

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

Periodo di monitoraggio: 5 dicembre 2007 – 19 dicembre 2007

Rapporto Tecnico

Gennaio 2008

arpa umbria

Pag / indice

**03 / 1. Introduzione**

**04 / 2. Descrizione dei punti di misura**

**06 / 3. Risultati del monitoraggio acustico**

06 / 3.1 Punto di misura R1 – Abitazione di Via Guerra (Zona Stazione Cortonese)

09 / 3.2 Punto di misura R2 – Abitazione di Via Morgagni (Zona Stazione Madonna Alta)

12 / 3.3 Punto di misura R5 – Scuola d’Infanzia Il Pinocchio (Zona Stazione Case Bruciate)

15 / 3.4 Punto di misura R6 – Abitazione di Via Villa Glori (Zona Stazione Case Bruciate)

17 / 3.5 Punto di misura R7 – Abitazione di Via Checchi (Zona Stazione Cupa)

**18 / 4. Riepilogo dei risultati**

**19 / 5. Conclusioni**

**20 / 6. Documentazione fotografica dei punti di misura**

## Gruppo di Lavoro

### Redazione

Ing. Stefano Ortica

### Versione

**Emissione**

### Visto

Dott. Giancarlo Marchetti  
Dott. Alberto Micheli

## 1. Introduzione

Arpa Umbria, nel periodo compreso tra il 5 ed il 19 dicembre 2007, ha svolto una serie di rilievi fonometrici in alcune abitazioni che si trovano lungo il tracciato della metropolitana leggera di superficie di Perugia. Le misure sono state effettuate in punti di misura già monitorati nel periodo gennaio-febbraio 2007 e giugno 2007 (ad esclusione dell'edificio sede dell'Onaosi che sarà monitorato nel corso di gennaio 2008) ed in punti in cui non vi era stata eseguita ancora nessuna misura.

Nel corso di questa sessione di misure è stata rilevata una diminuzione diffusa dei livelli di rumore prodotti dal funzionamento della metropolitana leggera dovuti agli interventi di mitigazione acustica apportati alla linea nel periodo compreso tra luglio e novembre 2007 rispetto ai precedenti monitoraggi.

Per i punti di misura, in cui in precedenza era stato misurato il livello di rumore generato dal funzionamento del Minimetrò, è stato possibile valutare l'entità della riduzione delle emissioni ottenuta con gli interventi di mitigazione acustica apportati alla linea nel periodo compreso tra luglio e novembre 2007.

Il monitoraggio di dicembre 2007, i cui risultati sono presentati in questa relazione, è parte del programma di controllo, organizzato e coordinato autonomamente da Arpa Umbria, iniziato nel periodo gennaio-febbraio 2007 per la definizione dello stato ante operam in tre punti di misura (abitazione zona Stazione Cortonese, abitazione zona Stazione Madonna Alta, edificio Onaosi). Il programma di controllo è continuato con il monitoraggio condotto nel giugno 2007 presso la scuola di infanzia *Il Pinocchio* che sorge nei pressi della Stazione di Case Bruciate, con l'obiettivo di definire lo stato ante operam ed il livello di rumore determinato dalle emissioni del Minimetrò prima dell'inizio dei lavori di mitigazione acustica.

Un ulteriore monitoraggio acustico sarà eseguito nella seconda metà di gennaio 2008 al termine dei lavori realizzati dalla Minimetro S.p.A.

## 2. Descrizione dei punti di misura

Nella tabella n.1 è riportato l'elenco dei punti di misura oggetto dei rilievi fonometrici nel periodo compreso tra il 5 ed il 19 dicembre 2007.

**Tabella 1: Elenco dei punti di misura in cui è stato condotto il monitoraggio acustico**

Nome punto di misura	Descrizione	Note su monitoraggi precedenti
R1	Abitazione Via Guerra – (zona stazione Cortonese)	Il punto R1 è stato già monitorato nel periodo compreso tra il 15 ed il 21 gennaio 2007. In tale periodo è stato possibile definire sia il livello equivalente di rumore diurno e notturno in condizioni ante operam, ovvero con la linea metropolitana di superficie non in funzione, sia il livello assoluto di immissione diurno dovuto al funzionamento del Minimetrò.
R2	Abitazione Via Morgagni (zona Stazione Madonna Alta)	Il punto R2 è stato già monitorato nel periodo 1-7 febbraio 2007. In tale periodo è stato possibile definire il livello equivalente di rumore diurno e notturno in condizioni ante operam, ovvero con la linea metropolitana di superficie non in funzione.
R5	Scuola d'Infanzia il Pinocchio (zona Stazione Case Bruciate)	Il punto R5 è stato già monitorato nel periodo 12-19 giugno 2007. In tale periodo è stato possibile definire sia il livello equivalente di rumore diurno e notturno in condizioni ante operam, ovvero con la linea metropolitana di superficie non in funzione, sia il livello assoluto di immissione diurno dovuto al funzionamento del Minimetrò.
R6	Abitazione Via Villa Glori (zona Case Bruciate)	Nel punto R6 non è stato condotto alcun monitoraggio antecedente all'attuale, oggetto di questa relazione.
R7	Abitazione Via Checchi (zona Stazione della Cupa)	Nel punto R7 non è stato condotto alcun monitoraggio antecedente all'attuale, oggetto di questa relazione.

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



Figura 1: Ortofoto della zona relativa alle stazioni di Via Cortonese e Madonna Alta con indicazione dei punti di misura R1 ed R2.



Figura 2: Ortofoto della zona relativa alle stazioni di Case Bruciate e della Cupa con indicazione dei punti di misura R5, R6 ed R7.

### 3. Risultati del monitoraggio acustico

Per ciascun punto di misura sono riportati nei paragrafi seguenti i risultati delle misure fonometriche.

I risultati riportano il livello equivalente di rumore prodotto dalle emissioni di rumore generate dal funzionamento del Minimetrò.

Nei casi in cui sorgenti diverse dal Minimetrò, quali il traffico stradale, cantieri ed altre sorgenti, hanno contribuito ad incrementare il livello equivalente di rumore misurato durante il funzionamento del Minimetrò è stato preso in considerazione il valore del livello percentile  $L_{90}$ . Questo indicatore, fornendo il livello di rumore superato per il 90% del tempo di misura, non è affetto da livelli di rumore di picco o variabili che superano tale soglia. Il livello percentile  $L_{90}$  è particolarmente indicato per valutare il livello di rumore generato da sorgenti caratterizzate da emissioni stazionarie nel tempo, quale appunto il funzionamento del Minimetrò.

#### 3.1 Punto di misura R1 – Abitazione di Via Guerra (Zona Stazione Cortonese)

Nel punto di misura R1 il monitoraggio ha avuto inizio il 7 dicembre 2007 ed è terminato l'11 dicembre 2007. In tabella 2 sono riepilogati i momenti in cui il Minimetrò è entrato in funzione. Per ciascun evento è riportata la data e l'ora di inizio, la durata (espressa in ore, minuti e secondi) e il livello equivalente  $LeqA$  associato, espresso in dBA.

**Tabella 2: punto di misura R1 – elenco dei momenti in cui il Minimetrò è entrato in funzione**

Evento n.	Data e Ora inizio evento	Durata (h.mm.ss)	LeqA (dBA)
1	07/12/2007 17.05	0.17.30	60,9
2	07/12/2007 17.33	0.28.00	60,1
3	07/12/2007 18.10	1.03.00	60,5
4	08/12/2007 12.24	0.19.00	59,8
5	08/12/2007 12.51	0.31.30	59,3
6	08/12/2007 14.22	0.21.30	58,6
7	08/12/2007 15.06	0.06.03	59
8	08/12/2007 15.24	0.06.24	59
9	08/12/2007 15.39	0.01.03	58,5
10	08/12/2007 15.45	0.03.06	59
11	08/12/2007 16.22	0.06.54	59,3
12	08/12/2007 16.35	0.51.15	59,7
13	08/12/2007 17.32	0.54.27	59,9
14	08/12/2007 18.39	1.18.21	59,6
15	09/12/2007 9.10	0.37.00	59,7
16	09/12/2007 10.16	1.35.12	60,9
17	09/12/2007 13.57	0.52.48	59,4
18	09/12/2007 14.56	1.01.30	61,1
19	09/12/2007 16.07	1.05.18	60,9
20	09/12/2007 18.05	0.52.15	60,2
21	09/12/2007 19.05	0.08.45	59,8
22	10/12/2007 9.55	0.09.18	60,2
23	10/12/2007 10.12	0.24.00	60,2
24	10/12/2007 11.02	1.25.27	60,5
25	10/12/2007 15.41	0.28.18	60,5
26	10/12/2007 16.32	0.51.09	59,9
27	10/12/2007 17.28	0.06.36	59,6
28	10/12/2007 17.49	1.24.21	60,2
<b>LeqA Totale = 60,2 dBA</b>			

Il livello equivalente LeqA relativo all'insieme dei 28 eventi di rumore rilevati è pari a 60,2 dBA (da arrotondare a 60,0 dBA).

L'analisi dello spettro di rumore in bande di terzi d'ottava dei livelli minimi di ciascun evento ha evidenziato la presenza della componente tonale avente frequenza centrale di banda pari a 200 Hertz. A titolo di esempio è riportato lo spettro di rumore dell'evento n. 7 (8 dicembre 2007).

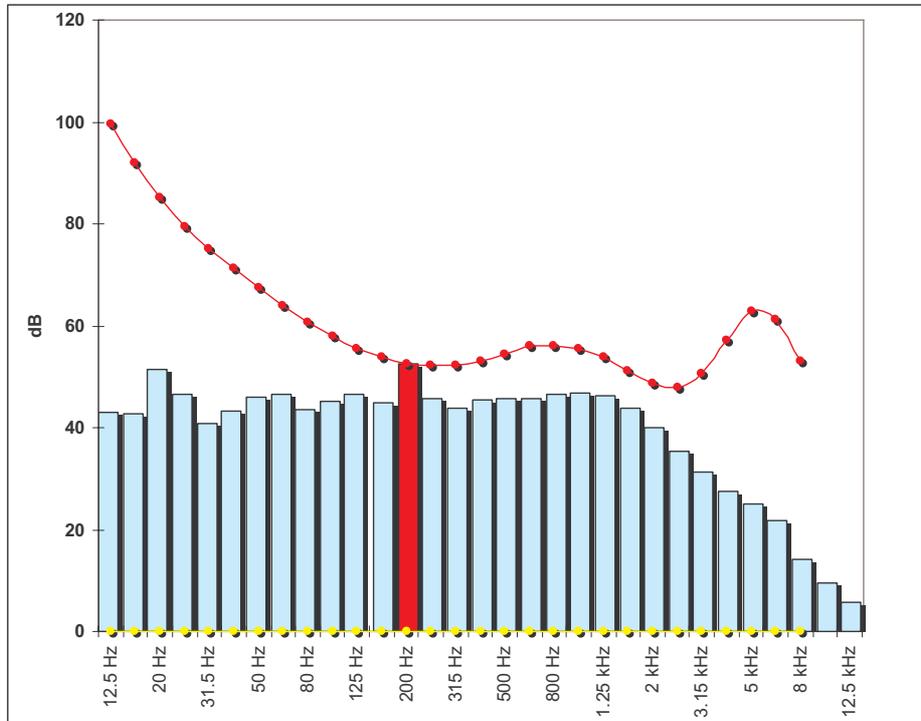


Figura 3: Spettro dei livelli minimi relativi all'evento n.7

Tenuto conto del comma 15 dell'Allegato A del DM 16/3/1998 "Tecniche di rilevamento e misurazioni dell'inquinamento acustico", secondo il quale il fattore di correzione per la presenza di componenti tonali non si applica alle infrastrutture di trasporto, il valore del livello corretto  $L_c$ , determinato secondo le indicazioni del DM 16/3/1998, è pari a:

$L_c = 60$  dBA. [livello di rumore misurato nel periodo 7-11 dicembre 2007]

Il valore misurato il giorno 17 gennaio 2007, quando erano state eseguite delle prove di funzionamento del Minimetrò, era risultato pari a: 65 dBA.

$L_c = 65$  dBA. [livello di rumore misurato il 17 gennaio 2007]

Pertanto, riguardo gli interventi di mitigazione acustica apportati nel periodo compreso tra luglio e novembre 2007, si può affermare che questi hanno determinato una riduzione del livello assoluto di rumore pari a 5 dBA.

Confrontando infine il livello equivalente di rumore prodotto dal funzionamento del Minimetrò, relativamente al periodo 7-11 dicembre 2007 (60 dBA), con il livello equivalente diurno misurato nel periodo 15-21 gennaio 2007 (58,5 dBA), quando il Minimetrò non era in funzione, si osserva un incremento del livello equivalente di rumore pari a 1,5 dBA.

### 3.2 Punto di misura R2 – Abitazione di Via Morgagni (Zona Stazione Madonna Alta)

Nel punto di misura R1 il monitoraggio ha avuto inizio il 14 dicembre 2007 ed è terminato il 19 dicembre 2007. In tabella 3 sono riepilogati i momenti in cui il Minimetrò è entrato in funzione. Per ciascun evento è riportata la data e l'ora di inizio, la durata (espressa in ore, minuti e secondi) e il livello equivalente LeqA associato, espresso in dBA.

**Tabella 3: punto di misura R2 – elenco dei momenti in cui il Minimetrò è entrato in funzione**

Evento n.	Data e Ora inizio evento	Durata (h.mm.ss)	LeqA (dBA)
1	14/12/2007 15.22	0.04.05	63,5
2	14/12/2007 15.30	0.06.50	62,8
3	14/12/2007 15.55	0.13.25	63,2
4	14/12/2007 16.12	0.21.00	62,1
5	14/12/2007 16.36	0.12.35	62,2
6	14/12/2007 17.08	0.49.55	62,3
7	14/12/2007 18.03	0.48.15	62,1
8	14/12/2007 18.55	0.05.55	60,7
9	14/12/2007 19.05	0.10.50	61,9
10	14/12/2007 19.41	0.18.20	58,6
11	14/12/2007 20.00	0.08.55	60,5
12	15/12/2007 11.29	0.12.35	61,9
13	15/12/2007 11.46	0.19.50	62,6
14	15/12/2007 12.08	0.31.00	62,1
15	15/12/2007 13.08	0.10.50	62,5
16	15/12/2007 13.33	1.06.20	61
17	15/12/2007 14.40	0.21.25	63,1
18	15/12/2007 15.04	0.03.35	62,7
19	15/12/2007 15.19	0.30.35	63,2
20	15/12/2007 15.57	1.00.35	62,2
21	15/12/2007 17.01	0.17.55	61,5
22	15/12/2007 17.29	0.37.25	61,1
23	15/12/2007 18.10	0.29.05	61
24	15/12/2007 18.57	0.17.15	60
25	15/12/2007 19.18	0.08.30	60
26	15/12/2007 19.34	0.07.40	59,7
27	15/12/2007 20.00	0.54.15	56,7
28	16/12/2007 9.32	0.27.30	59,8
29	16/12/2007 10.35	0.27.50	61,8
30	16/12/2007 11.11	0.19.10	61,4
31	16/12/2007 11.32	0.09.55	60,9
32	16/12/2007 14.33	0.20.10	56,7
33	16/12/2007 14.58	0.11.00	60,7
34	16/12/2007 15.11	0.10.20	60,5
35	16/12/2007 15.24	0.19.30	62,1
36	16/12/2007 15.47	0.22.50	62,5
37	16/12/2007 16.40	2.37.25	62,7
38	16/12/2007 19.23	0.12.35	61,5
39	16/12/2007 19.46	0.36.55	62,3
40	16/12/2007 20.30	0.11.55	63
41	16/12/2007 20.48	0.04.55	62,7
42	16/12/2007 20.57	0.17.10	63
43	17/12/2007 10.02	0.13.50	62,7
44	17/12/2007 10.30	0.30.15	64
45	17/12/2007 11.04	0.05.25	64
46	17/12/2007 11.12	0.03.55	62,8
47	17/12/2007 11.22	0.40.00	63,7
48	17/12/2007 15.18	0.28.15	63,8
49	17/12/2007 15.52	0.07.25	63,9
50	17/12/2007 16.27	0.12.00	63,4
51	17/12/2007 16.42	1.40.20	62,8
52	17/12/2007 18.36	2.28.20	61,7
53	18/12/2007 10.18	0.04.15	62,9
54	18/12/2007 10.27	0.05.05	64,1
55	18/12/2007 10.35	2.40.30	63,5
56	18/12/2007 15.02	0.03.40	62,9
57	18/12/2007 15.15	0.09.45	63,1
58	18/12/2007 15.42	0.13.50	63,1
59	18/12/2007 16.00	0.11.30	62,8

Evento n.	Data e Ora inizio evento	Durata (h.mm.ss)	LeqA (dBA)
60	18/12/2007 16.45	0.31.25	65
61	18/12/2007 17.25	0.32.50	62,2
62	18/12/2007 18.09	0.02.55	62,7
63	18/12/2007 18.16	0.07.55	61,7
64	18/12/2007 18.48	0.33.40	61,9
65	18/12/2007 19.24	0.03.00	61,1
66	18/12/2007 19.50	0.32.10	61,1
67	18/12/2007 20.27	1.20.10	62,6
68	19/12/2007 7.01	1.06.00	60,6
69	19/12/2007 8.11	0.59.10	64,7
70	19/12/2007 9.11	0.15.35	70,7
71	19/12/2007 9.37	1.29.05	66,7
72	19/12/2007 11.10	2.33.25	62,4
<b>LeqA Totale = 62,8 dBA</b>			

Il livello equivalente LeqA relativo all'insieme dei 72 eventi di rumore rilevati è pari a 62,8 dBA (da arrotondare a 63,0 dBA).

L'analisi dello spettro di rumore in bande di terzi d'ottava dei livelli minimi di ciascun evento ha evidenziato la presenza della componente tonale avente frequenza centrale di banda pari a 200 Hertz. A titolo di esempio è riportato lo spettro di rumore dell'evento n. 2 (14 dicembre 2007).

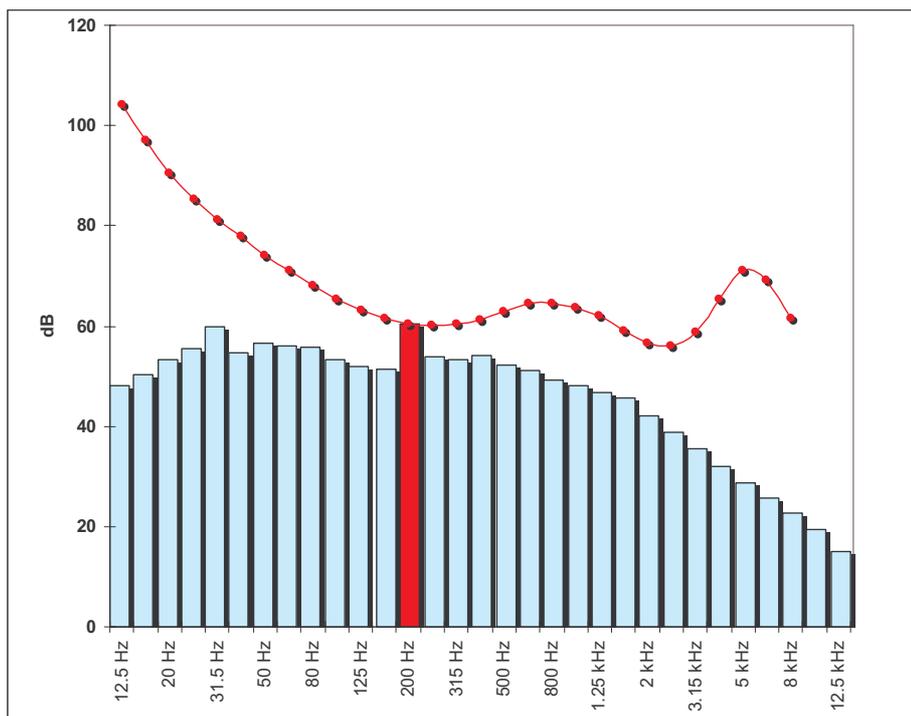


Figura 4: Spettro dei livelli minimi relativi all'evento n.2

Tenuto conto del comma 15 dell'Allegato A del DM 16/3/1998 "Tecniche di rilevamento e misurazioni dell'inquinamento acustico", secondo il quale il fattore di correzione per la presenza di componenti tonali non si applica alle infrastrutture di trasporto, il valore del livello corretto  $L_c$ , determinato secondo le indicazioni del DM 16/3/1998, è pari a:

$L_c = 63$  dBA. [livello di rumore misurato nel periodo 14-19 dicembre 2007]

Per il punto di misura R2, non essendo stato misurato il livello di rumore prodotto dal funzionamento del Minimetro precedentemente ai lavori di mitigazione acustica, non è possibile stimare l'entità della riduzione del rumore apportata da tali interventi.

Confrontando infine il livello equivalente di rumore prodotto dal funzionamento del Minimetro, relativamente al periodo 14-19 dicembre 2007 (63 dBA), con il livello equivalente diurno misurato nel periodo 15-21 gennaio 2007 (55,5 dBA), quando il Minimetro non era in funzione, si osserva un incremento del livello equivalente di rumore pari a 7,5 dBA.

### 3.3 Punto di misura R5 – Scuola d’infanzia *Il Pinocchio* (Zona Stazione Case Bruciate)

Nel punto di misura R5 il monitoraggio ha avuto inizio il 5 dicembre 2007 ed è terminato il 6 dicembre 2007. In tabella 4 sono riepilogati i momenti in cui il Minimetron è entrato in funzione. Per ciascun evento è riportata la data e l’ora di inizio, la durata (espressa in ore, minuti e secondi) e il livello equivalente LeqA associato, espresso in dBA.

**Tabella 4: punto di misura R5 – elenco dei momenti in cui il Minimetron è entrato in funzione**

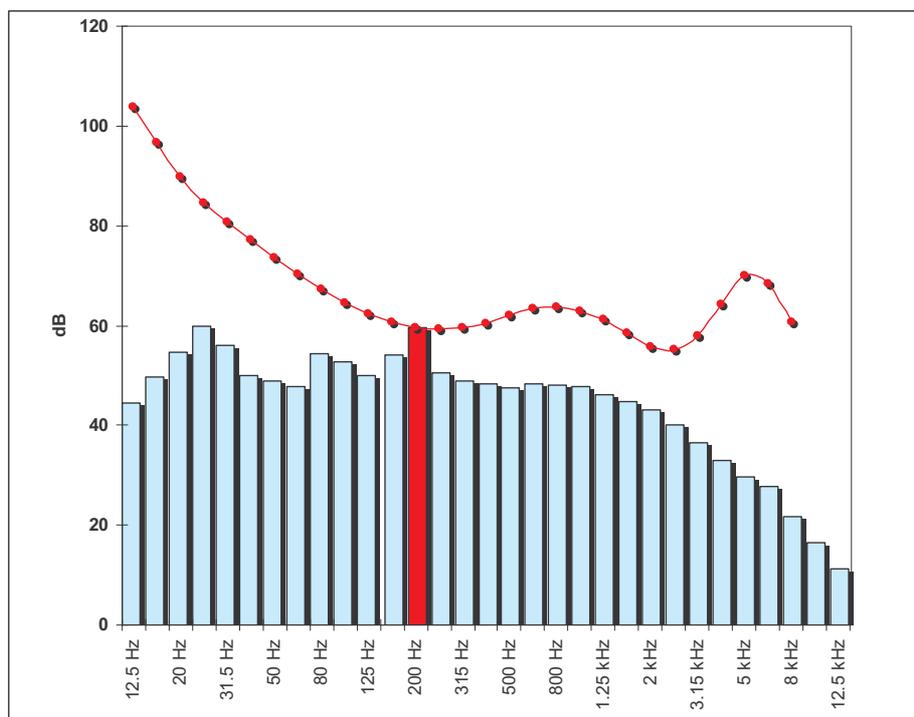
Evento n.	Data e Ora inizio evento	Durata (h.mm.ss)	LeqA (dBA)
1	05/12/2007 15.40	0.09.36	<b>63,3</b>
2	05/12/2007 16.52	0.19.57	<b>63,2</b>
3	05/12/2007 17.21	2.19.53	<b>62,5</b>
4	06/12/2007 9.34	0.24.29	<b>63,3</b>
5	06/12/2007 10.21	2.14.04	<b>63,3</b>
6	06/12/2007 12.39	0.21.54	<b>62,9</b>
7	06/12/2007 14.39	0.05.27	<b>62,1</b>
8	06/12/2007 14.50	0.24.46	<b>61,8</b>
9	06/12/2007 15.17	0.33.04	<b>61,8</b>
<b>LeqA Totale = 62,8 dBA</b>			

Il livello equivalente LeqA relativo all'insieme dei 9 eventi di rumore rilevati è pari a 62,8 dBA. Poiché tale valore del livello equivalente di rumore non è determinato dalle sole emissioni di rumore del Minimetrò, ma anche dal rumore dell'intenso traffico veicolare in transito su Via Capitini, è stato scelto di considerare il livello percentile L<sub>90</sub> quale indicatore del livello di immissione di rumore presso la scuola di infanzia *Il Pinocchio*.

L'analisi del livello percentile L<sub>90</sub> ha fornito il seguente valore:

L<sub>90</sub> = 60,2 dBA (da arrotondare a 60,0 dBA).

L'analisi dello spettro di rumore in bande di terzi d'ottava dei livelli minimi di ciascun evento ha evidenziato la presenza della componente tonale avente frequenza centrale di banda pari a 200 Hertz. A titolo di esempio è riportato lo spettro di rumore dell'evento n. 1 (5 dicembre 2007).



**Figura 5: Spettro dei livelli minimi relativi all'evento n.1**

Tenuto conto del comma 15 dell'Allegato A del DM 16/3/1998 "Tecniche di rilevamento e misurazioni dell'inquinamento acustico", secondo il quale il fattore di correzione per la presenza di componenti tonali non si applica alle infrastrutture di trasporto, il valore del livello corretto L<sub>c</sub>, determinato secondo le indicazioni del DM 16/3/1998, è pari a:

L<sub>c</sub> = 60 dBA. [livello di rumore misurato nel periodo 5-6 dicembre 2007]

Il valore misurato nei giorni compresi tra il 12 e il 19 giugno 2007, durante le prove di funzionamento del Minimetrò è pari a 69 dBA.

$L_c = 69$  dBA. [livello di rumore misurato nel periodo 12-19 giugno 2007]

Pertanto si può affermare che gli interventi di mitigazione acustica apportati nel periodo compreso tra luglio e novembre 2007 hanno determinato una riduzione del livello assoluto di rumore pari a 9 dBA.

Confrontando infine il livello equivalente di rumore prodotto dal funzionamento del Minimetrò, relativamente al periodo 5-6 dicembre 2007 (60 dBA), con il livello equivalente diurno misurato nel periodo 12-19 gennaio 2007 (57,0 dBA), quando il Minimetrò non era in funzione, si osserva un incremento del livello equivalente di rumore pari a 3 dBA.

### 3.4 Punto di misura R6 – Abitazione di Via Villa Glori (Zona Stazione Case Bruciate)

Nel punto di misura R6 il monitoraggio ha avuto inizio il 4 dicembre 2007 ed è terminato il 5 dicembre 2007. In tabella 6 sono riepilogati i momenti in cui il Minimetrò è entrato in funzione. Per ciascun evento è riportata la data e l'ora di inizio, la durata (espressa in ore, minuti e secondi) e il livello equivalente LeqA associato, espresso in dBA.

**Tabella 5: punto di misura R6 – elenco dei momenti in cui il Minimetrò è entrato in funzione**

Evento n.	Data e Ora inizio evento	Durata (h.mm.ss)	LeqA (dBA)
1	04/12/2007 15.17	0.05.15	59
2	04/12/2007 15.28	0.01.25	59,3
3	04/12/2007 15.46	0.12.58	59,4
4	04/12/2007 16.10	0.04.30	57,1
5	04/12/2007 16.22	0.10.30	57,7
6	04/12/2007 16.35	0.11.07	57,8
7	04/12/2007 17.04	0.12.31	60,2
8	04/12/2007 17.21	0.07.27	58,3
9	04/12/2007 17.34	0.46.38	58,8
10	04/12/2007 18.30	0.06.57	61,9
11	04/12/2007 18.39	0.13.12	59,9
12	04/12/2007 18.56	0.04.55	58,5
13	04/12/2007 19.31	0.37.24	58,9
14	04/12/2007 20.30	0.05.43	56,5
15	05/12/2007 12.40	0.09.56	59,7
<b>LeqA Totale = 59,1 dBA</b>			

Il livello equivalente  $LeqA$  relativo all'insieme dei 15 eventi di rumore rilevati è pari a 59,1 dBA.

Poiché tale valore del livello equivalente di rumore non è determinato dalle sole emissioni di rumore del Minimetrò, ma anche dal rumore del traffico veicolare (autovetture e autobus APM) in transito su Via Villa Glori, è stato scelto di considerare il livello percentile  $L_{90}$  quale indicatore del livello di immissione di rumore presso l'abitazione che si affaccia su Via Villa Glori.

L'analisi del livello percentile  $L_{90}$  ha fornito il seguente valore:

$L_{90} = 52,7$  dBA (da arrotondare a 52,5 dBA).

L'analisi dello spettro di rumore in bande di terzi d'ottava dei livelli minimi di ciascun evento non ha evidenziato la presenza di alcuna componente tonale.

Alla luce di queste osservazioni il livello corretto  $L_c$ , determinato secondo le indicazioni del DM 16/3/1998 è pari a:

$L_c = 52,5$  dBA.

Per il punto di misura R6, non essendo stato misurato il livello di rumore prodotto dal funzionamento del Minimetrò antecedentemente ai lavori di mitigazione acustica, non è possibile stimare l'entità della riduzione del rumore apportata da tali interventi.

Nel periodo di misura 4-5 dicembre 2007 è stato stimato anche il livello equivalente diurno nella situazione in cui il Minimetrò non era in funzione. In questa circostanza il livello equivalente di rumore, misurato presso il punto di misura R6, è determinato principalmente dal traffico veicolare di Via Villa Glori.

Il livello equivalente di rumore diurno così misurato è risultato pari a: 60,0 dBA.

Confrontando tale valore (60 dBA) con il livello di rumore generato dalle emissioni del Minimetrò (52,5 dBA), si deduce che nel punto di misura R6, nel periodo diurno, le emissioni di rumore del Minimetrò non sono tali da incrementare il livello di rumore già presente nella zona rappresentata dal punto di misura R6.

### 3.5 Punto di misura R7 – Abitazione di Via Checchi (Zona Stazione Cupa)

Nel punto di misura R7 il monitoraggio ha avuto inizio il 13 dicembre 2007 ed è terminato il 14 dicembre 2007. In tabella 7 sono riepilogati i momenti in cui il Minimetrò è entrato in funzione. Per ciascun evento è riportata la data e l'ora di inizio, la durata (espressa in ore, minuti e secondi) e il livello equivalente LeqA associato, espresso in dBA.

**Tabella 6: punto di misura R7 – elenco dei momenti in cui il Minimetrò è entrato in funzione**

Evento n.	Data e Ora inizio evento	Durata (h.mm.ss)	LeqA (dBA)
1	13/12/2007 10.41	0.21.46	55,4
2	13/12/2007 11.11	1.06.16	54,9
3	13/12/2007 12.32	0.38.54	55
4	13/12/2007 14.52	0.26.50	55,3
5	13/12/2007 15.22	0.20.04	54,5
6	13/12/2007 15.48	0.01.50	54,7
7	13/12/2007 15.54	1.26.18	54,9
8	13/12/2007 17.25	0.27.34	54,4
9	13/12/2007 17.57	1.32.17	55,8
10	13/12/2007 19.36	0.42.37	55,7
11	13/12/2007 20.23	0.07.00	54,1
12	13/12/2007 20.32	0.05.00	54,7
13	13/12/2007 20.40	0.59.50	56,1
14	14/12/2007 9.37	0.05.55	56,2
<b>LeqA Totale = 55,3 dBA</b>			

Il livello equivalente LeqA relativo all'insieme dei 14 eventi di rumore rilevati è pari a: 55,3 (da arrotondare a 55,5 dBA).

L'analisi dello spettro di rumore in bande di terzi d'ottava dei livelli minimi di ciascun evento non ha evidenziato la presenza di alcuna componente tonale.

Alla luce di queste osservazioni il livello corretto Lc, determinato secondo le indicazioni del DM 16/3/1998 è pari a:

Lc = 55,5 dBA.

Per il punto di misura R7, non essendo stato misurato il livello di rumore prodotto dal funzionamento del Minimetrò antecedentemente ai lavori di mitigazione acustica, non è possibile stimare l'entità della riduzione del rumore apportata da tali interventi.

Nel periodo di misura 13-14 dicembre 2007 è stato stimato anche il livello equivalente diurno nella situazione in cui il Minimetrò non era in funzione. In questa circostanza il livello equivalente di rumore, misurato presso il punto di misura R7, è risultato pari a 50,0 dBA.

Confrontando tale valore (50 dBA) con il livello di rumore generato dalle emissioni del Minimetrò (55,5 dBA) si deduce che nel punto di misura R7, nel periodo diurno, le emissioni di rumore del Minimetrò sono tali da incrementare il livello di rumore già presente nella zona rappresentata dal punto di misura R7 di 5,5 dBA.

## 4. Riepilogo dei risultati

Nella tabella n. 7 sono riepilogati, per ciascun punto di misura, i seguenti valori:

$L_{amb}$ : livello equivalente di rumore, diurno e notturno, misurato in assenza delle emissioni di rumore generate dal funzionamento del Minimetrò (stato ante operam);

$LeqA_{MM}$ : livello equivalente di rumore determinato dalle emissioni di rumore generate dal funzionamento del Minimetrò (stato post operam);

$\Delta L$ : incremento del livello equivalente di rumore ambientale, dovuto alla presenza del Minimetrò; questo valore è ottenuto dalla differenza tra il valore del  $LeqA_{MM}$  e del  $L_{amb}$ .

Tabella 7: Riepilogo dei principali risultati dei rilievi fonometrici condotti nei punti di misura presi in considerazione

Punto di Misura	Periodo Diurno				Periodo Notturno		
	$L_{amb}$	$LeqA_{MM}$	$\Delta L$	Presenza Componente Tonale <sup>1</sup>	$L_{amb}$	$LeqA_{MM}$ <sup>2</sup>	$\Delta L$
R1 (Via Guerra)	58,5	60,0	+ 1,5	Si	53,0	Non misurato	N.D.
R2 (Via Morgagni)	55,5	63,0	+ 7,5	Si	49,0	Non misurato	N.D.
R5 (Scuola Infanzia Il Pinocchio)	57,0	60,0	+ 3	Si	53,0	Non misurato	N.D.
R6 (Via Villa Glori)	60,0	52,5	0	No	51,0	Non misurato	N.D.
R7 (Via Checchi)	50,0	55,5	+5,5	No	43,0	Non misurato	N.D.

---

<sup>1</sup> Il fattore di correzione  $K_t$  (+3 dBA) per la presenza di componenti tonali non si applica nel caso di infrastrutture di trasporto (DM 16/3/1998 Allegato A, Comma 15).

<sup>2</sup> I livelli di rumore nel periodo notturno non sono stati misurati in quanto le prove per il funzionamento del Minimetrò sono state eseguite nel solo periodo diurno.

## **5. Conclusioni**

Il monitoraggio condotto nel dicembre 2007 i cui dati sono stati presentati in questa relazione si inserisce nell'attività di controllo che ARPA Umbria ha iniziato nel gennaio 2007 con l'obiettivo di:

valutare il clima acustico nella condizione antecedente l'entrata in esercizio del Minimetrò;

valutare l'entità degli interventi di mitigazione acustica apportati alla linea metropolitana di superficie.

In considerazione del fatto che gli ultimi lavori di riduzione delle emissioni acustiche saranno completati nel corso di gennaio 2008, ARPA Umbria eseguirà un ulteriore monitoraggio prima dell'inaugurazione della linea metropolitana di superficie prevista per il giorno 29 gennaio 2008.

## 6. Documentazione fotografica dei punti di misura



Punto di misura R1 – Fotografia A (vista della stazione Cortonese)



Punto di misura R1 – Fotografia B (vista sul parco C. Mendez)



Punto di misura R1 – Fotografia C (vista dal Parco C. Mendez)



Punto di misura R1 – Fotografia D (vista dal Parco C. Mendez)



Punto di misura R2 – Fotografia A (Vista sulla linea metropolitana)



Punto di misura R2 – Fotografia B (Vista dell'edificio di Via Morgagni 1 presso cui è stato individuato il punto di misura)



Punto di misura R2 – Fotografia C (Vista della linea metropolitana di superficie dal terrazzo dove è stata installata la centralina di monitoraggio acustico)



Punto di misura R5 – Fotografia A (Vista della facciata dell'edificio scolastico esposta verso la linea metropolitana di superficie)



Punto di misura R5 – Fotografia B (Vista della postazione microfonica orientata verso la linea metropolitana di superficie)



Punto di misura R5 – Fotografia C (Vista del giardino di pertinenza della scuola al confine con la linea metropolitana di superficie)



Punto di misura R6 – Fotografia A (Vista dell'edificio che si affaccia su Via Villa Glori presso cui è stato individuato il punto di misura)



Punto di misura R6 – Fotografia B (Vista della posizione del punto di misura presso l'edificio che si affaccia su Via Villa Glori)



Punto di misura R6 – Fotografia C (Vista panoramica di Via Villa Glori)



Punto di misura R6 – Fotografia D (Vista della posizione del punto di misura presso l'edificio che si affaccia su Via Villa Glori)



Punto di misura R7 – Fotografia A (Vista della linea metropolitana di superficie dal punto di misura)



Punto di misura R7 – Fotografia B (Vista della linea metropolitana di superficie dal punto di misura)