

**CAMPAGNA DI MONITORAGGIO
INQUINAMENTO ACUSTICO
E LIVELLI DI VIBRAZIONE
DA TRAFFICO STRADALE**

COMUNE DI CAMPOGALLIANO

ANNO 2017

PREMESSA

Al fine di verificare i livelli di rumorosità e di vibrazione provocati dal traffico veicolare transitante su Via Garibaldi, è stato eseguito un monitoraggio nel periodo 04 ottobre - 12 ottobre 2017; le vibrazioni sono state misurate nei primi due giorni (da mercoledì 04/10 a venerdì 06/10) mentre la misura di rumore si è protratta per tutto il periodo di monitoraggio, in quanto la normativa vigente in campo acustico richiede, per il rumore prodotto da traffico veicolare, una elaborazione dei dati su base temporale settimanale.

Le vibrazioni sono state rilevate all'interno dell'abitazione disturbata, mentre il rumore è stato misurato in corrispondenza della facciata esposta all'infrastruttura.

INQUADRAMENTO DELLA ZONA MONITORATA

La facciata dell'edificio esposta al rumore da traffico veicolare è situata in via Garibaldi; si tratta dell'abitazione posta ai piani superiori dell'attività di termoidraulica al civico 24 (Foto 2), identificata con un punto verde nell'ortofoto (Foto 1). La pavimentazione di Via Garibaldi è di porfido a partire dalla rotonda, posizionata a circa 25 metri dall'edificio, di asfalto poco dopo il tratto antistante il punto di misura.

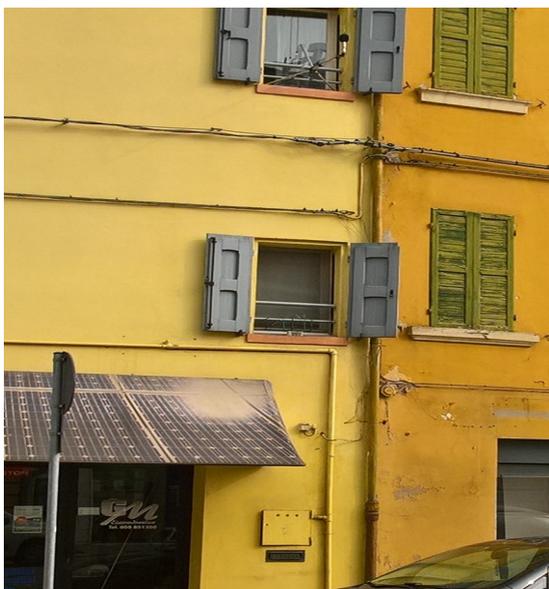


Foto 2: Facciata dell'edificio indagato



Foto 1: Ortofoto dell'area monitorata

MISURA DI VIBRAZIONI

RIFERIMENTI NORMATIVI

- Norma UNI 9614 – Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo (Marzo 1990)

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

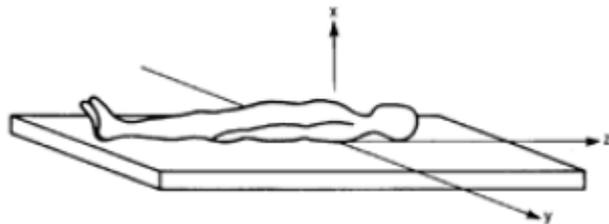
Catena di misura (conforme alla norma ISO 16063):

- 1 terna di accelerometri monoassiali KS48C della MMF/01dB (sensibilità 1 V/g)
- 1 terna di accelerometri monoassiali KB12VD della MMF/01dB (sensibilità 10 V/g)
- Analizzatore di spettro in tempo reale NetdB-DAQ12 della Ditta 01dB con 6 canali attivi
- Calibratore di accelerometri PCB mod. 394M34

METODOLOGIA DI MISURA

La misura di vibrazioni è stata svolta contemporaneamente con due terne di accelerometri posizionati all'interno di due camere da letto, poste al secondo piano dell'edificio indagato: una che si affaccia su Via Garibaldi e l'altra ubicata dalla parte opposta dell'abitazione.

Gli accelerometri sono stati resi solidali ai solai degli ambienti monitorati attraverso due blocchi di metallo del peso di 2 kg. E' stata seguita la metodologia indicata dalla norma UNI 9614: le terne di accelerometri sono state posizionate in prossimità dei letti, ossia in corrispondenza della posizione prevalente del soggetto esposto. L'accelerazione è stata rilevata lungo le tre direzioni ortogonali x,y,z, prendendo a riferimento la postura dal soggetto che, trattandosi di camere da letto, è stata assunta essere quella sdraiata (postura



nota). In tal caso, la norma prevede che l'asse x coincida con la direzione verticale, l'asse z con quella del corpo disteso e l'asse y con quella passante per le spalle.

Di seguito si riportano alcune foto relative ai punti di misura ed alla strumentazione utilizzata.



Foto 3: Terna di accelerometri stanza su Via Garibaldi



Foto 4: Terna di accelerometri stanza su facciata opposta a Via Garibaldi

RISULTATI DELLE MISURE

Il rilievo di vibrazioni ha avuto inizio mercoledì 04/10 alle ore 10.50 ed è terminato venerdì 06/10 alle ore 10.00; sono stati acquisiti su 6 canali (due terne di accelerometri, una per camera) i valori di accelerazione ogni 100 ms.

La tabella seguente riassume l'assegnazione dei canali di acquisizione dello strumento agli assi x, y e z nei due ambienti indagati.

	X	Y	Z
Camera su Via Garibaldi	Canale 1 (Ch1)	Canale 2 (Ch2)	Canale 3 (Ch3)
Camera su facciata opposta	Canale 4 (Ch4)	Canale 5 (Ch5)	Canale 3 (Ch6)

Poichè gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, il valore misurato deve essere ponderato in frequenza, in modo da rendere tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e disturbo. Per entrambe le stanze sono stati applicati i filtri per postura nota. L'accelerazione ponderata in frequenza (a_w in m/s^2) deve essere espressa come accelerazione equivalente, ossia come valore efficace o r.m.s (valore quadratico medio) calcolato su di un determinato intervallo temporale; successivamente può essere trasformata in livello equivalente di accelerazione ponderata (L_{a_w} in dB), grandezza fisica alla quale si farà riferimento per la verifica dei livelli di percezione e di disturbo.

La Figura 1 mostra l'andamento del livello equivalente di accelerazione ponderata mediata su di un intervallo temporale di 1 minuto. Nel grafico vengono evidenziati anche il periodo diurno (7-22) e notturno (22-7) così come definiti dalla norma UNI 9614.

Si osserva che, in entrambe le stanze, i canali 2 e 5 (assi y) registrano i valori più contenuti di accelerazione; nelle analisi successive si prenderanno pertanto in considerazione solo i canali 1, 3, 4 e 6.

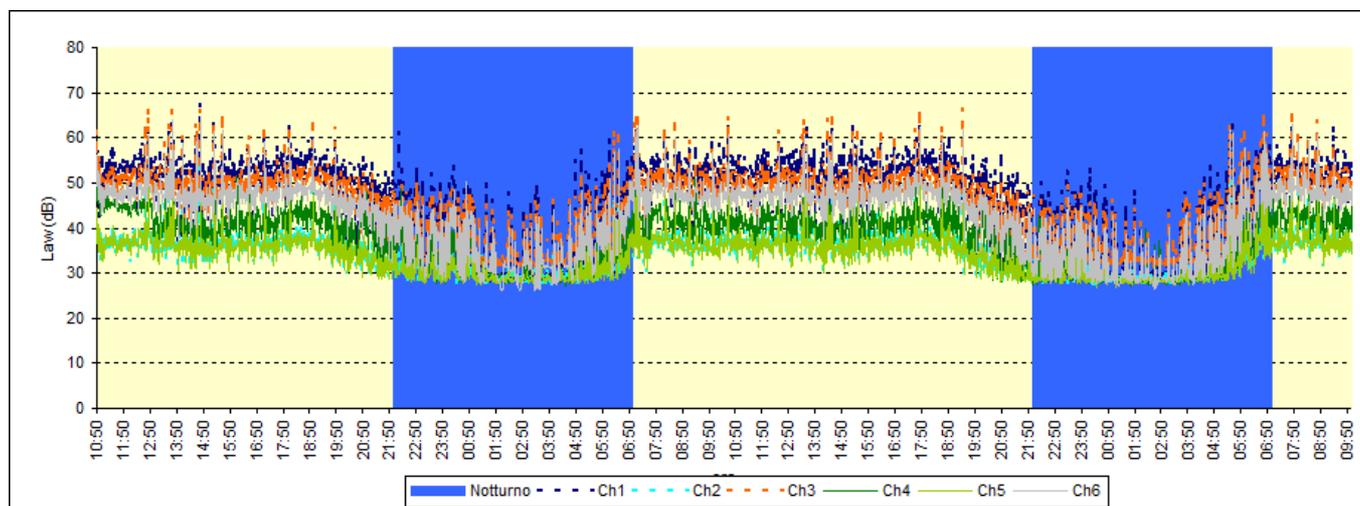


Figura 1: Storia temporale del livello equivalente dell'accelerazione ponderata mediata su di un minuto

Inizialmente sono stati evidenziati tutti gli episodi, con durata di almeno 1 secondo (tempo di acquisizione indicato dalla norma), che hanno dato valori superiori alla soglia di percezione, pari a 71 dBA per gli assi x e y e a 74 dBA per l'asse z. Poichè simultaneamente alla misura di vibrazioni è stata svolta una misura del rumore prodotto da Via Garibaldi con registrazione audio degli eventi superiori ad una certa soglia (68 dBA), in corrispondenza di ogni evento vibratorio potenzialmente percepito era presente una registrazione audio, il cui ascolto ha permesso di associare a queste vibrazioni, nella quasi totalità dei casi, il transito di un veicolo.

La tabella seguente riassume il numero eventi superiori alla soglia di percezione associata ad un transito per fascia oraria (sono state inserite solo le fasce orarie con presenza di eventi). Si osserva come la stanza più prossima a Via Garibaldi risulti quella maggiormente interessata dal fenomeno vibratorio. Inoltre, gli eventi più numerosi si presentano nei periodi dalle 7 alle 8 e dalle 13 alle 15, corrispondenti a quelli con maggior frequenza di transiti di autobus in Via Garibaldi.

Numero eventi superiori alla soglia di percezione (71 dB asse x, 74 dB asse z)					
Ora	Ch1 x	Ch3 z	Ch4 x	Ch6 z	Totale
5-6	3	2		2	7
6-7	6	6			12
7-8	11	10		1	22
8-9		5			5
9-10	5				5
10-11	8	3			11
12-13	7	5			12
13-14	11	6		1	18
14-15	14	9		3	26
15-16	9	5			14
16-17	2	1			3
17-18	6	3		1	10
18-19	9	3			12
19-20	4	3		1	8
20-21	1				1
Totale	96	61	-	9	166

La norma UNI 9614 indica inoltre dei valori di disturbo da vibrazioni che variano a seconda del periodo del giorno, dell'asse di riferimento e della destinazione d'uso della stanza indagata; quelli previsti per le abitazioni sono di seguito indicati:

	La _w (dB) – Assi x e y	La _w (dB) – Asse z
Giorno (7-22)	77	80
Notte (7-22)	74	77

Per la valutazione del disturbo, la norma prevede che, nel caso di vibrazioni di livello non costante, il valore efficace dell'accelerazione sia calcolato su di un intervallo di tempo rappresentativo del fenomeno: è stato scelto di identificare tale intervallo (indicato nelle tabelle con "Durata") come quello durante il quale il massimo del fenomeno vibratorio decade di 10 dB; la norma UNI 9614 indica infatti questo valore come la differenza tra vibrazioni totali e vibrazioni residue, oltre la quale non è necessario apportare alcuna correzione alla vibrazione prodotta dalla sorgente esaminata. Le tabelle seguenti riassumono tutti gli eventi mediati sul tempo di un secondo che hanno dato luogo a valori superiori a quelli di riferimento per il disturbo e per ognuno di essi è stato calcolato il corrispondente livello di accelerazione ponderata mediata sulla durata del fenomeno, secondo la UNI 9614, ai fini della effettiva verifica dei valori limite. Si osservano (evidenziati in rosso) due superamenti nel periodo diurno ed uno in quello notturno, entrambi per il canale 1 (asse x nella stanza da letto affacciata su Via Garibaldi).

Ch1 - Asse x				
Inizio	Durata (sec)	Law (dB) su Durata	Law (dB) su 1 secondo	Limite (dB)
04/10/2017 14:44	3	79.8	81.7	77
04/10/2017 15:15	2	77.8	79.7	77
05/10/2017 07:12	4	75.3	77.8	77
05/10/2017 19:23	3	76.2	79.6	77
06/10/2017 5:24	5	70.7	74.5	74
06/10/2017 5:32	3	75.8	78.5	74

Ch3 - Asse z				
Inizio	Durata (sec)	Law (dB) su Durata	Law (dB) su 1 secondo	Limite (dB)
05/10/2017 17.46	4	77.1	81.1	80
05/10/2017 19:23	3	78.2	80.6	80
06/10/2017 06:40	10	72.6	77.4	74

CONCLUSIONI

Pur non esistendo una normativa nazionale in materia di vibrazioni, è stato possibile condurre delle valutazioni facendo riferimento in particolare alla UNI 9614 che fissa dei livelli limite esclusivamente sulla percezione e sul disturbo alla popolazione.

Dall'analisi delle misure sono stati osservati diversi eventi superiori alla soglia di percezione in entrambe le stanze indagate, più numerosi in quella in affaccio a Via Garibaldi, a conferma che tale arteria rappresenta la sorgente di vibrazioni. Le fasce orarie dove gli eventi si sono verificati con maggior frequenza sono state

quelle caratterizzate da maggior transito degli autobus scolastici (dalle 7 alle 8 e dalle 13 alle 15), seppur eventi vibratori si siano verificati anche in altri intervalli temporali.

Per quanto riguarda la valutazione del disturbo, elaborato secondo la UNI 9614 per postura nota, sono stati identificati nella stanza in affaccio su Via Garibaldi tre eventi con livelli di accelerazione ponderata superiori ai valori di riferimento.

MISURA DI RUMORE

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 142/2004 – Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento derivante dal traffico veicolare

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Catena di misura (certificato di calibrazione n. LAT 185/6188 del 07/12/2016)

- Fonometro/analizzatore 01dB BLACK SOLO, conforme alla classe I delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994;
- Preamplificatore microfonico tipo PRE21S
- Microfono prepolarizzato in campo libero tipo MCE212 di classe I conformi alla norma EN61094
- Calibratore acustico tipo Cal21 a norma IEC 942 in classe I (certificato di calibrazione n. LAT 163 16230-A del 13/07/2017.)
- Kit microfonico per esterno tipo BAP21

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 consultando i dati della stazione meteorologica gestita da Arpae – Servizio Idro Meteo Clima ubicata a Modena. Durante il periodo di monitoraggio si è verificata una perturbazione con pioggia e forte vento nel pomeriggio di venerdì 06/10, dalle 16 alle 21. Inoltre, nella mattina di sabato 07/10, dalle 9 alle 10 e dalle 11-12, sono stati registrati venti superiori a 5 m/s.

METODOLOGIA DI MISURA

La misura è stata eseguita in accordo con il DM 16/03/98 - Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico – Allegato C – Metodologia di misura del rumore stradale.

L'infrastruttura indagata, secondo quanto dichiarato dal Comune, risulta classificata, ai sensi del Codice delle Strada, come di tipo F. L'abitazione oggetto della misura si trova nella fascia di pertinenza acustica definita dal DPR 142/2004 di ampiezza pari a 30 metri, nella quale sono previsti i limiti definiti dalla Zonizzazione Acustica Comunale. Con Deliberazione del Consiglio Comunale n.38 del 27/06/2012 è stata approvata la revisione alla Classificazione Acustica del Comune di Campogalliano che assegna a questa fascia la Classe III, con limiti di 60 dBA nel periodo diurno (6-22) e 50 dBA in quello notturno (22-6).

È stato eseguito un monitoraggio in continuo del livello equivalente ponderato A (LAeq) per circa 8 giorni, posizionando il microfono al secondo piano della facciata dell'edificio esposta alla infrastruttura e a 1 metro dalla parete.

Di seguito si riportano alcune foto relative al punto di misura ed alla strumentazione utilizzata.



Foto 6: Microfono posizionato alla finestra della stanza in affaccio a Via Garibaldi



Foto 5: Postazione microfónica e vista di Via Garibaldi

RISULTATI DELLE MISURE FONOMETRICHE

Il monitoraggio è stato eseguito registrando i principali parametri acustici ogni secondo. La misura ha avuto inizio mercoledì 04 ottobre alle ore 10.50 ed è terminata giovedì 12 ottobre alle ore 10.00. La normativa prevede una elaborazione dei dati su 7 giorni di misura; dalle analisi sono state escluse le rilevazioni a partire dalle ore 11 di mercoledì 11 ottobre, in quanto vi erano evidenti innalzamenti dei livelli acustici diurni probabilmente dovuti a lavori stradali adiacenti all'area indagata, ancora in corso nella mattinata del 12/10, quando è stata disinstallata la strumentazione.

Al fine di mostrare l'andamento temporale del dato registrato si riporta, in Figura 2, la storia temporale del livello continuo equivalente per l'intero periodo di monitoraggio. Per ragioni di leggibilità del grafico non è stato rappresentato il LAeq registrato ogni secondo, ma quello integrato su un intervallo temporale di 1 minuto. In rosso sono evidenziati i periodi invalidati a causa del meteo e di altre anomalie. In particolare, trattandosi di una valutazione relativa al solo rumore prodotto dal traffico veicolare, sono stati esclusi tutti gli eventi rumorosi estranei a questa sorgente, come il suono ricorrente delle campane delle adiacenti chiese. Dalle 8 alle 10 della mattina di mercoledì 11/10 sono stati invalidati anche gli incrementi dei livelli acustici probabilmente imputabili a lavori stradali, risultati evidenti anche nelle ore successive, come sopra descritto.

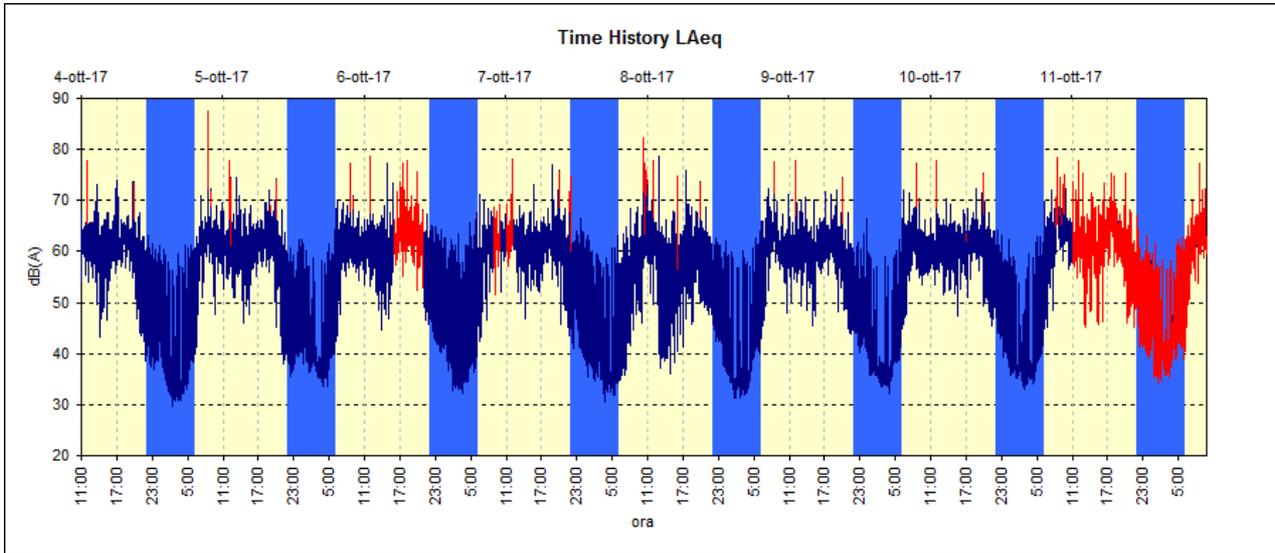


Figura 2: Storia temporale del livello continuo equivalente campionato ogni minuto. In blu sono indicati i periodi notturni (22-6), in giallo quelli diurni (6-22), in rosso i livelli acustici invalidati

Nelle figure e tabelle seguenti vengono riportati gli indicatori del livello continuo equivalente ponderato A (LAeq) previsti dalla normativa (DM 16/03/98):

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

I valori del primo indicatore richiesto dalla normativa, cioè il livello equivalente ponderato A per ogni ora su tutto l'arco delle 24 ore, utilizzato poi per eseguire il calcolo degli ulteriori due indicatori previsti, è rappresentato in Figura 3. Nel caso di presenza di dati invalidi, il LAeq è stato ricalcolato escludendo i periodi non conformi per condizioni meteo o per presenza di sorgenti rumorose estranee a quella stradale.

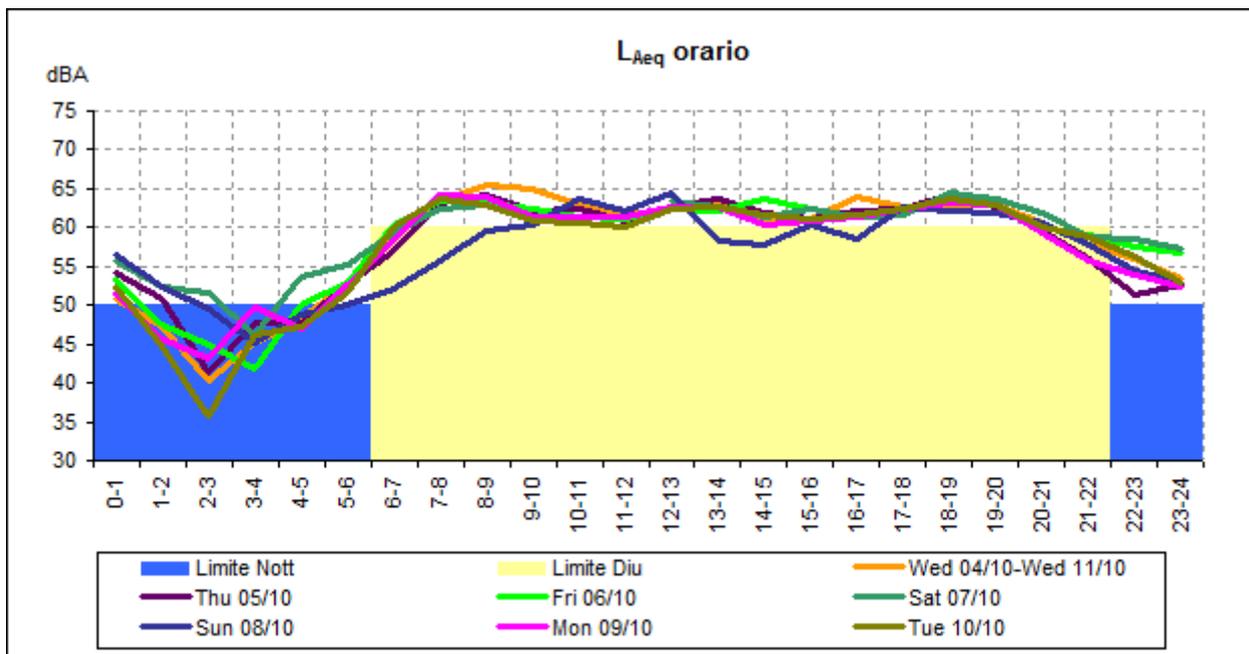


Figura 3 - LAeq orario

Si osserva come i livelli acustici diurni nei giorni feriali e al sabato abbiano valori e andamenti orari molto simili; essi si riducono nella mattina e nel primo pomeriggio della domenica. Nel periodo notturno si nota un innalzamento dei livelli acustici a partire dalle 4 del mattino, più evidente al sabato rispetto agli altri giorni.

Se si esclude la domenica, il livello equivalente orario, a partire dalle 7 del mattino fino alle 21 di sera, risulta quasi sempre superiore al limite diurno di 60 dBA; nel periodo notturno, solo nella fascia oraria dall'1 alle 4 si registrano livelli acustici inferiori al limite notturno di 50 dBA.

Per quanto riguarda il LAeq relativo ai periodi diurno e notturno, per ogni giorno della settimana (Figura 4), si osservano valori sempre superiori ai limiti diurno e notturno.

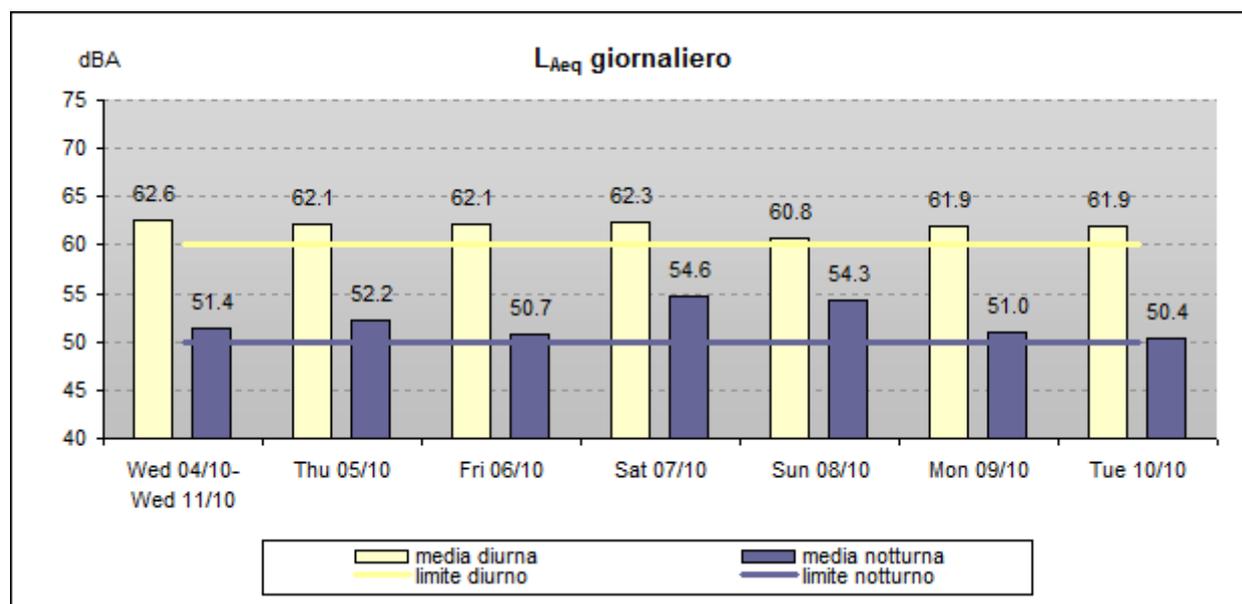


Figura 4 - LAeq giornalieri sui periodi di riferimento normativi diurno e notturno

La Tabella 1 riporta, infine, i valori medi settimanali, confrontati con i limiti vigenti secondo il DPR 142/04 per strade di tipo F (locale) e per ricettori ubicati nella fascia di pertinenza acustica di 30 metri a partire dal confine stradale; si evidenzia il non rispetto del limite di immissione sia nel periodo diurno che in quello notturno.

LAeq (dBA)		
	Valore medio settimanale misurato	Valore limite di immissione DPR 142/04 – Strada F – Fascia 30 metri
Diurno	62.0	60
Notturmo	52.0	50

Tabella 1 - LAeq medi settimanali misurati sui periodi di riferimento e limiti vigenti

CONCLUSIONI

Dall'analisi delle misure svolte è emerso che il traffico veicolare, attualmente transitante su Via Garibaldi, determina il superamento dei limiti definiti dal DPR 142/04 sia nel periodo diurno che in quello notturno.