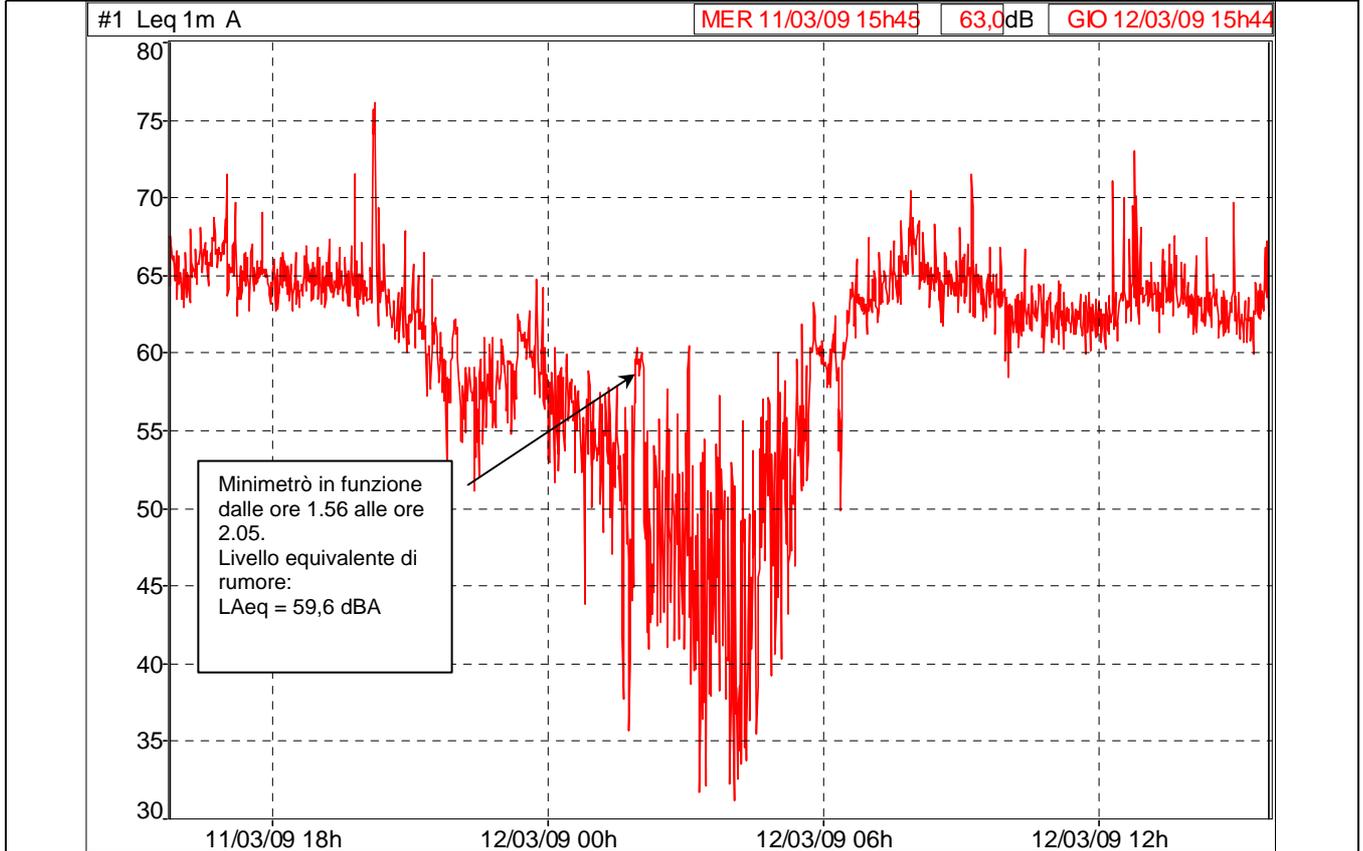
Figura 6: Profilo temporale e spettro medio del livello di rumore rilevato nell'aula più esposta alle emissioni del Minimetro nelle condizioni a finestre chiuse.

Il livello misurato è risultato pari a 39,6 dBA. Anche per questo ricettore scolastico è evidente sia una situazione di silenzio all'interno delle aule, che consente il regolare svolgimento delle attività scolastiche, sia il rispetto del limite di 45 dBA stabilito dalla normativa.

4.11 Punto di misura R11 – Edificio sede ONAOSI- (Zona Stazione Case Bruciate)

Punto di misura n. 11	Via	R. D'Andreotto	Zona	Stazione Case Bruciate
Zona (ex D.P.C.M. 14/11/1997): CLASSE III	Limite assoluto di immissione di rumore			
	Diurno: 60 dBA		Notturno: 50 dBA	
Fotografia aerea del punto di misura	Fotografia dal punto di misura			
				

Inizio misura	Mercoledì 11/03/09 ore 15.45	Fine misura	Giovedì 12/03/09 ore 15.45
---------------	------------------------------	-------------	----------------------------



RISULTATI			
PERIODO DIURNO		PERIODO NOTTURNO	
	LAeq (dBA)		LAeq (dBA)
Minimetro 7 m/sec	64,0		
Minimetro 4,5 m/sec	62,3	Minimetro 4,5 m/sec	59,6
Livello Immissione Diurno (globale)	63,5	Livello Immissione Notturno (globale)	55,5

Nel periodo notturno è stato riscontrato il funzionamento del Minimetrò per un periodo di circa 10 minuti che ha determinato, in questo lasso di tempo, un livello equivalente di rumore pari a 59,6 dBA.

L'evento di rumore riscontrato è legato all'attività periodica (mediamente una volta al mese) di verifica, prova e controllo funzionale dell'impianto che si svolge durante l'orario di chiusura.

Al fine di ridurre il disturbo acustico provocato da queste prove **è auspicabile che tali interventi non siano svolti nelle ore centrali della notte ma immediatamente dopo l'orario di chiusura.**

4.11.1 Punto di misura R11 – confronto con risultati di misure precedenti

	Tempo di riferimento			
	Diurno		Notturmo	
	LAeq dBA	L ₉₅ dBA	LAeq dBA	L ₉₅ dBA
Misura con Minimetrò Fermo del 23/01/2008	61,0	51,7	Misura non effettuata	
Monitoraggio dal 11/03/09 al 12/03/09	63,5	59,0	55,5	35,4

L'entrata in funzione del Minimetrò ha modificato il clima acustico preesistente incrementando, nel periodo diurno, il livello equivalente di rumore di circa 3 dBA ed il livello di rumore di fondo di circa 7 dBA.

Il limite assoluto di immissione diurno della classe III (60 dBA) non è rispettato.

	Livello di rumore prodotto con velocità di 7 m/sec	
	LAeq	
Misura del 23/01/2008	64,0 dBA	
Monitoraggio dal 11/03/09 al 12/03/09	64,0 dBA	
Variazione	+ 0,0 dBA	Giudizio: situazione invariata.

Gli ultimi lavori per la riduzione del rumore, eseguiti da settembre 2008 a febbraio 2009, non hanno interessato il tratto di linea antistante il punto di misura R11, in quanto non era più possibile diminuire ulteriormente le emissioni di rumore alla sorgente. Per questo motivo non è stato riscontrato nessun miglioramento del clima acustico.

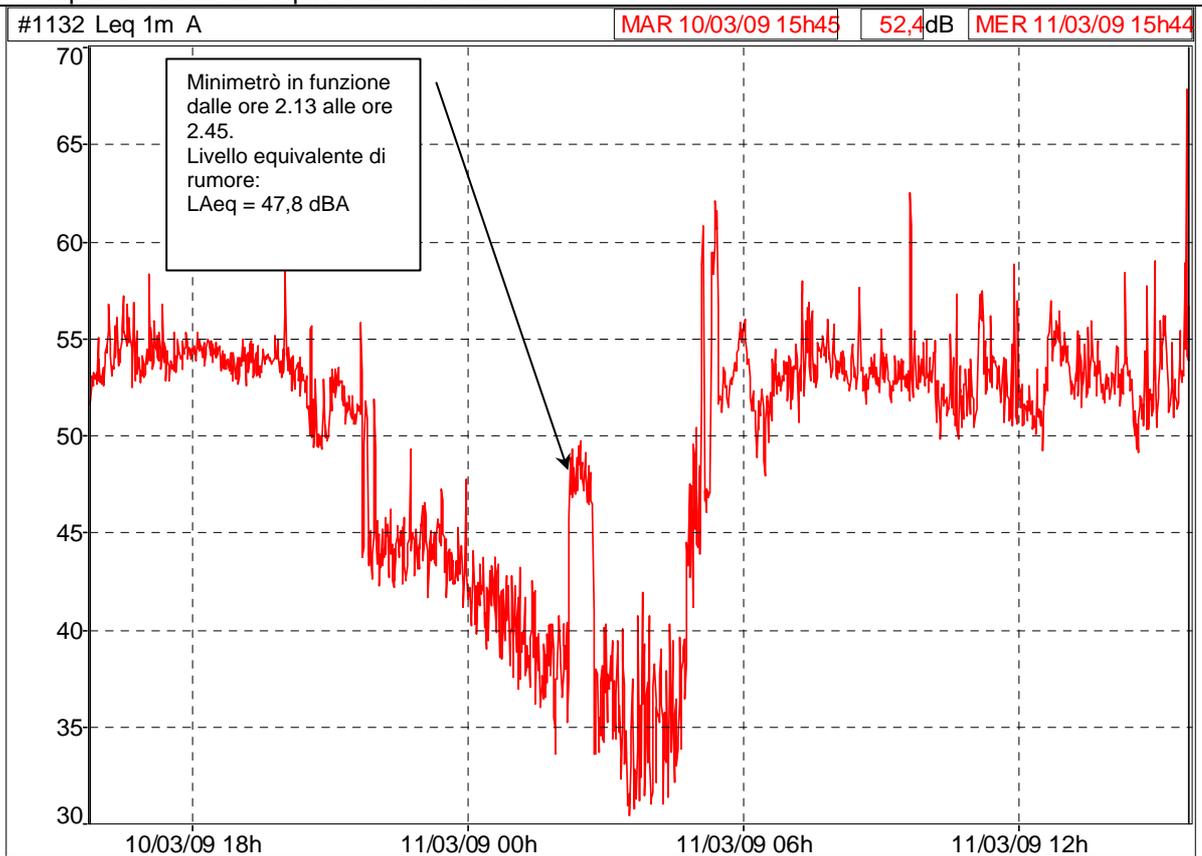
Considerato che in questo punto è superato il limite assoluto di immissione diurno e difficilmente si potrebbe ottenere un ulteriore abbattimento del rumore alla sorgente, occorre valutare di adottare accorgimenti che intervengano direttamente sul ricettore.

4.12 Punto di misura R12 – Edificio di Via Checchi (Zona Stazione Cupa)

Punto di misura n. 12	Via	A. Checchi	Zona	Stazione Cupa
Zona (ex D.P.C.M. 14/11/1997): CLASSE III	Limite assoluto di immissione di rumore			
	Diurno: 60 dBA		Notturmo: 50 dBA	
Fotografia aerea del punto di misura	Fotografia dal punto di misura			
				

Inizio misura Martedì 10/03/09 ore 15.45 Fine misura Mercoledì 11/03/09 ore 15.45

Profilo temporale del livello equivalente di rumore



RISULTATI

PERIODO DIURNO		PERIODO NOTTURNO	
	LAeq (dBA)		LAeq (dBA)
Minimetro 7 m/sec	53,7	Minimetro non in funzione	
Minimetro 4,5 m/sec	52,5		
Livello Immissione Diurno (globale)	53,5	Livello Immissione Notturmo (globale)	45,0

Nel periodo notturno è stato riscontrato il funzionamento del Minimetrò per un periodo di circa 30 minuti che ha determinato, in questo lasso di tempo, un livello equivalente di rumore pari a 47,8 dBA.

L'evento di rumore riscontrato è legato all'attività periodica (mediamente una volta al mese) di verifica, prova e controllo funzionale dell'impianto che si svolge dopo la sua chiusura.

Al fine di ridurre il disturbo acustico provocato da queste prove **è auspicabile che tali interventi non siano svolti nelle ore centrali della notte ma immediatamente dopo l'orario di chiusura.**

4.12.1 Punto di misura R12 – confronto con risultati di misure precedenti

	Tempo di riferimento			
	Diurno		Notturmo	
	L _{Aeq} dBA	L ₉₅ dBA	L _{Aeq} dBA	L ₉₅ dBA
Monitoraggio “punto zero”, con Minimetrò fermo, dal 13/12/07 al 14/12/07	50,0	42,2	43,0	32,5
Monitoraggio attuale, con Minimetrò in funzione, dal 10/03/09 al 11/03/09	53,5	49,3	45,0	31,6

I risultati mostrano che il clima acustico presso il ricettore R12 è caratterizzato da una situazione di quiete considerato il modesto valore del livello assoluto di immissione diurno (53,5 dBA) e notturno (45 dBA). Il limite assoluto di immissione diurno della classe III (60 dBA) è rispettato.

	Livello di rumore prodotto con velocità di 7 m/sec	
	L _{Aeq}	
Misura del 23/01/2008	55,5 dBA	
Monitoraggio dal 10/03/09 al 11/03/09	53,7 dBA	
Variazione	- 1,8 dBA	Giudizio: miglioramento.

I risultati mostrano che i lavori di riduzione del rumore hanno apportato, nel punto di misura R12, un significativo beneficio caratterizzato da una diminuzione di rumore di circa 2 dBA.

5. Riepilogo dei risultati delle misure

Nella tabella 4 si riporta per ciascun punto di misura:

il livello assoluto di immissione diurno ed il rispettivo limite;

lo stato di superamento del limite di cui al punto 1;

il livello di rumore misurato nel gennaio 2008 con il Minimetrò alla velocità di 7 m/sec;

il livello di rumore misurato nel marzo 2009 con il Minimetrò alla velocità di 7 m/sec;

l'entità della riduzione di rumore.

In rosso sono evidenziati i punti di misura presso i quali è stato registrato il superamento del limite di zona.

Tabella 4: riepilogo dei livelli assoluti di immissione di rumore diurno e confronto dei livelli di rumore misurati nelle condizioni di esercizio a velocità 7 m/sec nel gennaio 2008 e marzo 2009

Punto di misura	Livello assoluto di immissione diurno dBA	Limite Diurno dBA	Superamento del limite di zona	Rumore 7 m/sec Gennaio 2008 dBA	Rumore 7 m/sec Marzo 2009 dBA	Variazione dBA
R1	56,5	60	NO 😊	58,5	56,4	- 2,1 😊
R2	55,0	60	NO 😊	58,0	55,2	-2,8 😊
R3	55,0	50	NO 😊 (*)	58,0	55,6	-2,4 😊
R4	59,5	65	NO 😊	60,5	59,8	- 0,7 😞
R5	60,0	65	NO 😊	60,5	60,4	- 0,1 😞
R6	58,0	65	NO 😊	60,5	58,6	-1,9 😊
R7	57,0	65	NO 😊	59	57,6	-1,4 😊
R9	57,0	60	NO 😊	--	--	--
R10	61,0	50	NO 😊 (*)	61,5	61,0	- 0,5 😞
R11	63,5	60	SI 😞	64,0	64,0	+ 0,0 😞
R12	53,5	60	NO 😊	55,5	53,7	-1,8 😊

* Presso i due ricettori scolastici (R3 – Scuola Comparozzi e R10 – Scuola Il Girotondo) il livello assoluto di immissione diurno è superiore al limite di 50 dBA sia con il Minimetrò fermo (condizioni di *punto zero*) sia con il Minimetrò in esercizio; nelle aule più esposte alle emissioni di rumore è stato misurato, a finestre chiuse, un valore del livello di rumore inferiore al limite (45 dBA) imposto dalla normativa.

6. Conclusioni

Arpa ha svolto il monitoraggio acustico delle emissioni di rumore prodotte dal funzionamento del Minimetrò nei giorni compresi tra il 2 marzo ed il 19 marzo 2009. Il monitoraggio ha interessato undici edifici prospicienti il tracciato del Minimetrò. In dieci edifici è stato riscontrato il rispetto del proprio limite di zona; in un edificio (edificio di Via R. D'Andreotto – sede Onaosi) è stato invece evidenziato il superamento del rispettivo limite di zona.

Confrontando i risultati di questo monitoraggio con quelli del monitoraggio di gennaio 2008 è stato possibile valutare l'effetto degli ultimi lavori di miglioramento acustico, eseguiti nel periodo compreso tra settembre 2008 e febbraio 2009. I risultati mostrano che, presso la gran parte degli edifici oggetto del monitoraggio, è stata ottenuta una riduzione del rumore compresa tra circa 1,5 e 3 dBA; in quattro edifici non sono stati riscontrati sensibili miglioramenti. Occorre considerare che in tutti gli edifici è stata ottenuta una forte riduzione del rumore rispetto all'entrata in funzione dell'impianto all'inizio del 2007.

Nei due ricettori sensibili, Scuola Comparozzi (punto di misura R3) e Scuola d'infanzia Il Girotondo (punto di misura R10), sono state condotte misure sia in ambiente esterno, in facciata agli edifici, sia all'interno delle aule scolastiche. Presso questi due edifici scolastici (R3, R10), in cui il livello di rumore diurno (misurato in ambiente esterno) è risultato superiore al limite di 50 dBA della Classe I, occorre considerare che tale limite è già superato con il solo contributo del rumore da traffico veicolare e che comunque è difficilmente raggiungibile un clima acustico inferiore a 50 dBA in un'area urbana mediamente antropizzata. Per questo motivo la normativa che fissa i limiti di rumore per le infrastrutture di trasporto stabilisce che, qualora il valore limite non sia tecnicamente conseguibile, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzia l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto del limite diurno di 45 dBA, misurato al centro dell'aula scolastica ed a finestre chiuse. La misura del rumore all'interno delle due scuole, con il Minimetrò in funzione alla velocità di 7 m/sec ha mostrato che il livello di rumore è inferiore al limite di 45 dBA. Per tale motivo è accettabile il livello di rumore misurato presso le due scuole (R3 Scuola Comparozzi, R10 Scuola Il Girotondo).

L'unico punto di misura in cui è superato il limite assoluto di immissione è il punto R11, individuato presso l'edificio di Via R. d'Andreotto 12 (sede ONAOSI). Questo edificio si trova in una zona di Classe III per la quale il limite diurno è pari a 60 dBA. Il livello di rumore diurno misurato (63,5 dBA) è risultato superiore a tale limite. Occorre quindi valutare l'opportunità di procedere ad interventi diretti sul ricettore.

Nelle figure 7 e 8 sono evidenziati in verde i punti di misura in cui è rispettato il limite di zona della propria classe acustica; in rosso sono evidenziati i punti in cui il limite di zona è invece superato.

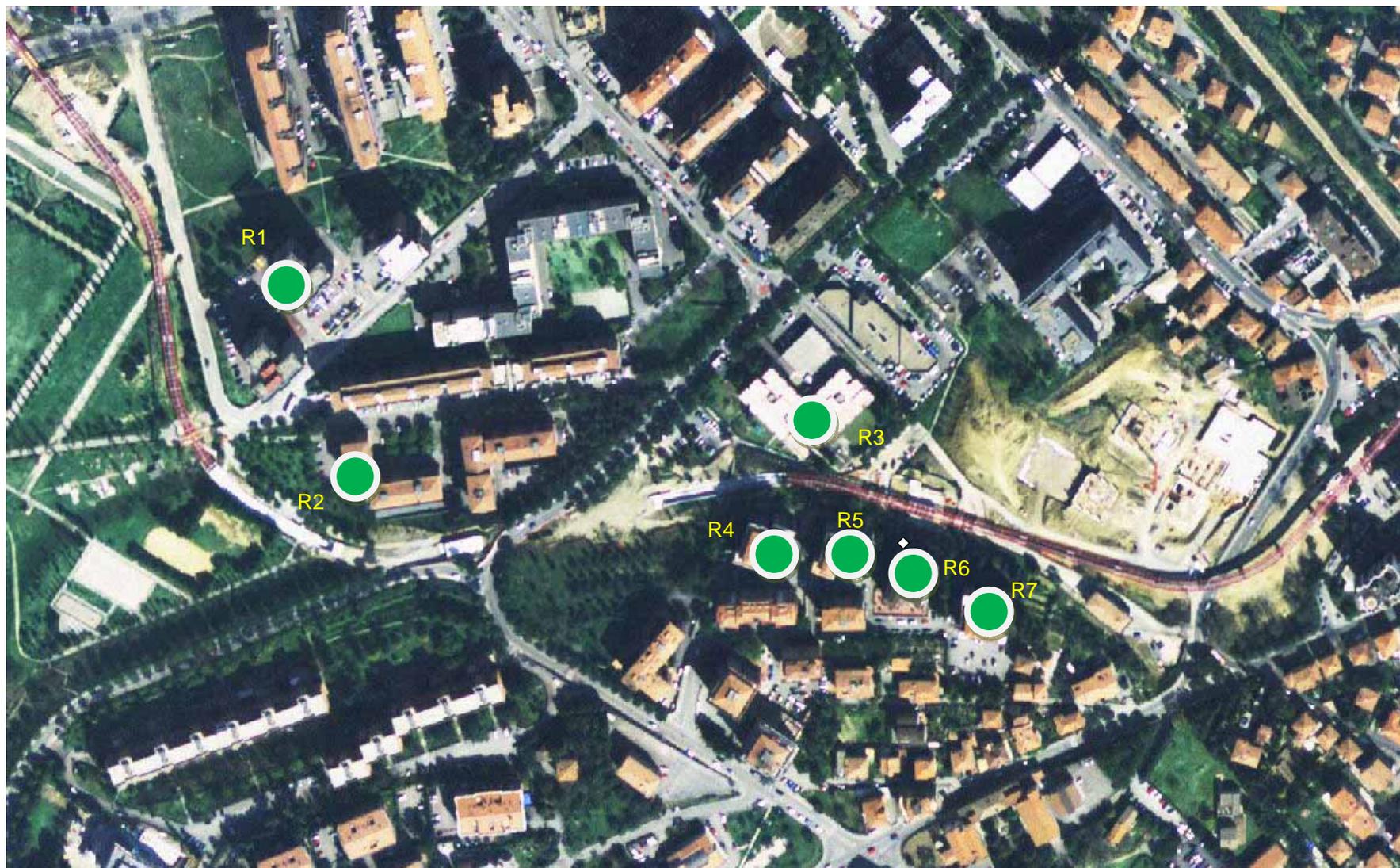


Figura 7: evidenziazione dei punti di misura presso i quali è rispettato il rispettivo limite di zona (punti verdi) e presso i quali è invece superato (punti rossi).

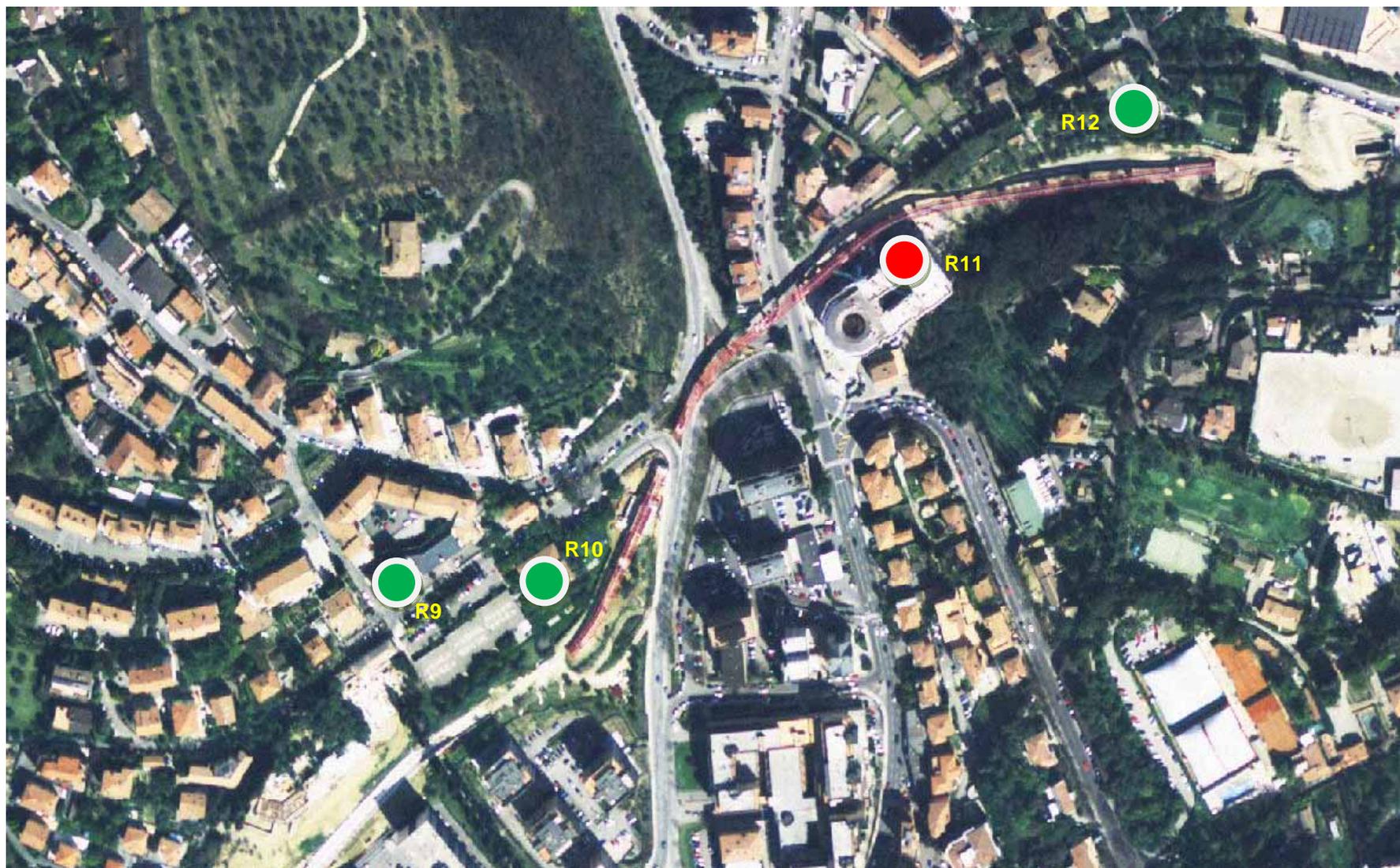


Figura 8: evidenziazione dei punti di misura presso i quali è rispettato il rispettivo limite di zona (punti verdi) e presso i quali è invece superato (punti rossi).

