

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

COMUNE DI CAMPOGALLIANO

ANNO 2019

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 15 maggio – 04 giugno 2019; le vibrazioni sono state misurate nei primi due giorni (da mercoledì 15/05 a venerdì 17/05) 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 almeno settimanale.

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

Lo stesso edificio era stato oggetto di analoghe rilevazioni nel periodo 04 ottobre – 12 ottobre 2017.

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 del civico 24 (Foto 1), identificata con un punto verde nell'ortofoto (Foto 2). 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 1: Facciata dell'edificio indagato



Foto 2: 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

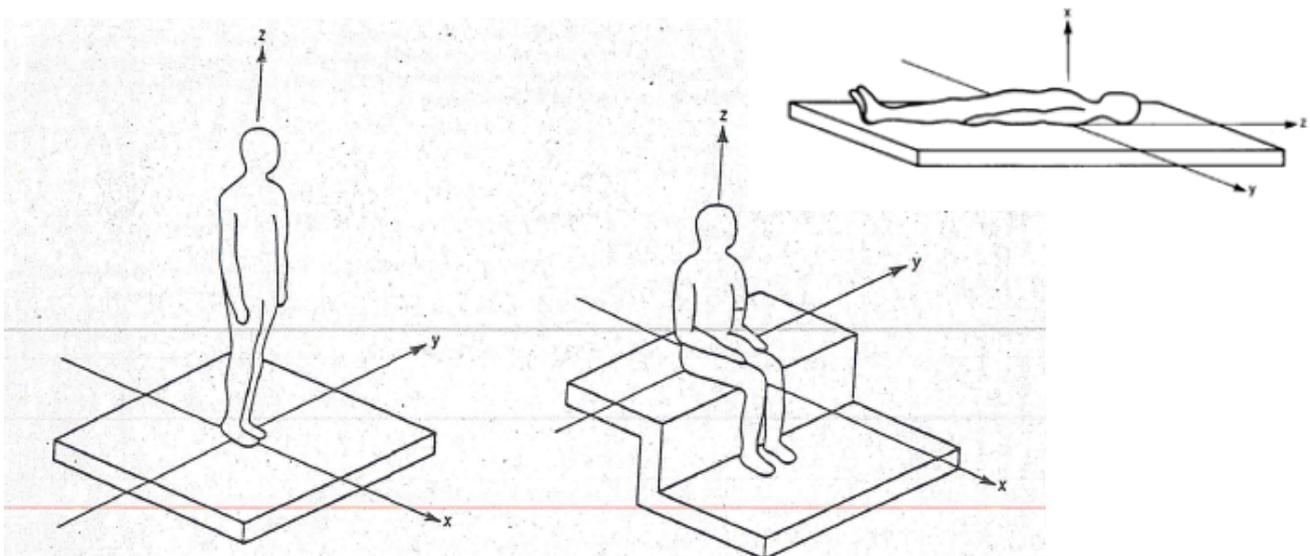
Catena di misura (conforme alla norma ISO 16063):

- 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, poste al secondo piano dell'edificio, entrambe che si affacciano su Via Garibaldi: la camera da letto indagata anche nella precedente misura ed un'altra stanza adiacente a questa, adibita a disimpegno.

Gli accelerometri sono stati resi solidali ai solai degli ambienti monitorati attraverso due blocchi di metallo del peso di 2 kg. Come nella precedente rilevazione, è stata seguita la metodologia indicata dalla norma UNI 9614: nella stanza da letto le terne di accelerometri sono state posizionate in prossimità del letto stesso, ossia in corrispondenza della posizione prevalente del soggetto esposto, mentre nell'altra, al centro dell'ambiente. L'accelerazione è stata rilevata lungo le tre direzioni ortogonali x,y,z, prendendo a riferimento la postura dal soggetto, considerata nota in entrambi gli ambienti: nella stanza da letto, è stata assunta la postura sdraiata, mentre nell'altra stanza quella in piedi o seduta. Nel primo 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; nel secondo caso, l'asse z a coincide con la direzione verticale, l'asse y è stato posizionato in analogia all'altra stanza e l'asse x coincidente con la direzione z dell'altro ambiente indagato.



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



Foto 1: Terna di accelerometri posizionati nella stanza da letto su Via Garibaldi



Foto 2: Terna di accelerometri posizionati nel disimpegno su Via Garibaldi

RISULTATI DELLE MISURE

Il rilievo di vibrazioni ha avuto inizio mercoledì 15/05 alle ore 10.40 ed è terminato venerdì 17/05 alle ore 9.35; 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 da letto	Canale 1 (Ch1)	Canale 2 (Ch2)	Canale 3 (Ch3)
Disimpegno	Canale 4 (Ch4)	Canale 5 (Ch5)	Canale 6 (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, così come il canale 4 (asse x della stanza adibita a disimpegno); nelle analisi successive si prenderanno pertanto in considerazione solo i canali 1, 3, e 6.

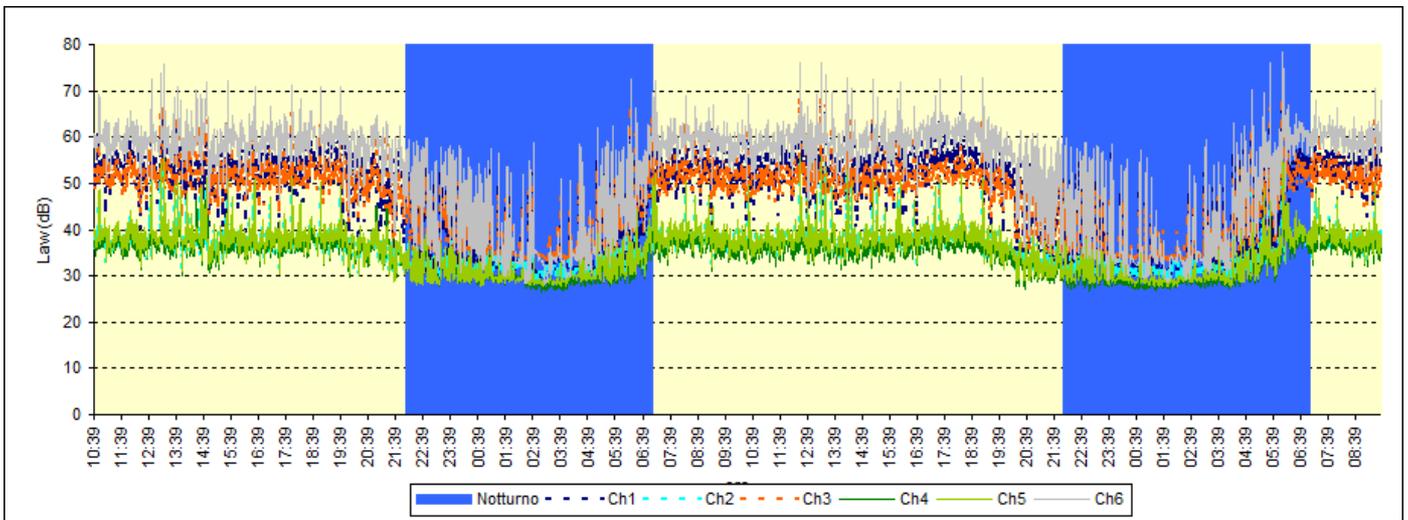


Figura 1: Storia temporale del livello equivalente dell'accelerazione ponderata mediata su di un minuto

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.

La tabella seguente riassume il numero eventi superiori alla soglia di percezione per fascia oraria; solo nell'intervallo notturno da mezzanotte alle 3 non sono mai stati rilevati eventi vibratori potenzialmente percepibili. Si osserva come la stanza più interessata dai fenomeni vibratori risulti quella adibita a disimpegno; qui, a partire dalle 5 del mattino fino alle 20 di sera sono stati registrati numerosi eventi. Le fasce orarie più critiche risultano quelle dalle 8 alle 9, dalle 13 alle 15 e dalle 17 alle 20.

Numero eventi superiori alla soglia di percezione (71 dB asse x, 74 dB asse z)			
Ora	Ch1 x	Ch3 z	Ch6 z
3-4			2
4-5	3		5
5-6	5	1	11
6-7	5	3	11
7-8	3	3	12
8-9	3		21
9-10	3	1	16
10-11	3		7
11-12	7		15
12-13	8	1	17
13-14	10	1	20
14-15	10		19
15-16	4	1	11
16-17	3		21
17-18	8	1	20
18-19	5		23
19-20	5		22

20-21	1		10
21-22			3
22-23			1
23-24			1
Totale	86	12	268

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 (22-7)	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. I superamenti dei limiti di disturbo sono evidenziati in rosso

Per quanto riguarda la stanza da letto già oggetto di misure (canali 1 e 3), si conferma, sul canale 1, sia un superamento nel periodo diurno (erano due nella precedente campagna) e due in periodo notturno (uno nel 2017). Anche in questa occasione non sono stati riscontrati superamenti nel canale 3.

Ch1 - Asse x				
Inizio	Durata (sec)	Law (dB) su Durata	Law (dB) su 1 secondo	Limite (dB)
15/05/2019 13:06	5	72.5	77.1	77
16/05/2019 06:13	5	71.0	74.4	74
16/05/2019 12.24	3	77.3	79.2	77
16/05/2019 13.09	5	76.4	79.7	77
16/05/2019 13.18	4	75.2	78.1	77
16/05/2019 15.04	5	73.1	77.5	77
16/05/2019 17.30	4	75.0	77.9	77
16/05/2019 18.16	5	74.9	77.8	77
17/05/2019 05.31	6	72.6	77.6	74
17/05/2019 05.58	2	72.9	75.8	74
17/05/2019 05.58	4	77.7	80.9	74
17/05/2019 06.00	4	76.2	80.2	74
17/05/2019 06.03	6	71.1	74.5	74
17/05/2019 06.03	4	71.9	76.2	74

Ch3 - Asse z				
Inizio	Durata (sec)	Law (dB) su Durata	Law (dB) su 1 secondo	Limite (dB)
16/05/2019 06.13	5	74.5	80.5	77
16/05/2019 12.24	6	75.7	82.1	80
16/05/2019 13.10	5	76.0	82.4	80
17/05/2019 5.58	4	76.5	82.5	77
17/05/2019 06.00	5	73.3	79.9	77
17/05/2019 06.03	5	70.8	77.9	77

Molto più critici appaiono i valori sul canale 6, relativo alla misura nella stanza adiacente, stanza non indagata nel 2017. Sono infatti stati riscontrati 10 eventi con superamento del limite diurno e 7 con superamento del limite notturno (di cui 6 tra le ore 4.50 e le ore 6 di venerdì 17/05). I superamenti più evidenti del canale 6 coincidono con quelli rilevati nel canale 1 (in arancio nella tabella seguente).

Ch6 - Asse z				
Inizio	Durata (sec)	Law (dB) su Durata	Law (dB) su 1 secondo	Limite (dB)
15/05/2019 10.50	3	78.0	83.2	80
15/05/2019 10.51	9	72.7	80.6	80
15/05/2019 12.44	5	79.7	85.1	80
15/05/2019 13.06	5	81.3	89.2	80
15/05/2019 13.13	4	84.2	89.9	80
15/05/2019 13.33	4	72.7	81.4	80
15/05/2019 13.42	4	79.4	85.4	80
15/05/2019 14.31	3	72.2	80.2	80
15/05/2019 14.31	4	76.3	83.0	80
15/05/2019 14.36	5	75.8	81.8	80
15/05/2019 14.44	6	77.3	83.7	80
15/05/2019 15.30	4	80.6	88.0	80
15/05/2019 16.31	5	77.5	84.2	80
15/05/2019 17.52	4	78.7	85.5	80
15/05/2019 18.10	5	76.6	83.9	80
15/05/2019 18.54	4	78.2	85.2	80
15/05/2019 19.39	5	77.7	84.5	80
16/05/2019 06.13	5	80.4	86.7	77
16/05/2019 07.01	4	76.3	81.7	80
16/05/2019 07.03	6	75.1	81.6	80
16/05/2019 07.09	6	78.7	85.2	80
16/05/2019 08.13	8	73.5	80.3	80
16/05/2019 09.02	4	73.8	80.5	80
16/05/2019 09.12	3	74.2	81.7	80
16/05/2019 10.31	6	75.7	82.6	80
16/05/2019 12.24	4	84.4	89.8	80
16/05/2019 12.58	4	77.4	85.1	80

16/05/2019 13.09	6	83.2	89.2	80
16/05/2019 13.18	6	79.6	86.8	80
16/05/2019 13.33	6	76.3	82.9	80
16/05/2019 14.04	4	71.9	80.6	80
16/05/2019 14.06	5	79.5	87.4	80
16/05/2019 14.16	6	77.1	84.0	80
16/05/2019 15.04	4	80.9	86.7	80
16/05/2019 15.12	10	73.1	80.9	80
16/05/2019 15.58	9	72.9	80.4	80
16/05/2019 16.01	4	80.0	86.3	80
16/05/2019 17.30	4	80.5	86.9	80
16/05/2019 18.17	4	81.1	88.3	80
16/05/2019 19.05	4	81.0	88.1	80
17/05/2019 04.10	3	71.2	79.2	77
17/05/2019 04.36	3	71.4	77.7	77
17/05/2019 04.53	4	78.7	85.6	77
17/05/2019 05.17	5	77.2	83.4	77
17/05/2019 05.31	4	84.3	90.7	77
17/05/2019 05.58	4	86.8	92.8	77
17/05/2019 06.00	4	82.8	88.6	77
17/05/2019 06.03	4	79.6	85.9	77
17/05/2019 06.08	4	68.8	77.4	77
17/05/2019 06.10	6	75.0	80.7	77
17/05/2019 06.15	3	71.1	78.6	77
17/05/2019 07.40	3	69.8	80.5	77
17/05/2019 09.20	5	76.9	84.5	77
17/05/2019 9.21	3	73.5	81.0	77

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 numerosi eventi superiori alla soglia di percezione, in particolare nella nuova stanza indagata in affaccio su Via Garibaldi.

Per quanto riguarda la valutazione del disturbo, elaborato secondo la UNI 9614 per postura nota, sono stati identificati nella stanza da letto tre eventi con livelli di accelerazione ponderata superiori ai valori di riferimento, così come nel 2017, mentre tali eventi risultano 17 nell'altro locale.

MISURA DI RUMORE

La misura di rumore è stata eseguita esattamente nella stessa posizione del precedente monitoraggio.

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

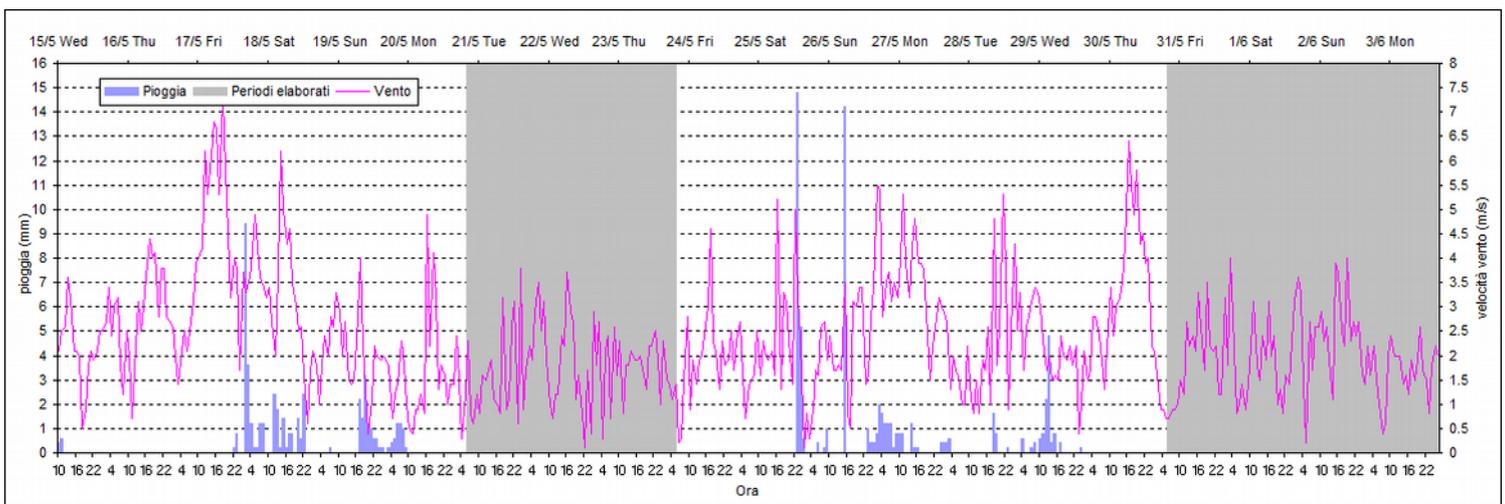
STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Catena di misura (certificato di calibrazione n. LAT 163 16537-A del 11/10/2017)

- Fonometro/analizzatore 01dB BLU 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 16536-A del 11/10/2017.)
- 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 misura si sono verificate diverse perturbazioni, che hanno reso necessario prolungare il periodo di monitoraggio. Nella figura seguente sono riportati i dati misurati di pioggia e velocità del vento e vengono evidenziate in grigio le giornate considerate nelle elaborazioni per il calcolo dei livelli acustici.



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 Strade, 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), posizionando il microfono al secondo piano della facciata dell'edificio esposta alla infrastruttura e a 1 metro dalla parete, come mostrato nella foto seguente.



Foto 3: Microfono posizionato alla finestra della camera da letto in affaccio a Via Garibaldi

RISULTATI DELLE MISURE FONOMETRICHE

Il monitoraggio è stato eseguito registrando i principali parametri acustici ogni secondo. La misura ha avuto inizio mercoledì 15 giugno alle ore 10.00 ed è terminata martedì 04 giugno alle ore 9.40. La normativa prevede una elaborazione dei dati su di una settimana; a seguito delle perturbazioni occorse, il periodo di sette giorni è stato ricavato considerando l'unione di due intervalli temporali: dalle ore 06 di martedì 21 maggio alle ore 06 di venerdì 24 maggio e dalle ore 06 di venerdì 31 maggio alle ore 06 di martedì 04 giugno.

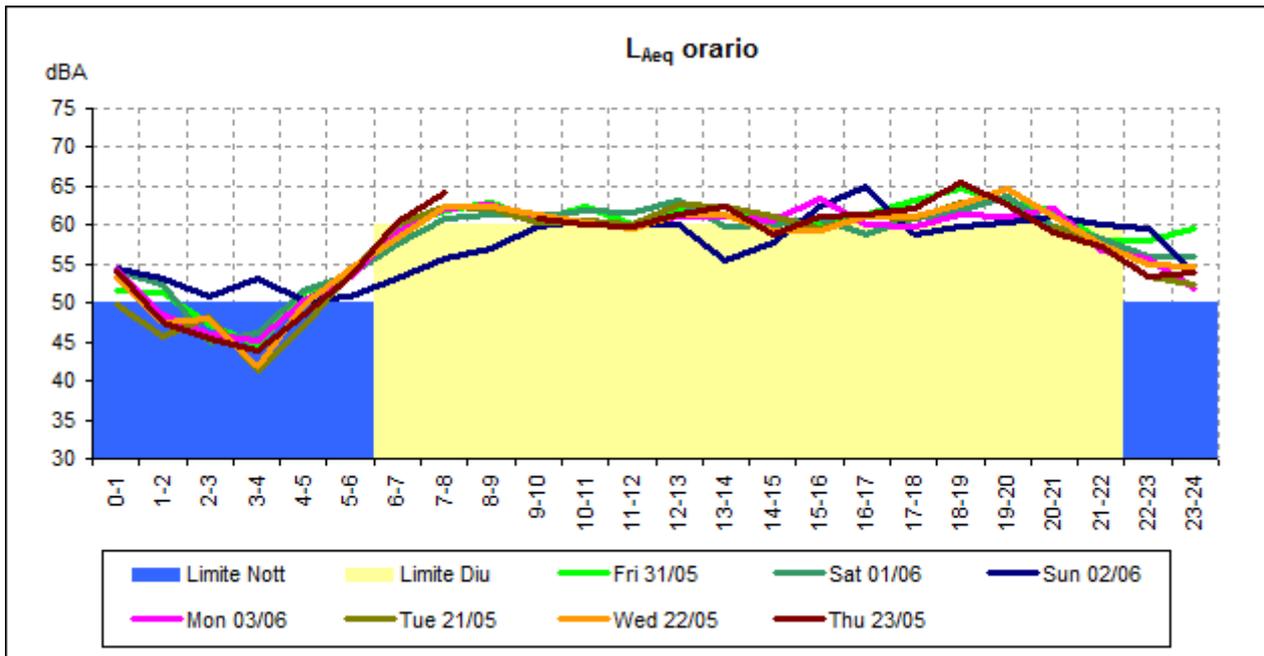
Trattandosi di una valutazione relativa al solo rumore prodotto dal traffico veicolare, sono stati esclusi tutti gli eventi rumorosi estranei a questa sorgente, in particolare il suono ricorrente delle campane delle adiacenti chiese.

Nelle figure e tabelle seguenti vengono riportati gli indicatori del livello continuo equivalente ponderato A (LAeq) previsti dalla normativa (DM 16/03/98), misurati nell'attuale monitoraggio e in quello precedente:

- 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 2. 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.

Misura 2019



Misura 2017

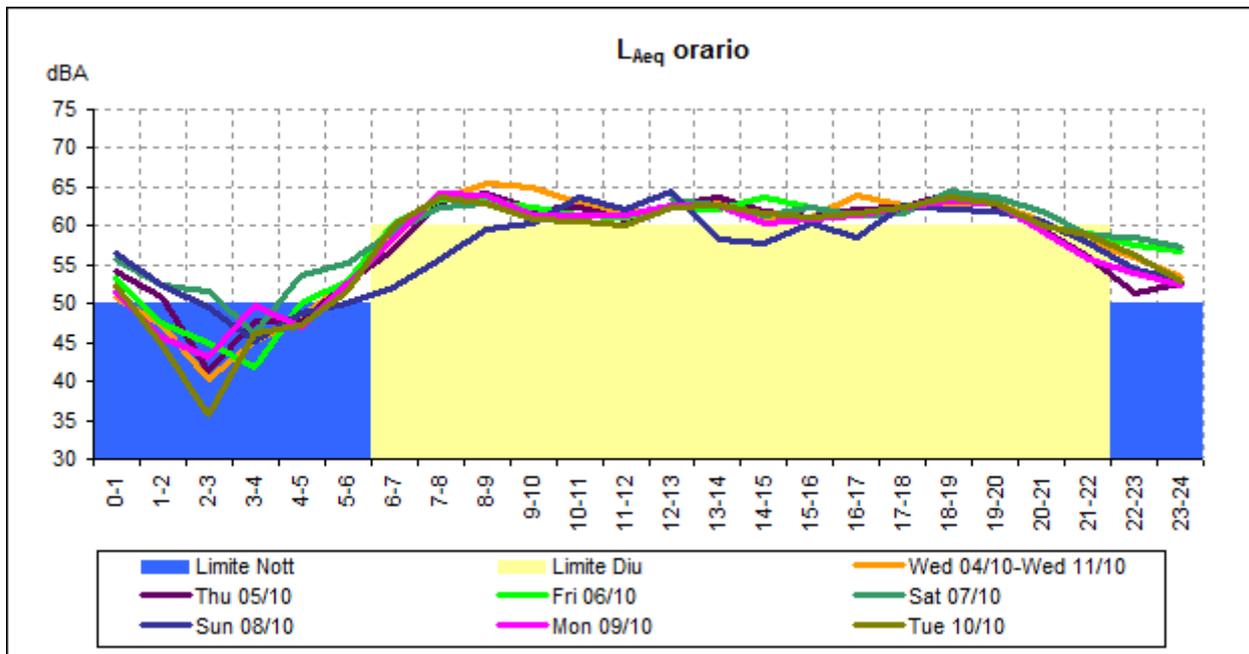


Figura 2 - LAeq orario

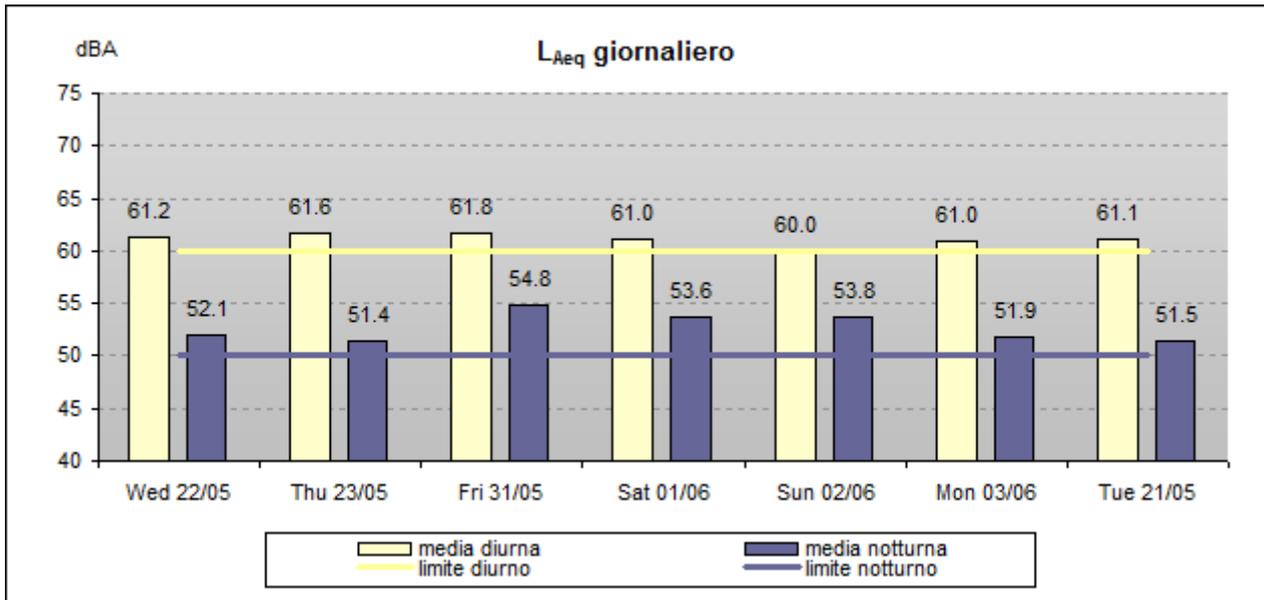
Si osserva come i livelli acustici diurni nei giorni feriali e al sabato abbiano valori e andamenti orari molto simili; essi si riducono nella mattina e nel primo pomeriggio della domenica. Nel periodo notturno si nota un innalzamento dei livelli acustici a partire dalle 4 del mattino.

Rispetto al 2017, i livelli acustici diurni presentano una leggera diminuzione nel periodo diurno (6-22), mentre risultano in leggera crescita in quello notturno (22-6); le due campagne evidenziano comunque andamenti

simili, ad eccezione della fascia oraria 02-04 della domenica dove, nel 2019, non si osserva un decremento della rumorosità.

Per quanto riguarda il LAeq relativo ai periodi diurno e notturno, per ogni giorno della settimana (Figura 3), i valori risultano sempre superiori o uguali ai limiti diurno e notturno.

Misura 2019



Misura 2017

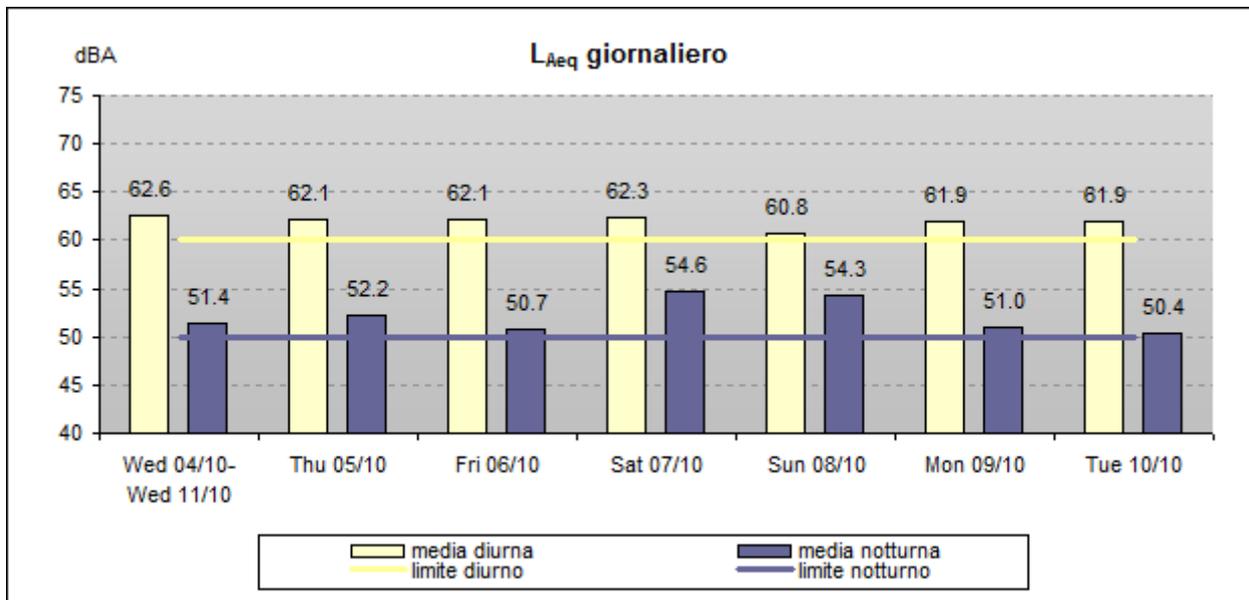


Figura 3 - LAeq giornalieri sui periodi di riferimento normativi diurno e notturno

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; come nel 2017, si evidenzia il non rispetto del limite di immissione sia nel periodo diurno che in quello notturno.

LAeq (dBA) - 2019		
	Valore medio settimanale misurato	Valore limite di immissione DPR 142/04 – Strada F – Fascia 30 metri
Diurno	61.0	60
Notturmo	53.0	50

LAeq (dBA) - 2017		
	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.