

**CAMPAGNA DI MONITORAGGIO
INQUINAMENTO ACUSTICO
RUMORE DA TRAFFICO STRADALE**

COMUNE DI FORMIGINE

ANNO 2008

PREMESSA

È stata effettuata una campagna di monitoraggio dei livelli acustici generati dal traffico veicolare transitante sulla Via Pascoli a Formigine, presso un'abitazione privata, sita in Via Pascoli 111.

La strumentazione è stata posizionata sul balcone al primo piano dell'abitazione, nella facciata direttamente prospiciente la strada oggetto d'indagine.

Il monitoraggio si è svolto nel periodo dal 9 Giugno al 16 Giugno 2008.

INQUADRAMENTO DELLA ZONA MONITORATA

L'abitazione indagata è localizzata nella parte ad Ovest del centro abitato di Formigine a fianco di via Pascoli, tra l'incrocio con via Zandonai e il cavalcavia sulla strada Modena-Sassuolo; via Pascoli collega Formigine con la località di Corlo.

La facciata più esposta dell'abitazione, si trova ad una distanza di circa 8.5 m dal ciglio stradale di via Pascoli. Il clima acustico è influenzato anche da:

- cavalcavia che porta via Pascoli ad innalzarsi fino ad una quota prossima al primo piano, a poca distanza dall'abitazione in direzione di Corlo;
- Strada Modena-Sassuolo, che si trova a circa 80 m a Nord-Ovest, risulta schermata in parte sia perché scorre in quel tratto in trincea, sia perché vi sono alcuni fabbricati che coprono l'abitazione oggetto d'indagine sul lato ovest;
- via Zandonai che si trova a circa 5 m di distanza dal lato est dell'edificio ed è una strada che serve da collegamento con le abitazioni del quartiere residenziale retrostante l'abitazione in esame, caratterizzata da ridotto traffico di veicoli.

Nella foto seguente (veduta dall'alto dell'area monitorata) sono evidenziati il ricettore oggetto dell'indagine, la Via Pascoli monitorata, il cavalcavia sulla Modena-Sassuolo, la Strada Modena-Sassuolo e via Zandonai.

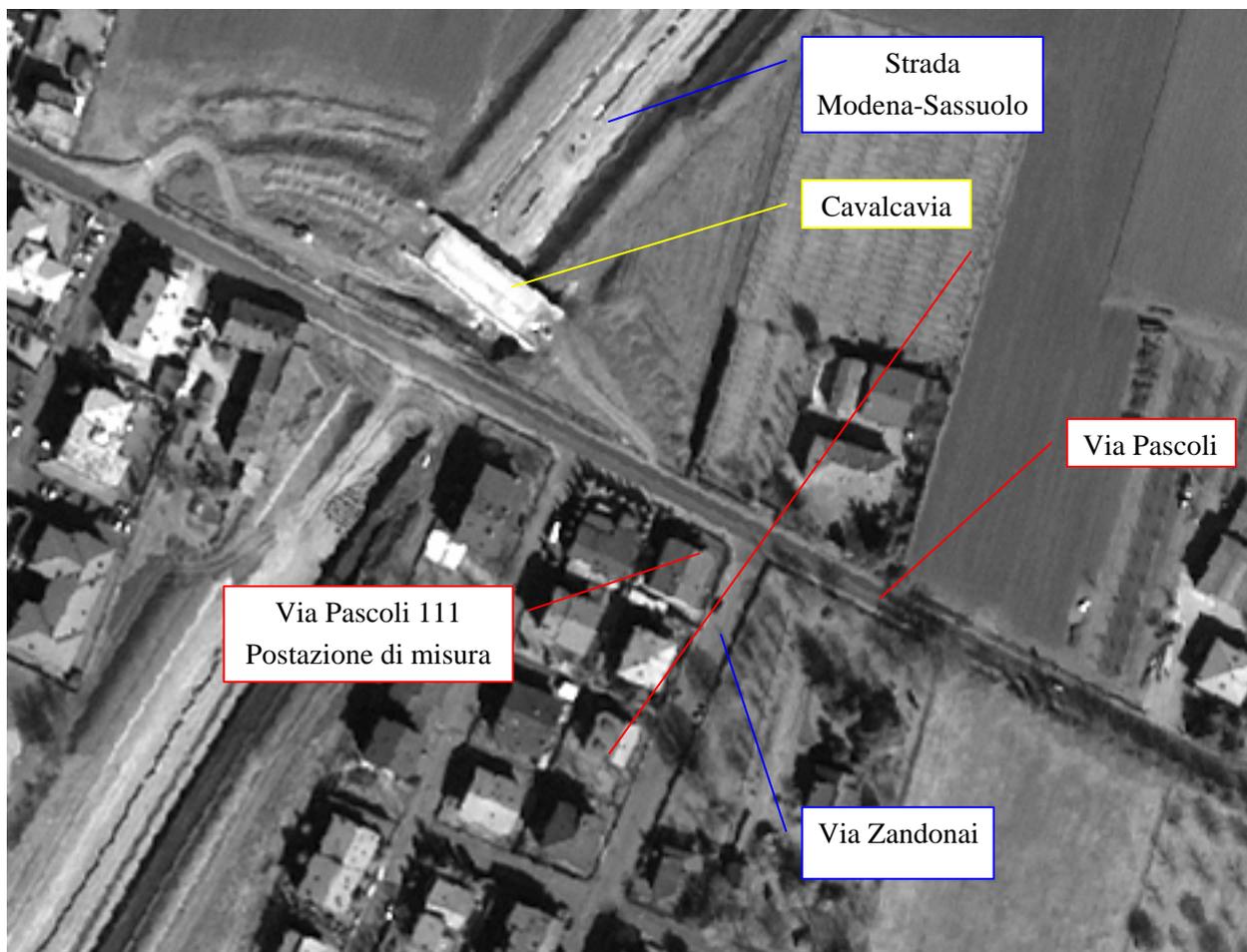


Figura 1 - Foto dall'alto dell'area monitorata

Di seguito si riportano alcune foto che illustrano la localizzazione della strumentazione di misura e la via Pascoli, fotografata dalla postazione di monitoraggio.



Figura 2 - Strumentazione di misura e sua localizzazione, sul balcone del primo piano dell'edificio



Figura 3 - Via Pascoli fotografata in direzione Corlo di Formigine

Il monitoraggio acustico è stato realizzato al fine di verificare il rispetto dei limiti di immissione previsti dal decreto strade DPR 142/04.

La classificazione ai sensi del Codice della Strada del tratto di Via Pascoli oggetto d'indagine è stata stabilita dal Piano Generale del Traffico Urbano, approvato dal Consiglio Comunale in data 29/05/2008: questo asse viario risulta, infatti, di competenza comunale e classificato come "EF2 strada locale interzonale secondaria", da ritenersi compreso nel tipo F (strade Locali).

Il DPR 142/04 stabilisce, per tale tipologia di strade, che i valori limite, entro una fascia di 30 metri, siano quelli individuati dalla zonizzazione acustica: in questo caso, secondo quanto stabilito dalla zonizzazione approvata dal Comune di Formigine il 31/10/2005, si tratta della Classe II, area destinata ad uso prevalentemente residenziale, che implica un limite di immissione diurno di 55 dBA e notturno di 45 dBA.

RIFERIMENTI NORMATIVI

- Legge n.447/1995 - Legge Quadro in materia di inquinamento acustico
- DPCM 14/11/97 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- DM 16/03/98 - Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico
- LR 15/2001 - Disposizioni in materia di inquinamento acustico
- DPR 142/04 - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare

METODOLOGIA DI MISURA

La misura è stata eseguita in accordo con il DM 16/03/98, ove è previsto che, nel caso di rumore da traffico veicolare, sia valutato il rispetto dei limiti, considerando la media settimanale dei livelli equivalenti medi giornalieri sui periodi di riferimento diurno e notturno.

È stato, quindi, eseguito un monitoraggio in continuo del livello equivalente (ponderato A) per una settimana, con microfono posto a circa 4.7 m di altezza, in corrispondenza del balcone al primo piano dell'edificio, approssimativamente ad una distanza di 7 m dal ciglio della via oggetto dell'indagine. In questo modo si intende valutare il disturbo della parte più esposta dell'edificio, cioè del primo piano, che non risulta schermato dalla siepe, alta circa 3 metri dal suolo e presente su tutto il lato dell'abitazione prospiciente Via Pascoli.

Contestualmente sono state eseguite misure dei parametri meteorologici, al fine di verificare le condizioni di validità delle misure di rumore secondo il Decreto sopra citato, e del traffico veicolare sulla Via Pascoli.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

MISURA DI LIVELLI ACUSTICI

- Fonometro/analizzatore 01dB SOLO MASTER, conformi alla classe I delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994; gli analizzatori in frequenza in tempo reale, in ottave e in 1/3 di ottava con filtri da 12.5 Hz a 20 KHz, sono conformi alla classe 0 della norma EN 61260. Gamma di misura effettiva: 18 - 137 dB. Certificato di calibrazione n. 459 del 10/05/07.
- Microfono prepolarizzato in campo libero tipo MCE212 in classe I conforme alla norma EN61094, con sensibilità di 50 mV/Pa.
- Calibratore acustico tipo Cal21 a norma IEC 942 in classe I. Certificato di calibrazione n. 458 del 10/05/07.
- Kit microfonico per esterno tipo BAP21 completo di copertura antipioggia, schermo controvento e punte antivolatili, completo per l'alloggiamento del microfono e del preamplificatore.
- Box per esterno, in materiale plastico, comprensivi di batterie dry-fit e aggancio per palo.
- Palo estendibile per collocare il microfono.
- Software dBTrait32 (ver. 4.7) per l'importazione, visualizzazione e gestione dei dati misurati su PC.

MISURA DEI DATI METEOROLOGICI

- Stazione meteo Vantage Pro Weather della Ditta Davis Instruments, dotata di sensori per temperatura, umidità, velocità e direzione del vento, pioggia caduta, completa di sistema di trasmissione dati via radio ad un datalogger Envoy, che permette di memorizzare e scaricare i dati meteo misurati.
- Software WeatherLink per acquisire, visualizzare ed elaborare i dati su PC.

RILEVAMENTO DEL TRAFFICO VEICOLARE

- Contatraffico Radar Traffic Classifier Easydata (SDR) distribuito dalla Ditta S.T.S. s.r.l., dotato di radar doppler per il rilevamento del numero, lunghezza, velocità e direzione di percorrenza dei veicoli transitanti su ciascuna corsia oltre all'orario dei singoli transiti.
- Palmare per impostare lo strumento, visualizzare i dati rilevati in tempo reale e scaricare i dati memorizzati.
- Software Datacollect e DC-Report per elaborare le informazioni acquisite.

LA SITUAZIONE METEOROLOGICA

Il DM 16/03/98 prevede che le misurazioni di rumore debbano essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche e con velocità del vento non superiore a 5 m/s. La verifica delle condizioni meteo è stata effettuata con una stazione meteorologica portatile associata al monitoraggio acustico. Si riporta l'andamento orario dell'intensità del vento (Figura 4) e l'andamento orario delle precipitazioni (Figura 5) registrati nella settimana di monitoraggio considerata.

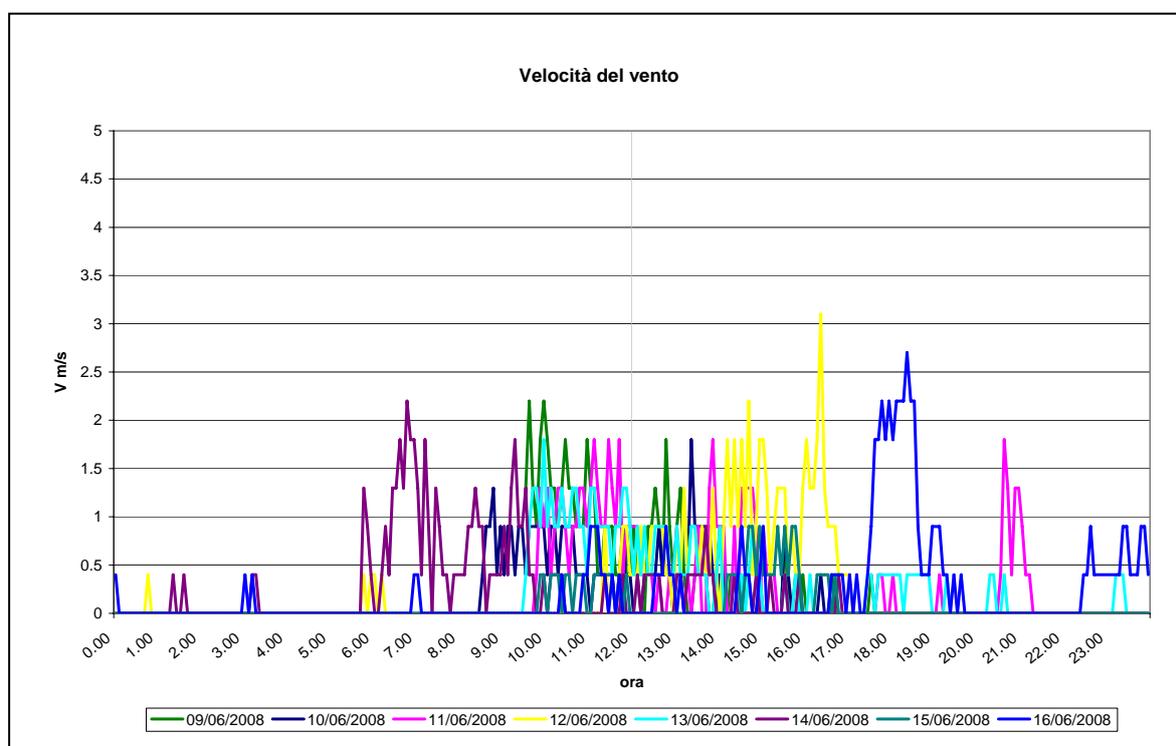


Figura 4 – Andamento orario dell'intensità del vento

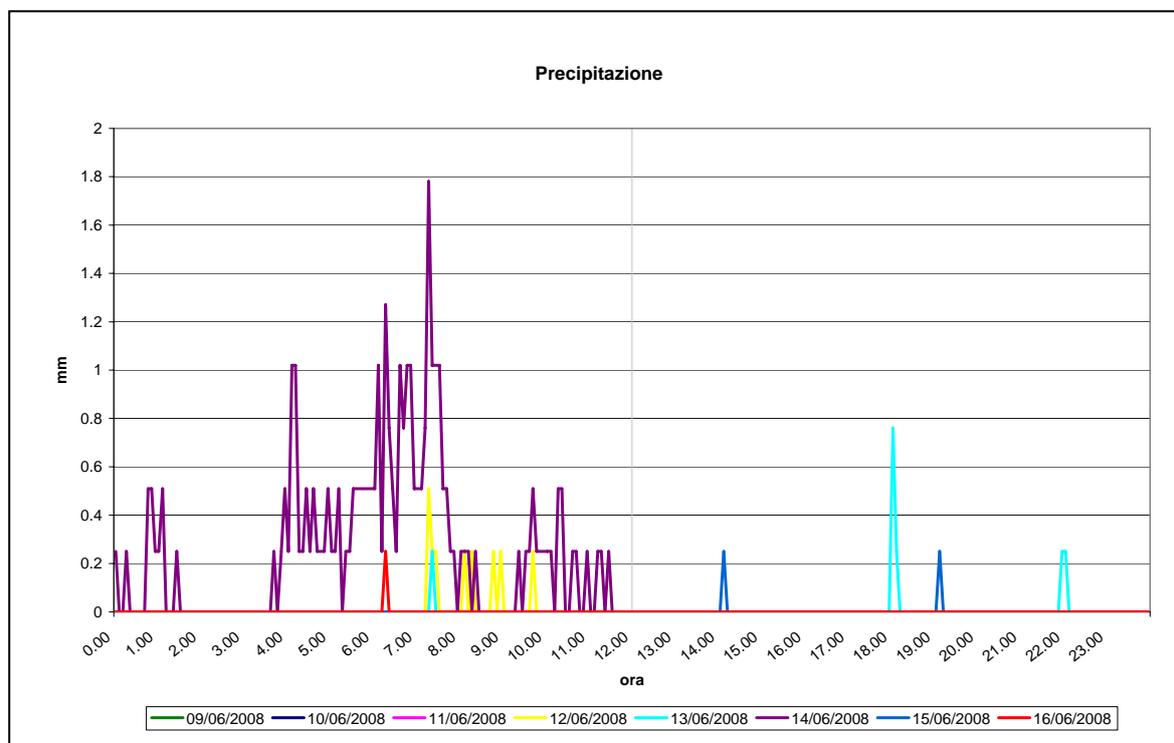


Figura 5 – Andamento orario della precipitazione atmosferica

Si osservano episodi di pioggia più o meno intensi il 12, 13, 14, 15, 16 Giugno e valori di intensità del vento mai superiori a 5 m/s, la direzione prevalente del vento nel periodo è stata ONO.

Si evidenzia pertanto come nella settimana di monitoraggio svolta, alcuni valori orari misurati non rispettino le condizioni meteorologiche previste dal DM 16/03/98, a causa della presenza di precipitazioni.

DATI DI TRAFFICO

Il contatraffico è stato posizionato dalle ore 11 del 09/06/08 alle ore 12 del 23/06/08 su Via Pascoli, sul lato della carreggiata in direzione di Corlo di Formigine, a circa 35 metri di distanza dall'inizio del cavalcavia sulla Modena-Sassuolo, in corrispondenza del tratto stradale antistante il punto di misura.

Tale strumentazione ha permesso di rilevare i passaggi degli autoveicoli su entrambe le corsie di Via Pascoli, distinguendo tra mezzi pesanti e leggeri a seconda della lunghezza dei veicoli rilevata. Il posizionamento del contatraffico non ha permesso di valutare i veicoli provenienti da Corlo sulla Via Pascoli che entravano in Via Zandonai e viceversa: si ritiene che essi siano in numero limitato e, quindi, trascurabili ai fini della valutazione dell'entità del traffico disturbante.

Per quanto riguarda il monitoraggio acustico, poiché la normativa prevede di valutare il livello di rumore sul periodo diurno (dalle ore 6 alle ore 22) e sul periodo notturno (dalle ore 22 del giorno stesso alle ore 6 del giorno successivo), i flussi di traffico sono stati elaborati secondo questi due periodi temporali. E' stata, inoltre, messa in evidenza l'incidenza dei mezzi pesanti (veicoli

con lunghezza superiore a 8 m) sul traffico complessivo, in quanto maggiormente impattanti rispetto ai leggeri in termini di inquinamento acustico.

Vengono riportati nelle tabelle seguenti i flussi di traffico per solo il periodo dal 09/06/08 al 16/06/08 periodo di monitoraggio considerato utile per i rilievi fonometrici.

Periodo diurno	Leggeri diurno	Pesanti diurno	Totale diurno
Lun 09	4382*	82*	4464*
Mart 10	6193	124	6317
Merc 11	6153	128	6281
Giov 12	6192	87	6279
Ven 13	6066	118	6184
Sab 14	5113*	45*	5158*
Dom 15	3212	35	3247
Lun 16	1384*	34*	1418*

Periodo notturno	Leggeri notturno	Pesanti notturno	Totale notturno
Lun-Mar 09-10	426	1	427
Mart-Merc 10-11	466	7	473
Merc-Giov 11-12	466	2	468
Giov-Ven 12-13	502	4	506
Ven-Sab 13-14	632	2	634
Sab-Dom 14-15	602	1	603
Dom-Lun 15-16	484	2	486

(*) Dato non completo rispetto al periodo di riferimento.

Tabelle 1 e 2 - Dati di traffico nei periodi diurni e notturni

Si riporta di seguito il grafico che rappresenta l'andamento dei veicoli leggeri, pesanti e totali e la percentuale dei veicoli pesanti sul totale nel periodo di misura.

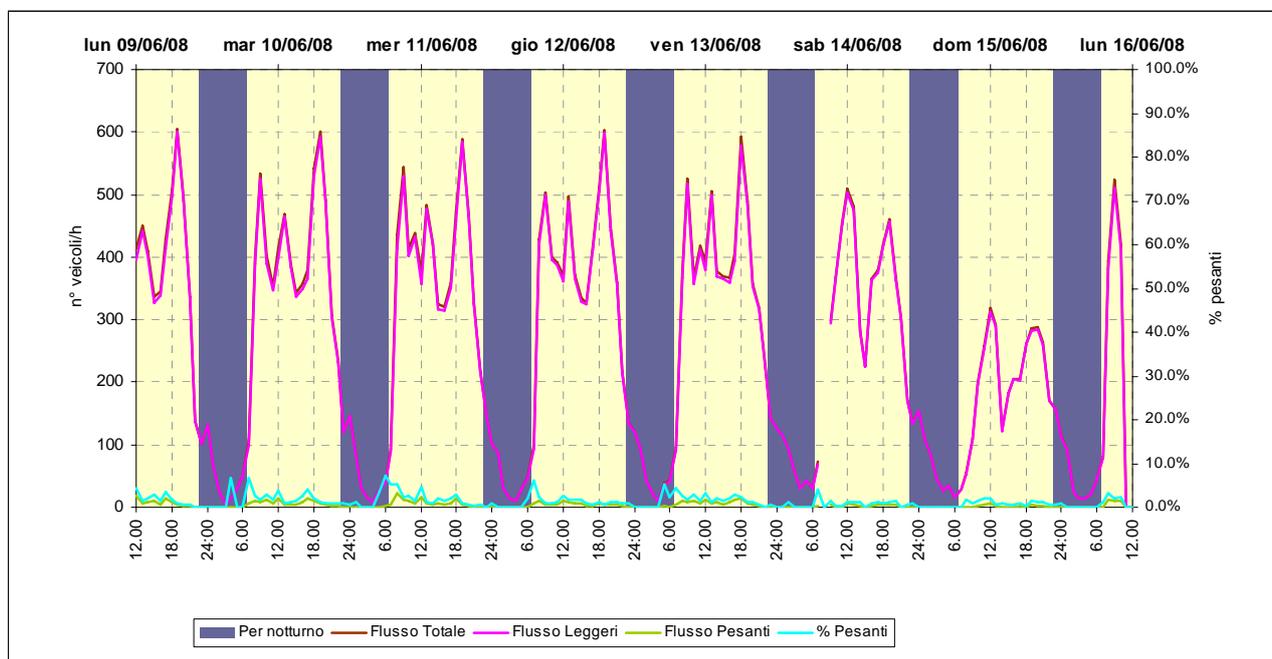


Figura 6 - Andamento dei flussi di traffico

Si osserva che il traffico è in gran parte determinato dal flusso dei veicoli leggeri.

Nei giorni feriali, la percentuale dei veicoli pesanti rispetto al totale è mediamente del 1.8% nel periodo diurno e del 0.7% nel periodo notturno.

Nelle giornate di sabato e domenica, la percentuale scende al 1% per il periodo diurno e al 0.3% nel periodo notturno. La massima percentuale di mezzi pesanti della giornata si registra nelle prime ore del mattino (dalle 5 alle 7 circa) ed è più accentuata nei giorni feriali.

RISULTATI DELLE MISURE FONOMETRICHE

Nelle figure e tabelle seguenti vengono riportati i valori del livello continuo equivalente ponderato A (L_{Aeq}) previsti dalla normativa (DM 16/03/98):

- L_{Aeq} calcolato per ogni ora su tutto l'arco delle 24 ore
- L_{Aeq} relativo ai periodi diurno e notturno, per ogni giorno della settimana
- I valori medi settimanali diurni e notturni di L_{Aeq} da confrontarsi con i limiti previsti dalla normativa

Viene inoltre riportata l'intera time history del livello continuo equivalente registrato ogni minuto per l'intera settimana di monitoraggio (Figura 7).

I livelli equivalenti orari sono rappresentati nelle 24 ore vedi Figura 8. Il periodo di monitoraggio utile considerato, è iniziato lunedì 9 Giugno alle ore 09.33 ed è terminato il giorno 16 Giugno alle ore 9.32.

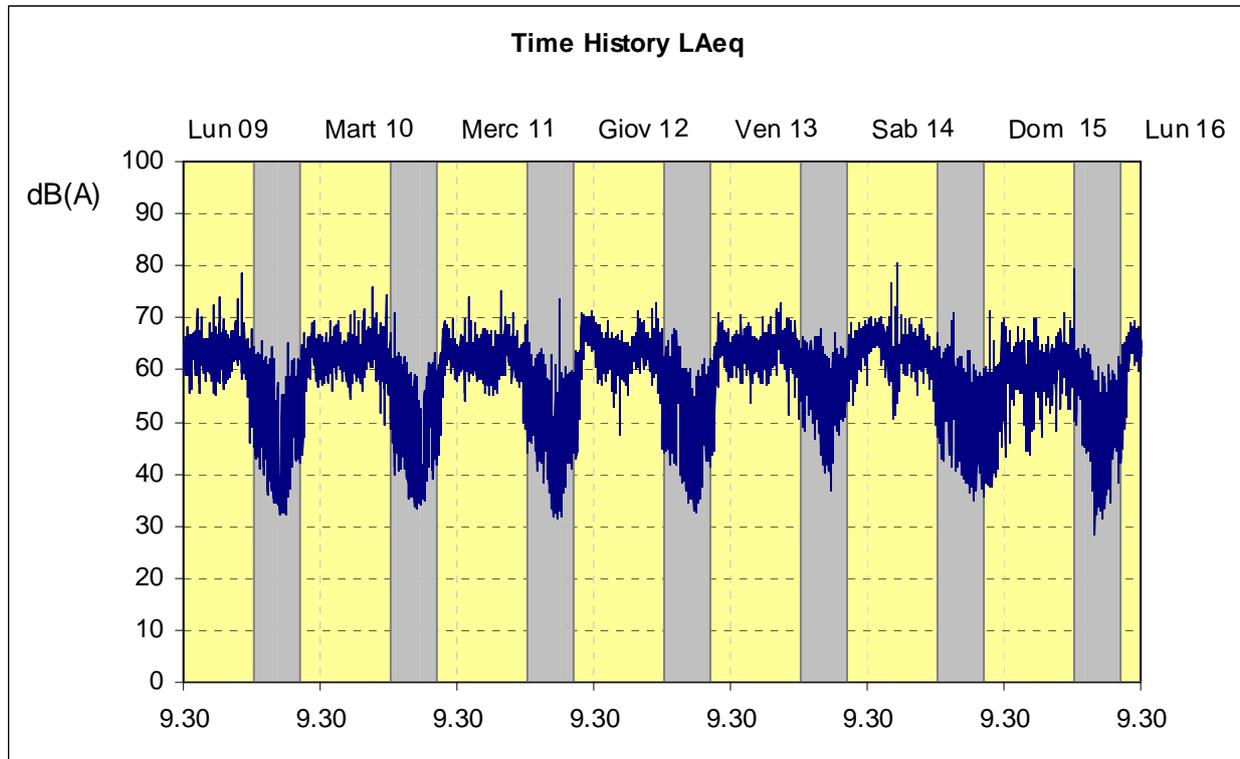


Figura 7 – Time history L_{Aeq}

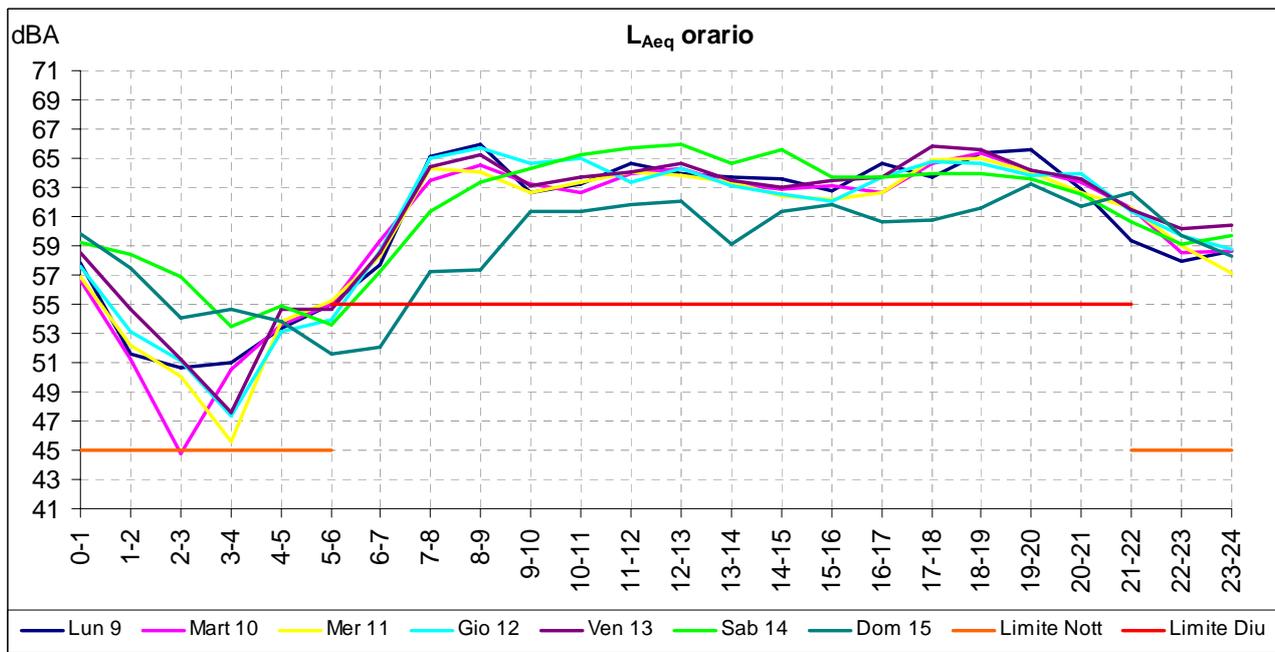


Figura 8 – Andamento orario del livello continuo equivalente durante la settimana di monitoraggio

I L_{Aeq} orari riportati in Tabella 3 sono quelli registrati, tranne che nei seguenti casi, in cui sono state fatte delle approssimazioni:

- Nel caso di dato orario mancante, per la non validità delle condizioni meteorologiche (presenza di precipitazioni), si è provveduto a darne una stima, al fine di calcolare un dato medio settimanale, considerando il SEL medio di un veicolo e moltiplicandolo per il numero di veicoli transitati nelle ore inficiate; unica eccezione è stata l'ora dalle 7 alle 8 del 14/06/2008, in cui, a causa della forte intensità della pioggia, il dato dei veicoli rilevato col contatraffico risultava evidentemente anomalo, per cui si è considerato il dato della stessa ora del successivo sabato 21/06/08;
- Il dati orari della giornata del Lunedì sono stati ottenuti considerando i livelli continuo equivalente ponderato A (L_{Aeq}) dei due lunedì 9 Giugno dalle 9.33 alle 22 e del 16 Giugno dalle 0.00 alle 9.32;
- Il dato orario del 12 giugno dalle ore 3 alle 4 è stato mediato sul tempo di 59' e 10" escludendo un evento anomalo della durata di 50" non attribuibile al traffico veicolare;
- Il dato orario del 15 giugno dalle ore 9 alle 10 è stato mediato sul tempo di 55' e 38" escludendo un evento anomalo della durata di 4' e 22" non attribuibile al traffico veicolare.

Per quanto riguarda la stima in sostituzione dei dati invalidati, il SEL medio utilizzato è stato calcolato prendendo in considerazione i SEL dei veicoli transitati in 1 ora notturna, dalle 5 alle 6, in cui i transiti erano ben distinguibili e il residuo più basso; non è stata fatta alcuna distinzione tra veicoli leggeri e veicoli pesanti in quanto il numero di questi ultimi è per la maggior parte del tempo molto contenuta (0 - 3%) rispetto al numero totale orario dei veicoli.

Si è verificata l'attendibilità di questa procedura considerando altri dati orari non invalidati, che risultano in accordo con i corrispettivi valori stimati attraverso l'uso del SEL medio di cui sopra, moltiplicato per il numero di veicoli transitati rilevati in quelle ore.

L _{Aeq} orari misurati e stimati (in caso di dato invalido/mancante)								
	Lun 9	Mart 10	Mer 11	Gio 12	Ven 13	Sab 14	Dom 15	Limiti
0-1	57.8 ⁽⁴⁾	56.6	56.9	57.6	58.5	59.3 ⁽¹⁾	59.8	45
1-2	51.6 ⁽⁴⁾	51.2	52.2	53.1	54.7	58.4 ⁽¹⁾	57.5	45
2-3	50.6 ⁽⁴⁾	44.8	50.1	51.1	51.2	56.9	54.1	45
3-4	51.0 ⁽⁴⁾	50.5	45.6	47.4 ⁽²⁾	47.6	53.4 ⁽¹⁾	54.7	45
4-5	53.3 ⁽⁴⁾	53.6	53.8	53.1	54.7	54.9 ⁽¹⁾	53.8	45
5-6	55.0 ⁽⁴⁾	55.0	55.2	53.9	54.7	53.6 ⁽¹⁾	51.6	45
6-7	57.7 ⁽¹⁾	59.3	58.3	58.6	58.5	57.3 ⁽¹⁾	52.1	55
7-8	65.1	63.5	64.3	65.0 ⁽¹⁾	64.4 ⁽¹⁾	61.3 ⁽¹⁾	57.2	55
8-9	65.9	64.5	64.1	65.7 ⁽¹⁾	65.2	63.4 ⁽¹⁾	57.4	55
9-10	62.6 ⁽³⁾	63.2	62.7	64.7 ⁽¹⁾	63.1	64.3 ⁽¹⁾	61.3	55
10-11	63.2	62.7	63.4	65.0	63.7	65.2 ⁽¹⁾	61.4	55
11-12	64.7	63.9	64.1	63.3	64.1	65.7 ⁽¹⁾	61.8	55
12-13	63.9	64.3	63.8	64.3	64.7	66.0	62.1	55
13-14	63.7	63.2	63.3	63.1	63.5	64.7	59.1	55
14-15	63.6	62.9	62.4	62.5	63.0	65.6	61.3 ⁽¹⁾	55
15-16	62.8	63.1	62.2	62.1	63.5	63.7	61.8	55
16-17	64.6	62.7	62.7	63.7	63.7	63.7	60.6	55
17-18	63.7	64.7	64.9	64.8	65.8	64.0	60.8	55
18-19	65.4	65.3	65.0	64.7	65.5 ⁽¹⁾	63.9	61.6	55
19-20	65.6	64.2	64.1	63.8	64.2	63.6	63.2 ⁽¹⁾	55
20-21	62.9	63.4	62.6	63.9	63.6	62.5	61.7	55
21-22	59.3	61.6	61.6	61.4	61.5	60.6	62.6 ⁽²⁾	55
22-23	57.9	58.5	59.0	59.7	60.2 ⁽¹⁾	59.1	59.7	45
23-24	58.7	58.7	57.1	58.8	60.4	59.7	58.3	45
media d	63.8	63.5	63.3	63.8	63.9	63.9	61.0	55
media n	55.9	55.2	55.5	55.3	56.4	58.2	57.2	45

Tabella 3 - L_{Aeq} orari registrati e valori medi giornalieri sui periodi di riferimento

- (1) Dato calcolato causa condizioni meteo non conformi alla normativa
- (2) Dato mediato su un periodo inferiore all'ora causa eventi anomali
- (3) Dato mediato su due periodi inferiori all'ora (causa avvio/fine della misura), periodi rispettivamente di 27'e 32'
- (4) Dato registrato nella giornata di Lunedì 16 Giugno 2008

L'andamento orario del livello continuo equivalente (Figura 8), presenta dei profili temporali caratteristici: i periodi diurni sono simili nei giorni feriali e il sabato, mentre la domenica il livello è decisamente più basso; per quanto riguarda i periodi notturni, si ha un andamento abbastanza simile tutti i giorni della settimana dalle 22 alle 24, mentre dalle 0 alle 6 nelle notti tra il venerdì e il sabato e tra il sabato e la domenica, i livelli rimangono più alti rispetto alle altre notti.

I L_{Aeq} orari diurni risultano sempre superiori ai valori limite previsti dalla normativa tranne nella giornata di domenica dalle 6 alle 7.

I L_{Aeq} orari notturni risultano sempre superiori ai valori limite previsti dalla normativa tranne nella giornata di martedì dalle 2 alle 3, in cui si è avuto il transito di soli 5 veicoli.

I valori medi giornalieri, arrotondati a 0.5 dBA, come previsto dalla normativa, sono rappresentati graficamente nella Figura 9.

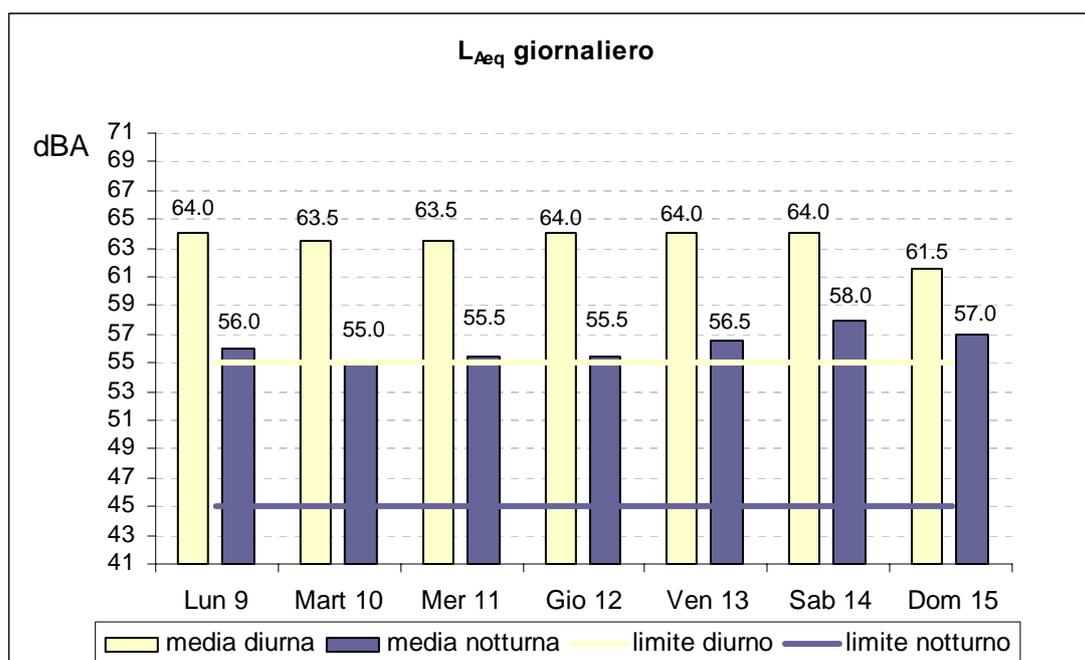


Figura 9 - L_{Aeq} giornalieri sui periodi di riferimento

I valori di L_{Aeq} giornaliero (Figura 9) confermano il superamento dei limiti tutti i giorni della settimana, su entrambi i periodi, come già evidenziato dai L_{Aeq} orari.

La Tabella 4 riporta, infine, i valori medi settimanali, confrontati con i limiti vigenti secondo il DPR 142/04.

	L_{Aeq} (dBA)	Strada locale interzonale secondaria EF2 – tipo F (Strade locali) – fascia di pertinenza acustica 30 metri
Diurno	63.5	55
Notturmo	56.5	45

Tabella 4 - L_{Aeq} medi settimanali sui periodi di riferimento e limiti vigenti

La stima dei valori dei L_{Aeq} orari invalidati per eventi atmosferici e stimati mediante l'uso del SEL medio per i veicoli transitati, registrati nelle ore corrispondenti, come spiegato precedentemente, non altera sostanzialmente sia il valore medio settimanale notturno che diurno. Infatti, considerando il livello diurno del sabato 12 e notturno tra venerdì 11 e sabato 12, che risultano i periodi più coinvolti da dati invalidati, come pari ai limiti di zona (55-45 dBA), e cioè molto inferiori a tutti i valori medi diurni e notturni degli altri giorni, rimarrebbero comunque i superamenti dei limiti vigenti.

Per completezza, si riportano in figura 10 gli andamenti orari del 90° (L_{90}) e del 10° (L_{10}) percentili. Tali parametri indicano rispettivamente i valori di pressione sonora che sono stati superati per il 90% e per il 10% del tempo di misura. In presenza di un rumore fluttuante, quale quello del traffico veicolare, forniscono una caratterizzazione del clima acustico della zona e dell'entità dei flussi veicolari: bassi flussi danno luogo a una forte differenza tra i due percentili e viceversa.

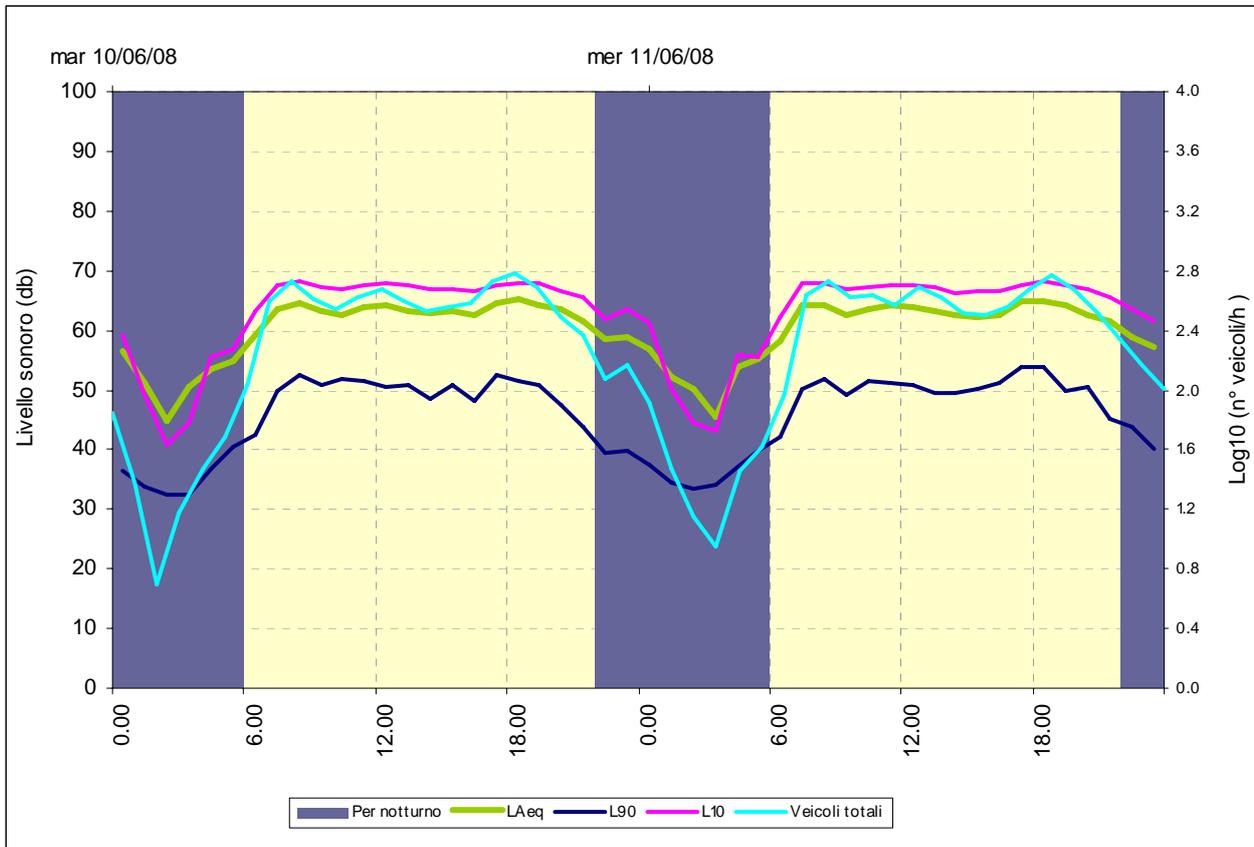


Figura 10 - L_{Aeq} , L_{10} e L_{90} , numero veicoli totali (dati orari) di due periodi diurno e notturno relative a giornate feriali.

Come si può osservare il 90° percentile (L_{90}) è mediamente inferiore rispetto al 10° percentile (L_{10}) di 17,6 dBA (da un minimo di 8,5 a un massimo di 24 dBA), caratteristica che evidenzia l'alta variabilità dei livelli di rumore dovuta al traffico veicolare di via Pascoli, che risulta quindi di tipo discontinuo.

Si può, inoltre, ipotizzare che nel punto monitorato non sia significativo il contributo al rumore da parte della strada Modena-Sassuolo: data la distanza da questo asse viario, la sua caratteristica di interrimento e la presenza di ostacoli tra sorgente e ricevitore, si ritiene che il rumore dovuto a questa strada rappresenti un livello di fondo nel punto di misura, ben rappresentato dal 90° percentile (L_{90}). Questa ipotesi è confermata dalle simulazioni effettuate con il programma previsionale IMMI di Wölfel (vedi tabella 5), simulando le caratteristiche geometriche dell'area in esame (principali edifici presenti, interrimento delle Modena-Sassuolo, cavalcavia sopraelevato di Via Pascoli, altezza e collocazione del microfono) e considerando i dati di flusso di traffico della strada Modena-Sassuolo, forniti dalla Provincia di Modena aggiornati al 2002, solo sul periodo diurno, e i dati di traffico medi, registrati con il contatraffico posto su via Pascoli, al fine di ottenere una stima del contributo delle singole strade nel punto monitorato.

Sorgente	Livello diurno L_{Aeq} (dBA)
Via Pascoli	64.5
Mo-Sassuolo	51.3
Entrambe le sorgenti	64.7

Tabella 5 - L_{Aeq} previsti sul periodo di riferimento diurno

I risultati della simulazione mostrano un buon accordo rispetto sia al livello L_{Aeq} medio diurno feriale misurato pari a 63.9 dBA, che rappresenta sostanzialmente il rumore da traffico sulla Via Pascoli, sia al livello medio diurno feriale del 90° percentile pari a 50.4 dBA, che si può quindi ritenere significativo relativamente al contributo della strada Modena-Sassuolo.

Poiché il livello 90° percentile risulta sempre inferiore ai limiti di zona (55-45 dBA), si può affermare che la strada Modena-Sassuolo (strada classificata di tipo C) rispetta i limiti dovuti al traffico ivi transigente (70 dBA nel periodo diurno e 60 dBA nel periodo notturno per la fascia A); essa, inoltre, non contribuisce in modo significativo al superamento del limite di zona nel punto di misura.

Conclusioni

Dall'analisi delle misure svolte è emerso che nel punto di misura, la situazione acustica è caratterizzata da **superamenti dei limiti di legge** (DPR 142/04), sia diurni che notturni, dell'ordine di 8.5 dBA per il periodo diurno e di 11.5 dBA per quello notturno, dovuti al rumore da traffico della Via Pascoli.