

**REGIONE
FRIULI -
VENEZIA GIULIA**

**PROVINCIA
DI UDINE**

**COMUNE
DI UDINE**

PIANO COMUNALE DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA

**Legge 26 ottobre 1995 n. 447
Legge Regionale 18 giugno 2007 n.16**

ADOZIONE:	DELIBERA C.C.	n.	DEL
APPROVAZIONE:	DELIBERA C.C.	n.	DEL



Descrizione della campagna di rilievi fonometrici

Committente



Comune di Udine
Via Lionello, 1
33100 Udine (UD)
www.comune.udine.it
Tel. 0432/271111; Fax 0432/271355

Redazione



c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA
ed. Auriga - via delle Industrie, 9
30175 Marghera (VE)
www.eambiente.it; info@eambiente.it
Tel. 041 5093820; Fax 041 5093886

Data: Giugno 2016

Revisione 02

Aggiornata a seguito accoglimento osservazioni
al PCCA e pareri ARPA FVG

SOMMARIO

1. RUMORE E AMBIENTE	1
1.1 Suono e rumore	1
1.2 Esposizione al rumore ed effetti sull'ambiente.....	9
1.3 Sorgenti di rumore.....	11
2. CAMPAGNA DI RILIEVI FONOMETRICI.....	19
2.1 Misurazione del rumore.....	19
2.2 Metodologia di indagine.....	21
2.3 Condizioni meteo durante la campagna di misure	34
2.4 Descrizione delle schede di rilievo	35
3. ANALISI DEL CLIMA ACUSTICO	44
3.1 Strutture sanitarie e socio assistenziali	45
3.2 Parchi urbani.....	51
3.3 Scuole e complessi scolastici.....	54
3.4 Zone industriali ed artigianali.....	60
3.5 Rilievi di lungo periodo.....	66
3.6 Rilievi di caratterizzazione	74
4. INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITÀ EMERSE.....	77
4.1 Strutture sanitarie e socio assistenziali	80
4.2 Parchi urbani.....	81
4.3 Scuole e complessi scolastici.....	82
4.4 Zone industriali ed artigianali.....	86
4.5 Infrastrutture di trasporto.....	87
4.6 U.T. adiacenti con valori limite che si discostano per più di 5 dbA.....	89
5. INDICAZIONI PER IL RISANAMENTO E IL MONITORAGGIO ACUSTICO	92
5.1 Interventi per le criticità da traffico veicolare.....	92
5.2 Interventi per le criticità da traffico ferroviario	93
5.3 Interventi per le criticità da sorgenti puntuali	94
5.4 Individuazione degli ambiti soggetti a livelli significativi di inquinamento acustico	95
5.5 Individuazione di altre situazioni di criticità puntuale da sottoporre a monitoraggio	105
5.6 Indirizzi metodologici per la redazione della relazione biennale dello stato acustico del comune.....	106
6. CONCLUSIONI	110

ALLEGATO 1 - CERTIFICATI DI TARATURA 112

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2-1. Elenco delle categorie di rilievo	23
Tabella 2-2. Catena di misura fonometrica.....	24
Tabella 2-3. Condizioni meteorologiche nelle giornate di rilievo fonometrico	34
Tabella 3-1. Risultati dei rilievi effettuati presso le strutture sanitarie e socio assistenziali	46
Tabella 3-2. Risultati dei rilievi effettuati presso i parchi urbani	51
Tabella 3-3. Risultati dei rilievi effettuati presso scuole e complessi scolastici	54
Tabella 3-4. Elenco delle scuole a cui è stata assegnata la classe acustica aggregata II a seguito di rilievo	60
Tabella 3-5. Risultati dei rilievi effettuati presso le zone industriali	61
Tabella 3-6. Risultati dei rilievi effettuati presso infrastrutture stradali e ferroviarie.....	66
Tabella 3-7. Risultati dei rilievi di caratterizzazione.....	74
Tabella 4-1. Elenco delle criticità rilevate presso le strutture sanitarie.....	80
Tabella 4-2. Elenco delle criticità rilevate presso i parchi urbani.....	81
Tabella 4-3. Elenco delle criticità rilevate presso scuole e complessi scolastici.....	83
Tabella 4-4. Elenco delle criticità rilevate presso le zone industriali.....	86
Tabella 4-5. Elenco delle criticità relative alle infrastrutture di trasporto.....	87
Tabella 4-6. Elenco delle criticità relative ai salti di classe	89
Tabella 5-1. Elenco delle criticità per le quali si suggeriscono ulteriori indagini fonometriche	105
Tabella 5-2. Percentuali di popolazione e di territorio ricomprese nelle diverse classi acustiche previste.....	107

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1-1. Livelli sonori in dBA per diverse tipologie di sorgenti sonore	2
Figura 1-2. Rappresentazione di un evento sonoro nel dominio del tempo (sx) e della frequenza (dx)	3
Figura 1-3. Audiogramma normale secondo la norma ISO 226-2003.....	3
Figura 1-4. Rappresentazione in frequenza delle curve di ponderazione A e C	4
Figura 1-5. Time history di rilievo fonometrico per la determinazione dei LAeq,TR per integrazione continua.....	6
Figura 1-6. Esempio di evento impulsivo con indicazione di ampiezza minima e durata massima	8
Figura 1-7. Esempio di riconoscimento di componente tonale.....	8
Figura 1-8. Definizione dei livelli percentili L ₁₀ e L ₉₀	9
Figura 1-9. Percentuale di disturbati in funzione del livello di esposizione notturno al rumore da traffico stradale in tre diversi capoluoghi di provincia italiani.....	10
Figura 1-10. Sorgenti di rumore in un veicolo a motore.....	12
Figura 1-11. Livello di pressione sonora delle varie componenti in funzione della velocità del treno.....	13
Figura 1-12. Visualizzazione delle fonti di rumore legate al passaggio di un convoglio ferroviario a 325 km/h	14
Figura 1-13. Distinzione tra sorgenti primarie e secondarie di rumore.....	15
Figura 1-14. Rappresentazione di alcune sorgenti tipiche in ambiente industriale come prese di ventilazione, macchine rotanti, camini di emissione, torri evaporative, impianti fissi e macchine mobili.....	16
Figura 1-15. Tecniche di controllo della trasmissione sonora	17
Figura 1-16. Tracciato e spettrogramma relativo a un passaggio notturno di velivolo.....	17
Figura 1-17. Rilievo effettuato presso pubblico esercizio. In blu è evidenziato il periodo notturno	18

Figura 2-1. Schema a blocchi di funzionamento di un fonometro integratore.....	19
Figura 2-2. Microfono da ½ “ e preamplificatore.....	20
Figura 2-3. Andamento del livello di pressione sonora in funzione della costante di integrazione applicata	20
Figura 2-4. Rappresentazione grafica del livello equivalente rispetto al livello istantaneo.....	21
Figura 2-5. Esempio di variabilità spaziale del fenomeno sonoro per il ricettore R. I livelli L _{DAY} risultano pari a 57 dBA nel punto riportato in nero e 36 dBA nel punto riportato in blu	22
Figura 2-6. Impostazioni di misura, parametri di acquisizione e risoluzione temporale.....	25
Figura 2-7. Livelli percentili memorizzati e impostazione relativa al tempo di misura per rilievi di breve periodo	25
Figura 2-8. Esempio di scelta delle postazioni di misura H14 e H15. In rosso il perimetro della struttura.....	28
Figura 2-9. Stato di fatto Ospedale “S. Maria della Misericordia”	29
Figura 2-10. Esempi di rilievi fonometrici eseguiti per la categoria (P) - parchi.....	30
Figura 2-11. Esempio di localizzazione dei rilievi fonometrici per una scuola esposta a notevole traffico stradale.....	31
Figura 2-12. Schema metodologico di pianificazione dei rilievi fonometrici eseguiti presso le strutture scolastiche.....	31
Figura 2-13. Alcuni esempi di misure effettuate presso le zone industriali.....	32
Figura 2-14. Esempi di postazioni di misura di lungo periodo	33
Figura 2-15. Time history (sopra) e spettrogramma (sotto) relativo al transito di due treni merci	34
Figura 2-16. Esempio di scheda di misura di breve periodo	37
Figura 2-17. Esempio di scheda di misura di lungo periodo.....	38
Figura 2-18. Da sx: fonometro LD824, fonometro LD831, calibratore CAL200	39
Figura 2-19. Esempio di spettro per misura di lungo periodo di traffico stradale.....	42
Figura 3-1. Cronoprogramma della campagna di rilievi fonometrici.....	44
Figura 3-2. Ripartizione e numero di rilievi per categoria	44
Figura 3-3. Ripartizione in classi acustiche dei rilievi di breve periodo eseguiti.....	45
Figura 3-4. Ripartizione dei livelli misurati in periodo diurno nelle strutture sanitarie.....	46
Figura 3-5. Ripartizione dei livelli misurati in periodo notturno nelle strutture sanitarie	47
Figura 3-6. Perimetro del complesso ospedaliero “S. Maria della Misericordia” e rilievi effettuati.....	47
Figura 3-7. Ubicazione dei rilievi per Ospedale “Gervasutta” (misura H7) e “Centro gravi e gravissimi (misura H8)	49
Figura 3-8. Posizionamento dei rilievi effettuati presso la casa di cura “Città di Udine”	50
Figura 3-9. Perimetro della residenza protetta “La Quiete” e rilievi effettuati	50
Figura 3-10. Ripartizione dei livelli misurati in periodo diurno nei parchi urbani.....	52
Figura 3-11. Delimitazione dei parchi urbani del Cormor (sx) e del Torre (dx) con ubicazione dei rilievi effettuati.....	53
Figura 3-12. Ripartizione dei livelli misurati presso scuole e complessi scolastici (escluso il traffico veicolare).....	57
Figura 3-13. Mappa dei livelli sonori rilevati presso le strutture scolastiche del centro città (escluso traffico veicolare).....	58
Figura 3-14. Ripartizione dei livelli misurati presso scuole e complessi scolastici (compreso traffico veicolare).....	59
Figura 3-15. Mappa dei livelli sonori rilevati presso le strutture scolastiche del centro (compreso traffico veicolare)	59
Figura 3-16. Ripartizione dei livelli misurati presso zone industriali ed artigianali	63
Figura 3-17. Rilievi effettuati presso la Z.I.U.	64
Figura 3-18. Rilievi fonometrici effettuati presso la Z.A.U.	64
Figura 3-19. Rilievi fonometrici effettuati presso le zone industriali di via Liguria e via Biella/via Rizzolo.....	65
Figura 3-20. Ubicazione dei rilievi di lungo periodo e delle infrastrutture stradali (nero) e ferroviarie (blu).....	67
Figura 3-21. Livelli sonori diurni e notturni misurati per le infrastrutture ferroviarie.....	68
Figura 3-22. Single Event Level medi e massimi per le linee considerate.....	69
Figura 3-23. Livelli sonori diurni e notturni rilevati per le infrastrutture stradali.....	71

Figura 3-24. Entità dei superamenti in dBA rispetto al limite diurno.....	72
Figura 3-25. Entità dei superamenti in dBA rispetto al limite notturno	72
Figura 3-26. Ripartizione nelle classi acustiche dei valori rilevati per la categoria (C) - Caratterizzazione.....	76
Figura 4-1. Suddivisione delle criticità secondo la sorgente di rumore	78
Figura 4-2. Suddivisione delle criticità per tempo di riferimento.....	78
Figura 4-3. Grado di criticità rilevate per ogni categoria di sorgente di rumore.....	79
Figura 4-4. Entità dei superamenti in dBA legati al traffico veicolare rispetto al limite (50 dBA) presso alcune scuole ..	83
Figura 4-5. Entità dei superamenti notturni delle infrastrutture ferroviarie	88
Figura 5-1. Riduzione del rumore tramite l'utilizzo di pavimentazioni antirumore.....	93
Figura 5-2. Disposizione dei punti di rilievo (in blu) nel territorio comunale.....	95
Figura 5-3. Scala di colori utilizzata nelle mappe acustiche.....	96
Figura 5-4. Informazioni desumibili da una mappa acustica.....	107
Figura 5-5. Esempio di mappa acustica per l'ambito AR.01 con rappresentazione dei Leq day (sx) / night (dx)	108
Figura 5-6. Rappresentazione tridimensionale su ortofoto della mappa acustica	109

ALLEGATI

ALLEGATO 1. Certificati di taratura

1. RUMORE E AMBIENTE

1.1 SUONO E RUMORE

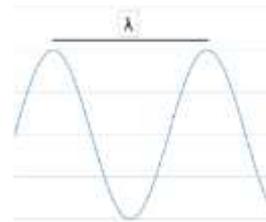
Nel presente paragrafo saranno illustrati i concetti fondamentali relativi al fenomeno sonoro e alla sua propagazione nello spazio in modo tale da facilitare la comprensione del presente elaborato e fornire delle basi di acustica utili al lettore. Saranno definiti alcuni parametri utilizzati nel campo dell'acustica ambientale per descrivere e quantificare oggettivamente il rumore ambientale alla luce della normativa vigente.

1.1.1 Generalità

Il fenomeno sonoro è caratterizzato dalla propagazione di energia meccanica dovuta al rapido succedersi di compressioni ed espansioni di un mezzo elastico. Tale energia, che ha origine presso la sorgente sonora, si propaga nel mezzo stesso attraverso onde con velocità finita. Affinché il suono si propaghi occorre dunque che esistano sia una sorgente che un mezzo elastico attraverso il quale la perturbazione si muova. Il suono infatti non si propaga nel vuoto ma può propagarsi nei fluidi ovvero in aria e in acqua.

Le grandezze fondamentali utili a caratterizzare fisicamente il fenomeno sonoro sono:

- frequenza: $f = \frac{1}{T}$ [Hz]
- periodo: $T = \frac{1}{f}$ [s]
- lunghezza d'onda: $\lambda = \frac{c}{f}$ [m]



Dove c rappresenta la velocità di propagazione dell'onda, ovvero la velocità del suono, che dipende dalle proprietà termodinamiche del mezzo e non dall'ampiezza o dalla frequenza dell'onda. La velocità del suono dipende in gran parte dalla temperatura e a 20°C vale 343 m/s.

In termini energetici, vista la variabilità del segnale sonoro, si definisce la pressione acustica efficace, che rappresenta il valore di pressione che avrebbe un suono costante di pari potenza media.

$$p_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt} \quad [Pa]$$

1.1.2 Livello di pressione sonora e decibel

Il suono consiste in variazioni di pressione in un intervallo molto esteso, che va dall'ordine dei μPa (10^{-6} Pa) fino ai 100 Pa. 20 μPa corrispondono alla soglia dell'udito di una persona media mentre una pressione di 100 Pa corrisponde alla soglia del dolore.

Il rapporto tra questi due valori estremi è maggiore di un milione e pertanto, allo scopo di poter effettuare calcoli che coinvolgono ordini di grandezza molto differenti tra loro, si ricorre alla scala logaritmica dei decibel (dB).

Il livello di pressione sonora L_p è così definito:

$$L_p = 10 \log \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right) = 20 \log \left(\frac{p}{p_0} \right) \quad [dB]$$

Il termine p_0 rappresenta la pressione di sonora di riferimento, ovvero $20 \mu\text{Pa}$, che convenzionalmente fa coincidere il livello di 0 dB alla soglia di udibilità. La figura riportata sotto mostra alcuni livelli sonori in dBA associati a diverse sorgenti acustiche.

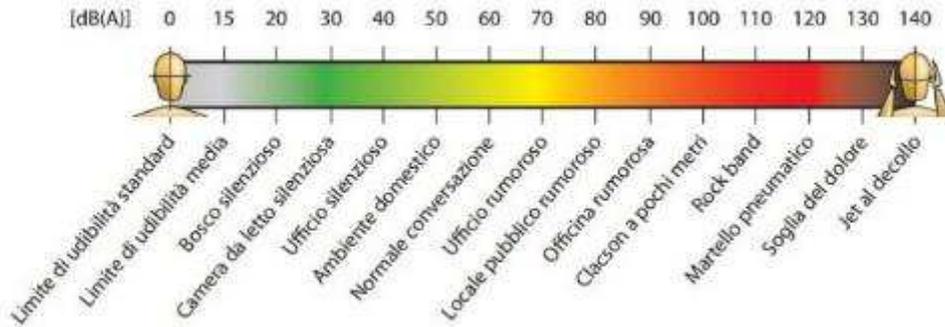


Figura 1-1. Livelli sonori in dBA per diverse tipologie di sorgenti sonore

Allo stesso modo è possibile definire un livello di potenza sonora L_W rapportando la potenza trasmessa sotto forma di suono e misurata dunque in watt ad una potenza di riferimento W_0 pari a 10^{-12} W.

$$L_W = 10 \log \frac{W}{W_0} \quad [dB]$$

Il livello di potenza sonora assume un significato poco rilevante nell'ambito della presente trattazione e non va confuso con il livello di pressione sonora poiché non dipende dall'ambiente di propagazione e rappresenta piuttosto una caratteristica intrinseca della sorgente che non varia in base alla distanza.

Per procedere alla somma tra n diversi livelli di pressione sonora espressi in decibel si dovrà realizzare una somma energetica secondo la formula seguente:

$$L_{P,totale} = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{L_{pi}/10} \quad [dB]$$

Ne consegue che un raddoppio di pressione acustica, dal punto di vista energetico, corrisponde ad un aumento di 3 dBA in scala logaritmica. Tenuto conto dell'intervallo di frequenze udibili da una persona giovane e in buona salute, che si estende nella gamma 20 Hz – 20 kHz, si stima che la percezione del raddoppio (o del dimezzamento) di rumore a livello fisiologico sia pari invece a 10 dB.

1.1.3 Analisi e ponderazione in frequenza

Suoni e rumori derivano dalla composizione di oscillazioni del mezzo elastico caratterizzate da diverse frequenze e quindi lunghezze d'onda. Alte frequenze significano lunghezze d'onda λ corte (es. 1 kHz corrisponde, in aria, a circa $\lambda = 3,4$ cm) mentre viceversa le basse frequenze si caratterizzano per lunghezze d'onda elevate (es. 50 Hz corrisponde, in aria, a circa $\lambda = 6.8$ m).

Ogni componente in frequenza presenta una propria ampiezza e dunque un certo livello di pressione sonora in dB. Per rappresentare graficamente la composizione globale del fenomeno sonoro si ricorre al cosiddetto spettro, che permette di rappresentare il suono nel dominio della frequenza, come mostrato nella figura riportata sotto.

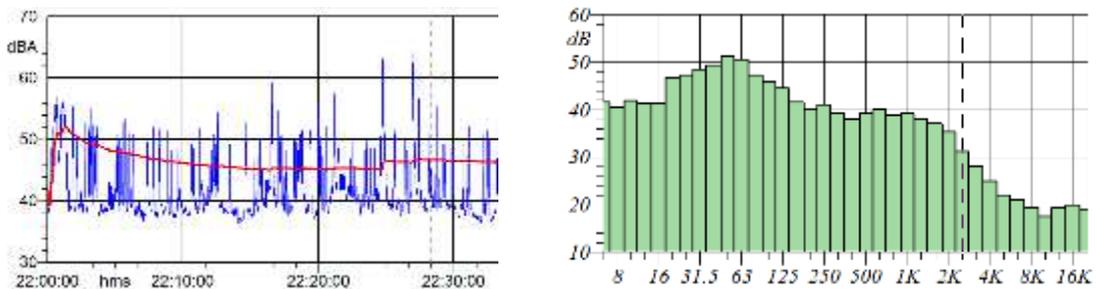


Figura 1-2. Rappresentazione di un evento sonoro nel dominio del tempo (sx) e della frequenza (dx)

La risoluzione dello spettro è determinata dalla larghezza di banda Δf , che è una percentuale costante del valore della frequenza nominale che caratterizza la banda stessa. Lo spettro viene normalmente rappresentato in bande d’ottava o in bande di terzo d’ottava.

L’udito umano ha una sensibilità variabile in funzione della lunghezza d’onda e ridotta alle basse ed alte frequenze. I livelli sonori assoluti vengono dunque corretti per tenere conto di tale effetto fisiologico tramite l’applicazione di apposite curve di ponderazione derivate dal cosiddetto audiogramma normale, a sua volta definito rigorosamente dallo standard internazionale ISO 226-2003 in base a studi di psicoacustica. La figura sotto riportata mostra le curve di egual intensità acustica percepita dall’ascoltatore alle varie frequenze espresse in phon. La curva dei 40 phon costituisce il riferimento per la costruzione della curva di ponderazione “A” utilizzata in acustica ambientale.

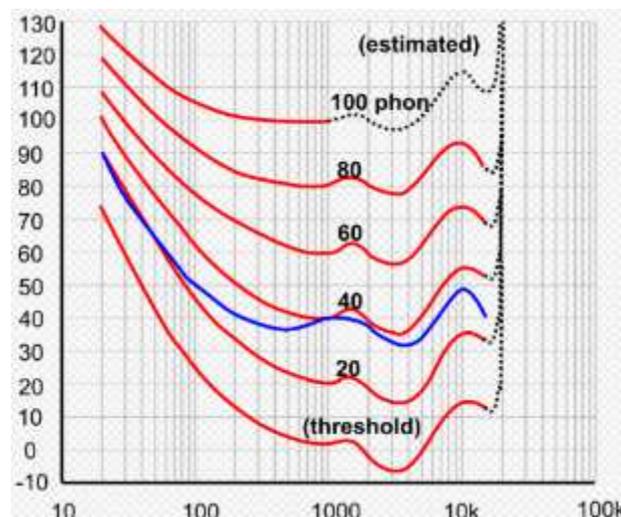


Figura 1-3. Audiogramma normale secondo la norma ISO 226-2003.

La curva di ponderazione A mantiene inalterato il livello sonoro alla frequenza di 1000 Hz, sottostima le basse frequenze ed amplifica leggermente l’intervallo 1 kHz ÷ 5kHz. Esistono altri tipi di ponderazione (B, C, D) che hanno applicazioni limitate a particolari applicazioni. A seconda della curva di ponderazione utilizzata pertanto si andrà ad indicare con il suffisso opportuno l’unità di misura principale, ovvero il dB.

In acustica ambientale i valori sono espressi sempre in dB(A). La curva riportata sotto rappresenta la ponderazione delle curve A e C da applicare ad un valore espresso in dB lineari allo scopo di ottenere frequenza per frequenza il valore in dB(A) o dB(C).

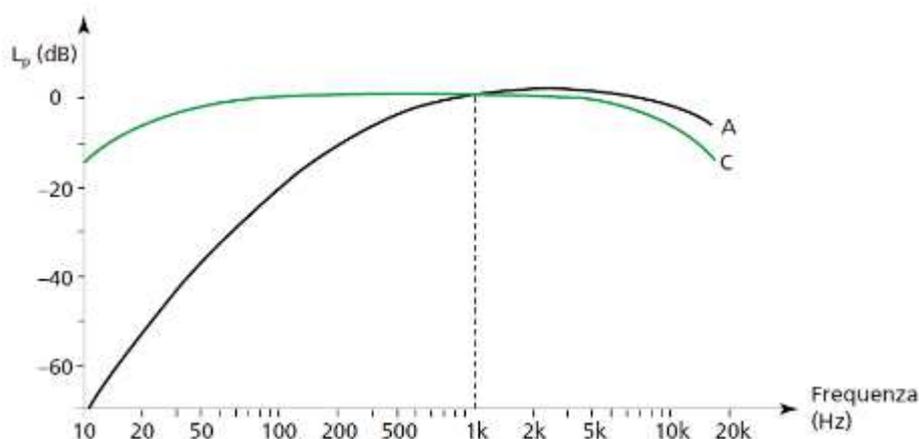


Figura 1-4. Rappresentazione in frequenza delle curve di ponderazione A e C

In altre parole, il valore espresso in dB(lineari) esprime il contenuto energetico totale dato dalla somma energetica di tutte le frequenze, mentre il dB(A) tiene appunto in considerazione la risposta dell'orecchio umano al fenomeno sonoro e quindi è correlato alla reale percezione dello stesso nell'ambiente.

1.1.4 Propagazione del suono in ambiente esterno

La rumorosità di una determinata sorgente sonora dipende dall'ambiente di propagazione, dalla distanza da essa del punto in cui si vuole conoscere il livello di pressione sonora, dalla presenza di ostacoli e dalle condizioni atmosferiche.

I fattori più importanti che influenzano la propagazione in ambiente esterno sono:

- *Tipologia di sorgente:* le dimensioni geometriche in relazione alla distanza dal ricevitore determinano se una sorgente può essere considerata puntuale, lineare, areale in base ai fronti d'onda che genera secondo diverse condizioni di divergenza geometrica (sferica, cilindrica) e quindi di attenuazione;
- *Assorbimento acustico atmosferico:* l'energia dissipata per attrito nel mezzo elastico e convertita in calore costituisce un termine di attenuazione che aumenta con la frequenza;
- *Presenza di vento:* la velocità del vento aumenta con l'altitudine e comporta la deviazione dei fronti d'onda con la creazione di zone d'ombra nella direzione sopravvento della sorgente;
- *Temperatura dell'aria e gradiente termico:* i gradienti termici modificano la velocità di propagazione delle onde sonore. Di norma la temperatura dell'aria diminuisce con l'altezza e le direzioni di propagazione dei raggi sonori si incurvano verso l'alto. In condizioni di inversione termica invece i raggi sonori vengono focalizzati verso il suolo e pertanto viene favorita la propagazione a distanza;
- *Ostacoli come barriera o edifici:* la presenza di elementi interposti tra sorgente e ricevitore causano una notevole attenuazione del suono, che non si propaga direttamente ma solo per diffrazione dai bordi dell'ostacolo;

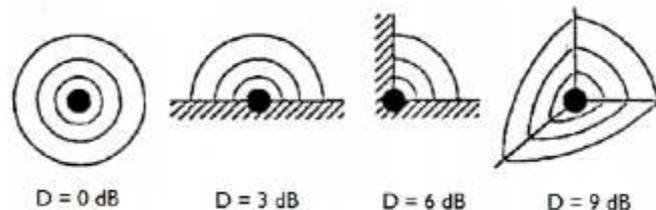
- **Assorbimento del suolo:** l'attenuazione da effetto suolo è dovuta all'interferenza tra il suono diretto e quello riflesso dal terreno. In base al tipo di superficie (acqua, cemento, erba, alberi, terreni coltivati) cambia l'attenuazione in funzione di un fattore G che varia tra 0 e 1;
- **Riflessioni:** le riflessioni, tipicamente sulle superfici verticali quali le facciate degli edifici, possono aumentare il livello sonoro al ricevitore in quanto parte dell'energia acustica viene respinta;

Le equazioni fondamentali per calcolare il livello di pressione sonora ad una certa distanza d noto il livello di potenza sonora ed in funzione della tipologia di sorgente sono le seguenti:

$$\text{Sorgente puntiforme:} \quad L_p(d) = L_W - 20 \log(d) - 11 + D - \sum A_i$$

$$\text{Sorgente lineare:} \quad L_p(d) = L_W - 10 \log(d) - 8 + D - \sum A_i$$

Il termine A_i rappresenta i diversi tipi di attenuazione sopradescritti, mentre il termine D è l'indice di direttività della sorgente che tiene conto della posizione della sorgente rispetto al suolo come nella figura riportata sotto.



La sorgente puntiforme, che può rappresentare ad esempio un edificio industriale posto a una notevole distanza dal ricevitore, produce onde sferiche, mentre la sorgente lineare, che modella ad esempio una condotta vibrante o una strada, produce onde cilindriche. L'attenuazione in condizioni di campo libero e a meno del termine A_i vale 6 dB per la sorgente puntuale e 3 dB per la sorgente lineare ad ogni raddoppio della distanza.

1.1.5 Il livello di pressione sonora equivalente

I fenomeni sonori sono caratterizzati da una notevole variabilità sia in termini di livelli sonori sia in termini temporali in funzione del tipo di sorgente analizzata, che può presentare un'emissione sonora continua e prevedibile (ad esempio un ventilatore) o al contrario un'emissione di tipo aleatorio e pseudocasuale (ad esempio una strada). In particolare la durata della misura e quindi il tempo di osservazione del fenomeno sonoro assume un'importanza fondamentale nella corretta quantificazione del livello di pressione sonora.

Per questo motivo si ricorre al cosiddetto livello di pressione sonora equivalente (ponderato A) o $L_{Aeq,T}$, che rappresenta il valore del livello di pressione sonora ponderato "A" di un suono costante che nel corso di un periodo specificato T ha la medesima pressione quadratica media di un suono il cui livello varia in funzione del tempo, secondo la definizione seguente:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad [dBA]$$

Il termine p_0 rappresenta la pressione sonora di riferimento di 20 μPa e p_A rappresenta il valore istantaneo della pressione sonora.

Il $L_{Aeq,T}$ è il principale parametro di riferimento delle norme ai fini della valutazione dell'inquinamento acustico nell'ambiente. I limiti acustici derivanti dalla Classificazione Acustica del territorio fanno riferimento a tale grandezza ed in particolare a due tempi di riferimento T_R che convenzionalmente rappresentano il periodo diurno (T_{RDAY} , 16 ore, dalle ore 06:00 alle ore 22:00) e il periodo notturno (T_{RNIGHT} , 8 ore dalle ore 22:00 alle 06:00).

Per determinare il livello equivalente nel periodo di riferimento di interesse si può eseguire una misura di durata uguale al tempo di riferimento (ad esempio una misura di 8 ore per determinare $L_{Aeq,NIGHT}$) oppure si possono effettuare una serie di n misure ciascuna avente una durata T_0 inferiore al tempo di riferimento T_0 e rappresentative ciascuna dei vari contributi di rumore ambientale, che possono essere combinate e pesate in base ai tempi di influenza allo scopo di pervenire allo stesso valore di L_{Aeq} .

Nel primo caso si parla di tecnica di misura per integrazione continua, che consente di valutare il rumore presente in un determinato punto dello spazio alla presenza di sorgenti a emissione sonora variabile ed imprevedibile. La figura seguente mostra il tracciato (detto anche time history) di un rilievo di 24 ore eseguito presso un ricettore esposto al rumore derivante dal traffico stradale.

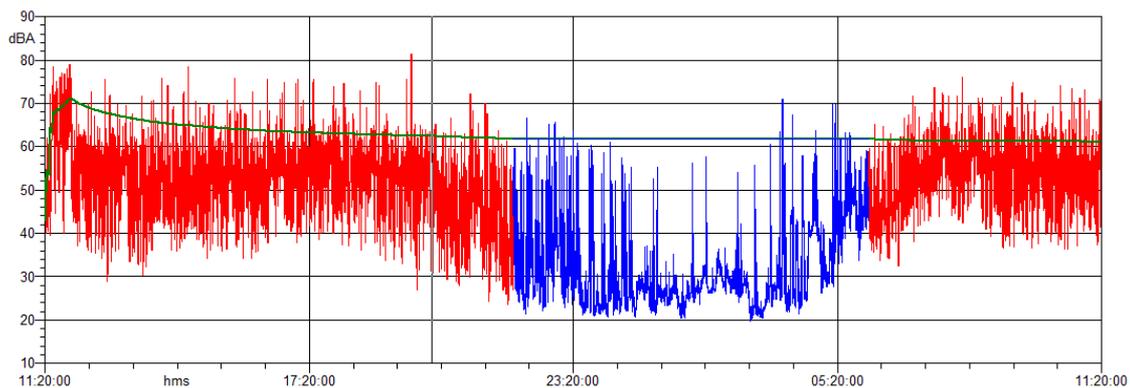


Figura 1-5. Time history di rilievo fonometrico per la determinazione dei $L_{Aeq,TR}$ per integrazione continua

La parte in rosso rappresenta il periodo diurno e la parte in blu il periodo notturno. I valori estrapolati sono $L_{Aeq,DAY} = 61.1$ dBA e $L_{Aeq,NIGHT} = 47.9$ dBA. Il L_{Aeq} complessivo relativo a tutte le 24 ore di misura è pari a 59.5 dBA. In pratica il rumore misurato sarebbe stato uguale se fossero state presenti due sorgenti, una in grado di generare presso il punto di misura un'emissione sonora costante pari a 61.1 per 16 ore e un'altra in grado di generare un livello costante pari a 47.9 dBA per 8 ore.

La linea verde rappresenta il livello equivalente cumulato. Si noti come tale valore oscilli molto a inizio misura a causa del ridotto tempo di misura per poi scendere ed assumere valori stabili con il progredire del tempo di misura. Il tempo necessario per la stabilizzazione del valore di tale parametro può essere assunto come rappresentativo di un tempo di misura sufficientemente esaustivo per la descrizione del fenomeno sonoro.

L'altra metodologia di determinazione del $L_{A,eq}$ è detta invece tecnica per campionamento e si utilizza nel caso siano presenti sorgenti sonore che emettono suoni ad un livello sonoro costante nel tempo e per durate ben determinate o facilmente stimabili, come spesso accade negli stabilimenti industriali.

Ad esempio si consideri una situazione in cui sono presenti due sorgenti che producono un certo livello di pressione costante al ricettore per un determinato intervallo di tempo come riportato nella tabella che segue, e che il rumore di fondo della zona di interesse sia pari a 40 dBA.

Rumore	Lp al ricettore (dBA)	Ore di funzionamento/influenza (h)
Compressore	65	4
Trituratore	60	6
Rumore di fondo	40	16

L_{aeq} =	60,70
--------------------------	--------------

Utilizzando la formula riportata sotto si perviene al livello equivalente nel periodo diurno senza ricorrere a misure di lunga durata quanto piuttosto effettuando misure di breve durata, dell'ordine delle decine di minuti, sufficientemente estese da essere rappresentative dei fenomeni sonori in esame.

$$L_{Aeq,TR} = 10 \log \left[\frac{1}{T_R} \sum_{i=1}^n (T_0)_i 10^{0.1 L_{Aeq,(T_0)_i}} \right] \quad [dBA]$$

1.1.6 Fattori di penalità nel rumore ambientale

L'informazione associata al livello equivalente di pressione sonora permette una rappresentazione globale del fenomeno sonoro. Per pervenire ad un risultato maggiormente significativo dell'effettivo disturbo alle persone l'analisi va tuttavia approfondita studiando lo spettro in frequenza e la variabilità dei livelli sonori con una scala temporale maggiormente dettagliata. Alcune caratteristiche di certi rumori infatti accentuano il disturbo presso il ricettore.

In particolare, la normativa prevede penalizzazioni al livello equivalente nei casi sotto descritti.

Rumore impulsivo

Si è in presenza di rumore impulsivo quando si verifica un brusco aumento del livello di pressione sonora che si esaurisce in pochi istanti come ad esempio per il rumore prodotto da armi da fuoco, presse meccaniche, battipali. L'effetto sorpresa causa un fastidio ulteriore al ricettore in funzione del numero di eventi e della frequenza degli stessi. Dal punto di vista strumentale il riconoscimento degli eventi impulsivi si basa sulla differenza di livello di pressione sonora registrata con i parametri di risposta dello strumento con costante di tempo impulsiva e lenta (rispettivamente linee verdi e blu nella figura che segue).

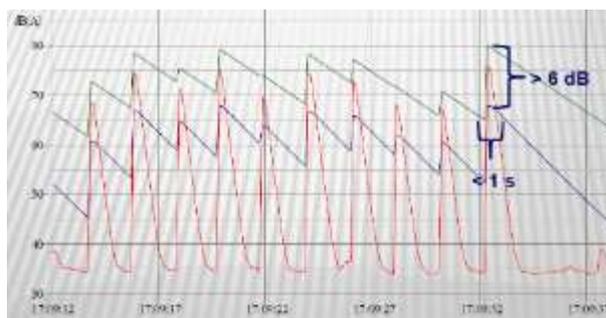


Figura 1-6. Esempio di evento impulsivo con indicazione di ampiezza minima e durata massima

Componenti tonali

Per componente tonale si intende un suono caratterizzato da una singola componente in frequenza o da componenti in bande vicine che emergono in modo chiaro dal suono totale. L'origine dei toni puri deriva dalle parti rotanti delle apparecchiature elettromeccaniche o dal flusso pulsante di liquidi o gas in condotti. I toni sono identificabili soggettivamente dall'ascolto ed oggettivamente per via strumentale utilizzando l'analisi in frequenza e valutando le linee spettrali come riportato nella figura seguente.

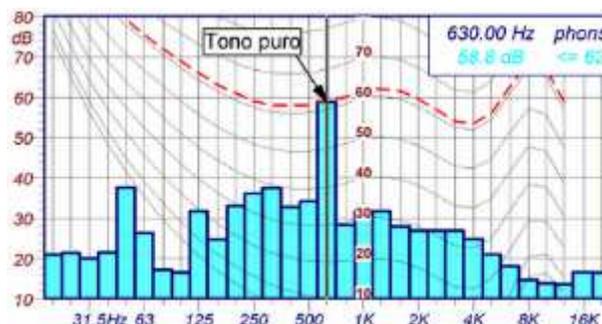


Figura 1-7. Esempio di riconoscimento di componente tonale

Rumore a bassa frequenza

Il rumore a bassa frequenza ha un'energia acustica significativa nella gamma da 8 a 100 Hz. Il rumore di questa natura è tipico dei grossi motori diesel, di treni, di navi e di centrali elettriche. Il rumore a bassa frequenza può propagarsi anche a lunghe distanze e viene messo in evidenza tramite l'analisi della differenza tra il livello ponderato A e il livello ponderato C.

1.1.7 Analisi statistica

L'analisi delle distribuzioni statistiche dei livelli sonori è uno strumento utile per la valutazione del rumore in quanto non solo fornisce informazioni sulla variabilità dei livelli, ma consente di determinare grandezze di altrimenti difficile valutazione come il rumore di fondo. Un generico livello percentile L_N rappresenta il livello di rumore superato per una certa percentuale N di tempo all'interno dell'intervallo di misura, come esemplificato nella figura che segue.

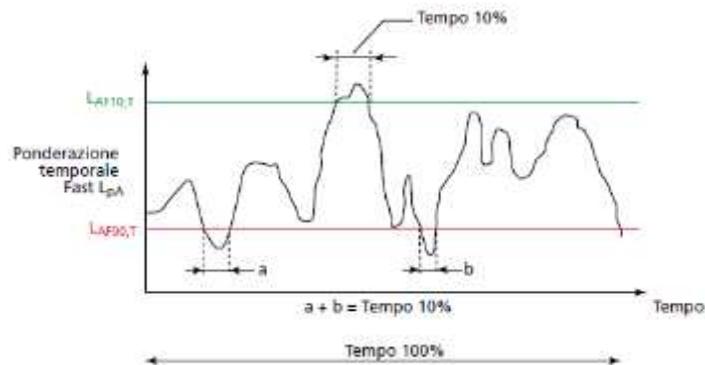


Figura 1-8. Definizione dei livelli percentili L_{10} e L_{90}

Per esempio, il valore L_{90} , il livello superato per il 90% del tempo di misura (come anche i livelli L_{95} e L_{99}) viene utilizzato come indicatore dei livelli del rumore di fondo, mentre L_{10} o L_5 vengono usati talvolta per indicare il livello di eventi di rumore di picco e di breve durata.

1.2 ESPOSIZIONE AL RUMORE ED EFFETTI SULL'AMBIENTE

1.2.1 Effetti sulla salute umana

Il rumore può essere definito come un qualsiasi tipo di suono indesiderato in grado di disturbare, infastidire ed alterare l'integrità fisica dell'individuo.

Molti studi hanno evidenziato che il rumore interagisce con il benessere sia fisico, sia mentale. Si ritiene che il rumore agisca come un generico elemento di stress e che come tale possa attivare diversi sistemi fisiologici, provocando modificazioni quali aumento della pressione sanguigna e del ritmo cardiaco e vasocostrizione. Alcune ricerche, infatti, mostrano che il rumore attiva il sistema endocrino e simpatico provocando cambiamenti fisiologici acuti che sono identici a quelli che intervengono in risposta ad un generico stress.

Gli effetti che l'esposizione al rumore determina sull'uomo sono dipendenti da numerose variabili, come le caratteristiche fisiche del fenomeno, i tempi e le modalità di manifestazione dell'evento sonoro, la specifica sensibilità del soggetto esposto, e sono comunemente classificati come:

- **Effetti di danno:** alterazioni non reversibili o non completamente reversibili ed obiettabili dal punto di vista clinico ed anatomopatologico;
- **Effetti di disturbo:** alterazioni temporanee delle condizioni psicofisiche del soggetto chiaramente obiettabili che determinano effetti fisiopatologici ben definiti;
- **Annoyance:** sensazione di disturbo, scontentezza e fastidio genericamente intesa che coinvolga il soggetto in maniera negativa.

L'azione che l'esposizione a rumore determina sull'uomo è riconducibile ad effetti di tipo specifico (in particolare uditivi), ad effetti non specifici (di tipo neuroendocrino e psicologico e di ordine psicosomatico su organi-bersaglio) e ad effetti psicosociali (disturbo del sonno e del riposo, interferenza nella comprensione della parola o di altri segnali acustici, interferenza sul rendimento, sull'efficienza, sull'attenzione e sull'apprendimento).

Nel campo dell'acustica ambientale gli effetti sulla salute che si verificano più spesso sono quelli di *annoyance*, che interessano complessivamente anche variabili comportamentali e sociali non propriamente legate all'acustica. Si pensi ad esempio ai modelli comportamentali quotidiani che possono essere alterati in presenza di elevato rumore ambientale (impossibilità di usufruire di spazi esterni e balconi, difficoltà nell'ascolto di radio e TV, presentazione di esposti, lamentele alle autorità) o alle prestazioni relative a specifiche attività (apprendimento scolastico o performance lavorativa).

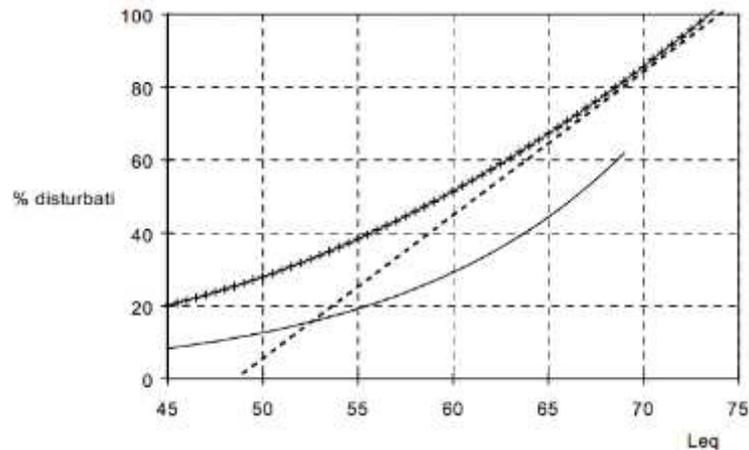


Figura 1-9. Percentuale di disturbati in funzione del livello di esposizione notturno al rumore da traffico stradale in tre diversi capoluoghi di provincia italiani

La definizione di una funzione dose-effetto, con riferimento ad esempio al rumore da traffico stradale presso alcune città italiane, mostra che:

- a parità di esposizione (livelli sonori esterni) appare maggiormente disturbante il traffico di una grande arteria stradale rispetto a quello dei normali percorsi urbani;
- la variabile sensibilità (così come altre importanti variabili non-acustiche) è elemento determinante nel dar luogo a reazioni di disturbo diverse, pur in presenza di analoghe condizioni di esposizione. Detta sensibilità attiene al comportamento individuale ma dipende dal contesto territoriale e geografico;
- pur risultando la fonte di disturbo più diffusa negli agglomerati urbani, il traffico veicolare non è la causa prevalente di lamentele, che i cittadini segnalano nei loro esposti alla Pubblica Amministrazione.

In definitiva, la relazione tra rumore e danno uditivo, gli effetti di disturbo del sonno e le interferenze con la comunicazione verbale pur essendo certi, risultano notevolmente complessi e influenzati da numerosi fattori che variano da individuo a individuo. È comunemente accettata l'ipotesi che il danno sia relazionata all'energia sonora totale anche se restano da chiarire in che misura i rumori impulsivi e con toni a bassa frequenza intervengono nella valutazione del rischio di danno. Esiste una sufficiente evidenza scientifica che l'esposizione a rumore determini un certo grado di *annoyance* nella popolazione, che può variare secondo la situazione ed il contesto considerato. Sono disponibili curve dose-risposta e livelli di soglia per il rumore da traffico aereo (per il quale si ha la più forte reazione), stradale e ferroviario. La curva dose-risposta non è ancora stata definita con sufficiente precisione nel caso del rumore industriale, mentre è ancora da determinare per ciò che riguarda le altre sorgenti di rumore ambientale.

1.2.2 Effetti sull'ambiente

Gli effetti negativi sulla fauna del rumore generato dalle attività antropiche, quali il traffico veicolare e di aeromobili, le attività industriali, cantieristiche, militari, oltre a quello connesso con la presenza di centri abitati sono stati da anni messi in evidenza nella letteratura scientifica. Recenti sintesi riassumono i risultati di una vasta serie di articoli scientifici, in cui viene rilevata spesso, ma non sempre, una variazione nella composizione delle comunità faunistiche in presenza di fonti di rumore. Tali variazioni possono consistere nella minor ricchezza specifica, densità o diversità rispetto a siti di controllo, per finire fino all'abbandono totale delle aree impattate dal rumore. Viene peraltro sottolineato come, nella maggior parte degli studi, sia stato impossibile separare chiaramente gli effetti del solo rumore da altri elementi di possibile impatto quali quelli dovuti al movimento di mezzi o persone, all'inquinamento atmosferico.

L'avifauna può essere interessata dal rumore prodotto dalle attività antropiche in modi diversi. Gli effetti variano a seconda delle specie, mentre il grado di reazione varia con l'età, il sesso, la stagione, la situazione, le precedenti esperienze con le fonti di rumore (che possono generare fenomeni di assuefazione al disturbo), il livello di intensità del rumore e lo spettro delle frequenze.

Le tre tipologie di effetti riconoscibili possono essere sintetizzate come: 1) danni uditivi, 2) modifiche alla fisiologia degli animali e 3) modifiche al comportamento. I danni uditivi si osservano solo dopo i 90 dBA. Gli effetti di carattere fisiologico consistono nel manifestarsi di condizioni di stress, modifiche ormonali o metaboliche. Queste condizioni possono dar luogo ad una ridotta capacità riproduttiva, ad un indebolimento del sistema immunitario, ad una generale riduzione della fitness dell'animale. Gli effetti di carattere comportamentale sono connessi ad un'alterazione dei segnali percepiti dall'animale ed all'instaurarsi di comportamenti che portano all'allontanamento dalle fonti di rumore. A loro volta, questi effetti primari ne determinano alcuni definibili come secondari, rappresentati da cambiamenti nelle interazioni predatore-preda, nelle possibili interferenze nella scelta dei partner ed, infine, nella diminuzione delle popolazioni presenti in una data area.

È da considerarsi peraltro la presenza di un effetto di assuefazione degli animali a disturbi ripetuti, soprattutto se questi avvengono secondo direzioni e/o modalità o, più semplicemente, a stimoli anche intensi ma che non costituiscono un pericolo diretto.

Riguardo alla possibile soglia di rumorosità, al di sotto della quale non siano ipotizzabili effetti negativi di alcun genere, occorre evidenziare come i valori siano certamente variabili in funzione di una molteplicità di cause (ad esempio specie, ambiente, stagione, ecc.).

1.3 SORGENTI DI RUMORE

1.3.1 Rumore stradale

Diversi studi sulla popolazione esposta al rumore dimostrano che in ambito urbano il rumore generato dal traffico veicolare costituisce la principale sorgente di disturbo. Il traffico veicolare si caratterizza per avere le seguenti caratteristiche:

- *Diffusione sul territorio:* le infrastrutture stradali, permettendo i collegamenti tra i vari insediamenti antropici, sono diffuse in modo capillare nel territorio. Si consideri inoltre che

spesso le aree urbane e i centri abitati si sono sviluppati a ridosso delle principali arterie stradali;

- *Estensione nel tempo*: il rumore prodotto dalle infrastrutture stradali spesso non si esaurisce nel solo tempo di riferimento diurno e si verifica anche durante la notte e nelle prime ore del mattino;
- *Livelli di rumore sostenuti*: il livello prodotto dal traffico veicolare e misurati a margine di un'infrastruttura stradale variano tra i 60 e gli 80 dBA in funzione del traffico, della composizione del manto stradale, della velocità di percorrenza e della percentuale di mezzi pesanti;
- *Andamento aleatorio*: il rumore generato dal traffico veicolare assume caratteristiche di aleatorietà dipendenti dalla ripartizione oraria dei flussi di traffico. Per caratterizzare acusticamente un'infrastruttura stradale è necessario pertanto estendere il tempo di misura in modo da eliminare o ridurre tale componente di incertezza.

La sorgente stradale, sotto certe condizioni di traffico intenso può essere assimilata a una sorgente lineare il cui suono si propaga secondo fronti d'onda cilindrici. Le singole sorgenti puntuali mobili che causano l'emissione sonora sono i veicoli a motori, siano essi automobili, camion o moto.

La generazione del rumore in un veicolo a motore avviene per tre vie, come esemplificato nella figura che segue:

- *Rumore aerodinamico*: è il rumore causato dalla turbolenza dell'aria a contatto con il veicolo e risulta preponderante solo per velocità superiori a 130 km/h;
- *Rumore del motore*: la principale sorgente è il motore endotermico, costituito esso stesso da apparecchiature rumorose quali il radiatore, la marmitta, l'unità di trasmissione, il sistema di iniezione, le prese d'aria, etc;
- *Rumore da rotolamento pneumatici*: è il rumore generato dal contatto della ruota con l'asfalto e deriva da diversi meccanismi di generazione legati al risucchio e all'espulsione di aria tra le cavità del battistrada e da fenomeni di risonanza all'interno dello pneumatico e nelle cavità stesse.



Figura 1-10. Sorgenti di rumore in un veicolo a motore

Alle basse velocità per i veicoli leggeri risulta predominante il rumore prodotto dal motore mentre man mano che aumenta la velocità diminuisce il rumore del motore e prevale l'effetto rotolamento. Per i mezzi pesanti la componente motore predomina sempre sulla componente rotolamento.

In generale i livelli di emissione sonora di un'infrastruttura stradale dipendono dai flussi di traffico e dalle caratteristiche geometriche della strada stessa. I dati di traffico sono essenzialmente il numero di veicoli/ora, la ripartizione degli stessi in mezzi pesanti e leggeri, la velocità media di percorrenza e il tipo di flusso di traffico, ossia continuo, accelerato, decelerato o interrotto. Le caratteristiche geometriche invece sono il numero di corsie, le dimensioni della carreggiata, la pendenza della strada, la sezione trasversale e la tipologia di manto stradale.

Le principali misure di contenimento del rumore provenienti dalle infrastrutture stradali consistono in interventi diretti alla sorgente o lungo il percorso di propagazione, ovvero:

- Riduzione dei flussi di traffico;
- Riduzione della velocità media;
- Installazione di barriere fonoassorbenti;
- Utilizzo di pavimentazione fonoassorbente.

1.3.2 Rumore ferroviario

Il rumore prodotto dal traffico ferroviario è caratterizzato da eventi singoli di durata variabile che producono livelli sonori molto elevati.

I principali meccanismi di generazione del rumore ferroviario possono essere identificati nel sistema treno (motori, sistemi di ventilazione e raffreddamento, rumore aerodinamico, rumore del sistema di frenatura) e nell'interazione ruota-rotaia, che comporta un'emissione di rumore continua nei tratti rettilinei e un'emissione di tipo localizzato in prossimità di curve, giunti, scambi, ponti.

Il rumore provocato dal contatto pantografo-linea in genere si avverte alle alte velocità, superiori ai 200 km/h, quindi risulta determinante per i treni ad alta velocità.

La rumorosità emessa dai motori di trazione è significativa solo alle basse velocità, come nei tratti di ingresso ed uscita dalle stazioni ferroviarie, ed è direttamente proporzionale alla velocità, al contrario degli altri rumori che crescono con relazioni di proporzionalità con potenze superiori rispetto alla velocità.

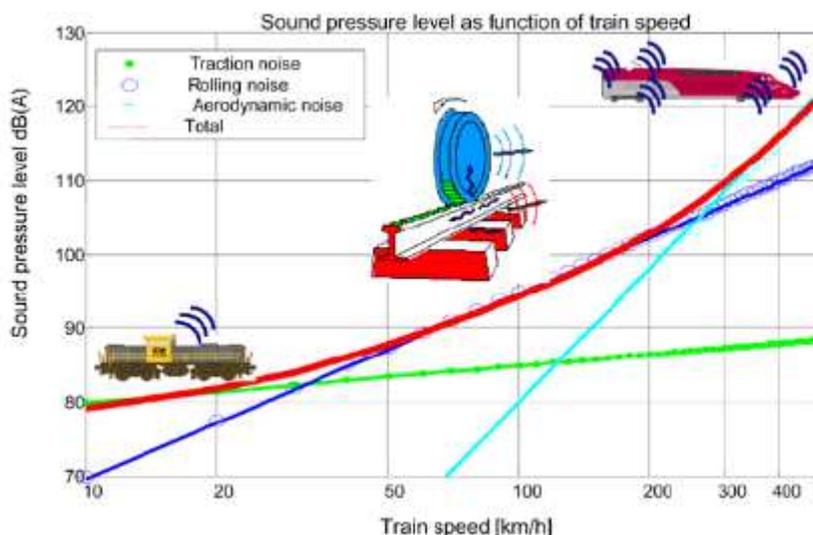


Figura 1-11. Livello di pressione sonora delle varie componenti in funzione della velocità del treno

Il rumore aerodinamico è generato dall'aria che scorre lungo la superficie del convoglio e dalle discontinuità del treno. Questo parametro risulta molto significativo per velocità generalmente superiori a 280 km/h, determinando la rumorosità dei treni ad alta velocità che non hanno particolari accorgimenti aerodinamici. Le apparecchiature ausiliarie di raffreddamento sono poco influenti e avvertibili solo alle basse velocità, inferiori a 60 km/h. Gli eventi occasionali sono del tipo impulsivo e con presenza di toni puri, e si manifestano in occasione dei fischi, delle frenate, del passaggio sui giunti di rotaia, sugli scambi, sulle curve, sui ponti, ecc.

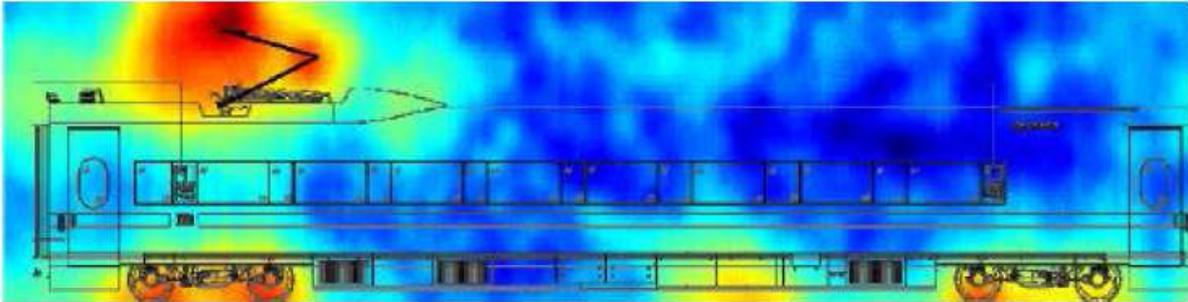


Figura 1-12. Visualizzazione delle fonti di rumore legate al passaggio di un convoglio ferroviario a 325 km/h

Alle manovre eseguite dal treno, inoltre, si accompagna un rumore diverso a seconda che la motrice sia in fase di accelerazione, in movimento a velocità costante, o in fase di frenata. Ad esempio, in caso di frenata, oltre al classico rumore da rotolamento, si aggiunge il rumore prodotto dallo slittamento delle ruote sui binari.

È evidente, dunque, l'importanza relativa di una sorgente rispetto alle altre dipende dalla velocità con cui si muove il treno: si osserva che a basse velocità il rumore generato dai motori e dai sistemi ausiliari (di raffreddamento, compressori, ecc.) è preponderante. All'aumentare della velocità diventa importante il rumore da rotolamento, mentre intorno ai 300 km/h prevalgono gli effetti aerodinamici.

Il rumore a treno fermo è trascurabile, se escludiamo il rumore provocato dal funzionamento degli impianti di ventilazione e trattamento dell'aria.

Le principali misure di contenimento del rumore proveniente dalle infrastrutture stradali consistono in interventi gestionali, diretti alla sorgente o lungo il percorso di propagazione, ovvero:

- programmazione dei movimenti merci e passeggeri con limitazione dei transiti notturni;
- miglioramento del materiale rotabile con freni in materiale composito e ruote acusticamente ottimizzate;
- molatura delle rotaie ed installazione di assorbitori accordati lungo le stesse;
- installazione di barriere acustiche.

1.3.3 Rumore da sorgenti industriali

Il rumore prodotto dalle attività industriali risulta estremamente diversificato e dipende dalle apparecchiature e dalle macchine impiegate nel processo industriale e dalle lavorazioni che vengono effettuate, che possono essere le più svariate.

In generale, per ciascuna sorgente di rumore si possono individuare le cosiddette sorgenti primarie del rumore (ad esempio urti tra corpi, flusso irregolare di fluidi) e sorgenti secondarie (ad esempio tubazioni che irradiano rumore), come esemplificato nella figura che segue.



Figura 1-13. Distinzione tra sorgenti primarie e secondarie di rumore

Il rumore generato dalle sorgenti primarie può avere le seguenti origini:

- **Meccanica:** fenomeni di impatto, ingranamento, rotolamento, inerzia, attrito e vibrazioni producono onde sonore e possono dare origine a toni puri a ben precise frequenze e a componenti impulsive;
- **Elettromagnetica:** variazioni non uniformi delle forze motrici applicate sugli elementi statici e di trasmissione dei motori elettrici possono essere causa di rumore in funzione del carico elettrico applicato e della tensione e frequenza di rete;
- **Fluidodinamica:** fenomeni di turbolenza, con formazione di vortici legati ad ostacoli nel flusso o discontinuità di superfici (curve, valvole, imbocchi, sbocchi), generano rumore fluidodinamico con possibile presenza di toni puri e spettro a banda larga anche alle basse frequenze. Il rumore può essere generato inoltre da fenomeni di cavitazione negli impianti di pompaggio.

La combinazione dei diversi fenomeni di generazione di onde sonore sopradescritti ha luogo presso tutte le apparecchiature di uso industriale, siano esse impianti fissi o apparecchiature mobili, poste all'interno o all'esterno di un capannone. Si riportano a titolo di esempio alcune tipiche sorgenti di rumore in ambiente industriale:



Figura 1-14. Rappresentazione di alcune sorgenti tipiche in ambiente industriale come prese di ventilazione, macchine rotanti, camini di emissione, torri evaporative, impianti fissi e macchine mobili

Alcune possibili tecniche di controllo della trasmissione del rumore applicabili presso la sorgente di rumore sono schematizzate nella figura seguente.

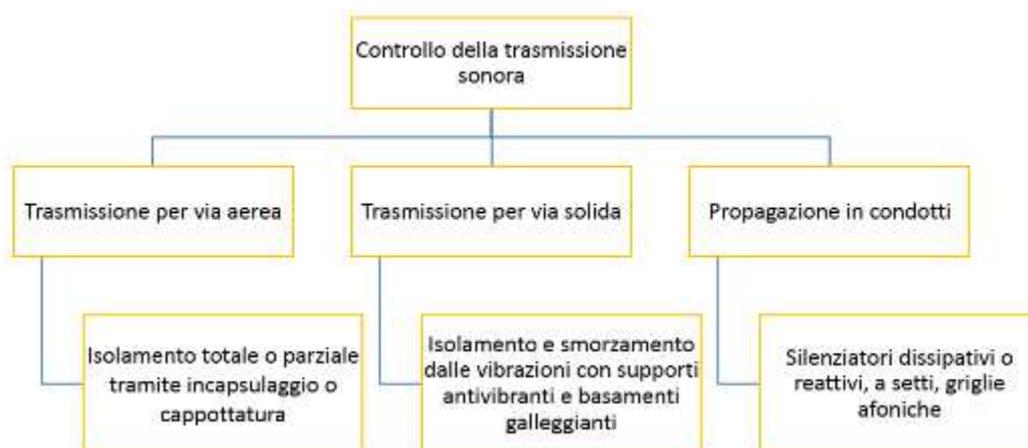


Figura 1-15. Tecniche di controllo della trasmissione sonora

1.3.4 Rumore da traffico aereo

Il traffico aereo civile, commerciale e militare costituisce un importante fonte di rumore a livello nazionale, specialmente nei territori posti in prossimità di aeroporti. L'aumento recente del traffico aereo e l'espansione delle città in direzione degli stessi ha accentuato il problema, che si manifesta soprattutto dove le aree urbanizzate intersecano le traiettorie di decollo, atterraggio e manovra a bassa quota dei velivoli.

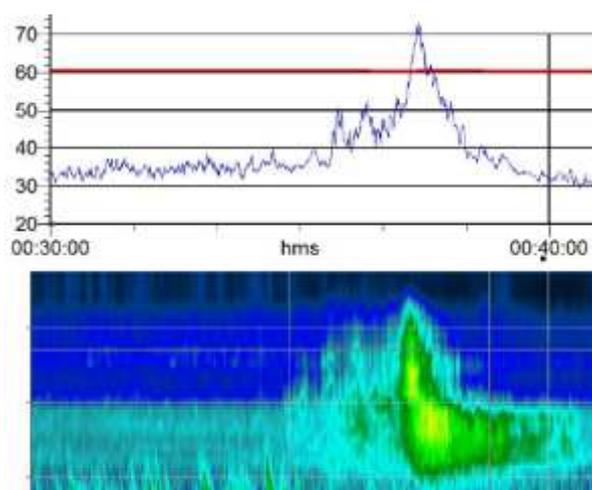


Figura 1-16. Tracciato e spettrogramma relativo a un passaggio notturno di velivolo

La figura riportata sopra mostra il livello di pressione sonora in funzione del tempo relativo a un passaggio di un velivolo, che può arrivare fino a oltre 70 dBA, e la rappresentazione dello spettro in frequenza nel tempo secondo diversi colori che ne rappresentano l'intensità in termini di dB.

Le soluzioni al problema consistono nella riduzione delle emissioni sonore di motori e velivoli, nello spostamento delle traiettorie di volo, nelle restrizioni al traffico notturno, nel miglioramento dell'isolamento acustico di finestre e tetti delle abitazioni interessate.

1.3.5 Altri rumori antropici

Diverse attività umane che prevedono l'aggregazione di persone all'aperto possono essere fonte di emissioni acustiche, specialmente in periodo notturno e all'interno dei centri storici e nelle aree

densamente popolate. È il caso di manifestazioni varie come concerti e feste che prevedano l'utilizzo di impianti di diffusione sonora e la presenza di molte persone, la cui emissione vocale comporta un innalzamento dei livelli acustici.

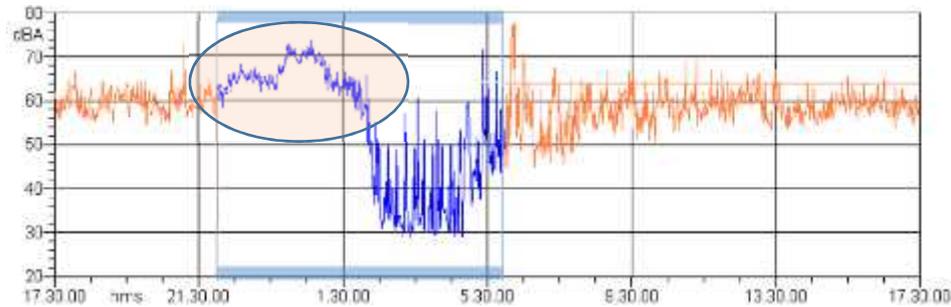


Figura 1-17. Rilievo effettuato presso pubblico esercizio. In blu è evidenziato il periodo notturno

Il problema si manifesta spesso nei pubblici esercizi dove vengono somministrati cibo e bevande all'esterno, dove si verifica lo stazionamento di astanti nei plateatici e dove viene diffusa musica amplificata. Come si vede ad esempio nella figura riportata sopra si registrano livelli sonori elevati durante il periodo notturno nei momenti di afflusso di avventori, durante il quale vigono limiti maggiormente stringenti.

2. CAMPAGNA DI RILIEVI FONOMETRICI

2.1 MISURAZIONE DEL RUMORE

La misurazione del rumore ambientale avviene mediante uno strumento detto fonometro integratore, costituito da un apparecchio elettronico portatile il cui schema di funzionamento è raffigurato in Figura 2-1. Tale tipologia di strumentazione risponde alle normative internazionali CEI e prevede 4 classi di precisione (0÷3), in funzione dell'errore relativo della misura e dell'impiego. In acustica ambientale la normativa di riferimento prevede l'utilizzo di fonometri di classe I, che devono sottostare a rigorose procedure di omologazione, taratura periodica e calibrazione.

Viene di seguito descritto in breve mediante uno schema a blocchi esemplificativo il principio di funzionamento di un fonometro e le principali operazioni che vengono effettuate sul segnale tal quale per giungere ai valori che assumono rilevanza concreta nell'ambito dell'acustica ambientale.



Figura 2-1. Schema a blocchi di funzionamento di un fonometro integratore

2.1.1 Microfono

Trattasi di un trasduttore di pressione sonora costituito da un condensatore ad aria polarizzato tramite una carica elettrica che varia la sua capacità secondo le vibrazioni di un diaframma metallico posto in tensione. La pressione delle onde sonore viene convertita in un segnale elettrico, con una sensibilità che normalmente è pari a 50 mV/Pa per microfoni comuni da mezzo pollice. In funzione del tipo di fenomeno sonoro da analizzare, esistono microfoni per campo libero o campo diffuso, che presentano una diversa risposta in funzione dell'orientamento nei confronti della sorgente.



Figura 2-2. Microfono da 1/2 “ e preamplificatore

2.1.2 Preamplificatore, amplificatore e convertitore A/D

Il preamplificatore consiste in un adattatore di impedenza per il circuito elettrico che lo disaccoppia dal resto del circuito permettendo di mantenere una tensione elettrica sulla membrana microfonica. L'amplificatore consente di selezionare il range di valori da rilevare. Il convertitore analogico-digitale trasforma discretizza il segnale elettrico analogico in formato digitale in modo tale che il processore dedicato possa effettuare operazioni sui segnali.

2.1.3 Ponderazione in frequenza e filtratura

L'insieme dei filtri, ovvero di specifici circuiti elettronici inseriti all'interno dello strumento, rende possibile l'analisi in frequenza del segnale e la restituzione dello stesso sotto forma di livelli per banda d'ottava o di terzo d'ottava. Al segnale stesso viene poi applicata la curva di ponderazione desiderata (solitamente A o C) in modo da visualizzare e memorizzare il dato in dB(A) o dB(C).

2.1.4 Calcolo del valore efficace ed integrazione secondo le costanti di tempo S, F, I

Il segnale precedentemente filtrato e ponderato viene raddrizzato tramite elevamento al quadrato e trattato in modo tale da calcolare il valore efficace o RMS. Il processore dedicato trasforma il segnale istantaneo in un segnale RMS variabile nel tempo attraverso un'operazione di integrazione temporale esponenziale. Tale operazione può essere effettuata secondo tre diverse costanti di tempo individuate e definite dalla normativa vigente, ovvero costante Fast (125 ms), Slow (1000 ms) ed Impulse (35 ms per il fronte di salita e 1500 ms per il fronte di discesa).

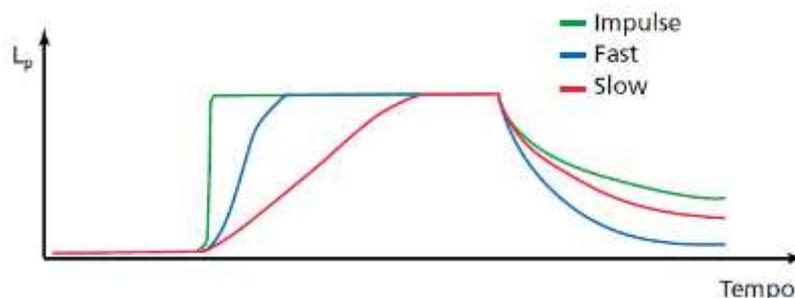


Figura 2-3. Andamento del livello di pressione sonora in funzione della costante di integrazione applicata

La pressione sonora viene mediata nel tempo con una pesatura esponenziale ma indipendentemente dalla costante di integrazione applicata il contenuto energetico complessivo rimane invariato. In altre parole non viene alterato il livello equivalente ma solo la rappresentazione temporale dello stesso.

Il segnale istantaneo così trattato viene infine integrato sul tempo di misura in modo da ottenere il livello equivalente $L_{eq}(T)$.

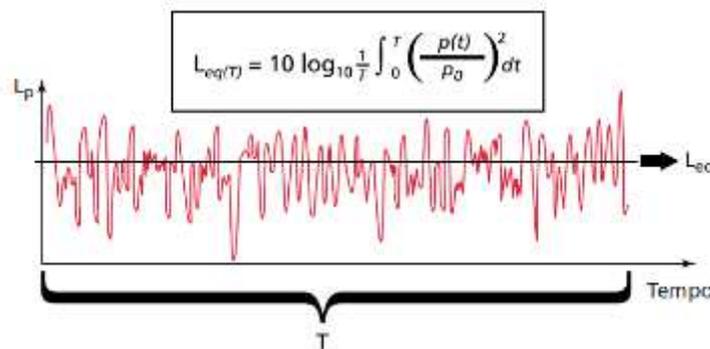


Figura 2-4. Rappresentazione grafica del livello equivalente rispetto al livello istantaneo

2.1.5 Visualizzazione dei dati e memorizzazione

I fonometri moderni permettono la visualizzazione in tempo reale di varie grandezze di interesse che riguardano lo spettro sonoro o il livello di pressione sonora e la memorizzazione delle stesse in formato digitale. Le misure vengono esportate su PC per il post trattamento dei dati, che assume un'importanza fondamentale nel campo dell'acustica ambientale.

2.2 METODOLOGIA DI INDAGINE

La conoscenza del clima acustico del territorio è un elemento imprescindibile al fine di acquisire importanti informazioni circa i livelli sonori nelle aree monitorate, per orientare le scelte pianificatorie e per individuare situazioni di criticità ambientale da monitorare e sottoporre ad eventuale piano di risanamento acustico.

Il rumore ambientale all'interno dei contesti urbanizzati è caratterizzato da una notevole variabilità sia spaziale che temporale. Banalmente basti pensare ai diversi valori rilevati con una misura di rumore effettuata presso un'abitazione con facciata prospiciente una strada con traffico intenso e ad una misura analoga effettuata a poche decine di metri nel retro della stessa abitazione, come esemplificato nella figura che segue.

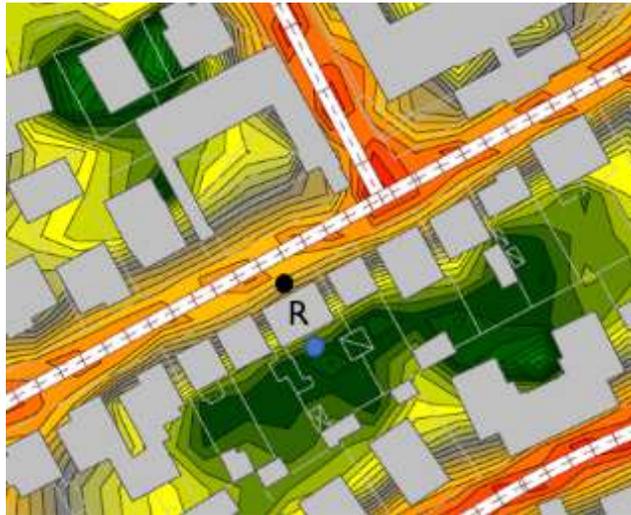


Figura 2-5. Esempio di variabilità spaziale del fenomeno sonoro per il ricettore R. I livelli L_{DAY} risultano pari a 57 dBA nel punto riportato in nero e 36 dBA nel punto riportato in blu

La variabilità temporale è correlata con la durata del rilievo e quindi con il tempo di misura: in linea generale maggiore è il tempo di misura e minore risulterà l'incertezza correlata alla variabilità nel tempo. La notevole estensione del territorio oggetto della campagna di rilievi, la distribuzione delle sorgenti di rumore, della popolazione residente e dei ricettori sensibili rappresentano inoltre dei fattori fondamentali da tenere in considerazione.

Non è immediato dunque individuare una metodologia di indagine che consenta, in tempi sufficientemente brevi e ottimizzando le risorse di caratterizzare acusticamente il territorio e fornire informazioni utili ed estendibili a tutto il territorio. In linea generale l'acquisizione di dati dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- le misure vanno riferite a postazioni "omogenee";
- la metodologia deve consentire il confronto dei risultati a distanza di tempo;
- ciascuna misura dovrà rappresentare contesti acustici vevoli per ampie porzioni della popolazione;
- la descrizione del risultato dev'essere semplice.

La scelta del numero di postazioni di misura, dell'ubicazione delle stesse e dei tempi di misura tiene conto pertanto delle zone del territorio a diversa destinazione d'uso e si basa sull'individuazione di contesti o tipologia sonora rappresentative.

Seguendo tale approccio, per il Comune di Udine, sono state individuate 7 categorie di rilievo fonometrico che differiscono per tempo di misura e risoluzione spaziale della rappresentatività, essendo orientate alla caratterizzazione della sorgente stessa piuttosto che alla caratterizzazione di un singolo ricettore o di una vasta zona di territorio. Le categorie individuate sono sintetizzate nella tabella riportata nel seguito e mirano alla caratterizzazione di particolari sorgenti come impianti produttivi ed infrastrutture (categorie AA, Z ed LP), alla caratterizzazione di singoli ricettori (categorie S e H) o di vaste porzioni di territorio (categorie C e P).

Tabella 2-1. Elenco delle categorie di rilievo

CATEGORIA	NOME	N° RILIEVI EFFETTUATI	DURATA	DESCRIZIONE
AA	Aziende agricole	6	30 minuti	Rilievi effettuati presso aziende agricole di dimensioni rilevanti con impianti tecnici potenzialmente rumorosi o inserite in prossimità di contesti residenziali
C	Rilievi di caratterizzazione	51	30 minuti	Rilievi effettuati in punti stabiliti del territorio per determinare il rumore ambientale generato da tutte le sorgenti presenti in una determinata area.
H	Ospedali, strutture sanitarie e socio assistenziali	35	30 minuti	Rilievi effettuati all'esterno presso le pertinenze di ospedali, case di cura, case di riposo, strutture per disabili, allo scopo di valutare la qualità del clima acustico di tali aree in relazione alla loro destinazione d'uso.
P	Parchi urbani	12	30 minuti	Rilievi effettuati prevalentemente presso i parchi urbani posti al di fuori del centro abitato e presso alcuni giardini all'interno del centro storico per valutare la qualità del clima acustico in relazione alla destinazione d'uso.
S	Scuole e complessi scolastici	101	30 minuti	Rilievi effettuati all'esterno presso le pertinenze di asili, scuole elementari, medie e superiori, allo scopo di valutare la qualità del clima acustico di tali aree in relazione alla destinazione d'uso.
Z	Zone industriali ed artigianali	65	30 minuti	Rilievi eseguiti a confine delle zone industriali ed artigianali allo scopo di verificare l'entità delle emissioni acustiche derivanti dai processi industriali e dalle lavorazioni
LP	Lungo periodo	22	24 ore	Rilievi di lungo periodo eseguiti per quantificare il rumore emesso dalle infrastrutture stradali e ferroviarie

Nel proseguo verranno descritte nel dettaglio per ciascuna categoria di misura le modalità di indagine, dalla fase preventiva di scelta delle postazioni di misura, all'indagine strumentale sul campo fino alla fase di post elaborazione, che ha consentito la restituzione dei livelli equivalenti corretti e depurati delle componenti di rumore non desiderate.

2.2.1 Strumentazione impiegata e parametri di acquisizione

Tutta la strumentazione impiegata nei rilievi è di classe 1 in accordo alle norme I.E.C. n. 651/77 "Sound Level Meters", I.E.C. n. 804/85 "Integrating-averaging Sound Level Meters" ed I.E.C. n. 225/82 "Octave, Half-octave and Third-octave Bande Filters Intended for the Analysis of Sounds and Vibrations" e conforme alle specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994.

Nel dettaglio vengono riportati il tipo di strumentazione, la marca, il modello, il numero di serie e la data di taratura.

Tabella 2-2. Catena di misura fonometrica

Tipo	Marca e modello	N. matricola	Data di taratura	Certificato di taratura
Analizzatore sonoro modulare di precisione	Larson Davis Model 831	2869	15/11/2013	Vedi Allegato 1
Microfono	PCB Piezotronics Model 377B02	129152	15/11/2013	
Calibratore	CAL 200	3800	15/11/2013	
Software di analisi e di calcolo	Larson Davis		Noise & Vibration Works v. 2.7.5	
Analizzatore sonoro modulare di precisione	Larson Davis Model 831	2353	15/11/2013	Vedi Allegato 1
Microfono	PCB Piezotronics Model 377B02	119419	15/11/2013	
Calibratore	CAL 200	3800	15/11/2013	
Software di analisi e di calcolo	Larson Davis		Noise & Vibration Works v. 2.7.5	
Analizzatore sonoro modulare di precisione	Larson Davis Model 824	2742	15/11/2013	Vedi Allegato 1
Microfono	PCB Piezotronics Model 377B02	7598	15/11/2013	
Calibratore	CAL 200	3800	15/11/2013	
Software di analisi e di calcolo	Larson Davis		Noise & Vibration Works v. 2.7.5	

Tutte le misure effettuate sono state effettuate in conformità a quanto stabilito dalla normativa vigente ed in particolare al D.M. 16/03/98. I valori rilevati sono ponderati “A” con costante di tempo “Fast” e metodo di integrazione esponenziale. La gamma dinamica dello strumento sarà impostata per misurare livelli sonori ambientali sostanzialmente bassi e pertanto viene attivata l’opzione +20 dB di guadagno. La risoluzione del profilo storico che sarà memorizzato dallo strumento (time history) è pari a 1 secondo e prevede per ogni campione l’acquisizione, oltre che del livello equivalente LAeq, dei livelli massimi e minimi e dello spettro in bande di terza d’ottava (comprensivo dello spettro dei minimi per il riconoscimento di eventuali componenti tonali). Le figure riportate sotto mostrano le schermate di impostazione dei fonometri modello Larson Davis 831 utilizzati durante la campagna di misura.

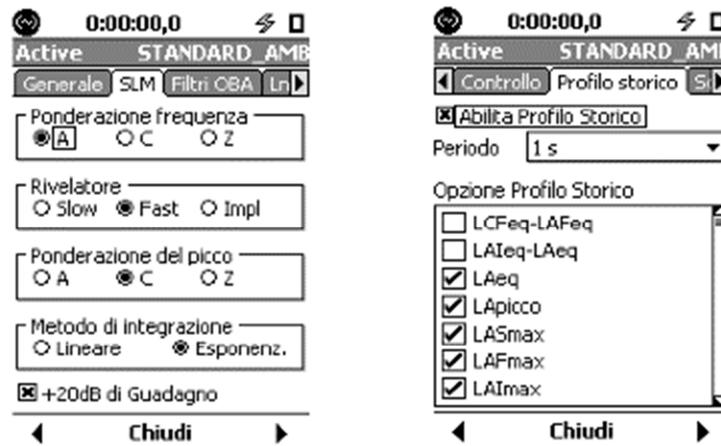


Figura 2-6. Impostazioni di misura, parametri di acquisizione e risoluzione temporale

Per facilitare la fase di post elaborazione per ogni misura sono stati acquisiti i livelli percentili L_1 , L_5 , L_{10} , L_{50} , L_{90} e L_{95} . Il tempo di misura è stato impostato a 30 minuti per tutte le misure ad eccezione delle misure di lungo periodo LP effettuate presso le infrastrutture principali. Per gli strumenti dotati di registrazione audio sono state impostate delle soglie per l’attivazione della stessa allo scopo di riconoscere eventi non connessi con la misura (tipicamente suono di campane, passaggio di aerei, abbaio di cani).

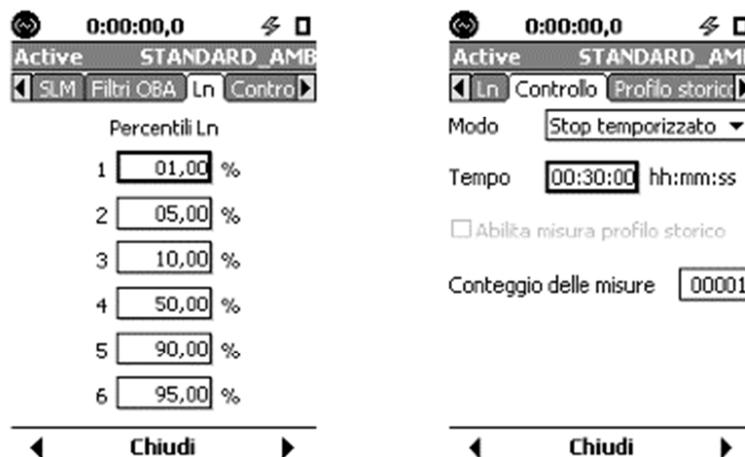


Figura 2-7. Livelli percentili memorizzati e impostazione relativa al tempo di misura per rilievi di breve periodo

2.2.2 Aziende agricole

Nel territorio di Udine, su indicazione dell’Ufficio Tecnico, sono state censite numerose aziende agricole, distribuite nelle zone periferiche della città. Alcune di esse, pur essendo segnalate come aziende agricole, non assumono rilevanza dal punto di vista acustico in quanto non sono presenti impianti tecnico produttivi o allevamenti di dimensione significativa. Molte delle aziende segnalate infatti corrispondevano alla sede della ragione sociale o all’abitazione dei titolari di terreni agricoli. Pertanto sono stati effettuati rilievi fonometrici, denominati con il prefisso **A** seguito da un numero progressivo, esclusivamente a confine di alcune aziende che per dimensioni, vicinanza alle abitazioni e presenza di impianti, sono state ritenute potenzialmente rumorose. Si consideri inoltre che molte lavorazioni sono

di tipo stagionale e pertanto le relative emissioni acustiche risultano limitate nel tempo ed osservabili solo durante il periodo di attività.

I risultati dei rilievi, in quanto orientati a caratterizzare le emissioni acustiche delle aziende agricole, sono presentati escludendo la componente di traffico veicolare, che comunque viene riportata per completezza. Tutti i rilievi effettuati riguardano esclusivamente il tempo di riferimento diurno.

Nell'ambito del procedimento di redazione del Piano di Classificazione Acustica, le misure effettuate presso le aziende agricole sono utili alla definizione della classe acustica aggregata per confermare o modificare la classe acustica parametrica. I risultati dei rilievi mostrano livelli coerenti con la classe acustica II, che è stata assegnata dunque in zonizzazione definitiva alle relative U.T. In particolare, tre delle aziende agricole indagate si trovavano già in classe II in zonizzazione parametrica mentre altre tre si trovavano in classe III e sono state declassate in classe II a seguito di rilievo. Nel punto A6 i livelli sono leggermente superiori al limite di classe II (55,8 dBA con limite 50,0) ma si ritiene opportuno assegnare comunque la classe II in quanto durante la misura era attivo un mezzo agricolo in prossimità del fonometro che ha comportato una sovrastima del livello equivalente.

2.2.3 Rilievi di caratterizzazione

La categoria di rilievi denominati con il prefisso **C** seguito da un numero progressivo, raccoglie diverse tipologie di punti di misura orientati prevalentemente alla conoscenza del clima acustico di determinate zone del territorio dove non sono presenti sorgenti predominanti, come ad esempio quartieri residenziali, zone di futura espansione edilizia, centro storico, frazioni e centri abitati minori posti all'esterno del centro urbano racchiuso dall'anello di viabilità principale. Sono stati ricompresi in questa categoria anche alcuni rilievi mirati ad indagare le emissioni acustiche derivanti da una serie di attività produttive o assimilabili poste in zone diverse dalle aree industriali (ovvero zone "D" come da Piano Regolatore), segnalate dall'Ufficio Tecnico. Sono stati effettuati dei rilievi inoltre presso alcuni elementi salienti che, indipendentemente dalla presenza di particolari sorgenti, devono essere acusticamente indagati.

Nel complesso, i rilievi effettuati riguardano i seguenti elementi del territorio:

- impianti sportivi, stadio "Friuli";
- giardini all'interno del centro città;
- aree a servizi, impianti tecnologici;
- centri abitati minori e frazioni;
- quartieri residenziali;
- Università;
- complesso amministrativo/sanitario;
- parco commerciale;
- cimitero monumentale;
- zone di futura espansione edilizia residenziale;
- autostazione, deposito corriere, stazione ferroviaria;
- centro storico (Piazza Primo Maggio, Castello);
- attività produttive in zona impropria.

I punti di rilievo relativi alle attività produttive e agli impianti tecnologici sono stati effettuati in prossimità del confine della pertinenza o dell'Unità Territoriale che li ospita, mentre i rimanenti rilievi

sono stati effettuati all'interno del contesto di riferimento, in modo da rilevare tutto il rumore immesso nello stesso.

Per ogni rilievo sono riportati i valori con e senza la componente di traffico stradale. Tutte le misurazioni effettuate riguardano esclusivamente il tempo di riferimento diurno.

Nell'ambito del procedimento di redazione del Piano di Classificazione Acustica le misure riportate nella categoria **C** hanno lo scopo di verificare quali siano i livelli acustici presso determinate zone del territorio in modo da assegnare la classe acustica aggregata modificando eventualmente la classe acustica parametrica.

2.2.4 Ospedali, strutture sanitarie e socio-assistenziali

All'interno della categoria di rilievi denominati con il prefisso **H** seguito da un numero progressivo, sono state raccolte le misure effettuate presso ospedali, strutture sanitarie e socio-assistenziali. Tutte le strutture di questo tipo si configurano infatti come ricettori sensibili soprattutto nel caso in cui sia prevista la degenza.

Le misure fonometriche sono state condotte allo scopo di determinare il clima acustico presente all'interno delle Unità Territoriali che ospitano tali strutture e valutare se i livelli di rumore si mantengono tali da garantire il rispetto della classe acustica I già in fase di Zonizzazione Parametrica tutelando in tal modo questo tipo di ricettori.

Le dimensioni delle Unità Territoriali ospitanti le strutture in esame, la presenza nei pressi delle stesse di infrastrutture rumorose come ferrovie o strade a traffico intenso, la disposizione degli edifici nei confronti di tali sorgenti e la presenza di impianti tecnologici interni a servizio delle strutture sono fattori che hanno concorso a determinare il posizionamento e il numero delle postazioni di rilievo. Il punto di rilievo è stato preliminarmente pianificato e confermato successivamente sul campo a seguito di sopralluoghi appositamente predisposti effettuati durante il tempo di osservazione che precede la misura fonometrica.



Figura 2-8. Esempio di scelta delle postazioni di misura H14 e H15. In rosso il perimetro della struttura.

La figura soprariportata esemplifica il procedimento di scelta delle postazioni di misura. La struttura in questione si trova in prossimità di una strada mediamente trafficata, le cui fasce di pertinenza acustica ricadono entro il perimetro dell'Unità Territoriale in questione. Pertanto sono state effettuate due misure, ciascuna di 30 minuti, per quantificare l'apporto di rumore da traffico veicolare in facciata agli edifici che ospitano i pazienti (punto H15) e per caratterizzare l'intera pertinenza nel cortile interno, dove sono presenti anche gli impianti tecnologici a servizio della struttura (punto H14).

Lo scopo della misura fonometrica in facciata serve a valutare un ipotetico superamento del valore pari a 35 dBA nel periodo di riferimento notturno che dev'essere rispettato all'interno di ospedali, case di cura e riposo a finestre chiuse, come riportato al comma 2 dell'articolo 6 del D.P.R. 142/2004 che disciplina i valori limite per le infrastrutture stradali. La misura fonometrica effettuata nel cortile interno, ad una certa distanza dall'infrastruttura stradale in oggetto, ha invece lo scopo di valutare il rispetto del valore limite di immissione di classe I (50 dBA in periodo diurno e 40 dBA in periodo notturno) assegnato preliminarmente a tali ricettori sensibili.

In generale i rilievi sono stati effettuati sia durante il tempo di riferimento diurno (06:00 – 22:00) che durante il tempo di riferimento notturno (22:00 – 06:00) in quanto presso tutte le strutture indagate è prevista la degenza e la permanenza dei pazienti.

Una trattazione a sé stante merita l'ambito dell'Ospedale "S. Maria della Misericordia", che di fatto si configura come una vera e propria cittadella ospedaliera con aree a diversa destinazione d'uso, all'interno della quale attualmente sono presenti diversi cantieri. Attualmente infatti è in corso di realizzazione la riorganizzazione dell'intero complesso ospedaliero con la demolizione di alcuni reparti, lo spostamento di altri e l'edificazione di nuovi padiglioni. La figura riportata sotto mostra la planimetria attuale dell'ospedale e mette in evidenza il primo lotto del nuovo ospedale e le aree adibite a servizi vari come parcheggi e impianto di cogenerazione.

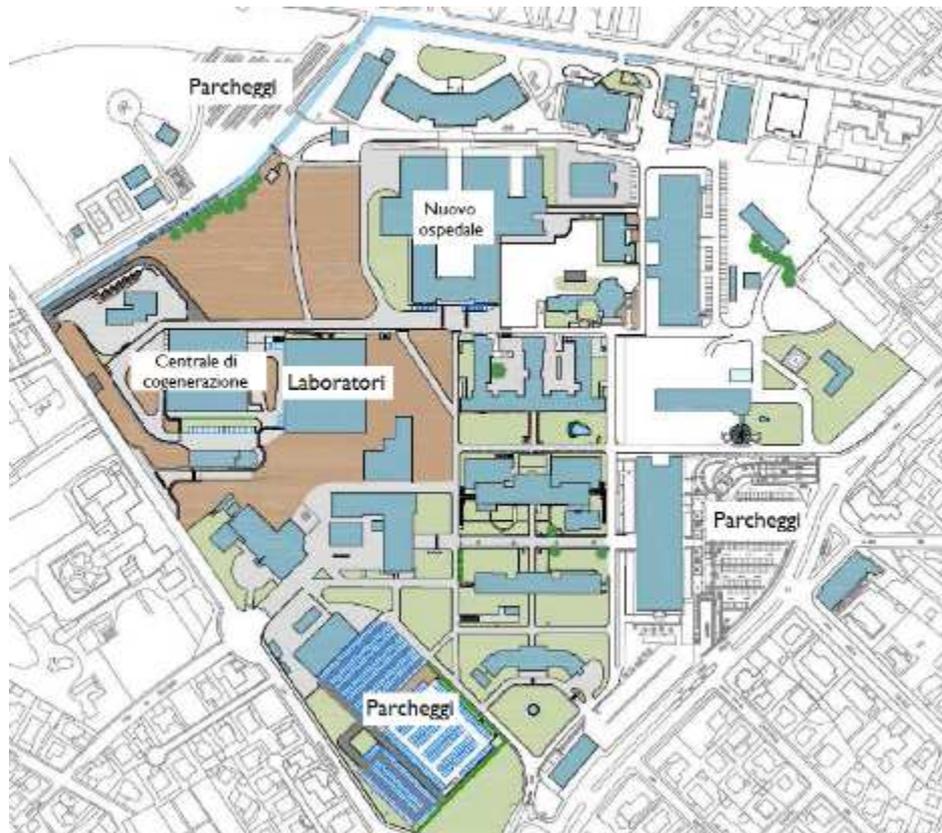


Figura 2-9. Stato di fatto Ospedale “S. Maria della Misericordia”

La notevole estensione del complesso, la presenza di impianti tecnici e infrastrutture con notevoli flussi di traffico (in particolare via Gino Pieri) ha portato alla definizione di 7 punti di misura dislocati in prossimità dei padiglioni ove è prevista degenza e nelle vicinanze della nuova centrale di cogenerazione dislocata nella parte ovest.

I risultati dei rilievi e le conseguenti valutazioni per l’attribuzione della classe acustica definitiva delle strutture sanitarie e socio assistenziali sono riportate al paragrafo 3.1.

2.2.5 Parchi urbani

La categoria di rilievi denominati con il prefisso **P** e da un numero progressivo raccolgono le misure fonometriche effettuate all’interno dei parchi urbani presenti nel territorio, entro le perimetrazioni degli Ambiti di Rilevante Interesse Ambientale nr. 15 *Torrente Cormor* e nr. 16 *Torrente Torre* che occupano vaste aree agricole ad ovest ed est della città e in alcuni parchi cittadini posizionati in zone densamente edificate.



Figura 2-10. Esempi di rilievi fonometrici eseguiti per la categoria (P) - parchi

Durante le misure la strumentazione è stata posta a distanza da infrastrutture rumorose in modo tale da rilevare il rumore immesso dalle aree urbane all'interno dei parchi, che si configurano come aree all'interno delle quali va tutelata la quiete.

I rilievi hanno riguardato esclusivamente il tempo di riferimento diurno e fungono da supporto durante il procedimento di stesura del Piano di Classificazione Acustica per stabilire la classe acustica più appropriata.

I risultati dei rilievi e le conseguenti valutazioni per l'attribuzione della classe acustica definitiva dei parchi urbani sono riportate al paragrafo 3.2.

2.2.6 Scuole e complessi scolastici

All'interno della categoria di rilievi denominati con il prefisso **S** seguito da un numero progressivo, sono state raccolte le misure effettuate presso i complessi scolastici, ovvero presso asili nido, scuole materne, scuole elementari, scuole medie e istituti superiori. Tutte le strutture di questo tipo si configurano infatti come ricettori sensibili per i quali va tutelata la quiete e devono essere garantiti livelli acustici più contenuti possibili.

Le indagini fonometriche sono state condotte allo scopo di determinare il clima acustico presente all'interno delle Unità Territoriali che ospitano tali strutture e valutare se i livelli di rumore si mantengono sufficientemente bassi da mantenere la classe acustica aggregata I e tutelare in tal modo questo tipo di ricettori, che spesso si trovano in contesti densamente urbanizzati.

Il numero di rilievi ed il loro posizionamento all'interno delle Unità Territoriali ospitanti le strutture scolastiche sono stati decisi seguendo lo schema metodologico proposto in Figura 2-12. A partire dal censimento delle strutture scolastiche fornito dall'Ufficio Tecnico sono state effettuate delle considerazioni preliminari in base alle dimensioni dei complessi scolastici (scuola elementare di frazione piuttosto che istituto comprensivo), alla presenza di fonti di rumore significativo (tipicamente infrastrutture stradali) e al posizionamento delle aule adibite a didattica nei confronti di tali sorgenti.

In base a tali valutazioni si è scelto di effettuare una o più misure in facciata alle aule esposte al traffico piuttosto che all'interno delle pertinenze e dei giardini scolastici, come esemplificato nella figura seguente.



Figura 2-11. Esempio di localizzazione dei rilievi fonometrici per una scuola esposta a notevole traffico stradale

Successivamente è stato predisposto un cronoprogramma dei rilievi con indicazione, per ogni struttura scolastica, dell’orario di inizio misura. In questo modo è stato possibile effettuare rilievi che escludessero il contributo acustico derivante ad esempio dalle voci degli studenti durante l’intervallo e dalle fasi di ingresso ed uscita dalle aule. Il cronoprogramma è stato condiviso con l’Ufficio Tecnico, che ha provveduto a comunicarlo ai Dirigenti Scolastici, i quali hanno proposto eventuali orari alternativi o hanno fornito indicazioni utili a migliorare la campagna di rilievi.

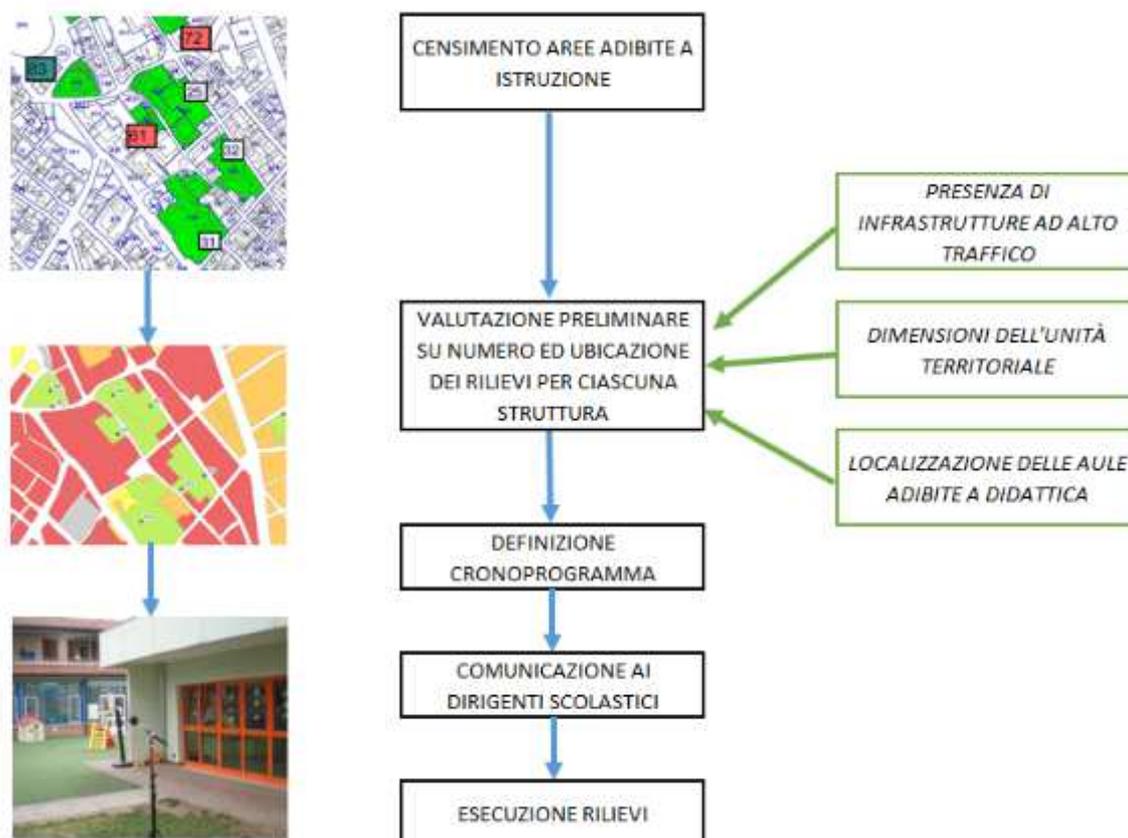


Figura 2-12. Schema metodologico di pianificazione dei rilievi fonometrici eseguiti presso le strutture scolastiche

I rilievi sono stati effettuati durante il tempo di riferimento diurno ed in particolare durante l'orario di svolgimento delle lezioni, in modo da cogliere l'effettivo rumore immesso presso i ricettori nelle reali condizioni ambientali.

In modo analogo a quanto detto per le strutture sanitarie (categoria H), le misure in facciata sono utili a valutare un ipotetico superamento del valore pari a 45 dBA diurno che dev'essere rispettato all'interno dei locali scolastici, come riportato al comma 2 dell'articolo 6 del D.P.R. 142/2004 che disciplina i valori limite per le infrastrutture stradali. Le misure effettuate nel cortile interno, ad una certa distanza dall'infrastruttura stradale influente, hanno lo scopo invece di valutare il rispetto del valore limite di immissione di classe I (50 dBA in periodo diurno e 40 dBA in periodo notturno) assegnato preliminarmente ai complessi scolastici.

I risultati dei rilievi e le conseguenti valutazioni per l'attribuzione della classe acustica definitiva dei parchi urbani sono riportate al paragrafo 3.3.

2.2.7 Zone industriali ed artigianali

Le zone urbanistiche classificate dagli strumenti di pianificazione come "D" artigianali/industriali, per intrinseca vocazione, rivestono da un punto di vista dell'impatto acustico un ruolo di primo piano nelle problematiche di carattere ambientale che possono insorgere in aree contigue di tipo residenziale preesistenti. Per questo motivo, per tutte le zone di tipo "D" presenti nel territorio comunale sono stati predisposti rilievi fonometrici atti a misurare l'emissione di rumore derivante dalle attività che si svolgono all'interno di tali aree.

Tali rilievi rientrano nella categoria denominata **Z** seguita da un numero progressivo e riguardano tutte le zone produttive "forti" e "sparse", incluse le zone di tipo misto presenti all'interno della Z.A.U.



Figura 2-13. Alcuni esempi di misure effettuate presso le zone industriali

I rilievi sono stati effettuati durante il tempo di riferimento diurno negli orari di attività delle aziende posizionando lo strumento a confine delle aree industriali nel punto di maggiore emissioni sonora. Nelle zone industriali con estensione maggiore sono stati effettuati più rilievi a confine in modo da coprire il perimetro dell'area stessa. Per le zone industriali di tipo "forte" è stato accertato il rispetto dei limiti acustici di classe V assegnato in zonizzazione parametrica, mentre per le zone industriali di tipo "sparso" è stato accertato il rispetto dei limiti di classe IV.

I risultati dei rilievi e le conseguenti valutazioni per l'attribuzione della classe acustica definitiva delle zone industriali forti e sparse sono riportate al paragrafo 3.43.3.

2.2.8 Misure di lungo periodo

I rilievi inclusi nella categoria denominata **LP** seguiti da un numero progressivo raccolgono le misure fonometriche cosiddette di lungo periodo, per le quali il tempo di misura è pari a 24 ore. I rilievi di questo tipo sono stati necessari per la caratterizzazione delle numerose infrastrutture stradali e ferroviarie presenti nel territorio comunale.

Il posizionamento dei punti di misura è stato concordato con l'Ufficio Tecnico in funzione della distribuzione dei flussi di traffico stradale di collegamento alla città di Udine e in relazione a segnalazioni da parte dei residenti di problematicità puntuali. Analogamente si è proceduto per le misure presso le linee ferroviarie, le cui emissioni acustiche interessano vaste parti di territorio. Infine, una misura è stata specificatamente eseguita per monitorare le emissioni acustiche di un'attività operante all'interno di uno scalo ferroviario inserito in un contesto residenziale.

Per le misure di lungo periodo il microfono è stato posto ad un'altezza di variabile tra 2 e 4 m e ad 1 m dalla facciata degli edifici esposti al rumore. Sono state utilizzate batterie supplementari per l'alimentazione degli strumenti, che sono stati posti all'interno di custodia di protezione dagli agenti atmosferici. Il microfono è stato equipaggiato con cuffia antivento e collegato mediante cavo microfonico di prolunga al fonometro.



Figura 2-14. Esempi di postazioni di misura di lungo periodo

Poiché le misure non erano presidiate dal tecnico, nella fase di post elaborazione si è provveduto, con l'ausilio della registrazione audio e dell'analisi in frequenza, al riconoscimento e all'eventuale eliminazione di eventi sonori anomali. Per ogni misura vengono presentati i livelli diurni e notturni.

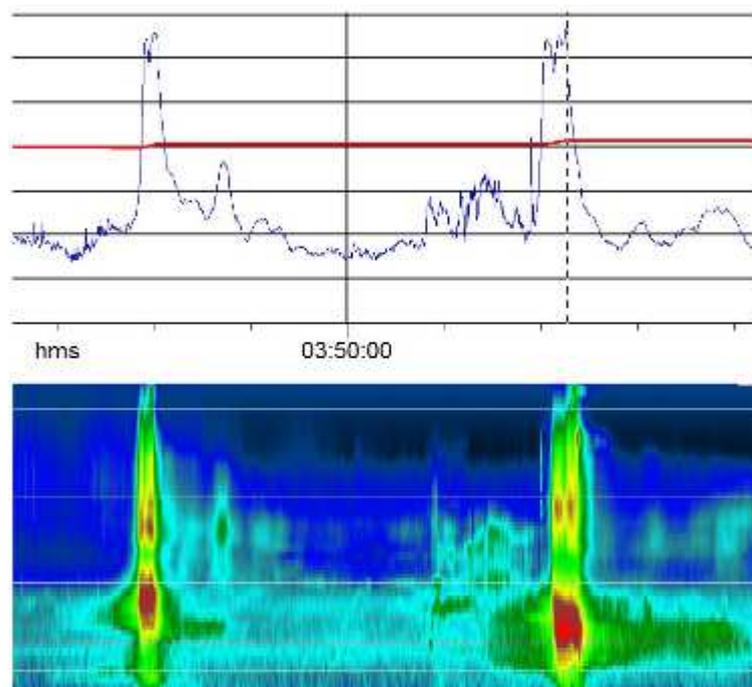


Figura 2-15. Time history (sopra) e spettrogramma (sotto) relativo al transito di due treni merci

Per i rilievi di caratterizzazione del rumore ferroviario è stata applicata in fase di post elaborazione la metodologia riportata al punto 1 dell'Allegato C al D.M. 16/03/98, che prevede l'analisi dei singoli transiti dei convogli ferroviari, che sono stati identificati con l'analisi temporale dello spettro, come esemplificato in Figura 2-15.

2.3 CONDIZIONI METEO DURANTE LA CAMPAGNA DI MISURE

Vengono riportate le condizioni meteo presenti nei giorni di misura in accordo con le specifiche richieste dal D.M. 16/03/98.

Nella tabella seguente sono indicati i principali dati meteorologici caratterizzanti i giorni di rilievo. La stazione meteorologica di riferimento è quella di Udine Sant'Osvaldo, facente parte della rete regionale dell'Osservatorio Meteorologico Regionale del Friuli Venezia-Giulia.

Tabella 2-3. Condizioni meteorologiche nelle giornate di rilievo fonometrico

Giorno	Pioggia (mm)	Temperatura media (°C)	Umidità media (%)	Vento medio (m/s)	Vento max (m/s)	Radiazione globale KJ/m ²
07-apr	0.0	16.7	68	1,4	5,3	20951
08-apr	1.3	15.9	73	1,7	5,8	16125
09-apr	0.0	15.0	67	2,2	9,4	21223
10-apr	0.0	12.7	76	1,4	5,8	16217
11-apr	0.0	13.2	69	1,7	6,1	11323
14-apr	0.0	13.4	83	1,7	7,2	11664
15-apr	0.0	13.5	36	4,2	11,7	25200
16-apr	0.0	12.4	28	3,3	13,9	23415

Giorno	Pioggia (mm)	Temperatura media (°C)	Umidità media (%)	Vento medio (m/s)	Vento max (m/s)	Radiazione globale KJ/m ²
17-apr	0.0	12.4	39	2,5	7,8	23685
18-apr	1.1	13.6	56	1,7	8,9	20158
19-mag	0.0	17.0	78	1,4	5,8	21760
20-mag	0.1	17.6	78	1,7	5,8	19065
21-mag	0.0	19.4	74	1,4	5,8	21665
22-mag	0.0	20.5	65	1,7	6,4	24315
02-lug	6.2	20.5	70	1,9	12,5	21895
03-lug	0.1	21.3	65	1,7	5,8	29991
08-lug	30.8	19.8	93	2,5	10,0	13299
16-lug	0.1	25.6	66	1,7	8,3	27134
17-lug	0.0	25.8	62	2,5	8,6	25743
20-nov	0.0	8.2	89	1,0	3,0	6725

2.4 DESCRIZIONE DELLE SCHEDE DI RILIEVO

Ciascun rilievo di rumore eseguito con la strumentazione fonometrica descritta nei paragrafi precedenti è stato oggetto di post elaborazione mediante software di analisi specifico. Il dato di rumore grezzo infatti non sempre è indicativo del clima acustico presente in una determinata area. La time history del rilievo, ovvero l'andamento del livello equivalente di pressione sonora durante il tempo di misura, va analizzata con attenzione sulla base di osservazioni oggettive annotate dal tecnico e da valutazioni effettuate in base all'esperienza, che portano ad esempio all'eliminazione di eventi sonori considerati anomali e alteranti il risultato complessivo.

Vista la presenza costante della sorgente sonora traffico veicolare in molte misure, è stato necessario procedere inoltre allo scorporo di tale componente in modo da pervenire a un livello equivalente privo di tale fonte di rumore.

L'analisi delle misure può essere effettuata indagando anche lo spettro in frequenza, soprattutto per l'individuazione di componenti tonali penalizzanti o per il riconoscimento di eventi sonori non identificati durante le misure non presidiate di lungo periodo.

Per ciascun rilievo dunque è stata predisposta una scheda di dettaglio che riporta le informazioni principali utili alla descrizione della stessa e i livelli equivalenti corretti, che sono stati utilizzati per un confronto indicativo con i valori limite di legge.

A tal proposito, si ricorda che i valori limite di immissione, ovvero i valori limite di riferimento nell'ambito del Piano di Classificazione Acustica, sono valutati nei tempi di riferimento T_R diurno e notturno, che si estendono rispettivamente per 16 e 8 ore, rispettivamente dalle 06:00 alle 22:00 e dalle 22:00 alle 06:00. I rilievi di breve periodo dunque, che hanno durata pari a 30 minuti, sono utili alla caratterizzazione del clima acustico ma non si prefiggono lo scopo di fornire un valore rigoroso da confrontare con i valori limite di immissione.

Nelle pagine seguenti sono riportati due esempi di schede di rilievo, relative a misure di breve periodo e di lungo periodo, con una descrizione sommaria dei vari campi che le compongono e con una spiegazione della metodologia utilizzata in post elaborazione per la determinazione dei livelli equivalenti al fine di una corretta interpretazione degli stessi in relazione agli indici statistici come il livello percentile L_{90} .

L'elenco completo delle schede di rilievo è riportato a parte nell'elaborato "Quaderno dei rilievi fonometrici" che costituisce parte integrante del P.C.C.A.

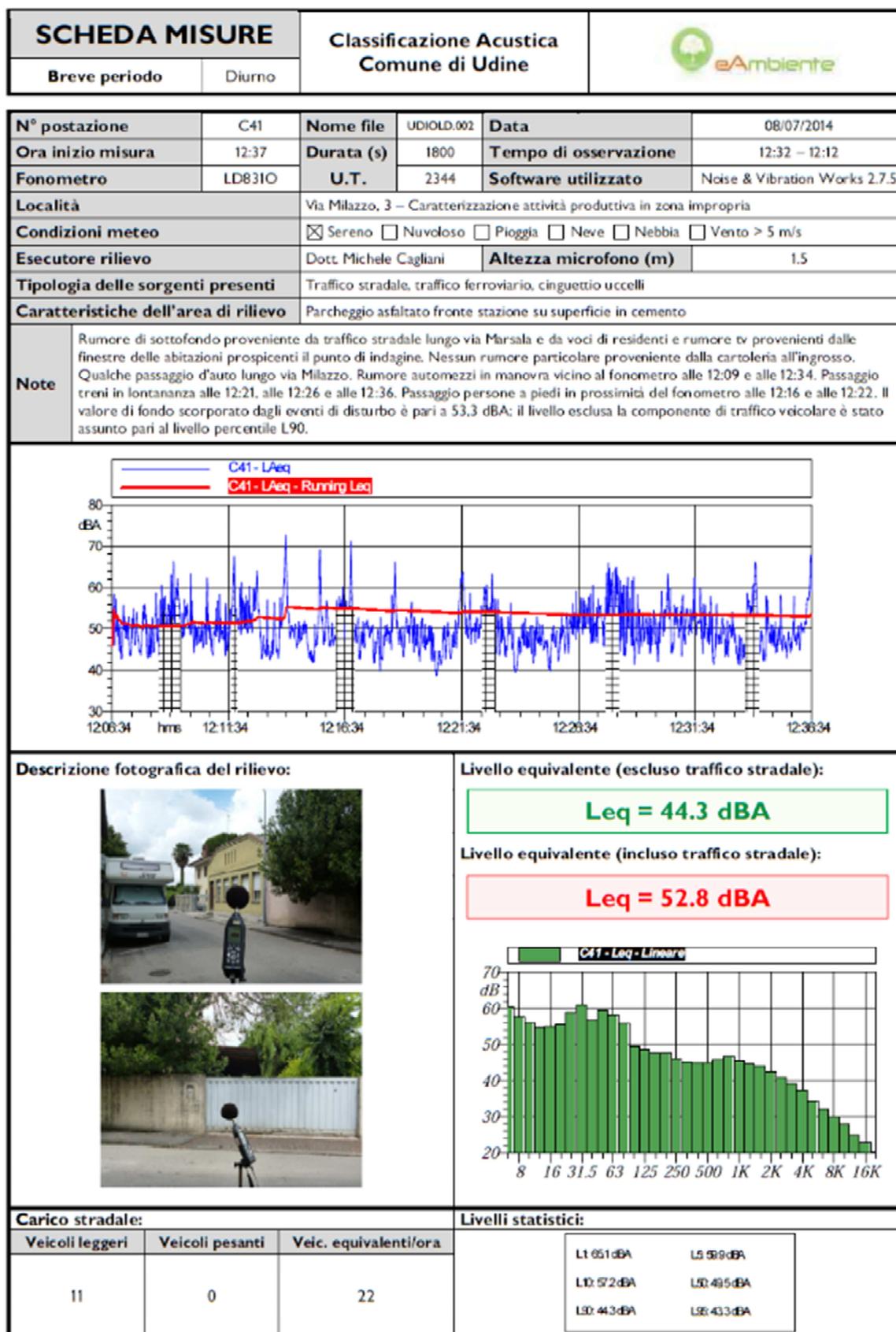


Figura 2-16. Esempio di scheda di misura di breve periodo

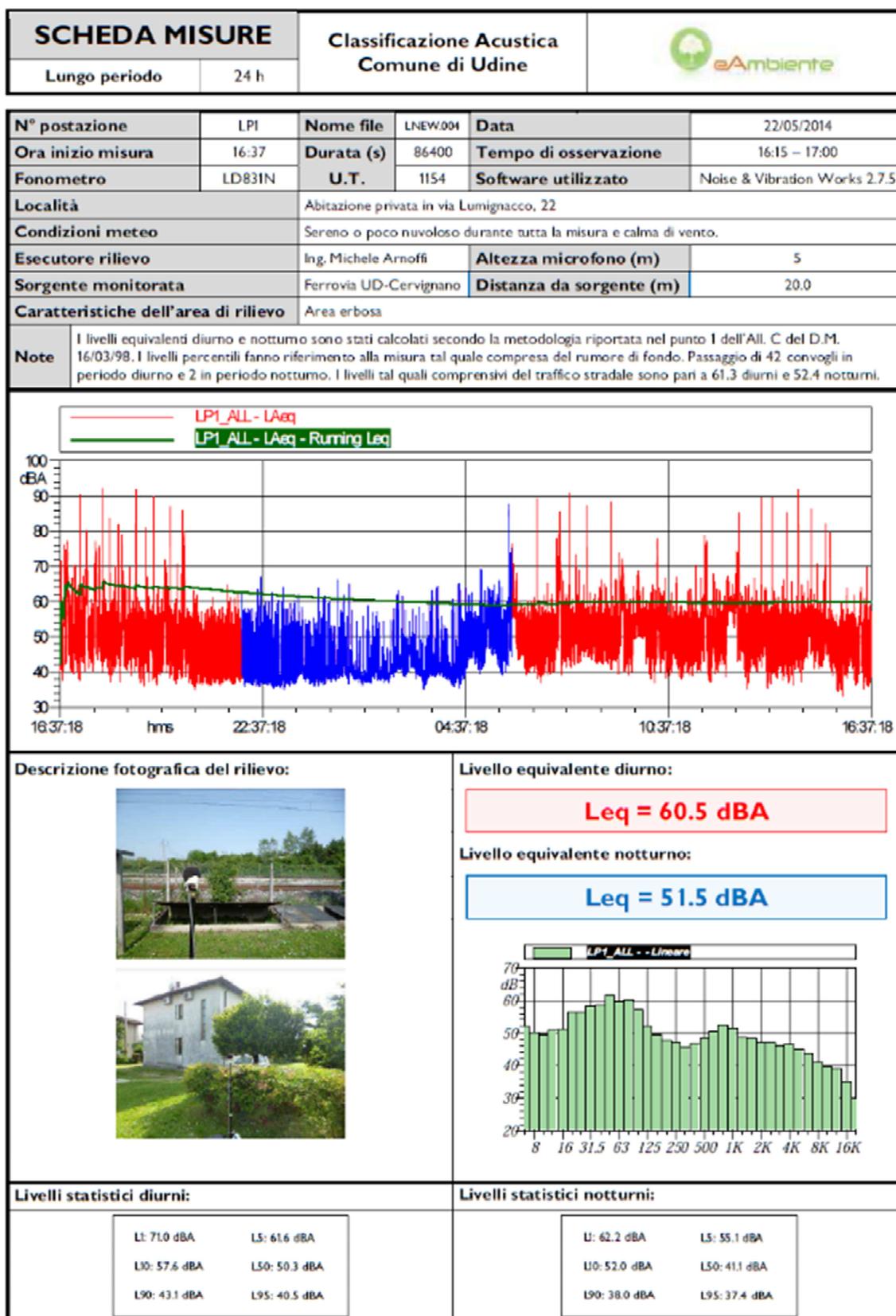


Figura 2-17. Esempio di scheda di misura di lungo periodo

2.4.1 N° postazione

Il numero di postazione identifica mediante una lettera e un numero progressivo la categoria di misura a cui appartiene il rilievo fonometrico ovvero lo scopo per il quale è stato effettuato, come riportato nella precedente Tabella 2-1. I rilievi sono raccolti in un database geografico che ne permette quindi la rappresentazione su mappe tematiche.

2.4.2 Nome file, data, ora inizio misura e durata

Il nome file rappresenta la numerazione progressiva con cui la strumentazione di misura restituisce il file di misura ed è riportata solamente per completezza. Per ciascuna scheda viene riportata la data in cui viene effettuata la misura, l'ora di inizio e la durata della stessa espressa in secondi, ovvero il tempo di misura T_M .

2.4.3 Tempo di osservazione

La normativa vigente ed in particolare il D.P.C.M. 16/03/98 individua tre diversi intervalli di tempo, ovvero il tempo di riferimento T_R (diurno o notturno), il tempo di osservazione T_O e il tempo di misura T_M . Il tempo di osservazione è una frazione del tempo di riferimento all'interno della quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare. Vale la regola dunque che $T_R > T_O > T_M$. Normalmente per misure spot di breve periodo il tempo di osservazione si estende per circa 5 minuti prima e dopo il periodo di misura.

2.4.4 Fonometro

Le sigle riportate in questo campo indicano il modello di fonometro utilizzato per la misura. Sono stati utilizzati nr.1 fonometro Larson Davis modello 824 e nr.2 fonometri Larson Davis modello 831. Trattasi di fonometri integratori in classe I che permettono la misura del livello equivalente con costanti di tempo Fast, Slow, Impulse, Picco in contemporanea con ponderazione A, C, Z in parallelo e l'analisi in frequenza real time in banda di terzi d'ottava e il calcolo dei livelli percentili.



Figura 2-18. Da sx: fonometro LD824, fonometro LD831, calibratore CAL200

I fonometri sono stati calibrati ad ogni ciclo di misura mediante calibratore CAL200 con un segnale a 1000 Hz e pressione sonora pari a 94 dBA come prescritto dalla normativa.

2.4.5 U.T. (Unità Territoriale)

Con riferimento al database geografico dei rilievi fonometrici viene riportato il numero dell'Unità Territoriale all'interno della quale è stata effettuata la misura.

2.4.6 Software utilizzato

Noise and Vibrations Works è il software di supporto e interfaccia con la strumentazione utilizzata per i rilievi per la gestione dati, il post-processing e la restituzione dei rapporti di misura. Il software permette la creazione di sonogrammi, grafici con time history, analisi in frequenza, rilevazione componenti tonali e impulsive, rilevamento eventi anomali con registrazione audio, mascheramento eventi anomali.

2.4.7 Località e condizioni meteo

Vengono riportati l'indirizzo approssimativo del punto dove è stata effettuata la misura e le condizioni meteo presenti nel giorno di rilievo in accordo con le specifiche richieste dal D.M. 16/03/98.

2.4.8 Esecutore rilievo

Viene riportato l'esecutore del rilievo fonometrico. I rilievi sono stati effettuati dall'Ing. Michele Arnoffi, Tecnico Competente in Acustica n.841 Regione del Veneto, coadiuvato dal dott. Michele Cagliani, dal dott. Tommaso Magro, dall'ing. Mauro Gallo e dall'ing. Mauro Zane, tutti dipendenti della ditta eAmbiente S.r.l.

2.4.9 Altezza microfono

Il posizionamento del microfono è conforme a quanto stabilito dal D.M. 16/03/98. Esso dev'essere orientato verso la sorgente di rumore ove essa sia identificabile. L'altezza convenzionale per i rilievi di breve periodo è pari a 1,5 m, mentre per i rilievi di lungo periodo è solitamente pari a 4 m variabile in funzione della tipologia di ricettore indagato. Nel caso di edifici con facciata a filo della sede stradale, il microfono è stato collocato a 1 m dalla facciata stessa.

2.4.10 Tipologia delle sorgenti presenti e caratteristiche dell'area di rilievo

In questo campo sono riportate le principali sorgenti sonore presenti al momento della misura, (traffico stradale, traffico ferroviario, attività industriali, voci, canto di uccelli) e le caratteristiche fisiche e geometriche dell'area di rilievo come il tipo di superficie o l'eventuale presenza di alberature.

2.4.11 Note

In questo campo sono contenute le informazioni che il tecnico esecutore ha annotato durante la misura, ovvero la descrizione dell'osservazione aurale (cosa viene percepito dall'orecchio come rumore di fondo e come rumore predominante) e la descrizione di eventi anomali da mascherare in fase di post elaborazione con indicazione di durata e istante di accadimento. Possono essere riportate inoltre alcune considerazioni relative alla rappresentatività dei livelli percentili e per i lunghi periodi sono inserite informazioni circa il numero di transiti ferroviari e il contributo delle singole infrastrutture (nel caso di compresenza tra strade e ferrovie).

2.4.12 Time history

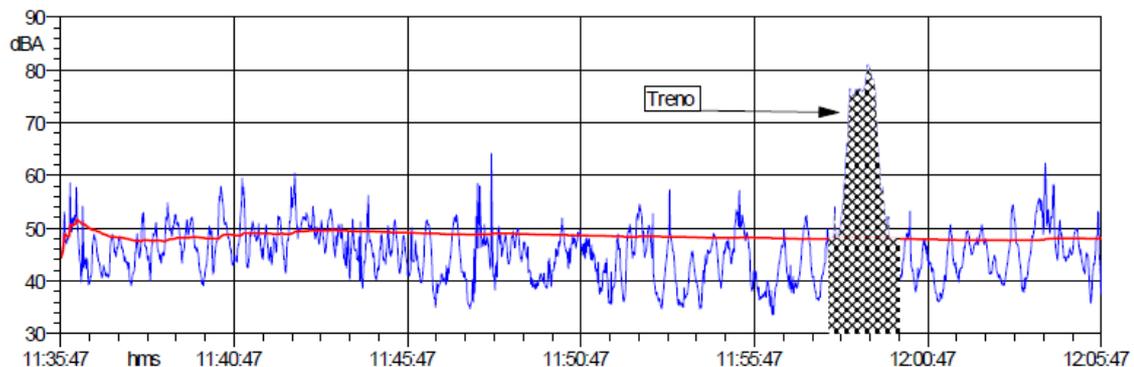
In questo riquadro viene riportato il tracciato temporale della misura, che nel gergo tecnico prende il nome di time history. Tale grafico rappresenta il livello di pressione sonora ponderato A in funzione del tempo di misura ed è quindi la rappresentazione più immediata e facilmente interpretabile del clima acustico in oggetto.

Nei rilievi di breve periodo, in ordinata sono distinguibili due linee colorate che rappresentano rispettivamente:

- *Linea blu:* livello equivalente ponderato A di ogni singolo campione, di durata pari a 1 secondo. La lettura di questa curva fornisce indicazioni sui singoli eventi che compongono la misura. La sua variabilità segue il fenomeno sonoro;
- *Linea rossa:* “running Leq” ovvero livello equivalente progressivo. La lettura di questa curva, il cui valore si stabilizza con il passare del tempo, tiene conto della media dei singoli campioni nell'intero tempo di misura T_M . L'ultimo valore è il Leq totale dell'intera curva.

Sono inoltre evidenziati con un tratteggio gli eventi anomali che non vogliono essere inclusi nel computo della misura. Nel tracciato riportato sotto, che fa riferimento a una misura di caratterizzazione di breve periodo, è stato mascherato il passaggio di un treno, il cui contributo acustico preso singolarmente non va considerato nella determinazione del livello equivalente. Altri eventi che spesso vengono mascherati possono essere l'abbaiare di cani, il canto di uccelli, veicoli in sosta nei pressi della postazione di misura, campane, voci di passanti.

In funzione dei flussi di traffico e della distanza dello strumento dalla strada, possono essere mascherati, ove realizzabile, anche i singoli passaggi di auto. In ogni caso viene poi fornito un valore comprensivo del traffico veicolare, salvo casi particolari dove il rumore del traffico risulta diffuso e dunque non separabile, (ciò verrà spiegato dettagliatamente nel proseguo della relazione).



Nei rilievi di lungo periodo vengono visualizzate le stesse informazioni, ma il livello equivalente dei singoli campioni è riportato in rosso nel periodo diurno e in blu nel periodo notturno, mentre il livello progressivo è riportato in verde.

2.4.13 Livelli equivalenti

In questo campo sono riportati i livelli equivalenti riferiti al tempo di misura, depurati del contributo acustico degli eventi sonori anomali mascherati come descritto al punto precedente.

Per i rilievi di breve periodo in base al posizionamento del punto di rilievo rispetto ad infrastrutture stradali, possono essere presenti uno o due valori di livello equivalente. Se il punto di misura si trova a una distanza da una strada tale da permettere lo scorporo della componente di rumore associabile al traffico veicolare saranno presenti due valori, uno comprensivo del traffico e uno escluso il traffico.

Lo scorporo della componente di traffico, ovvero l'eliminazione nel computo finale del rumore derivante dal transito degli autoveicoli, può avvenire nei seguenti modi:

- Mascheratura dei singoli eventi: nel caso di flussi di traffico medio bassi, seguendo le annotazioni del tecnico che durante la misura ha conteggiato i veicoli leggeri e pesanti transitati nei pressi del punto di misura, è possibile eliminare dalla time history gli intervalli di misura durante i quali transitano i veicoli;
- Utilizzo del livello percentile L90: nel caso di flussi di traffico medio alti si utilizza il livello che viene superato per il 90% del tempo di misura, che viene considerato rappresentativo del rumore presente escludendo il traffico.

Per le misure di lungo periodo invece vengono forniti sempre due livelli equivalenti, che corrispondono ai livelli equivalenti diurni e notturni prodotti dall'infrastruttura oggetto di monitoraggio, che può essere un'arteria stradale piuttosto che una linea ferroviaria. Si precisa che per le ferrovie il livello indicato segue la metodologia riportata in Allegato C del D.M. 16/03/98 e pertanto non corrisponde al livello misurato "tal quale", che comunque è riportato nelle note.

2.4.14 Spettro in bande d'ottava

Viene riportato lo spettro in bande d'ottava rappresentato come istogramma e relativo all'intero tempo di misura. Lo spettro non è ponderato A ma viene rappresentato in lineare per facilitare l'individuazione di eventuali componenti tonali.

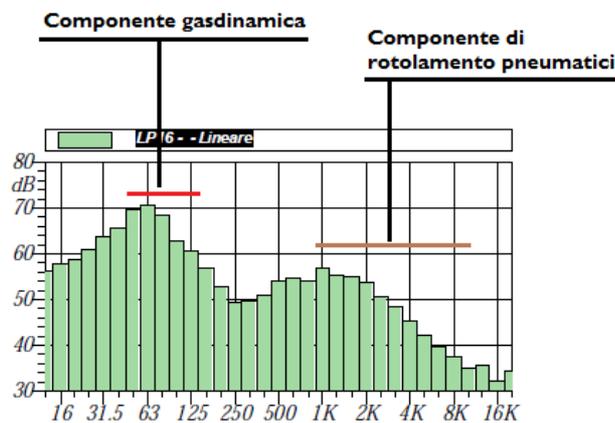


Figura 2-19. Esempio di spettro per misura di lungo periodo di traffico stradale

Nello spettro sopra illustrato relativo a una misura di rumore da traffico stradale sono evidenti le due maggiori componenti di rumore generate dal transito dei veicoli, ovvero la componente gasdinamica a bassa frequenza, che dipende dal regime del motore, e la componente di rotolamento dei pneumatici, che si manifesta a frequenze maggiori e dipende dal tipo di asfalto.

2.4.15 Carico stradale

Per i rilievi di breve periodo, qualora le condizioni di traffico lo consentivano sono stati conteggiati tutti i veicoli leggeri e i veicoli pesanti transitanti nei pressi del punto di misura. È proposto poi un valore di traffico per la strada di riferimento espresso in veicoli equivalenti/ora, tenuto conto che 1 veicolo pesante equivale a 3 veicoli leggeri.

2.4.16 Livelli percentili

In questo riquadro sono inseriti i livelli percentili per la cui definizione si rimanda al 1.1.7. È stato spesso utilizzato il livello percentile L_{90} in quanto ritenuto rappresentativo del rumore presente in assenza di traffico veicolare nei casi in cui i transiti degli autoveicoli non risultassero facilmente separabili.

3. ANALISI DEL CLIMA ACUSTICO

La campagna di rilievi effettuata a supporto della redazione del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Udine è iniziata nel mese di aprile 2014, durante il quale sono stati effettuati la maggior parte dei rilievi di breve periodo e che hanno interessato ricettori e sorgenti sonore già individuate e pianificate preliminarmente sulle base delle evidenze della prima fase di zonizzazione parametrica.

	Aprile				Maggio				Giugno				Luglio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Aziende agricole																
Caratterizzazione																
Strutture sanitarie e socio assistenziali																
Parchi																
Scuole e complessi scolastici																
Zone industriali																
Lungo periodo																

Figura 3-1. Cronoprogramma della campagna di rilievi fonometrici

Successivamente, nei mesi di maggio e luglio e compatibilmente con le condizioni meteorologiche sono stati concordati ed eseguiti i rilievi di lungo periodo per la caratterizzazione delle infrastrutture stradali e ferroviarie. Nel mese di luglio sono stati effettuati ulteriori rilievi di caratterizzazione di breve periodo per approfondire il reale clima acustico presente in determinate aree o presso alcune attività produttive in zona impropria, in accordo con l’Ufficio Tecnico.

In totale sono stati eseguiti, alla data di redazione del presente elaborato, **269** rilievi fonometrici di breve periodo, di cui 17 eseguiti in periodo notturno, e **22** rilievi di lungo periodo, per un totale di **291** misure.

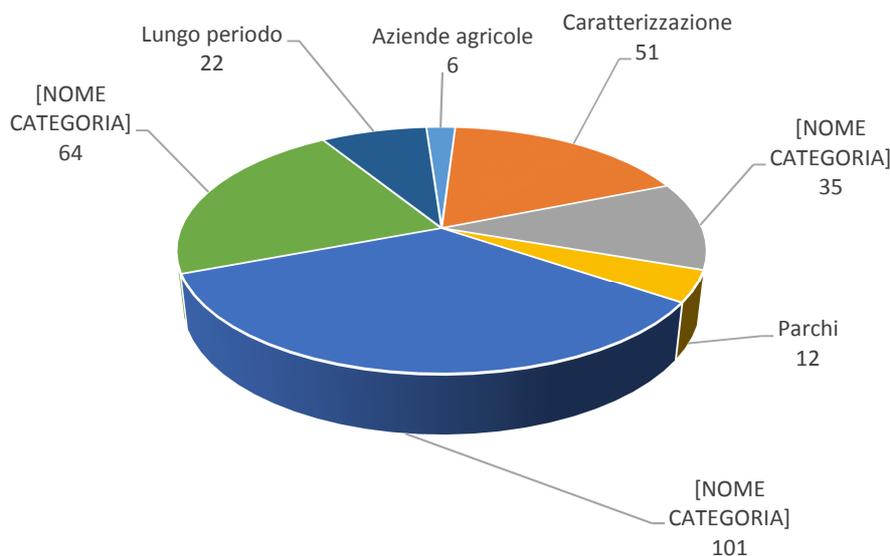


Figura 3-2. Ripartizione e numero di rilievi per categoria

Il grafico seguente invece sintetizza la ripartizione nelle diverse classi acustiche dei livelli misurati nei soli rilievi di breve periodo. I valori sono depurati della componente di traffico veicolare che è oggetto di misura specifica nei rilievi di lungo periodo.

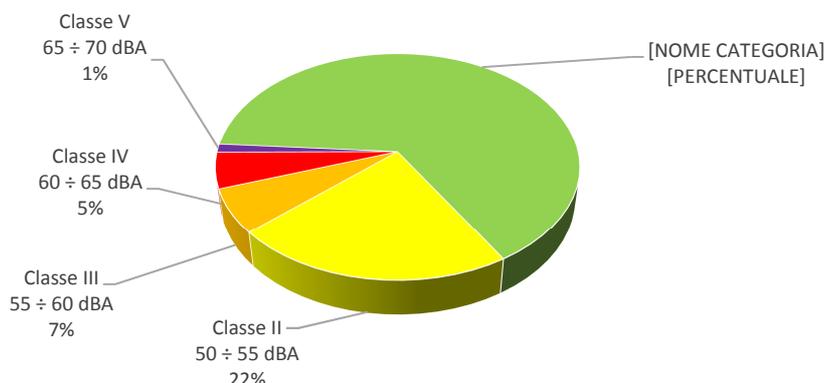


Figura 3-3. Ripartizione in classi acustiche dei rilievi di breve periodo eseguiti

Appare evidente come la maggior parte dei rilievi riguardi aree con un buon clima acustico e livelli compresi tra la classe I e la classe II, mentre solo il 6% delle misure ha rivelato livelli di rumore superiori alla classe III. Nel grafico sopra riportato la suddivisione in classi è funzionale solamente all'inquadrare i risultati dei rilievi e quindi i diversi livelli acustici all'interno dei relativi limiti di classe. Non è detto infatti che una specifica U.T. il cui rilievo evidenzia livelli di classe I venga poi zonizzata effettivamente in classe I.

Nel proseguo della relazione verranno analizzati i risultati dei rilievi fonometrici effettuati, i quali sono stati oggetto di post elaborazione in modo da pervenire a dei valori di livello equivalente che possano essere comparati, almeno in via preliminare, con i limiti della zonizzazione acustica. Ricordiamo ancora una volta come tutte le comparazioni che saranno effettuate saranno di supporto alla redazione del Piano di Classificazione Acustica e si prefiggono lo scopo di fornire uno strumento decisionale per l'assegnazione alle U.T. oggetto di misura della classe acustica aggregata o definitiva.

L'analisi verrà condotta specificatamente per le categorie di misura strutture sanitarie (H), parchi (P), scuole e complessi scolastici (S), zone industriali (Z), rilievi di lungo periodo (LP). Per ciascun gruppo saranno riassunti ed aggregati, sotto forma di grafici e mappe tematiche, i risultati delle misure, in modo da facilitare la comprensione della situazione acustica globale relativa a ciascuna categoria. Saranno analizzati anche i rilievi di caratterizzazione della categoria (C), che non sono legati a particolari tipologie di sorgenti o ricettori ma mirano a indagare il clima acustico di alcune zone del territorio in generale.

L'analisi dei valori rilevati nello specifico contesto territoriale ha permesso di individuare alcune situazioni di criticità, che saranno oggetto di trattazione nel proseguo del presente elaborato.

3.1 STRUTTURE SANITARIE E SOCIO ASSISTENZIALI

I rilievi sono stati effettuati presso sette strutture sanitarie con diversa estensione, tra le quali l'ospedale principale a servizio della Città di Udine e altre strutture minori tra cui case di cura e case di riposo. La tabella seguente riporta i risultati dei rilievi fonometrici eseguiti. Per la localizzazione degli stessi si faccia riferimento alla Tavola 04.

Tabella 3-1. Risultati dei rilievi effettuati presso le strutture sanitarie e socio assistenziali

Nome misura	Leq diurno (dBA)		Leq notturno (dBA)		Descrizione	U.T.
	senza traffico	con traffico	senza traffico	con traffico		
H1	--	61,3	--	51,4	OSPEDALE FACCIATA PADIGLIONE 1	532
H2	50,9	--	39,4	44,9	OSPEDALE FRONTE PADIGLIONE 8	532
H3	48,0	55,9	49,1	--	OSPEDALE FRONTE PADIGLIONE 7	532
H4	40,4	55,3	36,1	45,4	CASA DI RIPOSO SANT'ANNA	599
H5	53,8	64,6	43,9	63,9	CASA DI CURA CITTA' DI UDINE (FACCIATA)	2566
H6	50,9	--	N.D.	N.D.	CASA DI CURA CITTA' DI UDINE (RETRO)	2566
H7	42,1	--	40,2	--	OSPEDALE GERVASUTTA	531
H8	37,6	--	36,4	--	CENTRO DISABILITA' GRAVI	533
H9	--	61,1	--	58,2	CASA DI RIPOSO "LA QUIETE" FACCIATA	378
H10	47,8	--	46,2	--	CASA DI RIPOSO "LA QUIETE" CORTILE INTERNO	378
H11	47,6	--	44,3	--	CASA DI RIPOSO "LA QUIETE" BLOCCO CENTRALE	378
H12	51,3	--	49,6	--	OSPEDALE LATO PARCHEGGI VIA CHIUSAFORTE	3005
H13	45,6	--	42,6	--	OSPEDALE LATO CENTRALE COGENERAZIONE	3005
H14	47,6	--	40,2	--	CASA DI RIPOSO CARIS LATO NORD	505
H15	46,9	57,1	41,9	50,4	CASA DI RIPOSO CARIS LATO SUD	505
H16	51,5	--	47,3	--	OSPEDALE FRONTE PADIGLIONI 3 E 4	532
H17	52,2	--	50,4	--	OSPEDALE FRONTE PADIGLIONE 5 E CHIESA	532
H18	49,6	52,4	42,8	49,1	CASA DI RIPOSO SANT'ANNA LATO VIA PALMANOVA	510

Il grafico sottostante evidenzia la ripartizione dei livelli sonori, esclusa la componente di traffico veicolare, misurati in periodo diurno nelle strutture sanitarie analizzate. Si fa presente che il limite di riferimento per la classe acustica I è pari a 50 dBA. Il 60% dei rilievi effettuati mostra valori che rientrano in tale limite.

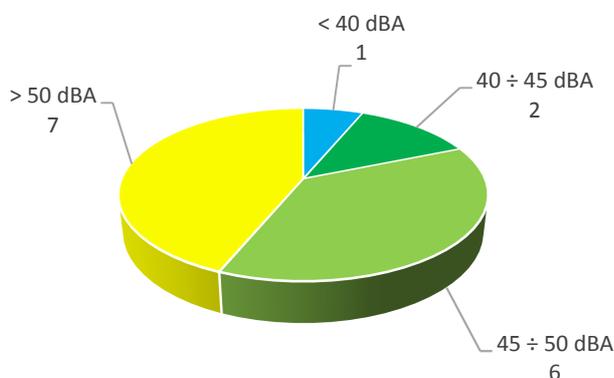


Figura 3-4. Ripartizione dei livelli misurati in periodo diurno nelle strutture sanitarie

Il grafico sottostante mostra invece la ripartizione dei livelli sonori, esclusa la componente di traffico veicolare, misurati in periodo notturno nelle strutture sanitarie indagate. Il limite di riferimento per la classe acustica I è pari a 40 dBA. Solamente il 20% dei rilievi effettuati evidenzia valori inferiori a tale limite.

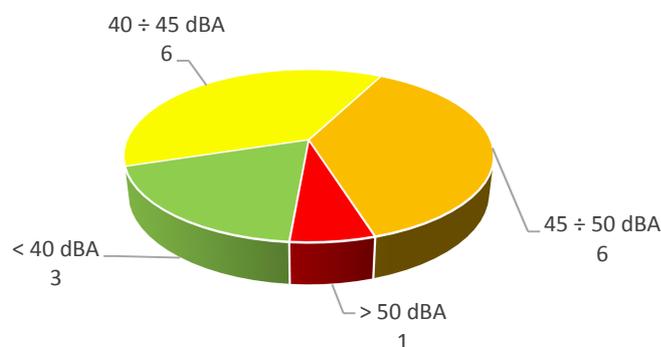


Figura 3-5. Ripartizione dei livelli misurati in periodo notturno nelle strutture sanitarie

3.1.1 Ospedale Santa Maria della Misericordia

Sono stati eseguiti rilievi presso 7 punti di misura sia in periodo diurno che in periodo notturno, secondo la disposizione rappresentata nella figura che segue. Il posizionamento dei punti di rilievo tiene conto della destinazione d'uso dei singoli edifici costituenti il complesso ospedaliero, all'interno del quale sono presenti padiglioni adibiti a degenza che necessitano di tutela acustica e altri edifici di servizio adibiti a laboratori o uffici che rivestono un'importanza minore in questa fase di monitoraggio del rumore.



Figura 3-6. Perimetro del complesso ospedaliero "S. Maria della Misericordia" e rilievi effettuati

I rilievi H1 e H2, eseguiti rispettivamente di fronte ai padiglioni 1 e 8, hanno messo in evidenza l'influenza sia di giorno che di notte del traffico veicolare di via Gino Pieri e in misura minore di via Colugna. I rilievi H16, H17 e H3 hanno invece riguardato la parte interna del complesso, che non è

soggetta alle emissioni sonore derivanti dal traffico veicolare esterno, ad eccezione ovviamente dei passaggi di auto legati alla viabilità interna all'ospedale stesso che consente al pubblico e ai dipendenti di transitare nei vari settori. Il rilievo H12 è stato eseguito per monitorare il rumore proveniente dalle aree di parcheggio a servizio dell'ospedale, mentre il rilievo H13 per verificare le emissioni sonore provenienti dalla centrale di cogenerazione entrata in esercizio recentemente, che ha evidenziato un contributo acustico complessivamente poco significativo.

È stata messa in evidenza con diversi rilievi la presenza di alcuni impianti tecnici a servizio dei padiglioni le cui emissioni sonore caratterizzano in modo significativo il clima acustico su vaste aree del complesso, soprattutto durante il periodo notturno. Trattasi nello specifico di griglie di aspirazione o di espulsione aria e in misura minore di ventilatori e apparecchiature per la termoregolazione degli ambienti interni.

Riassumendo, il clima acustico diurno all'interno del complesso ospedaliero, escludendo i rilievi H1 e H2 che risentono direttamente della componente di traffico veicolare esterna, varia di qualche dB attorno al valore di riferimento per la classe I pari a 50 dBA. Durante il periodo notturno invece i livelli risultano sistematicamente superiori al limite di riferimento per la classe I, ovvero 40 dBA a causa della presenza di sorgenti puntuali come griglie di aspirazione ed espulsione aria.

In base ai rilievi effettuati, coerentemente ai livelli rilevati e alle destinazioni d'uso delle aree, si è deciso in zonizzazione aggregata di porre in classe acustica II alcune aree non destinate alla degenza. Ad esempio, il rilievo H12 effettuato nelle aree di parcheggio ha evidenziato livelli compatibili con la classe II e pertanto le aree limitrofe sono state poste in classe II. I risultati di altri rilievi, effettuati all'interno delle aree di degenza (punti H16, H17 e H3), pur evidenziando livelli acustici leggermente superiori al limite di classe I, sono stati ritenuti coerenti con la zonizzazione parametrica di classe I inizialmente assegnata che pertanto è stata mantenuta in zonizzazione aggregata.

3.1.2 Ospedale “Gervasutta” e “Centro gravi e gravissimi”

Per ciascuna struttura è stato individuato un punto di misura (H7, H8) e sono stati effettuati rilievi sia in periodo diurno che in periodo notturno, secondo la disposizione rappresentata nella figura che segue.



Figura 3-7. Ubicazione dei rilievi per Ospedale “Gervasutta” (misura H7) e “Centro gravi e gravissimi (misura H8)

Il clima acustico delle strutture in oggetto non risente delle emissioni da traffico veicolare o da altre sorgenti esterne e i valori rispettano i limiti della classe I sia di giorno che di notte. Appurata la coerenza tra i rilievi effettuati e la classe acustica parametrica, si è deciso di mantenere tali U.T. in classe I anche in zonizzazione aggregata.

3.1.3 Casa di cura “Città di Udine”

I rilievi eseguiti presso tale struttura in facciata hanno messo in evidenza livelli significativamente elevati e superiori ai limiti di classe I legati all’intenso traffico veicolare di viale Venezia, che costituisce una delle principali arterie di collegamento alla città, come peraltro prevedibile vista la vicinanza dell’edificio alla sede stradale e del posizionamento del punto di rilievo H5, mostrato nella figura seguente.



Figura 3-8. Posizionamento dei rilievi effettuati presso la casa di cura “Città di Udine”

Il rilievo effettuato all’interno delle pertinenze dell’ospedale, nel lato coperto dalle emissioni da traffico veicolare, mette in evidenza valori leggermente superiori ai limiti di classe I. Per questo motivo, e in generale appurata la forte influenza del rumore da traffico veicolare sul clima acustico dell’intera struttura, si è deciso di assegnare all’U.T. la classe acustica II.

3.1.4 Residenza protetta “La Quietè”

Presso la struttura in oggetto, localizzata in via S. Agostino, sono state individuate tre postazioni di misura per ciascuna delle quali sono stati eseguiti due rilievi in periodo diurno e notturno, come rappresentato nella figura che segue.

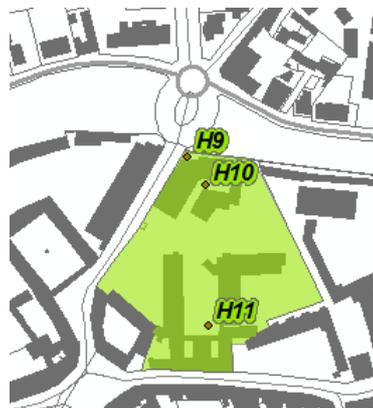


Figura 3-9. Perimetro della residenza protetta “La Quietè” e rilievi effettuati

Il rilievo H9 è stato effettuato per monitorare l’immissione di rumore derivante dall’intenso traffico veicolare presente lungo viale Diaz, mentre le misure H10 e H11 per valutare il clima acustico nelle vaste pertinenze interne dell’area, in prossimità degli edifici adibiti a degenza. I valori rilevati hanno riscontrato livelli contenuti entro i 50 dBA di giorno nei punti interni H10 e H11, ma comunque superiori ai 40 dBA di notte, a causa della presenza di impianti tecnici e punti di aspirazione ed espulsione aria a servizio della struttura dislocate in diversi punti in elevazione. Il punto H9 come anticipato mostra livelli di

rumore significativamente alti legati al traffico veicolare, che potenzialmente possono creare disturbo all'interno delle stanze di degenza, entro le quali dovrà essere garantito il valore di 35 dBA notturno secondo il D.P.R. 142/2004.

Si è ritenuto coerente assegnare al complesso in questione la classe acustica I in quanto i rilievi H10 e H11 mostrano livelli acustici compatibili con la classe I in periodo diurno. I superamenti durante il livello notturno non comportano situazioni di criticità acustica in quanto legati a sorgenti puntuali interne.

3.1.5 Case di riposo “CARIS” e “Sant’Anna”

Per la casa di riposo “CARIS” di via Montello sono state individuate due postazioni di misura presso le quali sono stati eseguiti rilievi diurni e notturni (H14, H15). Per la casa di riposo “S. Anna”, che affaccia su viale Palmanova, sono state individuate due postazioni in corrispondenza del retro dell’edificio (H4) e della facciata (H18).

Il clima acustico per la casa di riposo “CARIS” è determinato dai flussi di traffico lungo via Montello e via Alessandria e da alcuni impianti tecnici e punti di aspirazione ed espulsione aria a servizio dell’ospedale. I valori esclusa la componente di traffico rientrano nei limiti di classe I diurni ma sono superiori a 40 dBA nel periodo notturno. La relativa U.T. è stata comunque aggregata in classe I in quanto il clima acustico è compatibile con la destinazione d’uso e il superamento notturno non comporta situazioni di disagio acustico.

Presso la casa di riposo “S. Anna”, escludendo la componente di traffico sporadico lungo via Achille Tellini, si verifica un superamento dei limiti di classe I presso la postazione in facciata in entrambi i tempi di riferimento, causata dall’intenso traffico veicolare che si verifica lungo viale Palmanova, che si trova a circa 60 m dall’edificio in questione. L’U.T. relativa è stata dunque posta in classe II in zonizzazione aggregata, appurata la non compatibilità della classe acustica I inizialmente prevista in parametrica.

3.2 PARCHI URBANI

I rilievi sono stati effettuati in diversi punti all’interno del parco del Torre e del Cormor e presso alcuni parchi e giardini di pregio localizzati nel centro cittadino. La tabella seguente riporta i risultati dei rilievi fonometrici eseguiti. Per la localizzazione degli stessi si faccia riferimento alla Tavola 04.

Tabella 3-2. Risultati dei rilievi effettuati presso i parchi urbani

Nome misura	Leq diurno (dBA)	Descrizione	U.T.
P1	52,4	PARCO CORMOR BASSO	2796
P2	44,2	PARCO TORRE IN FRAZIONE GODIA	2899
P3	50,2	PARCO URBANO MORETTI	548
P4	46,9	GIARDINO DELL'ESPERANTO	576
P5	52,4	PARCO CORMOR AREA OVEST STADIO	2716
P6	32,3	AREA DI RIPRISTINO AMBIENTALE PARCO TORRE	2863
P7	50,7	GIARDINO DEL TORSO	291
P8	48,8	PARCO DEL TORRE NORD VIA CJARANDE	2921

P9	49,5	PARCO CORMOR NORD	2716
P10	31,8	PARCO DEL TORRE - AREA DI RIPRISTINO AMBIENTALE A CONFINE	2885
P11	46,6	PARCO AMBROSOLI VIA CAIROLI	303
P12	42,1	PARCO CORMOR ZONA CENTRALE	2715

Il grafico sottostante mostra la ripartizione dei livelli sonori misurati in periodo diurno nei parchi urbani indagati. Il limite di riferimento è quello della classe acustica I è pari a 50 dBA. Il 66% dei rilievi effettuati mostra valori che rientrano in tale limite. Il superamento del limite di 50 dBA è comunque limitato nel caso peggiore a 2.4 dBA.

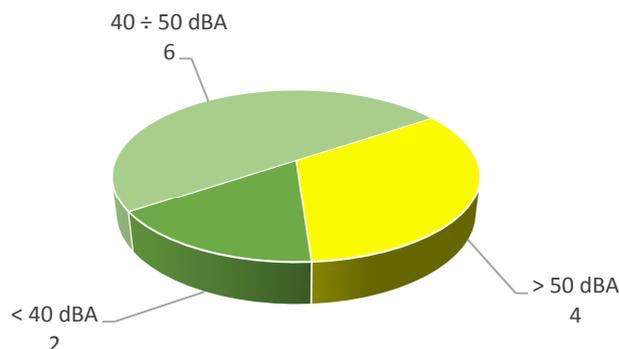


Figura 3-10. Ripartizione dei livelli misurati in periodo diurno nei parchi urbani

3.2.1 Parco del Cormor e parco del Torre

Sono stati effettuati 4 rilievi presso il parco del Cormor e 4 rilievi presso il parco del Torre, posizionati presso diverse aree a destinazione agricole prive di traffico veicolare direttamente influente. Nel parco del Cormor i rilievi P5 e P9 sono stati effettuati in prossimità delle aree verdi attrezzate all'interno delle quali avvengono anche manifestazioni e spettacoli, mentre i rilievi P1 e P12 sono stati eseguiti in aree a destinazione agricola. I risultati dei rilievi hanno messo in evidenza valori superiori o comunque prossimi al limite di 50 dBA, ad eccezione del punto P12, a causa degli intensi flussi di traffico dell'autostrada A23 e della tangenziale ovest, che caratterizzano acusticamente tutta la fascia ovest del territorio comunale.

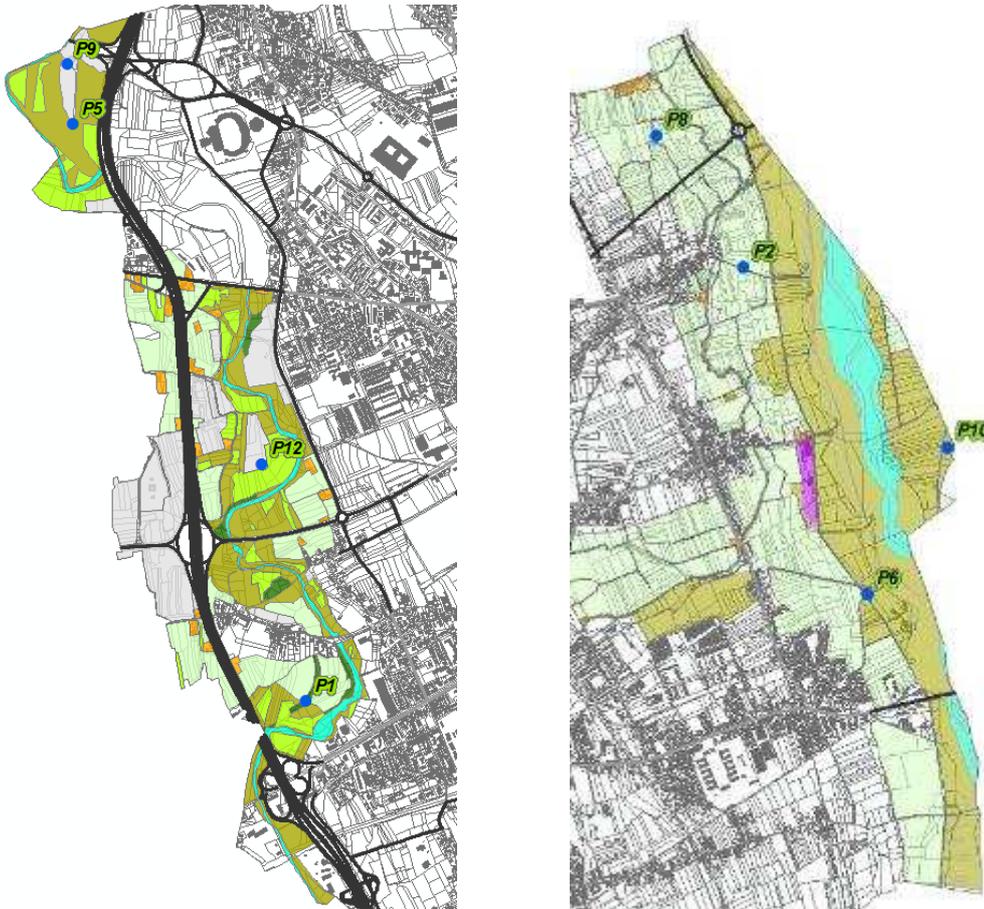


Figura 3-11. Delimitazione dei parchi urbani del Cormor (sx) e del Torre (dx) con ubicazione dei rilievi effettuati

Conseguentemente a ciò è stata assegnata la classe II all'area corrispondente al punto di rilievo P5, viste anche le possibili attività di tipo sportivo e ricreativo che possono avere luogo all'interno della stessa. Estendendo tali considerazioni ad un'area più vasta è stata assegnata la classe II a tutte le aree poste ad ovest della sede autostradale. Si è deciso invece di conservare la classe I per buona parte delle aree poste ad est e che si sviluppano in adiacenza all'alveo del torrente Cormor, compatibilmente alle destinazioni d'uso presenti lungo via Cormor Basso.

Nel parco del Torre sono stati eseguiti rilievi in zone agricole e in zone di ripristino ambientale che un tempo ospitavano attività produttive attualmente dismesse. Tutti i rilievi hanno evidenziato valori che rientrano abbondantemente entro i 50 dBA. All'interno del parco sono presenti inoltre alcune zone produttive di tipo "D" oggetto di rilievi fonometrici, che rientrano però nella categoria di rilievi "Z – Zone industriali ed artigianali". Tenuto conto della presenza di tali insediamenti, si è deciso di assegnare la classe aggregata II a tutte le aree poste ad est del rilevato arginale del torrente Torre e mantenere la classe I in tutte le aree poste ad ovest dello stesso, le quali assumono una maggiore rilevanza dal punto di vista ambientale e quindi necessitano di un grado maggiore di tutela.

3.2.2 Parchi e giardini storici

Sono stati eseguiti 4 rilievi presso alcuni parchi e giardini storici localizzati nel contesto urbano del centro cittadino, ossia il parco Moretti, il Giardino del Torso, il Giardino dell'Esperanto e il Parco Ambrosoli. I livelli di rumore rilevati risentono della presenza di traffico diffuso tipico dei centri urbani ma sono inferiori ai 50 dBA o di poco superiori. Anche se il clima acustico rilevato presso il Giardino

dell'Esperanto (rilievo P4), il Parco Ambrosoli (rilievo P11) e il Giardino del Torso (rilievo P7) può essere assimilato alla classe I, viste le estensioni ridotte delle aree verdi in questione, si è deciso di assegnare una classe superiore in aggregata (classe II o classe III), a seconda del contesto circostante. Per il Parco Moretti (rilievo P3), nonostante le dimensioni maggiori rispetto agli altri parchi urbani, si è deciso comunque di procedere con un innalzamento della classe acustica aggregata alla classe III in modo da rendere l'area omogenea con il contesto circostante.

3.3 SCUOLE E COMPLESSI SCOLASTICI

I rilievi sono stati effettuati in tutte le strutture scolastiche censite dall'Ufficio Tecnico e riguardano scuole superiori, istituti comprensivi, scuole materne, scuole private, asili nido, comunali e privati. La tabella seguente esemplifica i risultati dei rilievi fonometrici eseguiti. Per la localizzazione degli stessi si faccia riferimento alla Tavola 04.

Tabella 3-3. Risultati dei rilievi effettuati presso scuole e complessi scolastici

Nome misura	Leq diurno (dBA)		Descrizione	U.T.
	Senza traffico	Con traffico		
S1	--	60,6	ASILO MARCO VOLPE	408
S2	46,6	--	ASILO "PAPAROTTI"	1796
S3	47,3	--	SCUOLA DELL'INFANZIA SAN MARTINO VESCOVO	1766
S4	43,5	56,6	SCUOLA ELEMENTARE "A. ZARDINI"	1767
S5	42,7	53,5	SCUOLA "S.PELLICO" FACCIATA	1800
S6	46,6	--	SCUOLA "SANT' OSVALDO"	1799
S7	46,4	--	SCUOLA "S.PELLICO" RETRO	1800
S8	50,0	--	SCUOLA MATERNA "PICK"	1782
S9	41,6	--	SCUOLA "LAIPACCO"	1644
S10	50,3	--	SCUOLA "GIRARDINI"	1784
S11	53,1	--	SCUOLA "SACRO CUORE"	1632
S12	49,8	--	SCUOLA MATERNA "D'ORLANDI"	1797
S13	46,0	--	ASILO NIDO "DIRE FARE GIOCARE"	1797
S14	46,6	--	SCUOLA MATERNA "COSETTINI"	1798
S15	51,6	--	SCUOLA D'INFANZIA "CATTAROSSO"	1769
S16	54,0	61,9	SCUOLA ELEMENTARE "DE AMICIS"	1760
S17	44,3	--	SCUOLA DELL'INFANZIA P. DI ROSA	1785
S18	43,2	--	SCUOLA MEDIA "MARCONI"	1779
S19	39,3	48,7	ASILO NIDO "COCOLAR"	1775
S20	--	61,7	SCUOLA ELEMENTARE "CARDUCCI" FACCIATA	1788

S21	44,0	--	SCUOLA ELEMENTARE "CARDUCCI" RETRO	1788
S22	49,7	--	SCUOLA ELEMENTARE "PECILE"	439
S23	50,7	--	IPSIA "CECONI"	394
S24	52,4	--	SCUOLA ELEMENTARE "DANTE ALIGHIERI"	409
S25	41,3	--	SCUOLA MEDIA "MANZONI"	405
S26	48,8	--	SCUOLA MATERNA "PAULINI"	411
S27	45,2	--	SCUOLA "DI TOPPO WASSERMANN" E "PASCOLI"	1792
S28	46,1	--	SCUOLA DELL'INFANZIA "PRIMO MAGGIO"	1793
S29	46,0	--	SCUOLA DELL'INFANZIA "NOSTRA SIGNORA DEGLI ORTI"	1789
S30	50,2	--	SCUOLA MEDIA "ELLERO"	407
S31	46,9	--	MILLS INTERNATIONAL SCHOOL	424
S32	40,3	--	ASILO NIDO E SCUOLA MATERNA "IMMACOLATA"	406
S33	45,5	--	SCUOLA MATERNA "SORELLE AGAZZI"	425
S34	40,6	--	COLLEGIO "LE DIMESSE" E SCUOLE	420
S35	44,8	--	NIDO D'INFANZIA "SACHEBURACHE" E SCUOLA INFANZIA	1795
S36	41,7	47,5	SCUOLA ELEMENTARE "ALBERTI"	1795
S37	48,1	53,4	ASILO EX CAS	1764
S38	46,3	48,3	SCUOLA MATERNA "ERMINIA LINDA"	1774
S39	45,6	54,7	SCUOLA MATERNA "SAN MARCO"	1790
S40	46,1	--	SCUOLA MATERNA "D'ARTEGNA"	1781
S41	45,6	51,4	ENTE SCUOLA MAESTRANZE EDILI E AFFINI	1804
S42	48,2	57,0	SCUOLA MATERNA "ZABELLI"	1780
S43	48,2	--	SCUOLA ELEMENTARE "NIEVO"	1783
S44	54,5	--	ISIS "STRINGHER"	1802
S45	47,9	--	SCUOLA NUOVA "SAN DOMENICO"	1791
S46	46,1	--	SCUOLA "BERTONI"	466
S47	46,1	--	ISTITUTO TECNICO GEOMETRI "MARINONI"	1805
S48	--	57,9	SCUOLA MEDIA "E. FERMI" FACCIATA	1772
S49	43,9	--	SCUOLA MEDIA "E. FERMI" RETRO	1772
S50	45,8	50,6	SCUOLA "ADA NEGRI"	1801
S51	45,0	--	SCUOLA MATERNA "F.MARZANO"	1768
S52	50,0	--	IAL UDINE	1806
S53	45,7	58,6	SCUOLA ELEMENTARE "MAZZINI"	1776
S54	51,4	--	ISTITUTO SALESIANO "BEARZI" BIS	2548

S55	47,4	--	ISTITUTO SALESIANO "BEARZI" TER	2548
S56	41,0	45,6	ISIS "STRINGHER" SEDE STACCATA	2419
S57	47,9	--	SCUOLA MATERNA "PAPA GIOVANNI XXIII"	1778
S58	45,8	59,3	ASILO NIDO "PAPA GIOVANNI XXIII"	1778
S59	48,6	53,0	SCUOLA DELL'INFANZIA "CENTAZZO"	1794
S60	52,6	59,8	SCUOLA PRIMARIA "FRUCH"	1771
S61	47,3	--	SCUOLA DELL'INFANZIA "TAVERNA"	1763
S62	45,3	--	SCUOLA "DIVISIONE ALPINA JULIA"	1763
S63	47,6	--	LICEO "COPERNICO"	308
S64	50,8	--	ITC "DEGANUTTI"	360
S65	49,1	--	LICEO "SELLO"	308
S66	48,7	--	LICEO "SELLO" SEDE VIA GORIZIA	306
S67	48,3	54,2	LICELO "SELLO" SEDE VIA UCCELLIS	306
S68	47,0	--	ITC "ZANON"	1803
S69	46,6	--	LICEO "MARINELLI" RETRO	1803
S70	47,8	54,1	LICEO "MARINELLI" FACCIATA	1803
S71	47,7	--	ITIS "MALIGNANI" - LATO SUD	1803
S72	47,4	--	ITIS "MALIGNANI" - CORTILE INTERNO	1803
S73	45,6	--	SCUOLA ELEMENTARE "GARZONI" CORTILE INTERNO	423
S74	48,9	55,7	SCUOLA MEDIA "VALUSSI"	423
S75	47,5	--	LICEO SPORTIVO ERSAS "VOLTA"	419
S76	42,7	53,0	SCUOLA ELEMENTARE "ZORUTTI"	1787
S77	52,2	--	SCUOLA "QUATTRO NOVEMBRE"	456
S78	46,4	--	SCUOLA MATERNA "MARIA AL TEMPIO"	421
S79	44,2	51,3	IST MAGISTRALE "PERCOTO" SEDE VIA S. GIUSTINA	3018
S80	44,7	54,1	IST. MAGISTRALE "PERCOTO" SEDE PRINCIPALE - LATO NORD	307
S81	49,2	--	IST. MAGISTRALE "PERCOTO" SEDE PRINCIPALE - LATO SUD	307
S82	44,5	--	ASILO "GABELLI"	1777
S83	45,4	--	ISTITUTO SALESIANO BEARZI LATO FERROVIA	2548
S84	40,9	54,8	SCUOLA "FRIZ"	1773
S85	45,4	--	SCUOLA "BELLAVITIS"	1773
S86	44,7	--	SCUOLA MATERNA "MARIA FORTE"	1786
S87	50,0	58,6	SCUOLA "BENEDETTI"	2477
S88	49,2	--	SCUOLA "RODARI"	2477

S89	42,9	51,8	SCUOLA "G.B. TIEPOLO"	1770
S90	48,3	--	INTERNATIONAL SCHOOL SCUOLA INFANZIA	463
S91	48,5	--	INTERNATIONAL SCHOOL	463
S92	49,4	--	CONSERVATORIO "TOMADINI" INTERNO	403
S93	51,4	65,3	CONSERVATORIO "TOMADINI" FACCIATA	403
S94	51,8	55,8	LICEO "STELLINI" ESTERNO	404
S95	47,8	--	LICEO "STELLINI" INTERNO	404
S96	40,9	--	EDUCANDATO "UCCELLIS" CORTE INTERNA	402
S97	51,7	61,9	EDUCANDATO "UCCELLIS" FACCIATA VIA GEMONA	402
S98	57,0	--	LICEO ARTISTICO "SELLO" CORTILE INTERNO	393
S99	66,4	--	LICEO ARTISTICO "SELLO" ESTERNO	450
S100	50,2	54,9	SCUOLA ELEMENTARE "DANTE ALIGHIERI" FACCIATA	409
S101	41,8	--	SCUOLA MATERNA "ERMINIA LINDA"	1774

I ricettori scolastici risultano dislocati in tutto il territorio comunale, con una maggior concentrazione all'interno del centro storico di Udine. Per alcune strutture scolastiche particolarmente estese o soggette alle emissioni di rumore del traffico veicolare sono stati eseguiti più rilievi.

Il grafico sottostante mostra la ripartizione dei livelli sonori, esclusa la componente di traffico veicolare, misurati in periodo diurno nelle strutture scolastiche indagate. Si fa presente che il limite di riferimento per la classe acustica I è pari a 50 dBA. L'80% dei rilievi effettuati mostra valori che rientrano in tale limite. I superamenti sono legati a situazioni di traffico intenso e diffuso non scorporabile dal livello ambientale rilevato, a sorgenti interne o ad attività temporanee di cantiere, come rilevato in Piazza 1° Maggio in prossimità dell'area di realizzazione di un parcheggio sotterraneo.

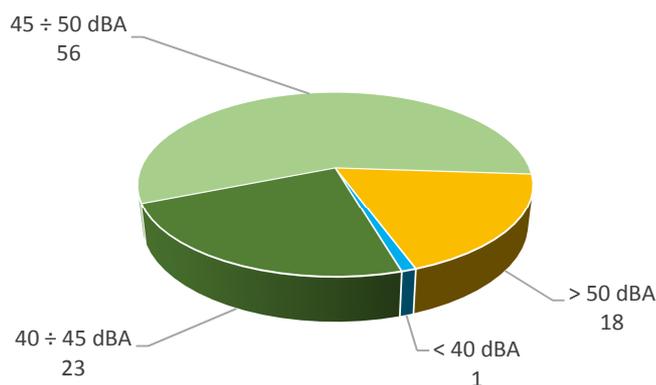


Figura 3-12. Ripartizione dei livelli misurati presso scuole e complessi scolastici (escluso il traffico veicolare)

Nella figura seguente viene riportata invece una mappa riportante con diversa colorazione i livelli sonori rilevati nelle misure eseguite presso le scuole del centro città e depurate della componente di rumore derivante dal traffico veicolare.

Se ne evince dunque che il clima acustico rilevato presso buona parte degli edifici scolastici conferma l'attribuzione della classe I in zonizzazione aggregata come già previsto in zonizzazione parametrica. Tale situazione si verifica sia nei poli scolastici di estensione maggiore che comprendono diversi istituti scolastici (ad esempio il complesso scolastico di Viale Leonardo da Vinci o l'Istituto Bearzi) sia nelle scuole minori localizzate nelle zone esterne al centro.

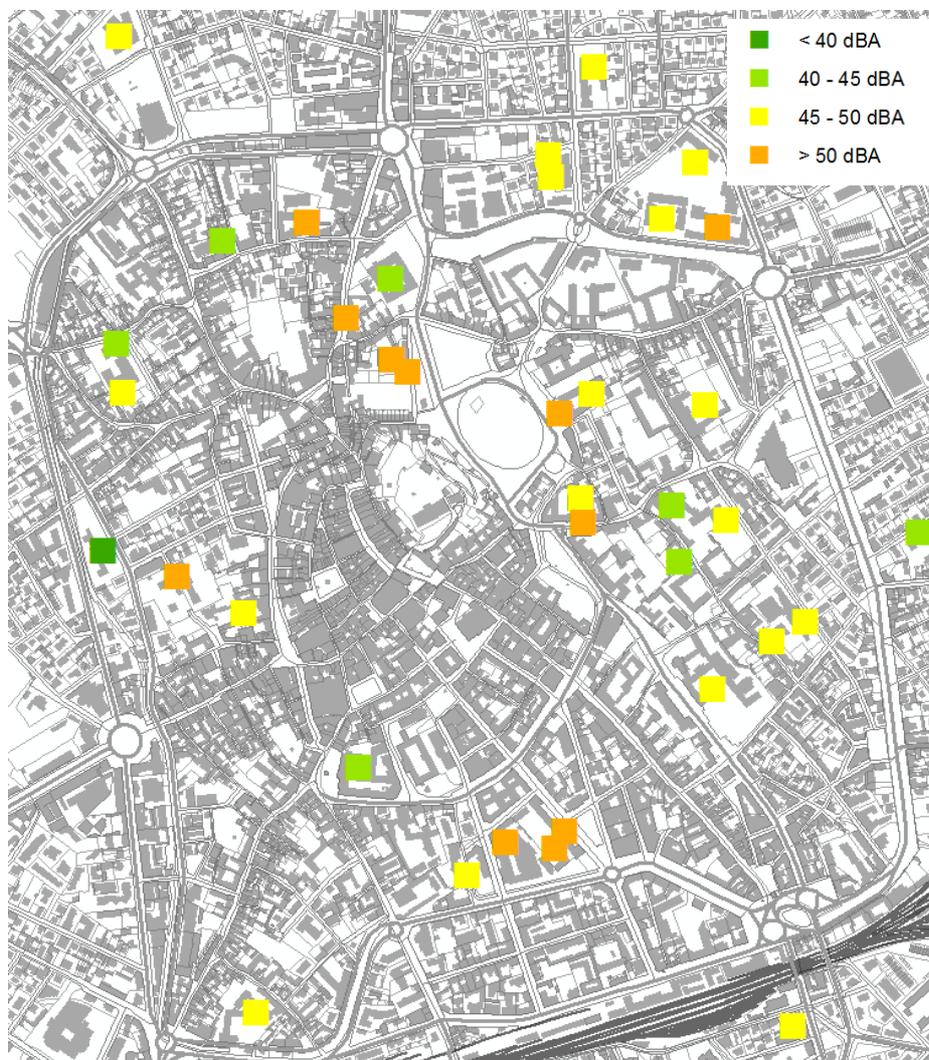


Figura 3-13. Mappa dei livelli sonori rilevati presso le strutture scolastiche del centro città (escluso traffico veicolare)

Il grafico sottostante sintetizza invece la ripartizione dei livelli sonori nelle strutture scolastiche soggette a traffico veicolare, misurati in facciata agli edifici adibiti a didattica. Il limite di riferimento è sempre pari a 50 dBA. Solo il 13% dei rilievi effettuati mostra valori inferiori a tale limite, evidenziando come il traffico veicolare risulti ancora una volta una sorgente di rumore significativa e diffusa nel territorio.

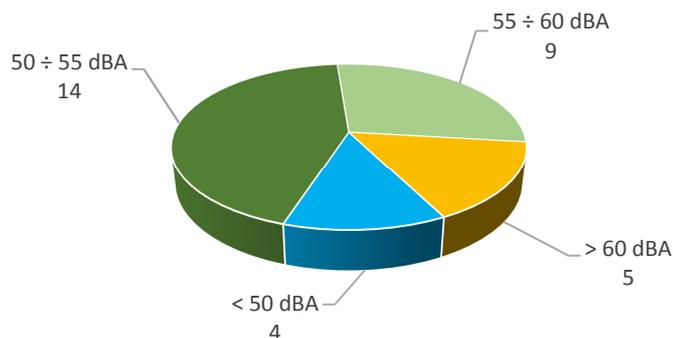


Figura 3-14. Ripartizione dei livelli misurati presso scuole e complessi scolastici (compreso traffico veicolare)

La figura seguente riporta invece con diversa colorazione i livelli sonori rilevati nelle misure eseguite presso le scuole del centro città presso le strutture esposte al traffico stradale e comprensivi dunque dell'apporto di rumore derivante dal transito dei veicoli. I valori presentati si riferiscono a rilievi fonometrici specificatamente dedicati alla misurazione del rumore derivante dal traffico veicolare ed eseguiti solamente in prossimità della facciata degli edifici scolastici esposti a tale tipologia di sorgente di rumore. Per tale motivo il numero di punti visualizzato è inferiore rispetto a quello mostrato in Figura 3-13.

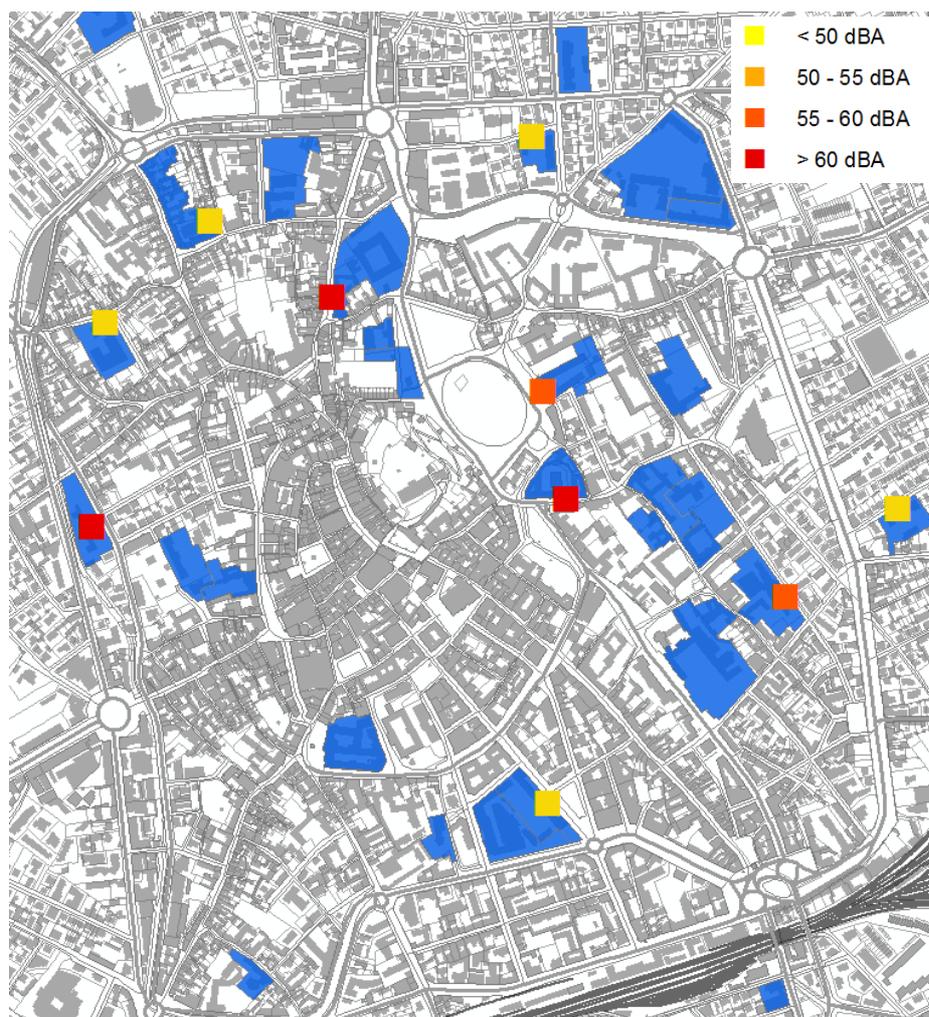


Figura 3-15. Mappa dei livelli sonori rilevati presso le strutture scolastiche del centro (compreso traffico veicolare)

Nel caso in cui si verificano livelli di rumore significativamente alti legati al traffico veicolare, che potenzialmente possono creare disturbo all'interno degli ambienti scolastici, all'interno degli stessi dovrà essere garantito il valore di 45 dBA diurno secondo il D.P.R. 142/2004.

In conclusione, si riporta nella tabella seguente l'elenco degli edifici scolastici che a seguito dei rilievi fonometrici eseguiti e alle valutazioni effettuate sono stati posti in aggregata in classe acustica II.

Tabella 3-4. Elenco delle scuole a cui è stata assegnata la classe acustica aggregata II a seguito di rilievo

Nome misura	U.T.	Denominazione	Motivazione
S1	408	ASILO "MARCO VOLPE"	Presenza di traffico diffuso proveniente da via Marco Volpe che da Viale Ledra. La scuola è posizionata in mezzo alle due infrastrutture. Il livello percentile L90, superiore ai 50 dBA, non è compatibile con la classe I.
S10	1784	SCUOLA "GIRARDINI"	Il rilievo mostra livelli praticamente compatibili con la classe I e L90 inferiore a 50 dBA. Tuttavia la scuola è stata posta in classe II visto il contesto circostante e la vicinanza a via Cividale/via Judrio. Inoltre il rilievo è stato appositamente eseguito a distanza dalla strada. nella parte dell'U.T. verso la strada i livelli sono superiori a 50 dBA.
S16	1760	SCUOLA ELEMENTARE "DE AMICIS"	Presenza di traffico diffuso da viale Venezia e via Birago. Il livello percentile L90 risulta superiore ai 50 dBA quindi non è compatibile con classe I.
S20	1788	SCUOLA ELEMENTARE "CARDUCCI"	Presenza di traffico diffuso da viale Venezia e via Birago. Il livello percentile L90 risulta superiore ai 50 dBA quindi non è compatibile con classe I.
S23	394	IPSIA "CECONI"	All'interno del complesso scolastico si svolgono lavorazioni di officina rumorose non compatibili con la classe I.
S24	409	SCUOLA ELEMENTARE "DANTE ALIGHIERI"	Rumore da laboratori e officina del vicino IPSIA "Ceconi" e traffico stradale in facciata. Livello percentile L90 superiore a 50 dBA non compatibili con la classe I.
S30	407	SCUOLA MEDIA "ELLERO"	Rumore da traffico diffuso viabilità circostante.
S52	1806	IAL FVG	Rumore da traffico diffuso da viabilità circostante, da ferrovia e da stazione ferroviaria.
S60	1771	SCUOLA PRIMARIA "FRUCH"	Presenza di traffico diffuso da viale dell'Emigrazione. Il livello percentile L90 risulta superiore a 50 dBA e quindi non è compatibile con la classe I.

3.4 ZONE INDUSTRIALI ED ARTIGIANALI

I rilievi sono stati effettuati presso tutte le zone urbanistiche classificate come "D" dal vigente P.R.G., ovvero le zone "D1", "D2" e "D3", e presso la Zona Annonaria Udinese (Z.A.U.), che viene classificata come zona "H3" dal P.R.G.C. ma che ai fini della campagna di rilievo è stata assimilata ad una zona industriale. La tabella seguente riporta i risultati dei rilievi fonometrici eseguiti. Per la localizzazione degli stessi si faccia riferimento alla Tavola 04.

Tabella 3-5. Risultati dei rilievi effettuati presso le zone industriali

Nome misura	Leq diurno (dBA)		Descrizione	U.T.
	Senza traffico	Con traffico		
Z1	52,7	--	ZI SPARSA SOLARI UDINE	506
Z2	45,0	--	ZIU LATO NORD	2560
Z3	46,6	--	ZIU LATO NORD OVEST	2560
Z4	59,3	--	ZIU LATO SUD	2601
Z5	48,6	--	ZIU SUD CONFINE PAVIA DI UDINE	2601
Z6	43,6	66,1	ZI SPARSA CARROZZERIA OFFICINA	713
Z7	--	59,1	ZI SPARSA E AUTOLAVAGGIO	1908
Z8	53,8	--	ZI LAVORAZIONE INERTI LATO SUD - CABINA ELETTRICA	2984
Z9	51,2	--	ZI INERTI LATO SUD - CABINA ELETTRICA RADDOPPIO	2984
Z10	49,8	--	ZI VIA LIGURIA NORD	720
Z11	44,2	50,5	ZI SCALO FERROVIARIO SERFER SRL	813
Z12	45,5	--	ZI SPARSA AZIENDA SURGELATI, PALESTRA E SEDE SCOUT	1551
Z13	53,4	58,0	ZAU LATO OVEST VIA SLOVENIA	2599
Z14	52,6	52,8 *	ZAU LATO OVEST VIA CROAZIA	2599
Z15	47,0	49,2 *	ZAU LATO OVEST PIAZZALE AGRICOLTURA	2599
Z16	47,3	--	ZI SPARSA A CONFINE CON FELETTO UMBERTO	825
Z17	--	68,7	ZI SPARSA - DEPOSITO ABBANDONATO	716
Z18	--	59,2	ZI SPARSA - OFFICINA - CASERMA POLIZIA STRADALE	738
Z19	50,2	58,6	ZI - AZIENDA PRODUZIONE VERNICI	2606
Z20	--	73,7	ZIU LATO EST PRESSO DISTRIBUTORE SHELL	2601
Z21	60,8	--	ZIU LATO SUD EST	2601
Z22	42,9	51,5	ZIU LATO SUD	2601
Z23	43,0	54,2	ZI NESTLE' PURINA E ALTRE ATTIVITA'	1534
Z24	51,7	65,1	ZI SPARSA CON AUTODEMOLIZIONE	737
Z25	45,4	56,4	ZI VIA BIELLA VIA RIZZOLO LATO SUD	724
Z26	69,6	--	ZI VIA BIELLA VIA RIZZOLO LATO EST	2561
Z27	48,7	64,7	ZI VIA BIELLA VIA RIZZOLO LATO NORD	711
Z28	44,9	61,9	ZI SPARSA VIA SONDRIO	715
Z29	51,5	--	ZI LAVORAZIONE INERTI BEIVARS NORD	2984
Z30	56,9	61,9	LAVORAZIONE INERTI A GODIA PRESSO CONFINE COMUNALE	2884
Z31	51,5	54,5	ZI LAVORAZIONE PIETRA	2563

Z32	48,8	62,8	ZIU LATO EST	2601
Z33	60,4	64,9	ZIU LATO SUD	2601
Z34	50,3	--	ZIU CONFINE POZZUOLO DEL FRIULI	2601
Z35	40,9	--	CENTRALINA SNAM	3001
Z36	45,5	--	ZI VIA LIGURIA LATO SUD EST	722
Z37	52,2	65,2	ZAU LATO EST – VIA ADENAUER	696
Z38	48,8	--	ZAU LATO SUD PRESSO CIMITERO	1182
Z39	44,6	51,8	ZI VIA RIZZOLO LATO NORD	2561
Z40	40,5	64,3	ZI VIA RIZZOLO OVEST	725
Z41	51,2	--	ZI VIA BALDASSERIA BASSA LATO SUD	2702
Z42	50,6	--	ZI VIA BALDASSERIA BASSA LATO OVEST	735
Z43	50,9	66,6	ZI VIA BALDASSERIA BASSA LATO NORD	1179
Z44	44,3	47,9	ZI SPARSA VIA ARTUICO DA CUSSIGNACCO	2605
Z45	48,3	50,8	ZI VIA BALDASSERIA BASSA LATO NORD	2327
Z46	46,3	47,7	ZI SPARSA VIA IPPLIS - CARROZZERIA E OFFICINE	709
Z47	41,6	57,1	ZI SPARSA VIA BUTTRIO LATO SUD	512
Z48	48,9	61,6	ZI SPARSA VIA BUTTRIO LATO NORD	731
Z49	46,3	59,6	ZI SPARSA A CONFINE VIA TAVAGNACCO LATO STRADA	648
Z50	55,7	67,4	ZI SPARSA VIA DEL COTONIFICIO	515
Z51	62,1	--	ZI LAVORAZIONE INERTI A GODIA	2965
Z52	61,1	--	ZI LAVORAZIONE INERTI E BITUMAGGIO A GODIA	2965
Z53	51,5	--	ZI NESTLE' PURINA	1534
Z54	44,8	58,8	ZI SPARSA VIA EMILIA - EX LAVANDERIA INDUSTRIALE	714
Z55	44,0	54,4	ZI VIA LIGURIA LATO EST	811
Z56	51,4	70,2	ZI VIA LIGURIA LATO NORD EST	811
Z57	52,7	53,9	ZAU LATO NORD – VIA BAVIERA	776
Z58	--	51,1	ZAU LATO NORD VICINO ROTONDA VIA CARINZIA	696
Z59	49,9	--	ZI VIA BALDASSERIA BASSA LATO EST	2618
Z60	48,7	52,6	ZI VIA BALDASSERIA BASSA ZONA CENTRALE	1990
Z61	46,1	--	ZI VIA BALDASSERIA BASSA LATO NORD EST	2618
Z62	45,0	52,2	ZI SPARSA VIA MOLINI	734
Z63	52,1	60,6	ZI VIA BALDASSERIA BASSA NORD OVEST - GOMMISTA	732
Z64	54,4	--	ZAU LATO SUD VIA ADRIA	2622

* Presenza di traffico ferroviario



Le principali zone produttive sono localizzate nella parte sud della città e consistono nella Zona Industriale Udinese (Z.I.U.), che comprende anche i comuni di Pavia di Udine e Pozzuolo del Friuli, nella Zona Annonaria Udinese (Z.A.U.), lungo via Milocca/via Baldasseria Bassa. Nella parte nord si trovano due ambiti industriali localizzate lungo via Liguria e lungo via Biella/via Rizzolo. Nella parte est, all'interno della perimetrazione del Parco del Torre, si trovano alcuni impianti di trattamento e selezione inerti e di betonaggio. Numerosi sono poi le attività produttive di tipo “sparso” presenti nel resto del territorio comunale.

Il grafico sotto riportato illustra la ripartizione dei livelli sonori rilevati a confine delle zone produttive indagate nel territorio nel periodo diurno. Con riferimento alla zonizzazione parametrica, il limite imposto corrispondente alla classe V è pari a 70 dBA per tutte le zone di tipo “D” e pari a 65 dBA per la Z.A.U., che come detto si tratta di una zona urbanistica di tipo “H3”.

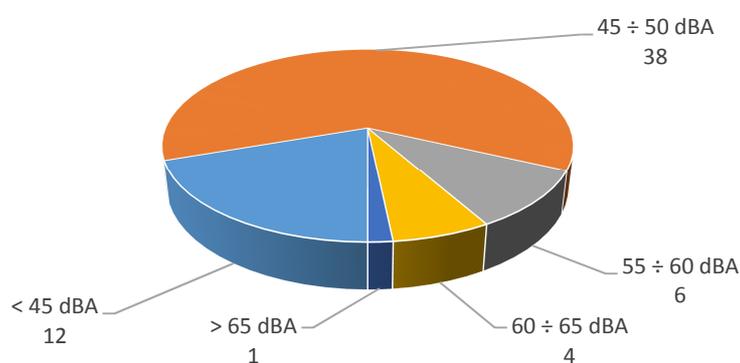


Figura 3-16. Ripartizione dei livelli misurati presso zone industriali ed artigianali

Tutti i livelli sonori sono stati depurati dalla componente di traffico veicolare in quanto non di interesse nell'ambito di questa categoria di misure. La totalità dei rilievi effettuati mostra valori che rientrano nei limiti di riferimento, evidenziando come le sorgenti di rumore di tipo industriale non costituiscano una problematica di rilievo per il territorio comunale.

Vengono nel seguito proposte alcune considerazioni circa i rilievi effettuati presso le varie tipologie di zone industriali.

3.4.1 Zona Industriale Udinese

Sono stati eseguiti 10 rilievi fonometrici a confine del perimetro amministrativo della Z.I.U., che hanno messo in evidenza livelli di rumore abbondantemente entro i limiti consentiti. La zona in oggetto ha notevole estensione e all'interno della stessa, lungo i lati nord ed est, sono presenti attualmente diversi terreni agricoli.



Figura 3-17. Rilievi effettuati presso la Z.I.U.

Le principali sorgenti di rumore sono legate alle attività di aziende insediate nei comuni limitrofi ed in particolare all'acciaieria ABS di Pozzuolo del Friuli e di altre attività connesse al deposito e alla movimentazione dei prodotti siderurgici. La tangenziale sud contribuisce in modo significativo a determinare il rumore di fondo della parte nord della Z.I.U..

3.4.2 Zona Annonaria Udinese

Sono stati eseguiti 8 rilievi fonometrici a confine del perimetro della Z.A.U., che hanno messo in evidenza livelli di rumore abbondantemente entro i limiti consentiti. All'interno della zona, che presenta una destinazione urbanistica di tipo commerciale, sono presenti diverse aziende che operano nei più svariati settori come il deposito e la commercializzazione di tubi in acciaio, lubrificanti e colori, recupero di rottami ferrosi, diagnostica medica. L'area ospita inoltre il mercato ortofrutticolo ed è dotata di scalo ferroviario lungo la linea Udine Cervignano.



Figura 3-18. Rilievi fonometrici effettuati presso la Z.A.U.

3.4.3 Altre zone industriali

Presso la zona industriale di via Milocca/via Baldasseria Bassa sono stati eseguiti 8 rilievi fonometrici che hanno messo in evidenza un generale rispetto dei limiti di riferimento. All'interno della zona sono presenti attività produttive varie, un'officina e altre aree al momento ad uso agricolo.

Presso le zone industriali di via Liguria e via Biella/via Rizzolo, sono stati eseguiti rispettivamente 4 e 6 rilievi con livelli sonori contenuti entro i limiti di riferimento. In generale le attività insediate in tali aree non risultano rumorose ed i rilievi fonometrici mettono in evidenza livelli acustici compatibili con i limiti di classe V. Durante il rilievo Z26 è stata rilevata un'attività rumorosa di movimentazione ghiaia e inerti che viene svolta nei pressi di via Pallanza all'interno dello scalo ferroviario adiacente alla zona industriale e monitorata mediante il rilievo Z26, che ha messo in evidenza livelli al limite della classe V. Tuttavia tale attività non è collegata alle aziende con sede nell'adiacente zona "D" e viene effettuata sporadicamente per l'approvvigionamento di materiale vario da carri merci.

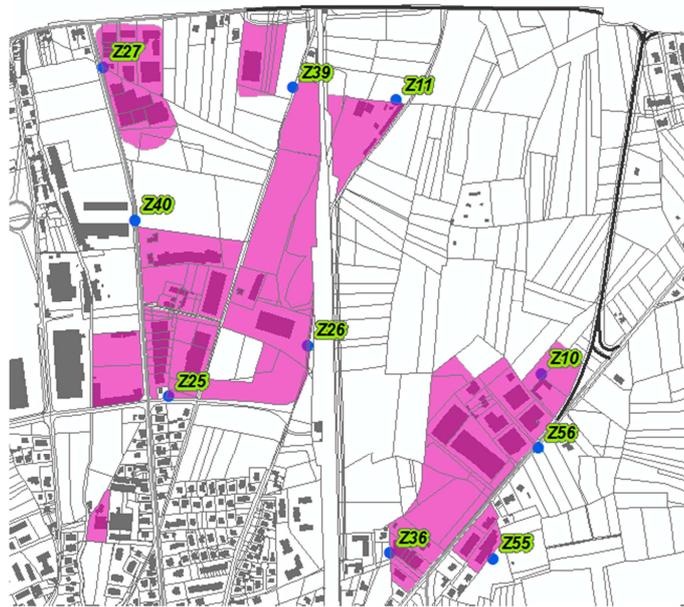


Figura 3-19. Rilievi fonometrici effettuati presso le zone industriali di via Liguria e via Biella/via Rizzolo

Tra le numerose attività di tipo sparso si segnalano:

- insediamenti industriali in via San Osvaldo: nella zona, a destinazione prevalentemente residenziale, si trova un'importante industria del settore alimentare e un centro demolizioni e rottamazioni. Le emissioni acustiche rientrano nei limiti di riferimento, come si evince dai rilievi Z23, Z24 e Z53;
- insediamenti industriali nel parco del Torre: nella zona sono presenti delle attività rumorose di selezione e trattamento inerti e di betonaggio e un impianto tecnologico (cabina elettrica). Le emissioni acustiche rientrano nei limiti di riferimento, come evidenziato dai rilievi Z8, Z9, Z29, Z35, Z51, Z52, Z54;
- insediamenti industriali lungo via Cividale: nella zona è presente un'autolavaggio (rilievo Z7), una concessionaria auto con annessa officina (rilievo Z6) e un'attività di lavorazione e taglio della pietra (rilievo Z31). Il rumore misurato rientra nei limiti di riferimento;
- insediamenti industriali in via Buttrio: nella zona è presente un'officina e una concessionaria. Sono presenti altri lotti non edificati. I livelli di rumore rientrano nei limiti di riferimento come mostrato dai rilievi Z47 e Z48;

- attività industriale in via Campoformido: trattasi di azienda produttrice di vernici con impianti tecnici rumorosi. I livelli misurati rientrano nei limiti di riferimento come evidenziato dal rilievo Z19.

All'interno del Parco del Torre, lungo via Argine del Torre in prossimità dell'incrocio con via Liguria è presente un'attività rumorosa di lavorazione inerti che tuttavia non rientra tra le zone "D". È stato effettuato il rilievo Z30 allo scopo di caratterizzarne le emissioni rumorose in modo da procedere con l'innalzamento di classe in zonizzazione aggregata visto che la relativa U.T. si trovava in classe parametrica I. Il rilievo ha messo in evidenza valori di molto inferiori al limite di classe IV.

Nel resto delle zone indagate le attività presenti non comportano emissioni acustiche significative in quanto trattasi di magazzini, depositi, o industrie manifatturiere prive di sorgenti di rumore.

3.5 RILIEVI DI LUNGO PERIODO

I rilievi di lungo periodo sono stati effettuati in prossimità delle principali infrastrutture stradali e ferroviarie cittadine. La tabella seguente riporta i risultati dei rilievi fonometrici eseguiti. Per la localizzazione degli stessi si faccia riferimento alla Tavola 04.

Tabella 3-6. Risultati dei rilievi effettuati presso infrastrutture stradali e ferroviarie

Nome misura	Leq diurno (dBA)	Leq notturno (dBA)	Descrizione	U.T.
LP1	60,5	51,5	FERROVIA UDINE – CERVIGNANO	1154
LP2	63,8	54,9	SCALO FERROVIARIO VIA BUTTRIO	1071
LP3	62,0	62,2	STAZIONE FERROVIARIA	2314
LP4	60,9	63,1	FERROVIA UDINE - TARVISIO	2151
LP5	64,6	61,5	FERROVIA UDINE - TARVISIO (IN TRINCEA)	2418
LP6	57,5	63,7	FERROVIA VENEZIA - UDINE	1896
LP7	63,6	55,3	VIALE VENEZIA	1025
LP8	66,6	55,3	VIA MARTIGNACCO	2498
LP9	64,8	61,5	VIA COTONIFICIO	1973
LP10	64,0	54,4	VIA TAVAGNACCO	1920
LP11	67,4	58,3	VIA GINO PIERI	2220
LP12	61,1	53,9	VIA BARIGLARIA	2671
LP13	68,1	62,5	CIA CIVIDALE	1933
LP14	69,4	62,8	VIALE PALMANOVA	2320
LP15	68,3	61,5	VIA POZZUOLO	867
LP16	65,7	58,0	VIA MARCO VOLPE	211
LP17	63,5	57,1	VIALE TRIESTE	840
LP18	65,1	57,5	VIALE TRICESIMO	648

LP19	59,7	55,2	VIALE CICONI	227
LP20	60,6	53,8	PIAZZALE OSOPPO	1602
LP21	60,1	51,1	VIA K. ADENAUER	2501
LP22	60,6	45,0	FERROVIA UDINE - CIVIDALE	1082

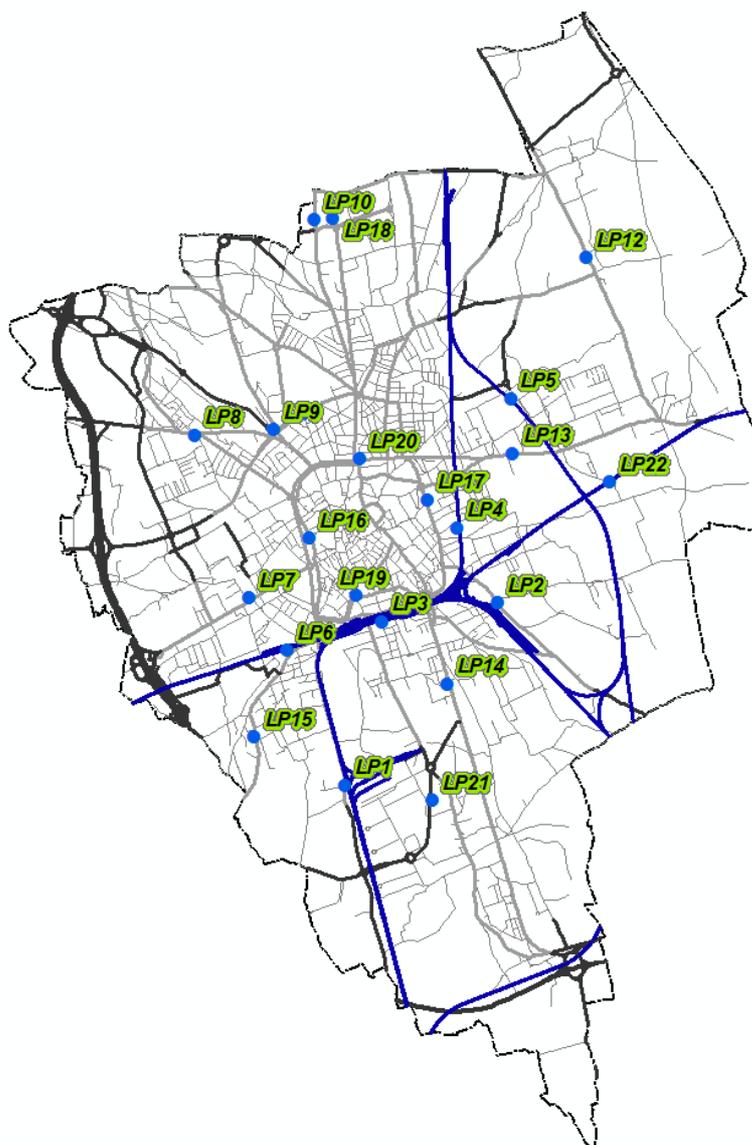


Figura 3-20. Ubicazione dei rilievi di lungo periodo e delle infrastrutture stradali (nero) e ferroviarie (blu)

Viene proposta nel seguito un’analisi per le infrastrutture stradali e ferroviarie con l’aggregazione dei risultati ottenuti dalla campagna di rilievi.

3.5.1 Infrastrutture ferroviarie

Per il monitoraggio delle infrastrutture ferroviarie sono stati eseguiti sette rilievi fonometrici, di cui uno per la stazione ferroviaria e uno specificatamente per lo scalo merci di via Buttrio, all’interno del quale si effettuano attività rumorose e dove sono stati segnalati esposti per rumore. Per la ferrovia

Udine – Tarvisio sono state effettuate due misure: la prima (rilievo LP4) riguarda la linea principale adibita a traffico misto merci passeggeri che si dirama dalla stazione di Udine, mentre la seconda (rilievo LP5) riguarda il tratto di linea che by-passa la stazione ferroviaria di Udine e che in futuro riceverà tutti i traffici merci e passeggeri allontanandoli dai quartieri urbani cittadini che si sviluppano lungo l'altra linea.

Il grafico sottostante mostra la ripartizione dei livelli sonori diurni e notturni rilevati per le infrastrutture ferroviarie. Tutti i rilievi sono stati effettuati presso ricettori abitativi entro la fascia "A" definita dal D.P.R. 459/98 pertanto i limiti di riferimento sono pari a 70 dBA diurni e 60 dBA notturni. Per scuole, ospedali e case di cura e riposo i limiti sono pari a 50 dBA diurni e 40 dBA notturni.

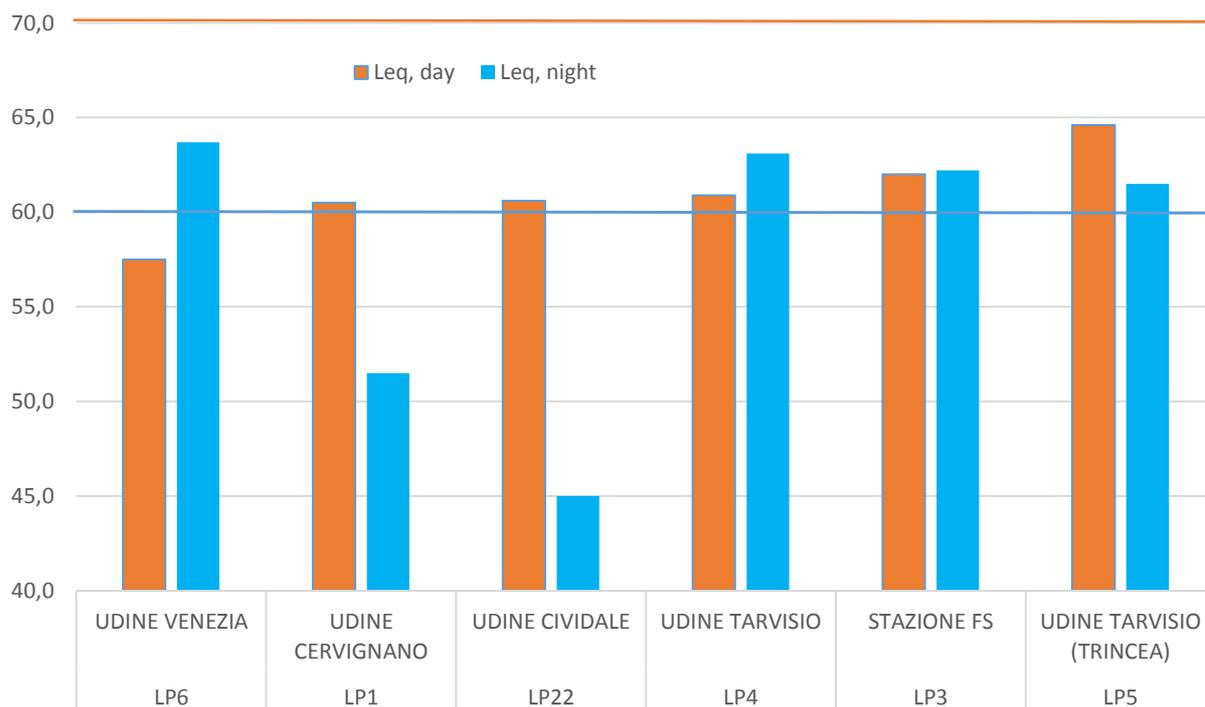


Figura 3-21. Livelli sonori diurni e notturni misurati per le infrastrutture ferroviarie

I limiti diurni risultano rispettati per tutte le linee ferroviarie, mentre i limiti notturni sono rispettati solo sulla linea Udine – Cervignano, tenuto conto che lungo la linea Udine – Cividale non è in esercizio durante il periodo notturno.

A titolo di analisi è stato calcolato il SEL (Single Event Level) medio e massimo relativo a ciascun transito di convoglio ferroviario per ogni linea. Il SEL rappresenta il livello acustico costante che se mantenuto per 1 secondo ha la stessa energia dell'evento rumoroso considerato. I risultati sono riportati nel grafico seguente e mostra come i transiti mediamente più rumorosi si registrino presso la ferrovia Udine – Tarvisio nel tratto in trincea.

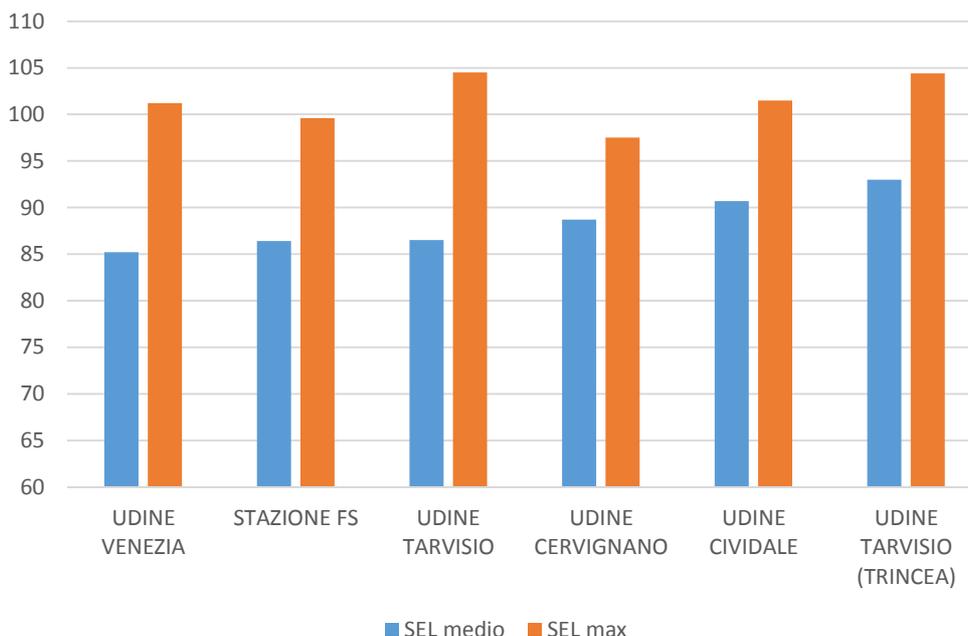


Figura 3-22. Single Event Level medi e massimi per le linee considerate

Il valore di tale parametro fornisce una prima approssimazione utile per un confronto indicativo tra le varie linee ferroviarie in quanto dipende dal tipo di treno, dalla velocità di percorrenza nella tratta indagata e dalla distanza del punto di misura rispetto al tracciato ferroviario.

La misura LP2 effettuata per il monitoraggio acustico delle attività dello scalo ferroviario di via Buttrio è stata realizzata presso un'abitazione privata, in una zona residenziale adiacente i cui limiti di immissione di classe III sono 60 dBA diurni e 50 dBA notturni. Tuttavia, ai sensi del D.M. n.459 del 18/11/1998, i limiti di riferimento sono quelli della fascia di pertinenza dell'infrastruttura ferroviaria, ovvero 70 dBA diurni e 60 dBA notturni, in quanto lo scalo ferroviario fa parte dell'infrastruttura definita al comma a) dell'art. 1 del medesimo decreto. Non è stato possibile quantificare con esattezza il contributo dell'attività durante il periodo di riferimento diurno in quanto la misura non è stata presidiata dall'operatore (trattasi di misura di rumore ambientale di lungo periodo fortemente influenzata dal traffico veicolare di via Buttrio). Nel periodo notturno è stato possibile in post elaborazione ricavare il livello equivalente delle attività rumorose, pari a 49,5 dBA. In entrambi i tempi di riferimento tuttavia si può ragionevolmente affermare che le emissioni sonore dello scalo merci sono inferiori ai limiti applicabili. Il rumore di fondo dell'area, assunto pari al livello L90, è pari a 46,6 dBA in periodo diurno e 29,1 dBA in periodo notturno.

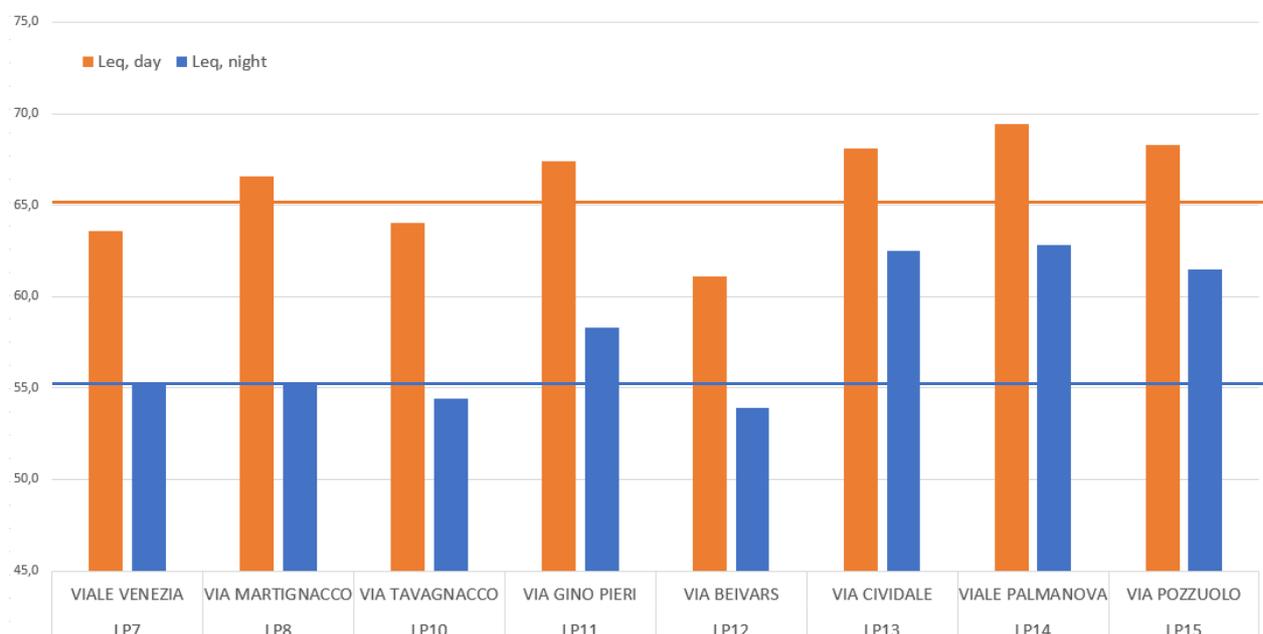
Ciò detto, anche in considerazione del fatto che l'ambito dello scalo ferroviario di via Buttrio è stato oggetto in passato di diverse segnalazioni di disagio acustico da parte della popolazione residente (provocate dalle lavorazioni interne allo scalo e dal traffico indotto), si è ritenuto opportuno indicare nelle Tavole della Zonizzazione definitiva del P.C.C.A., attraverso apposito simbolo grafico (*), l'esigenza di eseguire un

monitoraggio acustico sito-specifico, valido per stabilire o meno la necessità di predisporre un successivo Piano di Risanamento Acustico¹.

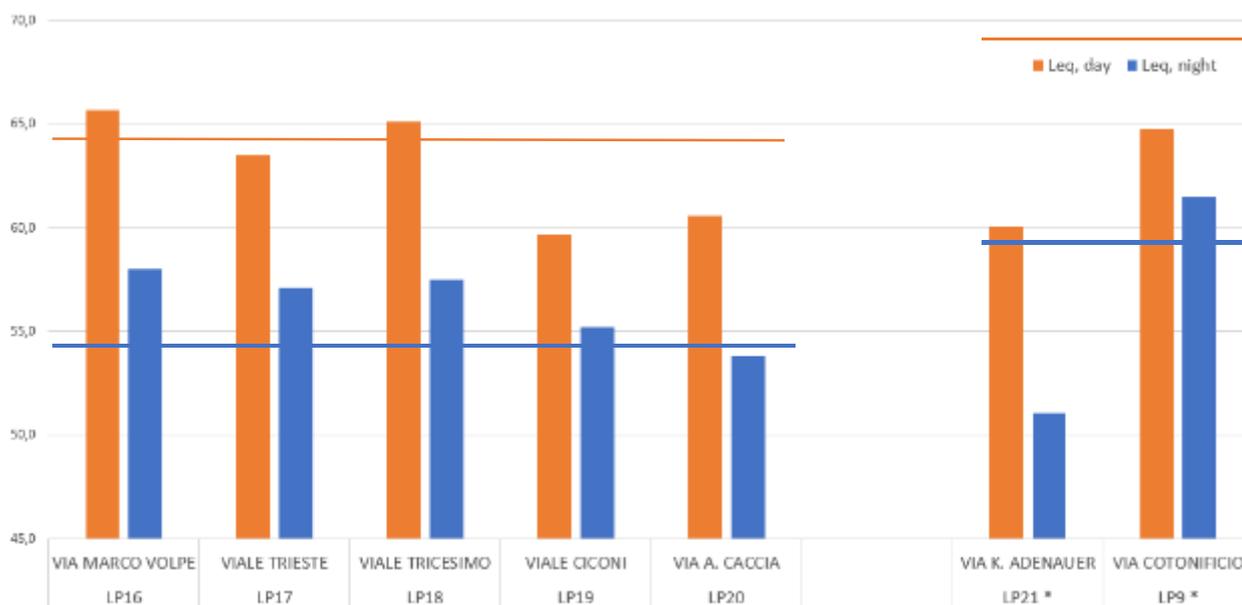
3.5.2 Infrastrutture stradali

Per il monitoraggio delle infrastrutture stradali sono stati eseguiti quindici rilievi fonometrici, che si sono concentrati sulla viabilità principale di accesso alla città lungo le principali direttrici e su viali e arterie interne all'anello di viabilità costituito da viale delle Ferriere, viale Trieste, viale Caccia e via Marco Volpe. Volutamente non sono state oggetto di monitoraggio la tangenziale ovest, la tangenziale sud e l'autostrada A23, in quanto interessano in modo marginale la città e un numero limitato di ricettori. L'elenco delle infrastrutture da monitorare è stato concordato e condiviso con l'Ufficio Tecnico in base anche a monitoraggi effettuati in precedenza e alle segnalazioni di esposti da parte dei cittadini.

I grafici sottostanti mostrano la ripartizione dei livelli sonori diurni e notturni rilevati per le infrastrutture stradali. Tutti i rilievi ad eccezione di due (LP9 e LP21) riguardano strade di tipo "E" e sono stati effettuati entro la fascia di 30 m definita dal D.P.R. 142/2004 in funzione della classe acustica assegnata. I limiti di riferimento sono pari a 65 dBA diurni e 55 dBA notturni mentre per i rilievi LP9 e LP21, che interessano strade di tipo Cb, i limiti sono 70 dBA diurni e 60 dBA notturni. Tutti i rilievi sono stati effettuati presso ricettori abitativi, commerciali o uffici e comunque non presso scuole, ospedali, case di cura e riposo, presso i quali i limiti da rispettare sono 50 dBA diurni e 40 dBA notturni.



¹ Integrazione in seguito a osservazione parere ARPA FVG al PCCA.



* Strade di tipo Cb con limite di fascia "A" pari a 70 dBA diurni e 60 dBA notturni

Figura 3-23. Livelli sonori diurni e notturni rilevati per le infrastrutture stradali

Dai dati analizzati si vede come in periodo diurno vi sia il rispetto dei limiti per il 53% delle infrastrutture monitorate, ovvero 8 su 15. Durante il tempo di riferimento notturno invece si evidenziano diversi superamenti tali per cui solo 4 strade su 15 rispettano il limite. La differenza tra i livelli di rumore notturni e diurni risulta poco marcata presso via Cotonificio, viale Ciconi, via Cividale, viale Trieste, viale Palmanova, via Pozzuolo e via A. Caccia, a testimonianza del fatto che presso tali arterie stradali i livelli di traffico risultano sostenuti anche durante le ore serali, notturne e durante le prime ore del mattino, grazie anche al contributo del traffico pesante per le infrastrutture poste esternamente all'anello di viabilità periurbano. Si consideri che in generale la differenza tra i limiti diurni e notturni è pari a 10 dBA e rappresenta un valore significativo in termini di livelli di rumore.

Per viale Venezia si evidenziano livelli tutto sommato contenuti in relazione ai flussi di traffico presenti, riconducibili alla bassa velocità di transito, alla presenza di semafori che interrompono il deflusso veicolare e alla larghezza della carreggiata. Via Cividale e via Pozzuolo invece mostrano livelli di rumore elevati che oltre a essere legati alla quantità di veicoli in circolazione sono riconducibili alla tipologia di flusso di traffico, che risulta essere fluido e continuo, e alla ridotta larghezza della carreggiata (in prossimità delle postazioni di misura). Le stesse considerazioni sono estendibili anche a viale Palmanova, che si caratterizza per un intenso flusso di veicoli leggeri e pesanti a velocità mediamente sostenute.

Si sottolinea come i superamenti riscontrati lungo le infrastrutture comportino a loro volta dei superamenti presso alcuni ricettori sensibili localizzati in prossimità delle stesse. È il caso ad esempio di via Gino Pieri, le cui emissioni sonore influenzano il clima acustico di un padiglione dell'Ospedale Santa Maria della Misericordia, via Marco Volpe nei confronti dell'omonimo asilo o di viale Venezia nei confronti della casa di cura Città di Udine.

I risultati dei monitoraggi effettuati sostanzialmente confermano anche per la città di Udine la rilevanza del rumore da traffico stradale all'interno del centro urbano ma soprattutto nelle aree urbane sviluppate lungo gli assi di viabilità di collegamento allo stesso.

I grafici riportati sotto visualizzano l'entità dei superamenti rilevati (in dBA) per ciascuna infrastruttura monitorata le cui emissioni rumorose risultino superiori ai limiti di riferimento diurno e notturno.

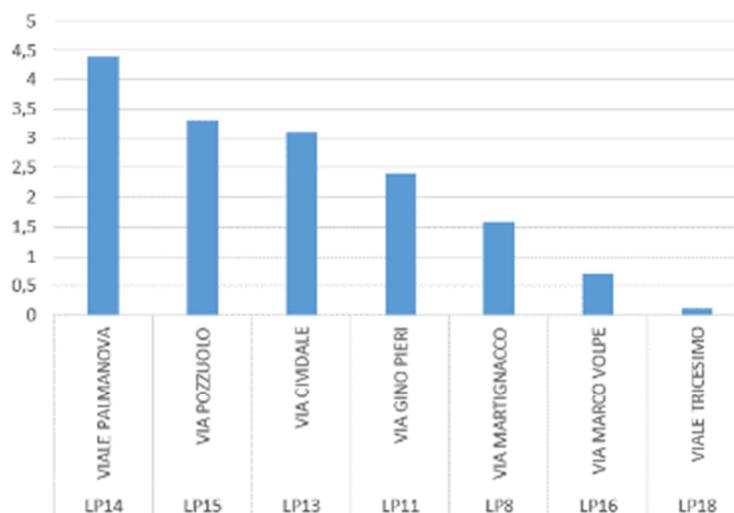


Figura 3-24. Entità dei superamenti in dBA rispetto al limite diurno

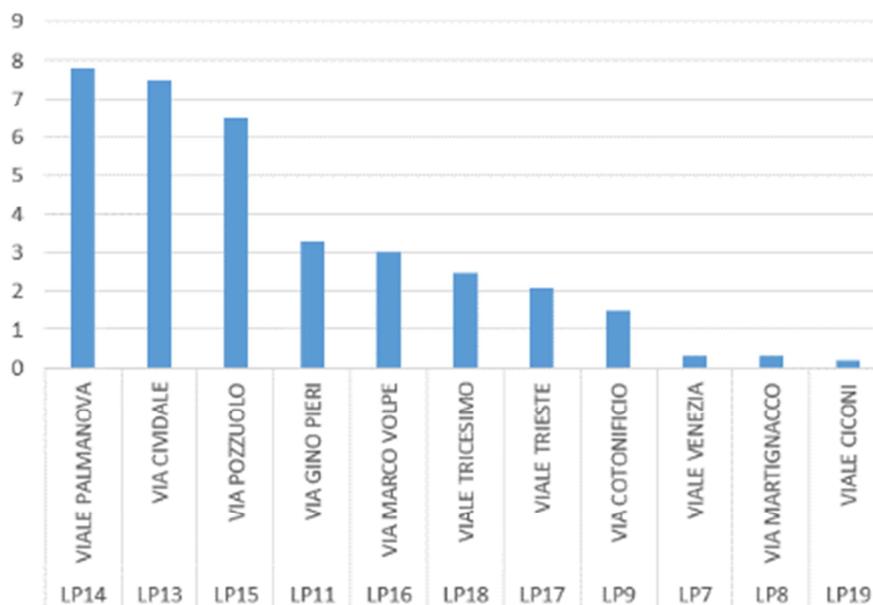


Figura 3-25. Entità dei superamenti in dBA rispetto al limite notturno

I superamenti più importanti si verificano in viale Palmanova, via Pozzuolo e via Cividale, sia durante il periodo diurno che durante il periodo notturno. Tali infrastrutture garantiscono il collegamento delle aree periurbane poste rispettivamente a sud, sud ovest ed est rispetto all'anello di viabilità che racchiude il centro città vero e proprio ed interessano ampie zone residenziali a media densità abitativa. Anche le infrastrutture di collegamento della parte nord e nord ovest, ovvero viale Tricesimo e via Martignacco

generano superamenti in entrambi i tempi di riferimento, anche se le entità dei superamenti sono nettamente inferiori.

Tra le altre arterie stradali che generano superamenti in entrambi i tempi di riferimento si segnalano infine via Marco Volpe, che fa parte dell’anello di viabilità principale periurbana e via Gino Pieri, da cui si accede all’Ospedale Santa Maria della Misericordia.

3.6 RILIEVI DI CARATTERIZZAZIONE

I rilievi sono stati effettuati in diversi punti del territorio secondo la metodologia riportata al paragrafo 2.2.3. La tabella seguente riporta i risultati dei rilievi fonometrici eseguiti. Per la localizzazione degli stessi si faccia riferimento alla Tavola 04.

Tabella 3-7. Risultati dei rilievi di caratterizzazione

Nome misura	Leq diurno (dBA)		Descrizione	U.T.
	Senza traffico	Con traffico		
C1	45,9	--	IMPIANTI SPORTIVI DI VIA TORINO	2687
C2	55,0	--	PARCO SERGIO BRUN	564
C3	43,3	48,5	PALABOCCE	2685
C4	45,7	69,0	DEPURATORE AL CONFINE CON PASIAN DI PRATO	758
C5	49,9	65,8	RILIEVO PRESSO TRATTORIA	1068
C6	57,8	--	CANILE E IMPIANTO TRATTAMENTO RIFIUTI	2615
C7	42,5	--	AREA AGRICOLA AZ. AGRICOLA SPERIMENTALE UNIUD	2611
C8	44,6	61,2	LATO EST CIMITERO	468
C9	46,2	56,2	CARATTERIZZAZIONE AREA URBANIZZATA VIA PALMANOVA	1988
C10	46,1	--	CARATTERIZZAZIONE CENTRO SANITARIO DI VIA POZZUOLO	534
C11	56,0	69,9	IMPIANTO DI DEPURAZIONE LATO EST	2615
C12	44,0	--	IMPIANTO DI DEPURAZIONE LATO SUD	2615
C13	46,9	--	CARATTERIZZAZIONE AREA DI FUTURA ESPANSIONE	2535
C14	45,5	--	CARATTERIZZAZIONE COMPLESSO SANITARIO LATO SUD	534
C15	57,6	63,0	CARATTERIZZAZIONE PARCO COMMERCIALE LATO EST	2546
C16	--	60,7	CARATTERIZZAZIONE PARCO COMMERCIALE PARCHEGGI	2546
C17	47,0	58,9	CARATTERIZZAZIONE AREA COMMERCIALE VIA TAVAGNACCO	639
C18	43,9	50,9	CARATTERIZZAZIONE AREA STADIO FRIULI	2396
C19	43,6	48,4	CARATTERIZZAZIONE COMPLESSO UNIVERSITARIO	2564
C20	55,3	--	IMPIANTI SPORTIVI E SCUOLA CALCIO TOTO' DI NATALE	1165
C21	62,6	--	AUTOSTAZIONE CORRIERE	426
C22	--	63,5	IMPIANTO DI DEPURAZIONE LATO EST	2615
C23	45,8	--	IMPIANTO TRATTAMENTO RIFIUTI	2700
C24	41,5	60,0	CARATTERIZZAZIONE FRAZIONE	2619
C25	47,4	--	CARATTERIZZAZIONE AREA IMPIANTI SPORTIVI	2713
C26	49,1	--	DEPOSITO AUTOCORRIERE LATO OVEST	1529

C27	57,4	69,3	CARATTERIZZAZIONE CENTRO URBANO	257
C28	49,1	--	CARATTERIZZAZIONE CASA DI ACCOGLIENZA E BIBLIOTECA	419
C29	58,5	--	CARATTERIZZAZIONE AREA COMMERCIALE LATO SUD	665
C30	46,7	55,8	CARATTERIZZAZIONE AREA COMMERCIALE LATO NORD	2547
C31	43,8	58,3	CARATTERIZZAZIONE FRAZIONE RIZZI	1396
C32	45,4	--	CARATTERIZZAZIONE DIP. AGRARIA E LAB. CHIMICA	2564
C33	42,8	44,8	CARATT. AREA DI ESPANSIONE VIA CARPI BEIVARS	1330
C34	--	63,9	CARATTERIZZAZIONE AREA STAZIONE FS	2443
C35	42,4	60,7	CARATTERIZZAZIONE FRAZIONE LAIPACCO	1431
C36	--	61,2	DEPOSITO AUTOCORRIERE LATO EST	681
C37	47,1	61,3	CARATTERIZZAZIONE AREE RESIDENZIALI E TERZIARIE	2509
C38	47,9	--	CARATTERIZZAZIONE PIAZZA CASTELLO	304
C39	50,3	--	CARATTERIZZAZIONE PIAZZA PRIMO MAGGIO	296
C40	38,6	48,0	CARATTERIZZAZIONE AREA PRODUTTIVA DISMESSA	1667
C41	44,3	52,8	ATTIVITA PRODUTTIVA IN ZONA IMPROPRIA	2344
C42	54,4	56,2	CARATTERIZZAZIONE LABORATORIO VETRARIO	2325
C43	50,2	56,2	CARATTERIZZAZIONE AREA PRODUTTIVA	1996
C44	47,9	53,8	ATTIVITA PRODUTTIVA E ZONA H3	637
C45	40,9	54,2	ATTIVITA PRODUTTIVA IN ZONA IMPROPRIA	1950
C46	55,7	--	ATTIVITA PRODUTTIVA IN ZONA IMPROPRIA	1903
C47	--	52,5	ATTIVITA PRODUTTIVA IN ZONA IMPROPRIA	2518
C48	--	51,4	ATTIVITA PRODUTTIVA IN ZONA IMPROPRIA	2286
C49	51,0	57,6	ATTIVITA PRODUTTIVA IN ZONA IMPROPRIA	2024
C50	48,0	--	ATTIVITA PRODUTTIVA IN ZONA IMPROPRIA	2602
C51	47,7	49,7	ATTIVITA PRODUTTIVA IN ZONA IMPROPRIA	1613

Il grafico sotto riportato sintetizza la ripartizione secondo le classi acustiche dei livelli sonori rilevati nei diversi rilievi di caratterizzazione eseguiti, depurati della componente di traffico veicolare. La maggior parte dei rilievi registra livelli sonori diurni inferiori a 50 dBA (e quindi al di sotto del limite di classe I), evidenziando di fatto un buon clima acustico. Il resto dei rilievi si attesta su livelli di classe II e III, mentre 5 rilievi mostrano livelli acustici relativi alla classe IV, e sono relativi a postazioni particolari dove la componente di traffico non è scorporabile in quanto preponderante anche sul rumore di fondo (stazione ferroviaria, autostazione corriere, deposito autocorriere, aree di parcheggio del centro commerciale Terminal Nord).

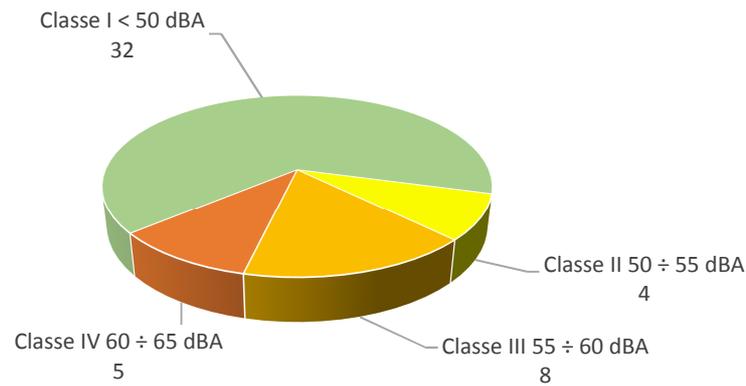


Figura 3-26. Ripartizione nelle classi acustiche dei valori rilevati per la categoria (C) - Caratterizzazione

I rilievi presso gli impianti sportivi e aree verdi rientrano nei limiti di classe I ad eccezione dei rilievi C2 e C20 relativi al parco Brun e ad una scuola calcio “Antonio Di Natale” che mostra livelli compatibili con la classe II.

L’area del parco commerciale Terminal Nord è stata monitorata mediante 5 rilievi fonometrici, che hanno messo in evidenza livelli di rumore significativamente elevati e corrispondenti alla classe IV, nelle aree di parcheggio e presso la centrale di trigenerazione a servizio del complesso.

Sono stati effettuati rilievi presso le frazioni di Laipacco, Rizzi, Godia e Beivars, che hanno messo in evidenza livelli di rumore inferiori ai 45 dBA anche se influenzati dal traffico veicolare locale di attraversamento.

Per quanto riguarda le aree a servizi e gli impianti tecnologici principali, i rilievi effettuati presso il depuratore e il centro trattamento rifiuti di via Lumignacco e il canile di via Gonars mettono in evidenza valori compresi tra la classe I e la classe III mentre il depuratore a confine con il comune di Pasion di Prato non è risultato rumoroso. Livelli piuttosto elevati ma comunque rientranti nei limiti di classe IV sono stati rilevati presso la stazione ferroviaria, l’autostazione e il deposito corriere, che per natura stessa delle attività svolte e della presenza antropica determinano emissioni acustiche significative.

I rilievi sono stati effettuati infine presso alcune sedi di attività produttive non localizzate in zona “D” ed insediate in zone residenziali. Le misure hanno evidenziato una situazione di rispetto dei limiti acustici di classe III. Il rilievo C46, effettuato per monitorare le emissioni acustiche di un attività di officina meccanica, ha messo in evidenza la presenza di sorgenti di rumore localizzate all’interno del perimetro di una stazione radio base che rientra comunque nei limiti di classe III.

4. INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITÀ EMERSE

I risultati dei numerosi rilievi effettuati nel territorio comunale sono stati analizzati secondo i criteri descritti al capitolo precedente allo scopo di individuare situazioni di criticità acustica. Per criticità acustica si intende in generale un superamento effettivo del limite di riferimento, limite che può variare a seconda della classe acustica della zona in esame o della sorgente sonora (strada, ferrovia o qualsiasi altro tipo di sorgente sonora).

Va sottolineato come il verificarsi di una criticità non corrisponda sempre a situazioni di disagio acustico in quanto il disturbo effettivo va correlato alla destinazione d'uso dell'area soggetta alle emissioni rumorose e alla presenza di ricettori sensibili e quindi di popolazione esposta.

Per ogni superamento dei limiti rilevato è stato assegnato un grado di criticità su una scala di tre livelli ovvero bassa/media/alta. Il grado di criticità è stato attribuito sulla base di valutazioni oggettive (entità del superamento rilevato in dBA rispetto al limite, rappresentatività della misura per l'ambito di riferimento in termini temporali e spaziali, presenza di popolazione interessata dalle emissioni sonore) e soggettive, basate sulla percezione aurale del tecnico durante la misura (ad esempio percezione del rumore da traffico diffuso e della composizione del rumore di fondo) e sulla sensibilità ed esperienza del tecnico stesso.

Il verificarsi di una criticità presso una determinata U.T. ha comportato della analisi più approfondite in merito all'assegnazione della classe acustica aggregata. Non esistendo un criterio generale di correlazione tra l'entità della criticità e la conseguente attribuzione della classe acustica aggregata, le scelte operate sono frutto di un'analisi dei singoli scenari. Non è detto infatti che una criticità alta, ovvero un superamento consistente dei limiti, comporti la modifica della classe acustica parametrica dell'U.T. interessata, in funzione della tipologia di rilievo eseguito e di ricettore interessato. A titolo di esempio si riporta il caso della Casa di Cura "Città di Udine", che a fronte di una criticità alta è stata classificata in aggregata in classe II, mentre il padiglione I dell'Ospedale "Santa Maria della Misericordia" è stato mantenuto in classe I a seguito di una criticità di pari entità (si veda a tal proposito il paragrafo 3.1).

Dall'analisi sono emerse 64 criticità dislocate in varie parti del territorio comunale che interessano principalmente strutture sanitarie, scuole e complessi scolastici ed infrastrutture di trasporto e che possono riguardare sia il tempo di riferimento diurno che il tempo di riferimento notturno.

Analizzando le criticità in funzione della sorgente di rumore che le ha generate si evince che la fonte principale di rumore all'interno del territorio comunale risulta il traffico stradale, come peraltro avviene in gran parte dei centri urbani, seguita dagli impianti tecnici a servizio delle strutture sanitarie e dal traffico ferroviario.

Sono state inoltre segnalate come criticità, utilizzando una diversa simbologia, le situazioni di adiacenza tra diverse classi acustiche i cui limiti differiscono per più di 5 dBA, come verrà spiegato al paragrafo 4.6.

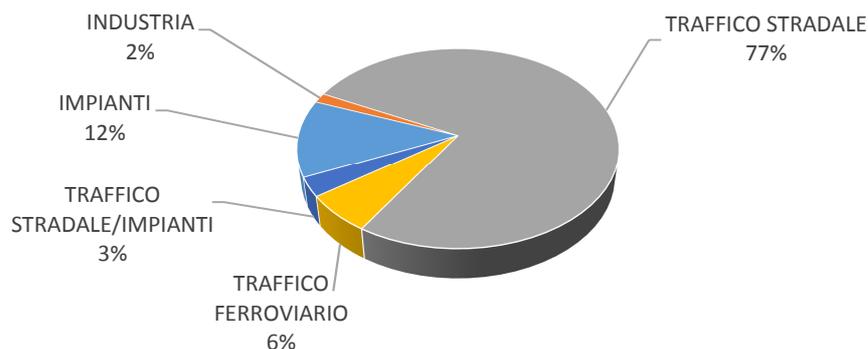


Figura 4-1. Suddivisione delle criticità secondo la sorgente di rumore

La distribuzione dei superamenti durante i tempi di riferimento diurno e notturno è riportata nel grafico seguente e mostra come il 58% dei superamenti si verifichi in periodo diurno (soprattutto nei ricettori scolastici) e il 19% nel periodo notturno (strutture sanitarie e infrastrutture di trasporto). Il 23% dei superamenti infine si verifica in entrambi i tempi di riferimento.

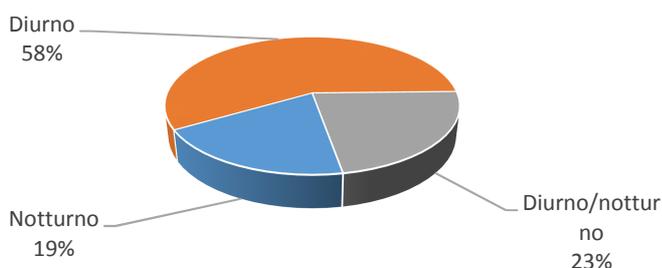


Figura 4-2. Suddivisione delle criticità per tempo di riferimento

Analizzando infine l'entità dei superamenti e quindi il grado di criticità assegnato per ogni sorgente di rumore, si ha conferma dell'incidenza del traffico veicolare sul clima acustico globale del territorio comunale. I superamenti classificati come criticità "alta" infatti riguardano esclusivamente il traffico stradale. Tutte le criticità legate alle altre tipologie di sorgenti risultano classificate come "medie" o "basse".

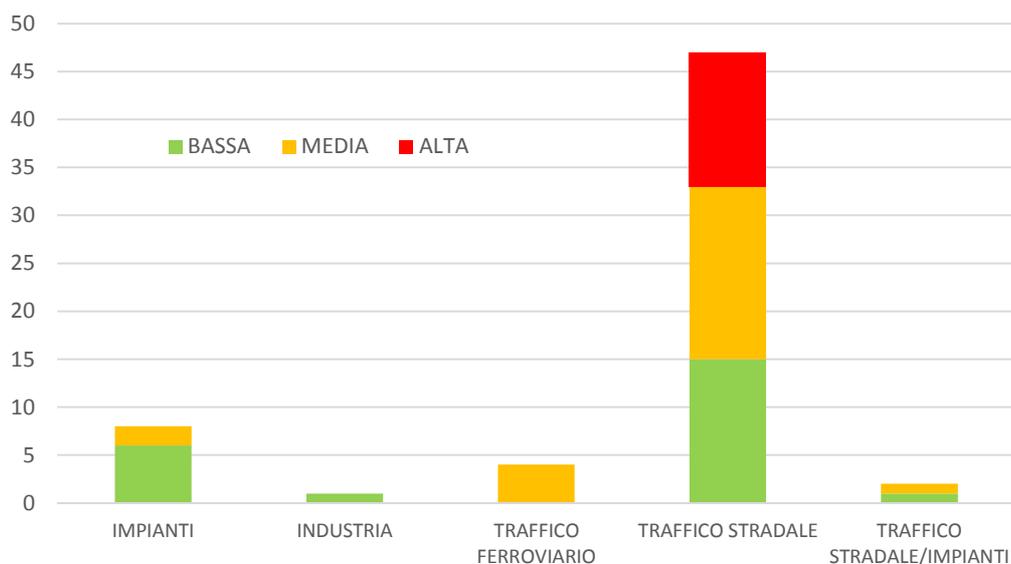


Figura 4-3. Grado di criticità rilevate per ogni categoria di sorgente di rumore

Nel proseguo del capitolo sarà presentato l'elenco completo delle criticità emerse suddivise per categoria di rilievo in forma tabellare. Per ciascuna è riportato il riferimento al rilievo fonometrico eseguito, l'ubicazione dello stesso, la causa del superamento, il tempo di riferimento durante il quale il superamento si verifica e l'entità dello stesso.

Per l'elenco completo e l'ubicazione nel territorio si rimanda alle Tavole 9.1, 9.2, 9.3, 9.4 e 9.5.

4.1 STRUTTURE SANITARIE E SOCIO ASSISTENZIALI

Sono state rilevate complessivamente 13 criticità legate in generale al rumore prodotto dal traffico veicolare e da impianti tecnici di aspirazione e ventilazione a servizio degli edifici.

Tabella 4-1. Elenco delle criticità rilevate presso le strutture sanitarie

NR.	U.T.	RIF. MISURA	UBICAZIONE	CAUSA	TEMPO RIF.	ENTITÀ
1	532	H1	OSPEDALE FACCIATA PADIGLIONE 1	TRAFFICO STRADALE	D/N	ALTA
2	532	H2	OSPEDALE FRONTE PADIGLIONE 8	TRAFFICO STRADALE/IMPIANTI	D/N	MEDIA
3	532	H3	OSPEDALE FRONTE PADIGLIONE 7	IMPIANTI	D/N	MEDIA
4	599	H4	CASA DI RIPOSO SANT'ANNA	TRAFFICO STRADALE	D/N	BASSA
5	2566	H5	CASA DI CURA CITTA' DI UDINE (FACCIATA)	TRAFFICO STRADALE	D/N	ALTA
6	378	H9	CASA DI RIPOSO "LA QUIETE" FACCIATA	TRAFFICO STRADALE	D/N	MEDIA
7	378	H10	CASA DI RIPOSO "LA QUIETE" CORTILE INTERNO	IMPIANTI	N	BASSA
8	378	H11	CASA DI RIPOSO "LA QUIETE" BLOCCO CENTRALE	IMPIANTI	N	BASSA
9	3005	H12	OSPEDALE LATO PARCHEGGI VIA CHIUSAFORTE	IMPIANTI	N	BASSA
10	505	H14	CASA DI RIPOSO CARIS LATO SUD	TRAFFICO STRADALE/IMPIANTI	N	BASSA
11	532	H16	OSPEDALE FRONTE PADIGLIONI 3 E 4	IMPIANTI	D/N	BASSA
12	505	H15	CASA DI RIPOSO CARIS LATO NORD	TRAFFICO STRADALE	D/N	MEDIA
63	510	H18	CASA DI RIPOSO SANT'ANNA FACCIATA	TRAFFICO STRADALE	D/N	MEDIA

All'interno del complesso ospedaliero di "S. Maria della Misericordia" la criticità principale è la nr. 1, causata dall'intenso traffico veicolare lungo via Gino Pieri che determina presso il padiglione 1 valori superiori ai limiti di classe I sia di giorno che di notte. Secondariamente, le criticità nr. 2 e 3 evidenziano presso i padiglioni 8 e 7 dei livelli superiori ai limiti a causa del traffico stradale lungo via Colugna (nr.2) e del traffico della viabilità al complesso ospedaliero (nr.3). Si è rilevato anche una componente di rumore proveniente dagli impianti di ventilazione degli edifici, che comporta un livello sistematicamente superiore al limite di riferimento di 40 dBA presso il padiglione 7. La criticità nr.9 è legata ad impianti rumorosi ma non costituisce un problema di rilievo in quanto interessa aree di parcheggio durante il

periodo notturno. La criticità nr. **11**, che riguarda i padiglioni 3 e 4, deriva dalla presenza di impianti rumorosi a servizio di alcuni reparti ospedalieri, che portano al superamento dei limiti di riferimento diurno e notturno.

Presso la casa di riposo “CARIS” di via Montello sono state rilevate due criticità di entità media e bassa: la nr. **12** è legata al significativo traffico veicolare lungo via Montello che determina, in facciata alla struttura, livelli superiori di 7 dBA in periodo diurno e 10 dBA in periodo notturno; la nr. **10** è legata ad impianti di ventilazione che comportano, unitamente al rumore da traffico diffuso, livelli di poco superiori a 40 dBA.

Presso la Casa di Cura “Città di Udine” è stata rilevata la criticità nr. **5** di grado alto causata dall’intenso traffico veicolare di Viale Venezia, che determina livelli acustici di molto superiori ai limiti di classe I in facciata al corpo principale della struttura, che affaccia direttamente sulla strada in oggetto.

Nelle pertinenze della casa di riposo “La Quietè” di via S. Agostino la criticità principale, di grado medio, è la nr. **6**, determinata dagli intensi flussi di traffico di via Diaz e della viabilità ad essa afferente che comportano un superamento dei limiti di classe I in facciata all’edificio che affaccia sulla strada. Dai rilievi effettuati nelle aree interne della struttura in prossimità del cortile interno e del blocco centrale sono emerse le due criticità nr. **7** e nr. **8** legate ad impianti di ventilazione che determinano un clima acustico superiore al limite notturno.

Presso la casa di riposo “Sant’Anna” di via Tellini si segnalano le criticità nr. **4** e nr. **63** , causate rispettivamente dal traffico veicolare di via Tellini (poco significativo) e di viale Palmanova, dove il traffico veicolare comporta un superamento dei limiti diurni e notturni e influisce in modo significativo sul clima acustico dell’area in oggetto.

Presso l’Ospedale “Gervasutta” e il centro per disabili “Gravi e Gravissimi” il clima acustico è decisamente buono e non si sono verificati superamenti dei limiti acustici di riferimento.

4.2 PARCHI URBANI

Sono state rilevate solamente 2 criticità legate al rumore prodotto dal traffico veicolare nell’area del Parco Urbano del Cormor, che si sviluppa a ridosso dell’autostrada A23 e della Tangenziale Ovest.

Tabella 4-2. Elenco delle criticità rilevate presso i parchi urbani

NR.	U.T.	RIF. MISURA	UBICAZIONE	CAUSA	TEMPO RIF.	ENTITÀ
60	2796	P1	PARCO CORMOR BASSO	TRAFFICO STRADALE	D	BASSA
61	2716	P5	PARCO CORMOR AREA OVEST STADIO	TRAFFICO STRADALE	D	BASSA

La criticità nr. **60** e il relativo rilievo fonometrico P1, che per omogeneità può essere considerato rappresentativo anche del clima acustico di altre aree agricole del parco del Cormor, mostra un livello superiore ai 50 dBA assegnati per la classe I. La causa del superamento è attribuibile al rumore da traffico diffuso proveniente per l’appunto dall’autostrada A23 e dalla Tangenziale Ovest, che distano

circa 280 metri dal punto in cui è stata appurata la criticità. Ragionando in modo analogo, si è deciso di segnalare anche la criticità nr. 61, in quanto pur essendo stata rilevata all'interno della fascia "B" di pertinenza delle infrastrutture in oggetto (il punto di misura P5 dista 120 m dalla carreggiata), non è stato possibile scorporare il livello di rumore del traffico veicolare.

In ogni caso i superamenti sono contenuti in qualche dBA e non rappresentano una situazione di disagio acustico. I rilievi sono stati utili infatti per capire quale fosse la qualità del clima acustico nelle aree di parco in relazione alle destinazioni urbanistiche che prevedono l'utilizzo delle stesse per fini ricreativi e di tutela della quiete.

4.3 SCUOLE E COMPLESSI SCOLASTICI

Sono state rilevate complessivamente 34 criticità legate perlopiù al rumore prodotto dal traffico veicolare che causa disturbo alle strutture scolastiche dato che le stesse essendo affacciate direttamente sulla viabilità sono esposte alle emissioni del rumore stradale. I superamenti evidenziati si manifestano ovviamente solo durante il periodo diurno e sono supportati da rilievi fonometrici eseguiti durante l'orario delle lezioni.

Delle 34 criticità emerse, 10 sono state classificate con grado "alto", 11 con grado "medio" e 12 con grado "basso". Esse si verificano sia nel centro città, ovvero nella parte di territorio delimitato dall'anello di viabilità principale, sia nelle zone esterne ad esso presso strutture scolastiche insediate lungo le principali arterie di accesso e collegamento alla Città come viale Tricesimo, viale dell'Emigrazione, viale Venezia, via Monsignor Nogara.

Nel grafico riportato sotto sono elencate le scuole presso le quali sono state rilevate criticità medie o alte legate al traffico veicolare. Per ciascuna è visualizzato il superamento in dBA rispetto al limite di 50 dBA diurno per la classe I.

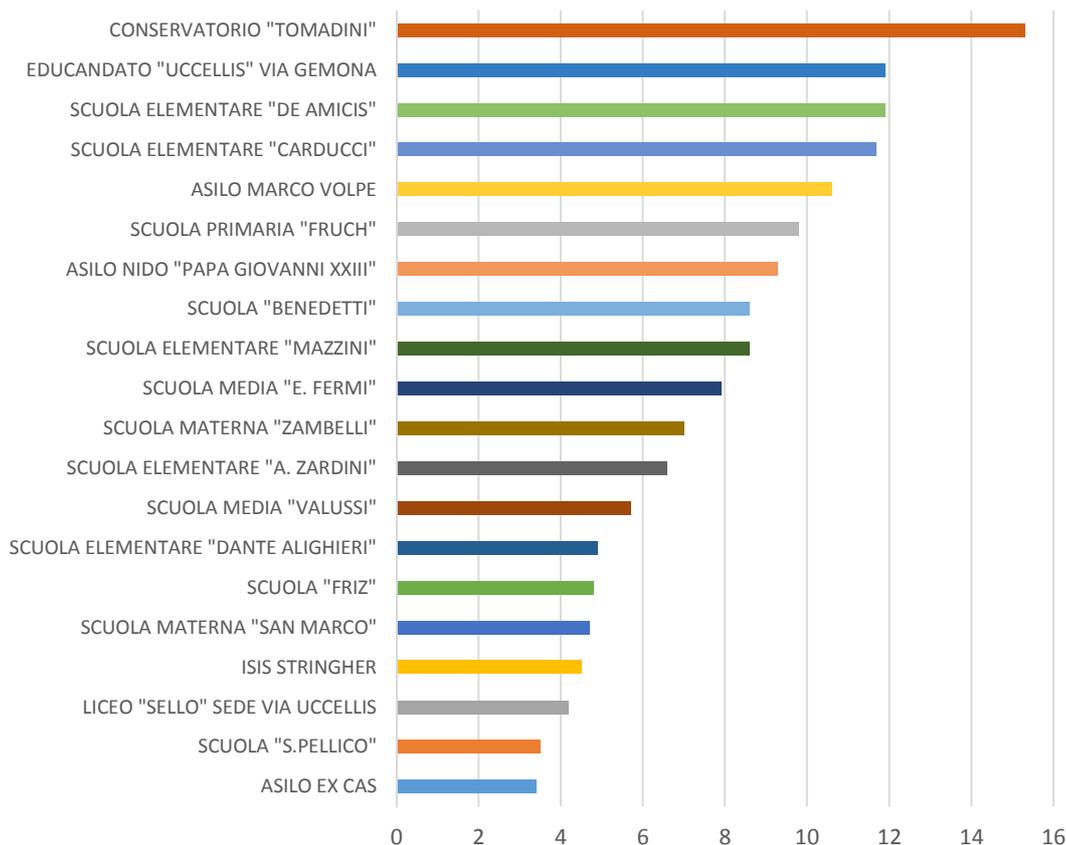


Figura 4-4. Entità dei superamenti in dBA legati al traffico veicolare rispetto al limite (50 dBA) presso alcune scuole

È evidente che, mentre per alcuni complessi scolastici il superamento è contenuto entro 5 dBA, per 5 scuole il superamento risulta superiore ai 10 dBA e per 8 scuole è compreso tra 5 e 10 dBA. Superamenti di questa entità sono chiaramente indice di un clima acustico fortemente condizionato dalla presenza di traffico veicolare, che oltre a incidere negli ambienti scolastici esterni può comportare situazioni di disturbo anche all'interno delle aule adibite a didattica nel caso queste fossero localizzate lato strada.

La tabella seguente riporta l'elenco completo delle situazioni di criticità emerse nel corso della campagna di misura che ha interessato le scuole e i complessi scolastici.

Tabella 4-3. Elenco delle criticità rilevate presso scuole e complessi scolastici

NR.	U.T.	RIF. MISURA	UBICAZIONE	CAUSA	TEMPO RIF.	ENTITÀ
27	408	S1	ASILO MARCO VOLPE	TRAFFICO STRADALE	D	ALTA
28	1767	S4	SCUOLA ELEMENTARE "A. ZARDINI"	TRAFFICO STRADALE	D	ALTA
29	1800	S5	SCUOLA "S.PELICO" FACCIATA	TRAFFICO STRADALE	D	MEDIA

30	1784	S10	SCUOLA "GIRARDINI"	TRAFFICO STRADALE	D	BASSA
31	1760	S16	SCUOLA ELEMENTARE "DE AMICIS"	TRAFFICO STRADALE	D	ALTA
32	1788	S20	SCUOLA ELEMENTARE "CARDUCCI" FACCIATA	TRAFFICO STRADALE	D	ALTA
33	394	S23	IPSIA "CECONI"	IMPIANTI	D	BASSA
34	409	S24	SCUOLA ELEMENTARE "DANTE ALIGHIERI"	IMPIANTI	D	MEDIA
35	1764	S37	ASILO EX CAS	TRAFFICO STRADALE	D	MEDIA
36	1790	S39	SCUOLA MATERNA "SAN MARCO"	TRAFFICO STRADALE	D	MEDIA
37	1804	S41	ENTE SCUOLA MAESTRANZE EDILI E AFFINI	TRAFFICO STRADALE	D	BASSA
38	1780	S42	SCUOLA MATERNA "ZAMBELLI"	TRAFFICO STRADALE	D	MEDIA
39	1802	S44	ISIS STRINGHER	TRAFFICO STRADALE	D	MEDIA
40	1772	S48	SCUOLA MEDIA "E. FERMI" FACCIATA	TRAFFICO STRADALE	D	MEDIA
41	1801	S50	SCUOLA "ADA NEGRI"	TRAFFICO STRADALE	D	BASSA
42	1776	S53	SCUOLA ELEMENTARE "MAZZINI"	TRAFFICO STRADALE	D	ALTA
43	2548	S54	ISTITUTO SALESIANO BEARZI	IMPIANTI	D	BASSA
44	1778	S58	ASILO NIDO "PAPA GIOVANNI XXIII"	TRAFFICO STRADALE	D	ALTA
45	1794	S59	SCUOLA DELL'INFANZIA "CENTAZZO"	TRAFFICO STRADALE	D	BASSA
46	1771	S60	SCUOLA PRIMARIA "FRUCH"	TRAFFICO STRADALE	D	ALTA
47	360	S64	ITC "DEGANUTTI"	TRAFFICO STRADALE	D	BASSA
48	306	S67	LICEO "SELLO" SEDE VIA UCCELLIS	TRAFFICO STRADALE	D	MEDIA
49	1803	S70	LICEO "MARINELLI" FACCIATA	TRAFFICO STRADALE	D	BASSA
50	423	S74	SCUOLA MEDIA "VALUSSI"	TRAFFICO STRADALE	D	MEDIA

51	1787	S76	SCUOLA ELEMENTARE "ZORUTTI"	TRAFFICO STRADALE	D	BASSA
52	3018	S79	IST MAGISTRALE "PERCOTO" SEDE VIA S. GIUSTINA	TRAFFICO STRADALE	D	BASSA
53	307	S80	IST. MAGISTRALE "PERCOTO" SEDE PRINCIPALE - LATO NORD	TRAFFICO STRADALE	D	BASSA
54	1773	S84	SCUOLA "FRIZ"	TRAFFICO STRADALE	D	MEDIA
55	2477	S87	SCUOLA "BENEDETTI"	TRAFFICO STRADALE	D	ALTA
56	1770	S89	SCUOLA "G.B. TIEPOLO"	TRAFFICO STRADALE	D	BASSA
57	403	S93	CONSERVATORIO "TOMADINI" FACCIATA	TRAFFICO STRADALE	D	ALTA
58	404	S94	LICEO "STELLINI" ESTERNO	TRAFFICO STRADALE	D	BASSA
59	402	S97	EDUCANDATO "UCCELLIS" FACCIATA VIA GEMONA	TRAFFICO STRADALE	D	ALTA
64	409	S100	SCUOLA ELEMENTARE "DANTE ALIGHIERI"	TRAFFICO STRADALE	D	MEDIA

Le situazioni più critiche si verificano presso il Conservatorio “Tomadini” (nr. **57**) il cui edificio principale sorge tra via Treppo e Piazza I° Maggio, presso l’Educandato “Uccellis” di via Gemona (nr. **59**) e presso le scuole elementari “De Amicis” nei pressi di Viale Venezia (nr. **31**) e “Carducci” di viale Tricesimo (nr. **32**). L’influenza del traffico stradale è alta anche presso l’asilo “Marco Volpe” (nr. **27**), che risulta compreso tra due importanti assi della viabilità cittadina come viale Ledra e via Marco Volpe, presso la scuola “Fruch” di viale dell’Emigrazione (nr. **46**) e presso l’asilo nido “Papa Giovanni XXIII” di via Cividale (nr. **44**).

Situazioni analoghe si verificano per i rimanenti rilievi, con superamenti del limite di 50 dBA più o meno consistenti in base alla distanza e all’esposizione dell’edificio rispetto alla sorgente stradale e ai flussi di traffico (che dipendono anche dall’orario in cui è stato effettuato il rilievo fonometrico).

Le criticità nr. **33**, **34** e **64** sono state rilevate presso l’I.P.S.I.A. “Ceconi” e presso l’adiacente scuola elementare “Dante Alighieri”. I due istituti confinano tra loro tramite il cortile interno. Il superamento è legato alla presenza di apparecchiature e lavorazioni che si svolgono all’interno dei laboratori dell’I.P.S.I.A. e che portano ad avere livelli leggermente superiori ai 50 dBA all’interno delle pertinenze scolastiche e che possono arrecare disturbo allo svolgimento delle lezioni nelle aule della scuola elementare. Inoltre la scuola elementare “Dante Alighieri” risente del rumore del traffico veicolare proveniente da via Dante, via Ciconi e via Carducci, presentando livelli superiori a quelli di classe I.

All’interno dell’Istituto Salesiano “Bearzi” è stata segnalata la criticità nr. **43** in quanto sono stati rilevati impianti a funzionamento continuo che comportano un livello acustico superiore ai 50 dBA. Tale situazione non porta tuttavia a problematiche significative all’interno del complesso scolastico, come peraltro evidenziato dagli altri rilievi effettuati nello stesso.

Si sottolinea come l'entità della criticità assegnata non sia correlata con l'effettiva classe acustica aggregata alle U.T. indagate. Ad esempio, le criticità di entità alta rilevate presso l'asilo "Marco Volpe" (nr. 27), e le scuole elementari "Carducci" (nr. 32) e "De Amicis" (nr. 31) hanno comportato l'innalzamento in classe acustica aggregata II, mentre le criticità di entità alta rilevate presso il conservatorio "Tomadini" (nr. 57) e presso l'educando "Uccellis" (nr. 59) non hanno comportato modifiche alla classe acustica I parametrica, che è stata confermata in zonizzazione aggregata. Le motivazioni alla base di tale scelta sono riconducibili alla specificità del rilievo fonometrico effettuato e che ha messo in evidenza la criticità, che è stata analizzata dal Tecnico Competente in Acustica e contestualizzata valutando elementi oggettivi e soggettivi. Nel caso specifico del conservatorio "Tomadini" e dell'educando "Uccellis" i rilievi sono stati effettuati a bordo strada in facciata all'edificio, che costituisce il limite dell' U.T. di riferimento e pertanto i livelli di rumore sono sovrastimati a causa del passaggio di veicoli a pochi metri di distanza dal fonometro. A ciascun rilievo in facciata è seguito poi un rilievo all'interno delle pertinenze scolastiche, che ha messo in evidenza valori coerenti con la classe I, che pertanto è stata mantenuta nonostante la criticità rilevata al confine.

4.4 ZONE INDUSTRIALI ED ARTIGIANALI

La campagna di rilievi effettuata presso le zone produttive non ha messo in evidenza particolari problematiche legate alle emissioni rumorose delle attività industriali ed artigianali.

La tabella seguente riporta l'unica criticità rilevata nel corso della campagna di misure che ha interessato un'attività operante presso lo scalo ferroviario della zona industriale di via Biella/via Rizzolo.

Tabella 4-4. Elenco delle criticità rilevate presso le zone industriali

NR.	U.T.	RIF. MISURA	UBICAZIONE	CAUSA	TEMPO RIF.	ENTITÀ
62	2561	Z26	Z.I. VIA BIELLA / VIA RIZZOLO LATO EST	ATTIVITÀ INDUSTRIALE	D	BASSA

Il rilievo è stato effettuato a confine della zona industriale all'interno della quale valgono i limiti di classe V ovvero 70 dBA diurni e 60 dBA notturni. Più precisamente, nel punto di misura il limite di riferimento sarà quello di classe IV in quanto nel Piano di Classificazione Acustica saranno previste delle fasce di decadimento acustico di classe IV e III attorno alla zona industriale. Il valore rilevato dunque è formalmente superiore ai 65 dBA della classe IV e per questo è stato segnalato il superamento.

Si segnala tuttavia che tale situazione si configura come una criticità di basso grado poichè il rilievo fonometrico è stato effettuato nei pressi dell'area di lavorazione, che prevede la movimentazione saltuaria di materiali (ghiaia) dallo scalo ferroviario adiacente. La durata del rilievo, di soli 30 minuti, non è rappresentativa dell'intero tempo di riferimento diurno (che si estende per 16 ore), durante il quale l'attività di movimentazione non opererebbe certamente in modo continuativo garantendo pertanto il rispetto del limite di classe IV. Inoltre non sono presenti ricettori abitativi nelle immediate vicinanze e dunque si può affermare che l'azienda in questione non comporta alcuna problematica acustica.

4.5 INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

Sono state rilevate complessivamente 14 criticità legate alle infrastrutture di trasporto, di cui 10 attribuibili al traffico veicolare e 4 al traffico ferroviario. I superamenti evidenziati si manifestano durante entrambi i tempi di riferimento e sono supportati da misure di lungo periodo di durata pari a 24 ore.

Tabella 4-5. Elenco delle criticità relative alle infrastrutture di trasporto

NR.	U.T.	RIF. MISURA	UBICAZIONE	CAUSA	TEMPO RIF.	ENTITÀ
13	2314	LP3	ABITAZIONE PRIVATA	TRAFFICO FERROVIARIO	N	MEDIA
14	2151	LP4	ABITAZIONE PRIVATA	TRAFFICO FERROVIARIO	N	MEDIA
15	2418	LP5	SEDE ATER VIA SALVO D'ACQUISTO	TRAFFICO FERROVIARIO	N	MEDIA
16	1896	LP6	ABITAZIONE PRIVATA	TRAFFICO FERROVIARIO	N	MEDIA
17	1025	LP7	COMANDO LEGIONE CARABINIERI FVG	TRAFFICO STRADALE	N	BASSA
18	2498	LP8	ABITAZIONE PRIVATA	TRAFFICO STRADALE	D/N	MEDIA
19	1973	LP9	ABITAZIONE PRIVATA	TRAFFICO STRADALE	N	MEDIA
20	2220	LP11	PUBBLICO ESERCIZIO	TRAFFICO STRADALE	D/N	MEDIA
21	1933	LP13	ABITAZIONE PRIVATA	TRAFFICO STRADALE	D/N	ALTA
22	2320	LP14	ABITAZIONE PRIVATA	TRAFFICO STRADALE	D/N	ALTA
23	867	LP15	ABITAZIONE PRIVATA	TRAFFICO STRADALE	D/N	MEDIA
24	211	LP16	ABITAZIONE PRIVATA	TRAFFICO STRADALE	D/N	MEDIA
25	840	LP17	COMANDO PROVINCIALE CARABINIERI UDINE	TRAFFICO STRADALE	N	MEDIA
26	648	LP18	ABITAZIONE PRIVATA	TRAFFICO STRADALE	N	MEDIA

4.5.1 Linee ferroviarie

Le criticità nr. 13, 14, 15 e 16 interessano le infrastrutture ferroviarie principali che attraversano la città di Udine, ovvero il complesso della stazione ferroviaria, la linea Venezia – Udine e la linea Udine – Tarvisio, sia nel tratto a binario singolo sia in quello in trincea a doppio binario che si sviluppa ad est del

centro urbano. Tutte le criticità sono determinate da superamenti più o meno consistenti del limite di 60 dBA definito dal D.P.R. 459/98 e relativo alla fascia “A” in periodo notturno.

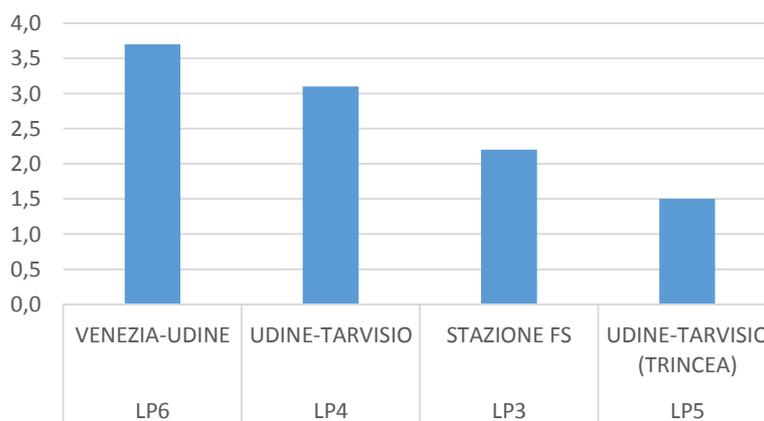


Figura 4-5. Entità dei superamenti notturni delle infrastrutture ferroviarie

Come si vede nel grafico soprastante, i superamenti maggiori si verificano per la linea Venezia – Udine, monitorata all’altezza di via Pozzuolo, in un punto all’interno di un’area a media densità abitativa dove i convogli merci e passeggeri procedono a velocità ridotta. Superamenti significativi si verificano inoltre lungo la linea Udine – Tarvisio nella tratta a singolo binario che si dirama direttamente dalla stazione ferroviaria e procede parallela a via Albona in una zona densamente popolata. I livelli generati dal traffico ferroviario nella tratta di più recente realizzazione a doppio binario in trincea risultano comunque superiori al limite notturno di 60 dBA. In entrambe le tratte si ha compresenza di traffico merci e passeggeri. Presso la stazione di Udine si registra un elevato numero di convogli in transito, che pur procedendo a velocità ridotta, comportano un superamento dei limiti di riferimento, legato anche alla presenza di numerosi scambi e giunti, come si è potuto appurare dall’osservazione aurale nel punto di rilievo.

Vista la particolare tipologia di sorgente, la presenza di popolazione esposta e l’entità dei superamenti a tutte le criticità è stato assegnato un livello di gravità medio. Il rumore derivante dal traffico ferroviario risulta infatti maggiormente tollerato dalla popolazione rispetto al rumore da traffico veicolare da sorgenti industriali e pertanto il livello di priorità di intervento risulta inferiore (per i possibili interventi di risanamento si veda il paragrafo 5.2).

Le rimanenti 10 criticità sono relative a varie infrastrutture stradali categorizzate secondo quanto previsto dal Piano Urbano del Traffico del Comune di Udine, ovvero come “E – urbana di quartiere”, ad eccezione di via Pasolini, classificata come “Cb – extraurbana secondaria”.

4.5.2 Infrastrutture stradali

Con riferimento al D.P.R. 142/2004 si rammenta che il limite per le strade “E” è determinato dai limiti derivanti dalla classificazione acustica delle U.T. adiacenti e si estende in una fascia di 30 m di ampiezza dal limite della carreggiata, mentre i limiti per le strade di tipo “Cb” varia in funzione del posizionamento del punto di misura all’interno delle fasce di pertinenza “A” e “B” generate rispettivamente a distanza di 100 e 250 m dal margine della carreggiata.

In definitiva, i limiti utilizzati per il confronto delle strade di tipo “E” sono stati 65 dBA diurni e 55 dBA notturni, mentre per le strade di tipo “Cb” 70 dBA diurni e 60 dBA notturni (i punti di misura ricadono sempre all’interno della fascia di pertinenza “A” di ampiezza 100 m).

Come già anticipato al paragrafo 3.5.2, le situazioni più critiche si verificano in via Palmanova (nr. 22), via Cividale (nr. 21) e via Pozzuolo (nr. 23), sia durante il periodo diurno che durante il periodo notturno. Altre arterie stradali che generano superamenti in entrambi i tempi di riferimento sono via Marco Volpe (nr. 24), via Gino Pieri (nr. 20) e viale Tricesimo (nr. 26). Superamenti di media e bassa entità nel periodo notturno sono stati rilevati invece presso viale Trieste (nr. 25), viale Venezia (nr. 17), via Martignacco (nr. 18) e via Pasolini (nr. 19).

4.6 U.T. ADIACENTI CON VALORI LIMITE CHE SI DISCOSTANO PER PIÙ DI 5 dBA

Come anticipato all’inizio del presente capitolo, sono state segnalate come criticità le situazioni di adiacenza tra zone con classe acustica aggregata differente per più di 5 dBA. Con riferimento alla legge 447/95 ed in particolare all’art. 4 comma 1 lettera a), che stabilisce il divieto di contatto diretto le aree con limiti che differiscono per più di 5 dBA, tali evidenze si configurano come situazioni di potenziale incompatibilità che sono state indagate mediante rilievi fonometrici specifici, che hanno appurato il rispetto dei limiti stabiliti in fase di zonizzazione aggregata e che quindi consentono di mantenere il contatto tra le classi.

Tabella 4-6. Elenco delle criticità relative ai salti di classe

NR.	U.T.	UBICAZIONE	DESCRIZIONE	ENTITÀ
65	779	LATO SUD ZAU VIA ADRIA	CONTATTO CLASSE IV CLASSE II	BASSA
66	2599	LATO NORD ZAU MERCATO ORTOFRUTTICOLO	CONTATTO CLASSE IV CLASSE II	BASSA
67	2752	AREA RESIDENZIALE ADIACENTE AREA PARCO CORMOR	CONTATTO CLASSE III CLASSE I	BASSA
68	2730	AREA RESIDENZIALE E ARTIGIANALE ADIACENTE A PARCO CORMOR	CONTATTO CLASSE III CLASSE I	BASSA
69	2754	AREA RESIDENZIALE ADIACENTE A PARCO CORMOR	CONTATTO CLASSE III CLASSE I	BASSA
70	2732	AREA RESIDENZIALE ADIACENTE A PARCO CORMOR	CONTATTO CLASSE III CLASSE I	BASSA
71	762	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE A ZONA ARTIGIANALE	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
72	662	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE A ZONA COMMERCIALE	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
73	3018	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA

74	307	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
75	456	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
76	405	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
77	436	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
78	402	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
79	393	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
80	403	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
81	424	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
82	404	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
83	378	STRUTTURA SANITARIA ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
84	425	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
85	423	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
86	419	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
87	410	EDIFICIO SCOLASTICO ADIACENTE ZONA MISTA	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA
88	2888	ZONA PRODUTTIVA ALL'INTERNO DEL PARCO TORRE	CONTATTO BUFFER CLASSE III CLASSE I	BASSA
89	2864	ZONA PRODUTTIVA NEI PRESSI DEL PARCO DEL TORRE	CONTATTO BUFFER CLASSE III CLASSE I	BASSA
90	2947	ZONA PRODUTTIVA NEI PRESSI DEL PARCO DEL TORRE	CONTATTO BUFFER CLASSE III CLASSE I	BASSA
91	2615	LATO NORD AREA SERVIZI VIA GONARS	CONTATTO CLASSE IV CLASSE II	BASSA
92	2615	LATO SUD AREA SERVIZI VIA GONARS	CONTATTO CLASSE IV CLASSE II	BASSA
93	392	SCUOLA MATERNA PAULINI	CONTATTO BUFFER CLASSE II CLASSE IV	BASSA

Le situazioni relative ai salti di classe rilevate nel territorio sono riconducibili ai seguenti scenari:

- aree della Z.A.U. di classe IV confinanti con aree agricole di classe II: è il caso delle criticità nr. 65 e 66 localizzate rispettivamente a sud ed a nord della Z.A.U.;
- aree residenziali di classe III confinanti con aree del Parco del Cormor: è il caso delle criticità nr. 67 ÷ 70 localizzate nella parte ovest del territorio comunale;
- complessi scolastici e una struttura sanitaria in classe I inserite in contesti urbanizzati di classe IV: è il caso soprattutto delle scuole presenti nel centro città, i cui buffer di classe II toccano le aree di classe IV. Le criticità di questo tipo sono le nr. 71 ÷ 87 e la nr. 93;
- zone produttive di tipo “D” poste all’interno o al confine della perimetrazione del Parco del Torre: è il caso delle criticità nr. 88, 89, 90, per le quali si verifica il contatto tra le fasce di decadimento di classe III e la classe I assegnata alle aree di parco;
- aree a servizi ospitanti impianti tecnologici di classe IV confinanti con aree agricole di classe II: è il caso delle criticità nr. 91 e 92 presso l’area di via Gonars che ospita il depuratore e altri impianti di trattamento rifiuti.

Per tali ambiti non si rendono necessari interventi di risanamento. Tuttavia, in relazione alla loro potenziale problematicità a seguito di modifica delle fonti di rumore attualmente presenti, si potranno prevedere misure di monitoraggio periodico.

5. INDICAZIONI PER IL RISANAMENTO E IL MONITORAGGIO ACUSTICO

Nel presente capitolo sono descritte delle possibili azioni che possono essere intraprese per il risanamento delle criticità acustiche rilevate ed elencate al capitolo precedente. Le azioni e gli interventi proposti sono stati suddivisi in funzione della tipologia di sorgente sonora causa del superamento e possono agire genericamente sulla sorgente, sul percorso di propagazione o sul ricettore.

L'efficacia degli interventi di risanamento e la scelta della tipologia di azione più opportuna variano in relazione al numero di ricettori esposti secondo criteri di costi – benefici.

Saranno inoltre individuate e definite delle zone del territorio comunale soggette a livelli significativi di inquinamento acustico sulla base delle evidenze emerse dalla campagna di rilievi fonometrici e di considerazioni di carattere tecnico sulla rappresentatività delle singole misure puntuali nell'analisi di contesti territoriali più ampi, che saranno denominati *Ambiti soggetti a livelli significativi di inquinamento acustico*.

Sulla base del clima acustico rilevato con la campagna fonometrica eseguite verranno infine proposti dei punti di monitoraggio acustico che potranno essere utilizzati per la predisposizione della *Relazione biennale sullo stato acustico del territorio comunale* e in generale per l'aggiornamento ed il controllo dei livelli di rumore e della loro evoluzione temporale.

5.1 INTERVENTI PER LE CRITICITÀ DA TRAFFICO VEICOLARE

È stato appurato come il traffico veicolare rappresenti la principale fonte di rumore nel territorio comunale. Ciò comporta numerose situazioni di criticità che si manifestano in particolar modo presso ricettori sensibili come scuole, complessi scolastici, strutture sanitarie e socio assistenziali, sovente localizzati in adiacenza alle infrastrutture stradali. Come indicato dal D.P.R. 142/2004, presso tutti i ricettori sensibili quali scuole, case di riposo ed ospedali, devono essere rispettati i limiti di immissione di 50 dBA (diurno) e 40 dBA (notturno).

In alcuni casi i ricettori sensibili sono interessati dal traffico presente in lontananza, che genera un rumore diffuso nell'area e determina un clima acustico comunque superiore ai limiti consentiti.

Si evidenziano poi numerosi superamenti dei limiti propri dell'infrastruttura, rilevati grazie alle misure di lungo periodo, che interessano un numero significativo di abitanti vista la natura lineare delle strade, attorno alle quali si sviluppano le aree urbanizzate.

Vengono elencati nel seguito i possibili interventi per la riduzione del rumore da traffico veicolare, senza entrare nel merito sull'applicabilità degli stessi alle specifiche situazioni rilevate, per le quali si rimanda alla redazione di eventuali Piani di Risanamento.

- *limitazione dei flussi veicolari*: un dimezzamento dei flussi riduce il livello equivalente di circa 3 dBA, con effetti limitati sulla percezione dei picchi di rumore prodotti dai singoli transiti. La riduzione dei flussi però potrebbe comportare un aumento della velocità media e quindi un incremento della rumorosità emessa dal singolo veicolo;
- *imposizione di limiti di velocità*: la riduzione della velocità limita l'emissione acustica del singolo veicolo. Tale intervento si rivela efficace soprattutto in assenza di traffico pesante;

- *pianificazione della viabilità*: istituzione di sensi unici o comunque di viabilità ad un senso di marcia, abolizione degli impianti semaforici per una maggiore fluidità del traffico;
- *utilizzo di pavimentazione antirumore*: la superficie stradale, oltre ad essere fonte di rumore per rotolamento degli pneumatici, contribuisce all'emissione di rumore per riflessione;



Figura 5-1. Riduzione del rumore tramite l'utilizzo di pavimentazioni antirumore

- *installazione di barriere fonoisolanti/fonoassorbenti*: si interviene sull'ambiente di propagazione, ove possibile, ottenendo anche riduzioni di 15 dBA al ricettore;
- *interventi al ricettore*: miglioramento dei requisiti acustici passivi degli edifici con installazione di serramenti dotati di maggior potere fonoisolante.

Per i ricettori sensibili spesso non è possibile intervenire né sulla sorgente né sull'ambiente di propagazione e pertanto si agisce direttamente sullo stesso.

Ad esempio, per gli edifici scolastici è consigliabile eseguire un monitoraggio acustico della rumorosità, effettuando rilievi che misurino i valori al centro della stanza, a finestre chiuse, con il microfono posto all'altezza di 1,5 m dal pavimento, come descritto al comma 2, art. 6 del D.P.R. 30 marzo 2004, n.142. Il valore limite consentito è di 45 dBA (Leq diurno). Nel caso in cui tali limiti non siano rispettati e sia impossibile dal punto di vista tecnico, economico ed ambientale conseguire il rispetto del limite alla sorgente, si proporrà:

- il miglioramento dei requisiti acustici passivi delle stanze sulle facciate più esposte;
- il cambio di destinazione d'uso (riservando la stanza ad attività diverse, come ad es. deposito).

Analogamente per le strutture sanitarie e socio assistenziali i valori da rilevare all'interno delle stanze non devono essere superiore a 35 dBA nel periodo notturno, mentre non dovranno essere superiori a 40 dBA in tutti gli altri ricettori di carattere abitativo.

5.2 INTERVENTI PER LE CRITICITÀ DA TRAFFICO FERROVIARIO

Il traffico ferroviario passeggeri e soprattutto merci rappresenta un'altra importante fonte di rumore nel territorio comunale, evidenziata con il superamento dei limiti diurni e notturni delle infrastrutture ferroviarie rilevati grazie alle misure di lungo periodo. Anche il rumore prodotto dalle ferrovie interessa un numero significativo di abitanti vista l'estensione della rete nel tessuto urbano cittadino.

Vengono elencati nel seguito i possibili interventi per la riduzione del rumore da traffico ferroviario senza entrare nel merito sull'applicabilità degli stessi alle specifiche situazioni rilevate, per le quali si rimanda alla redazione di eventuali Piani di Risanamento.

- *pianificazione del traffico ferroviario*: limitazione del numero di convogli transitanti nel periodo notturno;
- *retrofitting degli impianti frenanti*: sostituzione nei treni merci dei freni a ceppi in ghisa con freni a ceppi di materiale sintetico;
- *interventi sul materiale rotabile*: impiego di smorzatori di vibrazioni sulle ruote, ruote con profilo a bassa emissione acustica, riprofilatura delle ruote;
- *interventi sui binari*: molatura per la riduzione della rugosità, installazione di smorzatori di vibrazioni alla rotaia, annessamento delle rotaie su solette di cemento, interventi su supporti, scambi e binari in curva;
- *installazione di barriere fonoisolanti/fonoassorbenti*: si interviene sull'ambiente di propagazione, ove possibile, ottenendo anche riduzioni di 15 dBA al ricettore;
- *interventi al ricettore*: miglioramento dei requisiti acustici passivi degli edifici con installazione di serramenti dotati di maggior potere fonoisolante.

Si sottolinea come nell'analisi non siano state rilevate criticità legate al traffico ferroviario presso scuole o strutture sanitarie.

5.3 INTERVENTI PER LE CRITICITÀ DA SORGENTI PUNTUALI

Sono stati individuate alcune criticità di gravità bassa e media legate alla presenza di sorgenti puntuali, localizzate all'interno delle pertinenze di scuole (I.P.S.I.A. "Ceconi", scuola elementare "Dante Alighieri", Istituto Salesiano "Bearzi") e strutture sanitarie (Ospedale "S. Maria della Misericordia", casa di riposo "La Quiete", casa di riposo "CARIS"). I superamenti evidenziati sono causati da impianti tecnici di ventilazione con macchine rotanti (compressori, ventilatori) collegati a punti di aspirazione o espulsione aria.

Per l'accertamento dell'impatto generato da tali sorgenti puntuali è consigliabile procedere con il monitoraggio del clima acustico, verificando in primis che ci siano stanze dedicate alla degenza o alla didattica prospicienti gli impianti che generano tali rumori e procedendo, in caso affermativo, con delle misure eseguite all'interno degli edifici, dalla cui risultanze si potrà proporre:

- il miglioramento dei requisiti acustici passivi delle stanze sulle facciate più esposte ricordando che il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 specifica che negli ospedali e nelle scuole, per gli impianti a funzionamento continuo il livello sonoro limite è pari a 25 dBA di L_{Aeq} ;
- il cambio di destinazione d'uso (riservando la stanza ad attività diverse dalla degenza o dalla didattica).

Sarà possibile inoltre intervenire con un risanamento direttamente sulla sorgente del rumore, attraverso:

- l'installazione di silenziatori a setti assorbenti o griglie afoniche;
- l'incapsulamento delle apparecchiature più rumorose;
- installazione di opportune barriere fonoisolanti.

5.4 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI SOGGETTI A LIVELLI SIGNIFICATIVI DI INQUINAMENTO ACUSTICO

L'analisi del clima acustico del Comune di Udine si è basata su rilievi fonometrici puntuali di caratterizzazione di durata limitata il più delle volte a 30 minuti. La disposizione spaziale dei punti di rilievo è riportata nella figura seguente e copre in modo abbastanza omogeneo le varie aree cittadine pur dipendendo in parte dalla destinazione d'uso delle zone urbanistiche.

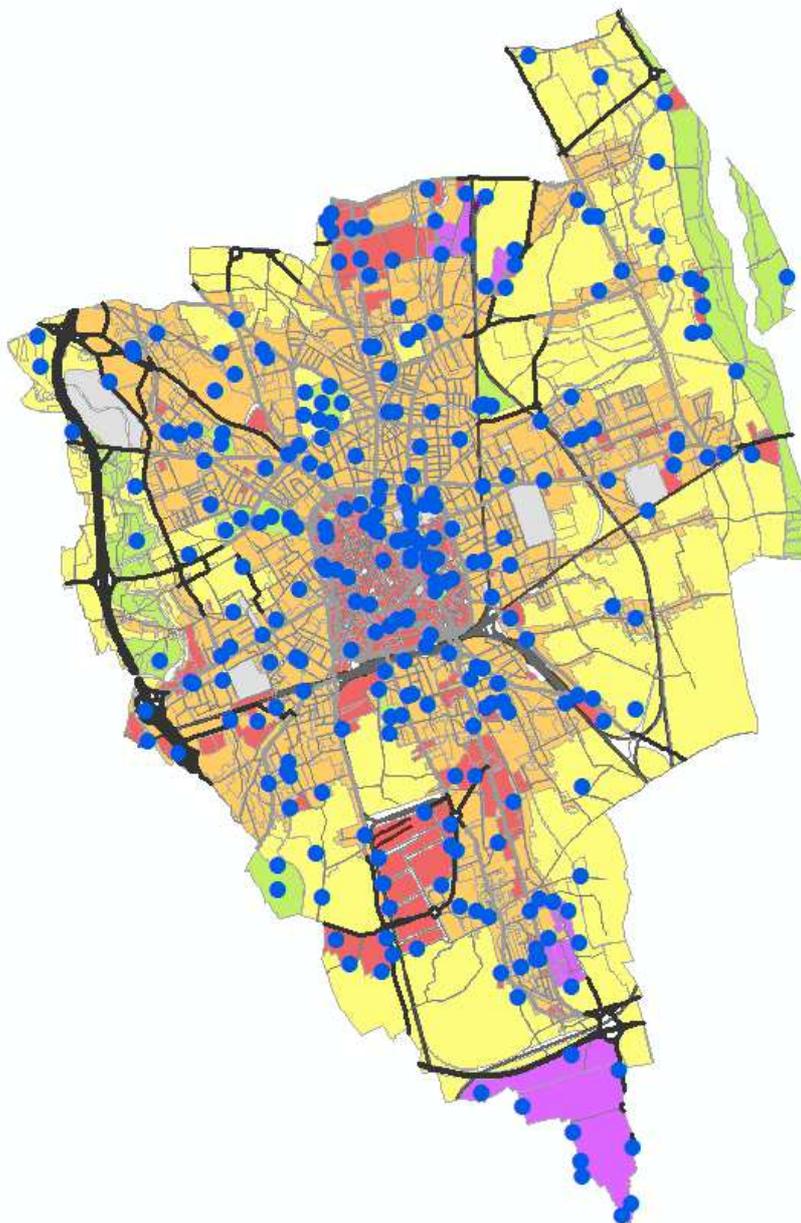


Figura 5-2. Disposizione dei punti di rilievo (in blu) nel territorio comunale

La campagna di rilievi è stata di supporto alle scelte pianificatorie intervenute durante la redazione del Piano di Classificazione Acustica e fornisce dati in merito al clima acustico presente nella città e alle principali fonti di rumore. Le informazioni possono essere interpretate ed estese sia in termini spaziali che temporali a contesti territoriali acusticamente omogenei all'interno dei quali si può ragionevolmente assumere che il clima acustico presenti globalmente le medesime caratteristiche.

Seguendo questo tipo di approccio sono stati individuati sette ambiti all'interno dei quali si ipotizzano livelli di inquinamento acustico significativo e che dovranno essere oggetto di monitoraggio e di eventuale Piano di risanamento acustico. La definizione di tali ambiti è funzionale dunque a:

- localizzare alcune postazioni di misura utili alla stesura della *Relazione Biennale sullo Stato Acustico del Territorio Comunale*, come definita dalla L. 447/95;
- indirizzare la definizione dei *Piani di Risanamento Acustico Comunali* (P.R.A.C.) richiamati nella L.R. 16/2007.

Nei paragrafi che seguono vengono riportate in modo schematico le caratteristiche degli ambiti individuati e le problematiche emerse a seguito della campagna di misura. Per alcune aree ristrette all'interno di ciascun ambito è stata redatta una mappatura acustica preliminare utilizzando il software previsionale Cadna-A®, ovvero una simulazione dei livelli di rumore attesi nelle aree prospicienti alle infrastrutture di trasporto indagate, sulla base delle evidenze raccolte con le indagini fonometriche eseguite e descritte nel presente elaborato.

Le mappe rappresentano graficamente i livelli equivalenti diurni e notturni mediati sui relativi tempi di riferimento mediante interpolazione con curve di livello relative ad una griglia di risoluzione 10 m x 10 m e altezza 4 m sul piano campagna.

La scala di colori utilizzata è riportata nella figura seguente:

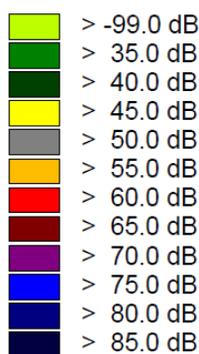
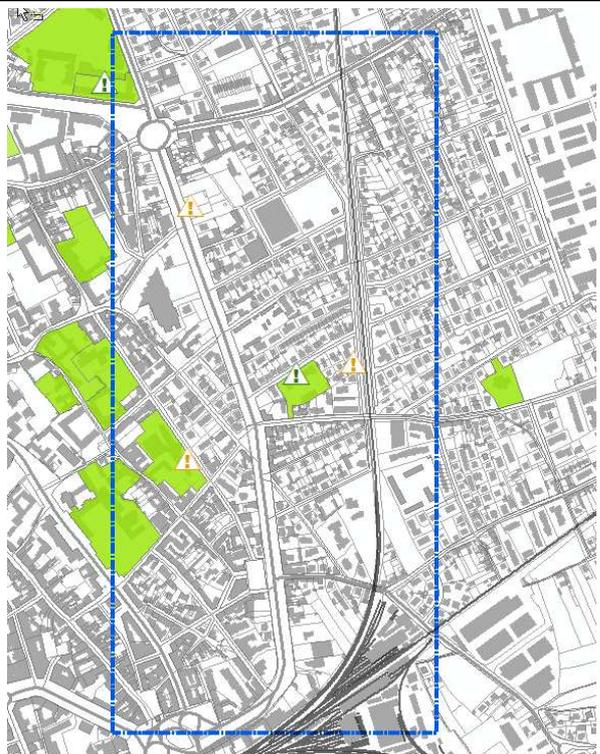
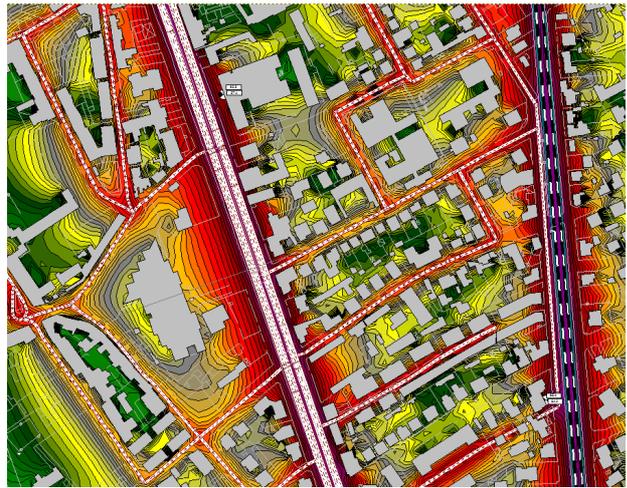
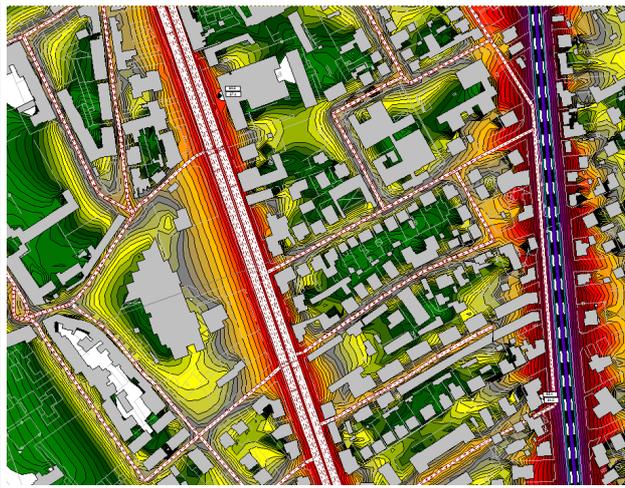


Figura 5-3. Scala di colori utilizzata nelle mappe acustiche

5.4.1 AR.01 – Viale Trieste / Linea Udine - Tarvisio

AR.01	Viale Trieste / Linea Udine - Tarvisio	
	Descrizione	L'ambito in questione è delimitato ad est da Viale Trieste e ad ovest dal sedime della linea ferroviaria a binario singolo Udine Tarvisio, che scorre parallela a via Albona, fino all'incrocio con via Cividale
	Dest. prevalente	Zone B3 – residenziale estensiva
	Sorgenti	Traffico stradale (viale Trieste) e ferroviario (linea Udine – Tarvisio)
	Ricettori sensibili	Scuola elementare “Zorutti”
	Rilievi effettuati	LP4, LP17, S76
	Nr. criticità	14, 25, 50, 51
Note		
<p>I risultati dei rilievi hanno evidenziato il significativo impatto acustico di Viale Trieste e della ferrovia, che racchiudono una vasta area a destinazione residenziale. Le infrastrutture in questione presentano all'interno dell'ambito caratteristiche omogenee relativamente ai flussi di traffico e pertanto i valori rilevati puntualmente sono rappresentativi in tutto l'ambito, all'interno del quale sono state riscontrate quattro criticità.</p>		
Mappa acustica dell'ambito		
		
Giorno	Notte	

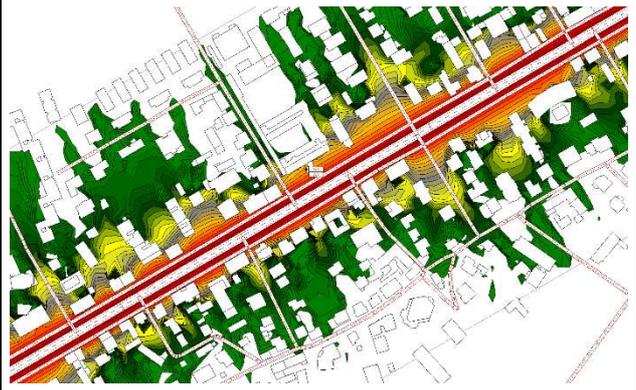
5.4.2 AR.02 – Viale Venezia

AR.02	Viale Venezia		
Descrizione	L'ambito in questione si sviluppa in una fascia di territorio di estensione pari a 200 m per lato parallela a Viale Venezia, a partire dallo svincolo della Tangenziale ovest fino a poco prima della rotonda di via Marco Volpe.		
Dest. prevalente	Zone B2 – residenziale semintensiva	Zone B3 – residenziale estensiva	Zone H2 – attrezzature commerciali
Sorgenti	Traffico stradale (viale Venezia)		
Ricettori sensibili	Scuola elementare “De Amicis” Scuola dell’infanzia “Cattarossi” Casa di Cura “Città di Udine”		
Rilievi effettuati	H5, H6, S16, S15, LP7, C51		
Nr. criticità	5, 17, 31		
Note			
<p>I risultati dei rilievi hanno evidenziato il significativo impatto acustico di Viale Venezia, intorno al quale si trovano aree ad alta densità abitativa. I flussi di traffico si mantengono sostenuti lungo l'infrastruttura, che rappresenta il principale accesso alla città per i veicoli provenienti dall'autostrada A23 da sud. Tra i ricettori sensibili interessati dall'impatto acustico del traffico troviamo una scuola elementare, affacciata direttamente su via Birago, ovvero una laterale di Viale Venezia regolata da un impianto semaforico, e una importante struttura sanitaria privata, che sorge proprio a margine del viale.</p>			

Mappa acustica dell'ambito

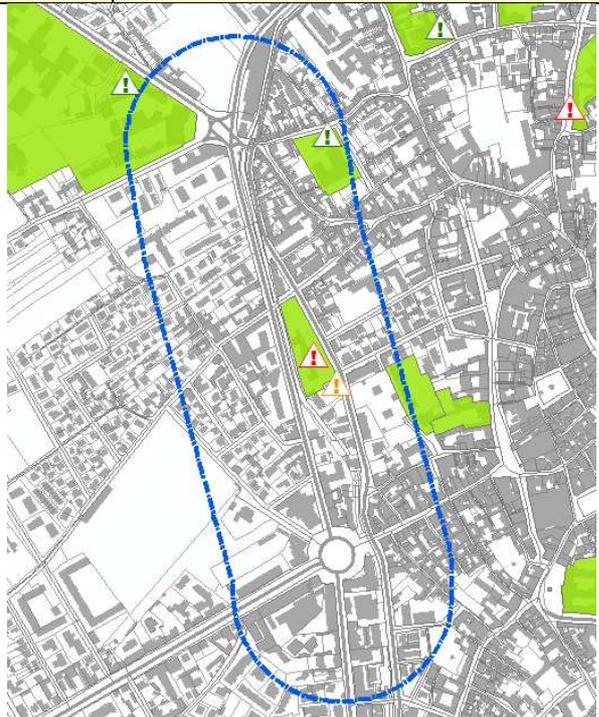


Giorno



Notte

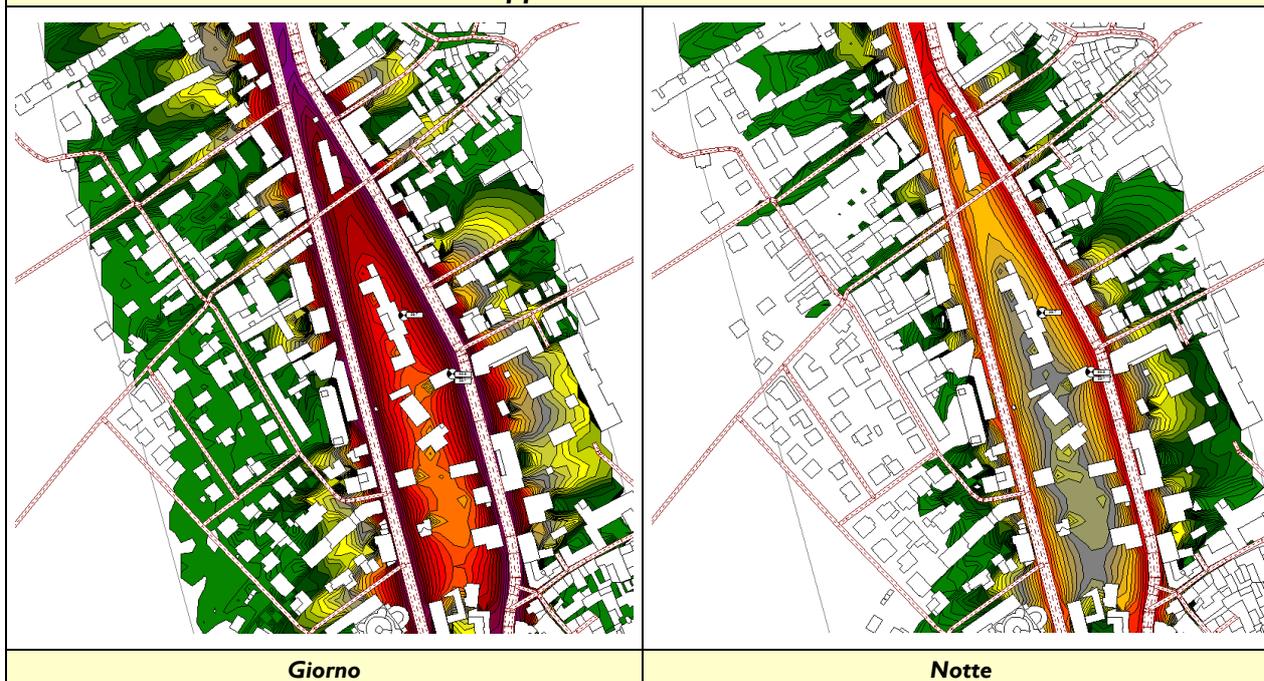
5.4.3 AR.03 – Via Marco Volpe – Viale Ledra

AR.03	Via Marco Volpe – Viale Ledra	
	Descrizione	L'ambito in questione riguarda la fascia di territorio adiacente alla parte nord ovest dell'anello periurbano di viabilità
	Dest. prevalente	Zone B1 – residenziale intensiva Zone B2 – residenziale semintensiva
	Sorgenti	Traffico stradale (via Marco Volpe e viale Ledra)
	Ricettori sensibili	Asilo "Marco Volpe"
	Rilievi effettuati	LP16, S1
	Nr. criticità	24, 27, 53

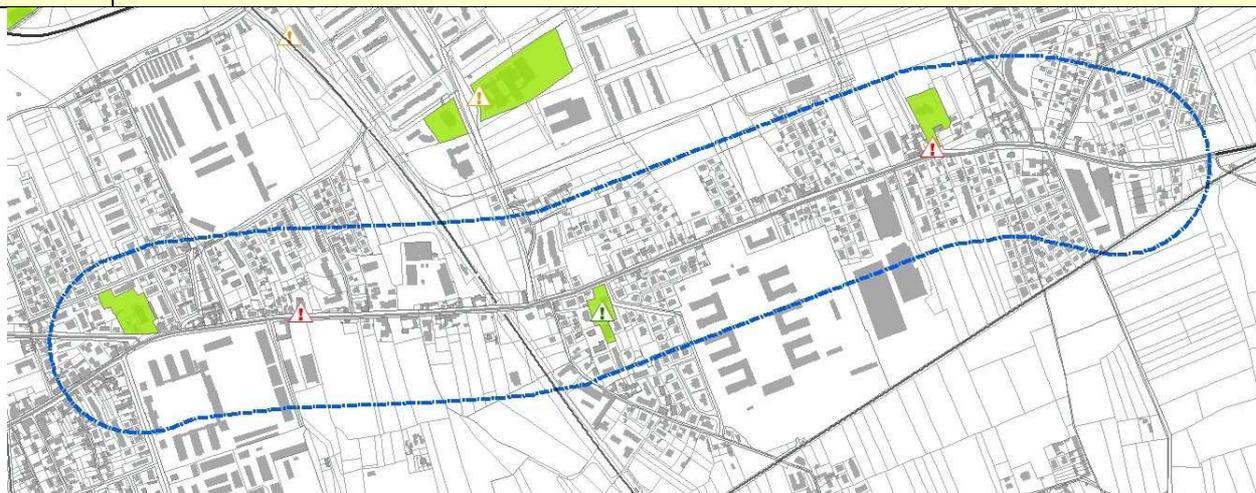
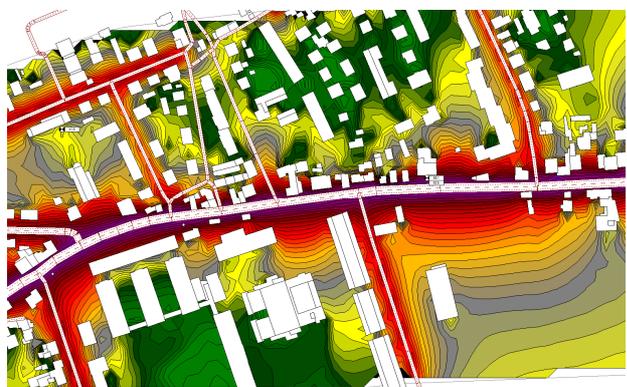
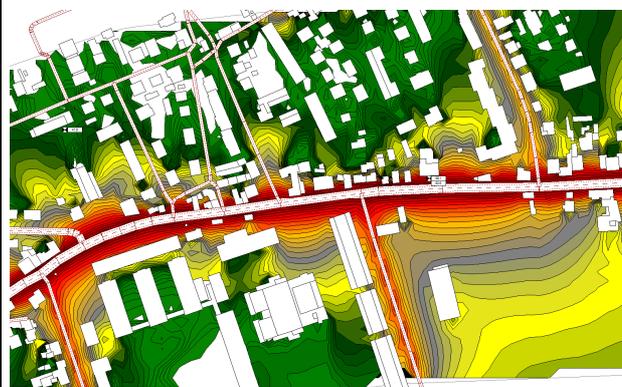
Note

I risultati dei rilievi hanno evidenziato il significativo impatto acustico derivante dal traffico veicolare lungo via Marco Volpe, che si sposta a senso unico in direzione nord e viale Ledra, sempre a senso unico ma in direzione opposta. Tra i ricettori sensibili interessati dall'impatto acustico del traffico troviamo una scuola materna, situata tra le due strade sopraccitate. Si ipotizza che anche nell'area a sud della rotonda compresa tra viale Giuseppe Duodo e via Antonio Marangoni il clima acustico sia fortemente influenzato dall'intenso traffico veicolare.

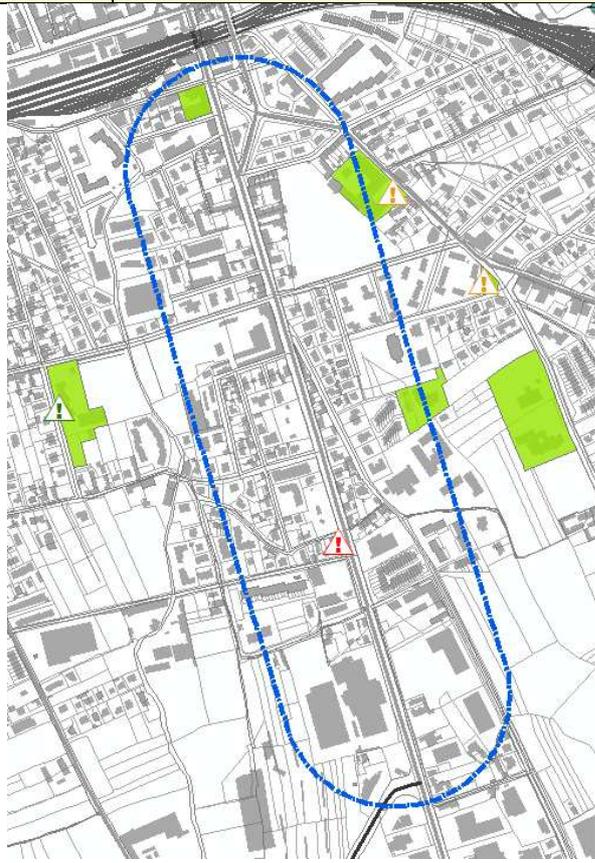
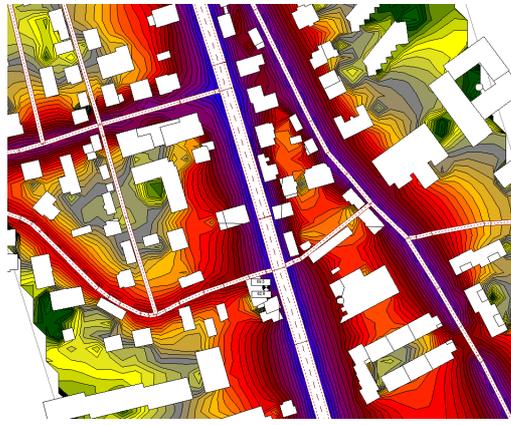
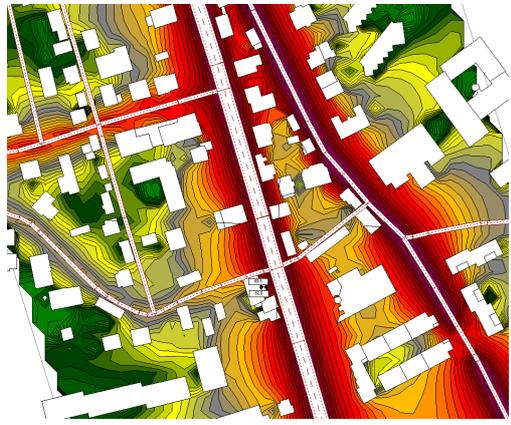
Mappa acustica dell'ambito



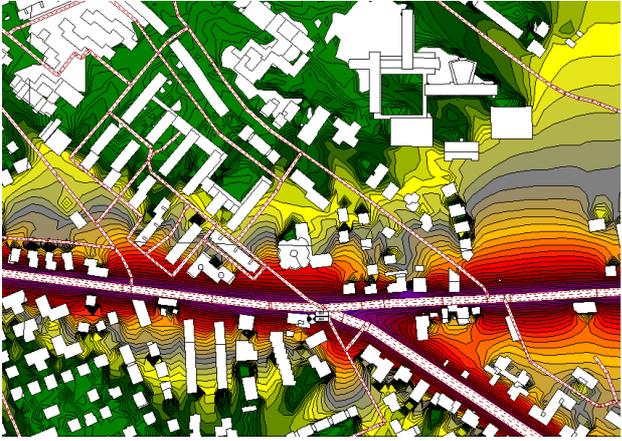
5.4.4 AR.04 – Via Cividale

AR.04	Via Cividale
	
Descrizione	L'ambito in questione si sviluppa in una fascia di territorio di estensione pari a 200 m per lato parallela a via Cividale, a partire dall'incrocio con via Simonetti fino all'incrocio con via Bariglaria.
Dest. prevalente	Zone B3 – residenziale estensiva
Sorgenti	Traffico stradale (via Cividale)
Ricettori sensibili	Asilo nido "Papa Giovanni XXIII" Scuola materna "Papa Giovanni XXIII" Scuola elementare "Girardini"
Rilievi effettuati	LP13, S10, S57, S58
Nr. criticità	21, 30, 44
Note	
I risultati dei rilievi hanno evidenziato il significativo impatto acustico derivante dal traffico veicolare lungo via Cividale, che collega l'anello periurbano della viabilità con le zone est del comune. Nell'ambito in oggetto troviamo una scuola elementare, una scuola materna e un asilo nido.	
Mappa acustica dell'ambito	
	
Giorno	Notte

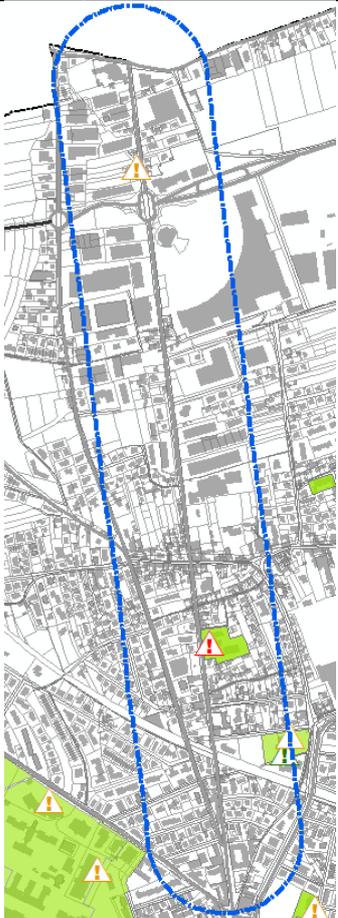
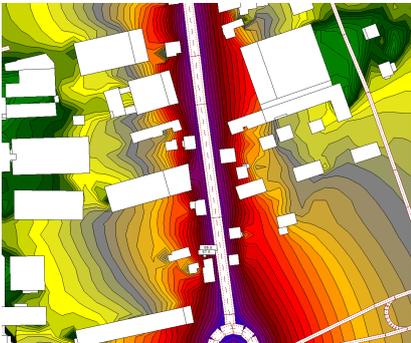
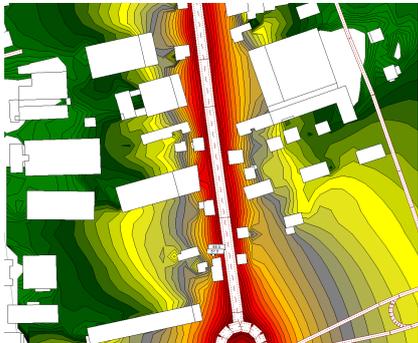
5.4.5 AR.05 – Viale Palmanova

AR.05	Viale Palmanova	
	Descrizione	L'ambito in questione si sviluppa in una fascia di territorio di estensione pari a 200 m per lato parallela a viale Palmanova, a partire dal cavalcavia ferroviario fino all'altezza di via Lupieri in direzione sud.
	Dest. prevalente	Zone B2 – residenziale semintensiva Zone B3 – residenziale estensiva Zone H3 – attrezzature commerciali di interesse sovracomunale
	Sorgenti	Traffico stradale (viale Palmanova)
	Ricettori sensibili	I.A.L. Udine Scuola media "Fermi" Scuola materna "Ermidia Linda"
	Rilievi effettuati	S38, S48, S49, S52, LP14, C20
	Nr. criticità	22
Note		
<p>I risultati dei rilievi hanno evidenziato il significativo impatto acustico derivante dal traffico veicolare lungo viale Palmanova, che collega l'anello periurbano della viabilità con le zone sud del comune. Nell'ambito in oggetto troviamo la sede dello I.A.L., una scuola media e una scuola materna, che però non sono ubicate fronte strada. Sebbene i flussi di traffico siano analoghi anche nel tratto più a sud di viale Palmanova, l'ambito è stato limitato alla zona individuata, in quanto a destinazione prevalentemente residenziale, e quindi con presenza di individui esposti al rumore durante il tempo di riferimento notturno.</p>		
Mappa acustica dell'ambito		
		
Giorno	Notte	

5.4.6 AR.06 – Via Martignacco

AR.06	Via Martignacco	
	Descrizione	L'ambito in questione corrisponde all'area cittadina compresa tra via Martignacco e via Val di Resia, a nord ovest rispetto al centro città
	Dest. prevalente	Zone B2 – residenziale semintensiva Zone B3 – residenziale estensiva
	Sorgenti	Traffico stradale (via Martignacco)
	Ricettori sensibili	Scuola dell'infanzia "Benedetti" Scuola primaria "Rodari"
	Rilievi effettuati	S87, S88, LP8
	Nr. criticità	18, 55, 56
Note		
<p>I risultati dei rilievi hanno evidenziato il significativo impatto acustico derivante dal traffico veicolare lungo via Martignacco, che collega l'anello periurbano della viabilità con le zone ovest del comune e lungo via Val di Resia, che tuttavia assume importanza minore. Nell'ambito in oggetto troviamo due sedi scolastiche mentre il resto del tessuto urbano adiacente a via Martignacco è a destinazione residenziale.</p>		
Mappa acustica dell'ambito		
		
Giorno	Notte	

5.4.7 AR.07 – Viale Tricesimo

AR.07	Viale Tricesimo	
	Descrizione	L'ambito in questione corrisponde all'area cittadina che si sviluppa a margine di viale Tricesimo a nord del centro città
	Dest. prevalente	Zone B3 – residenziale estensiva Zone H3 - attrezzature commerciali di interesse sovracomunale Zone ZSA – ambito di riqualificazione
	Sorgenti	Traffico stradale (viale Tricesimo) Parco commerciale Terminal Nord
	Ricettori sensibili	Scuola elementare “Carducci”
	Rilievi effettuati	S20, S21, C16, C29, C30. LP18
	Nr. criticità	10, 12, 26, 32
Note		
<p>I risultati dei rilievi hanno evidenziato il significativo impatto acustico derivante dal traffico veicolare lungo via Tricesimo, che collega l'anello periurbano della viabilità con le zone nord del comune. Lungo lo stesso viale si trova il parco commerciale Terminal Nord che si configura come importante polo attrattore a livello extracomunale e comporta un'intensa attività umana nell'area. Nell'ambito in oggetto si trova una scuola elementare che affaccia su viale Tricesimo mentre il resto del tessuto urbano adiacente è a destinazione residenziale o commerciale.</p>		
Mappa acustica dell'ambito		
		
Giorno	Notte	

5.5 INDIVIDUAZIONE DI ALTRE SITUAZIONI DI CRITICITÀ PUNTUALE DA SOTTOPORRE A MONITORAGGIO

Gli ambiti soggetti ad eventuale risanamento acustico individuati al paragrafo precedente delimitano delle macroaree all'interno delle quali il clima acustico risulta significativamente "dominato" dal rumore generato dal traffico veicolare, che può generare situazioni di disagio acustico che coinvolgono un elevato numero di persone.

Nel seguito vengono elencate altre criticità emerse presso alcuni ricettori sensibili che si è ritenuto necessario segnalare senza però delimitare un ambito di risanamento vero e proprio. Trattasi essenzialmente di alcune scuole e strutture sanitarie soggette a rumore stradale presso le quali si consiglia di eseguire, sempre con un'ottica preventiva, delle misure fonometriche all'interno dei locali allo scopo di verificare il rispetto dei limiti previsti dal D.P.R. 142/2004 (35 dBA notturni per strutture sanitarie, 45 dBA diurni per le scuole).

Tabella 5-1. Elenco delle criticità per le quali si suggeriscono ulteriori indagini fonometriche

NR.	U.T.	RIF. MISURA	UBICAZIONE	CAUSA	TEMPO RIF.
1	532	H1	OSPEDALE FACCIATA PADIGLIONE 1	TRAFFICO STRADALE	D/N
5	2566	H5	CASA DI CURA CITTA' DI UDINE (FACCIATA)	TRAFFICO STRADALE	D/N
6	378	H9	CASA DI RIPOSO "LA QUIETE" FACCIATA	TRAFFICO STRADALE	D/N
27	408	S1	ASILO MARCO VOLPE	TRAFFICO STRADALE	D
28	1767	S4	SCUOLA ELEMENTARE "A. ZARDINI"	TRAFFICO STRADALE	D
31	1760	S16	SCUOLA ELEMENTARE "DE AMICIS"	TRAFFICO STRADALE	D
32	1788	S20	SCUOLA ELEMENTARE "CARDUCCI"	TRAFFICO STRADALE	D
35	1764	S37	ASILO EX CAS	TRAFFICO STRADALE	D
40	1772	S48	SCUOLA MEDIA "E. FERMI"	TRAFFICO STRADALE	D
42	1776	S53	SCUOLA ELEMENTARE "MAZZINI"	TRAFFICO STRADALE	D
44	1778	S58	ASILO NIDO "PAPA GIOVANNI XXIII"	TRAFFICO STRADALE	D
46	1771	S60	SCUOLA PRIMARIA "FRUCH"	TRAFFICO STRADALE	D
55	2477	S87	SCUOLA "BENEDETTI"	TRAFFICO STRADALE	D
57	403	S93	CONSERVATORIO "TOMADINI"	TRAFFICO STRADALE	D
59	402	S97	EDUCANDATO "UCCELLIS" VIA GEMONA	TRAFFICO STRADALE	D

5.6 INDIRIZZI METODOLOGICI PER LA REDAZIONE DELLA RELAZIONE BIENNALE DELLO STATO ACUSTICO DEL COMUNE

La relazione sullo stato acustico del comune (art. 7, comma 5, L.447/1995), si configura da un lato come un atto che attribuisce valenza politico-amministrativa ai problemi connessi con l'inquinamento acustico in città, dall'altro come un adempimento che impone alle amministrazioni comunali degli agglomerati urbani di medie e grandi dimensioni di dotarsi di strumenti di verifica oggettiva di tali problematiche.

La relazione sullo stato acustico comunale deve rendere comprensibile nel modo più completo possibile la situazione per quanto riguarda l'inquinamento acustico nel territorio comunale, tenendo conto anche delle specificità locali, con particolare riferimento alle cause e alle possibilità d'intervento, sia tecniche che amministrative. L'analisi si basa sulla scelta di indicatori tali da rendere immediatamente confrontabile nel tempo lo stato acustico del comune e valutare l'efficacia delle azioni di miglioramento previste dall'eventuale Piano di Risanamento Acustico Comunale.

A titolo esemplificativo si descrivono brevemente alcuni possibili indicatori:

- sviluppo delle infrastrutture stradali e ferroviarie suddivise per categoria;
- superamento dei limiti normativi rispetto al numero di rilevamenti;
- popolazione esposta ai diversi livelli di inquinamento acustico;
- numero di segnalazioni di rumore.

L'indicatore principalmente utilizzato è relativo alla popolazione esposta al rumore, costruito esprimendo le percentuali di popolazione in funzione dei livelli di rumore diurni e notturni misurati in facciata alle abitazioni. La preferenza per questo descrittore è motivata dal fatto che è probabilmente l'unico indicatore sintetico in grado di seguire efficacemente l'evoluzione nel medio e lungo periodo dello stato acustico del comune, nonché, esplicitandolo ad un dettaglio maggiore, in grado di fornire utili indicazioni sulle priorità di intervento.

Ad una valutazione complessiva dell'esposizione si perviene individuando le principali sorgenti di esposizione e, per ciascuna di queste, stimandone lo specifico contributo ai livelli sonori complessivi, separando tra i contributi di traffico veicolare, ferroviario, aereo e le sorgenti produttive.

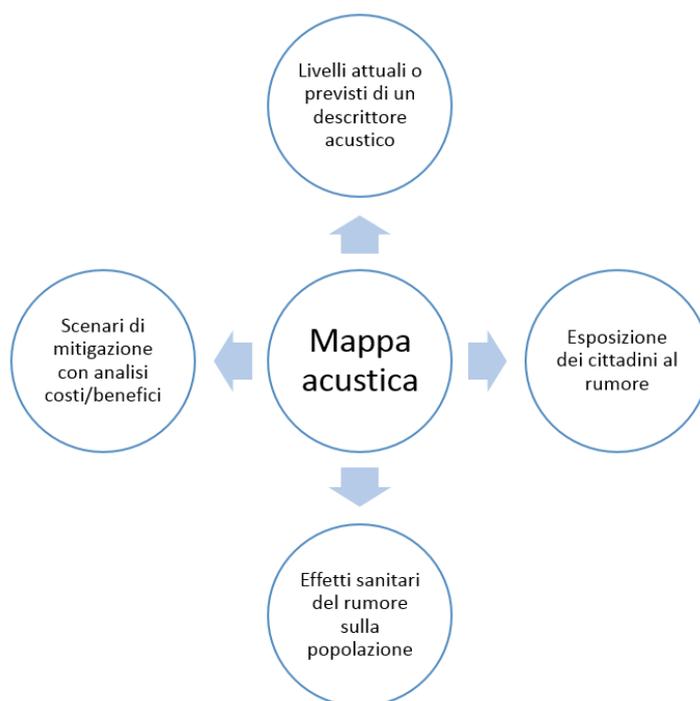


Figura 5-4. Informazioni desumibili da una mappa acustica

La quantificazione della percentuale di popolazione e di superficie comunale ricompresa nelle diverse classi acustiche definite dal P.C.C.A. costituisce un utilissimo riferimento per sintetizzare quale sia lo stato di partenza acustico del Comune di Udine e rappresenta al contempo la baseline con cui poter valutare l'evoluzione della pianificazione acustica del territorio nelle relazioni biennali sullo stato acustico comunale previste dalla L.R. n. 16/2007.

Tabella 5-2. Percentuali di popolazione e di territorio ricomprese nelle diverse classi acustiche previste

TABELLA RIASSUNTIVA					
CLASSI	N. UT	Residenti	Percentuale di popolazione	Sup. Ha	Percentuale di territorio
Classe I	166	689	0,69%	419,9976	8,14%
Classe II	403	721	0,72%	1.989,4582	38,53%
Classe III	1.800	82.022	82,16%	1.784,1167	34,56%
Classe IV	541	15.920	15,95%	472,0742	9,14%
Classe V	19	73	0,07%	154,0424	2,98%
Classe VI	2	2	0,00%	28,0090	0,54%
Zone militari	19	409	0,41%	98,8920	1,92%
Non classificate	72	0	0,00%	216,1734	4,19%
Sommatorie	3.022	99.836	100,00%	5.162,7635	100,00%

In particolare nella tabella precedente è possibile cogliere come gran parte del territorio comunale di Udine (l' 81,5% circa) sia acusticamente zonizzato nelle Classi I, II o III ed in esso risulta ricompreso ben l' 83,5% dei residenti. Questo dato appare assai significativo poiché maggiore è la percentuale di territorio ricadente in tali classi e maggiore sarà la tutela e la sostenibilità acustica predisposta dal P.C.C.A..

La restante parte della popolazione comunale ricade poi prevalentemente nella Classe IV (il 15,9% circa), che ricomprende buona parte delle aree del centro storico udinese.

È positivo rilevare infine come la percentuale di popolazione residente nel territorio comunale ricadente nelle Classi acustiche V e VI – e quindi potenzialmente esposta a situazioni di inquinamento acustico più marcato – sia assai contenuta, essendo inferiore al 0,08% complessivo².

Parte integrante della Relazione consiste nella stesura di “mappe acustiche”, ovvero una rappresentazione cartografica di dati relativamente ad aspetti diversi legati alla problematica dell’inquinamento acustico, come esemplificato nella figura precedente.

La stesura delle mappe acustiche richiede una mole notevole di informazioni cartografiche (rappresentazione tridimensionale degli edifici), statistiche (popolazione residente nelle diverse zone territoriali), viabilistiche (dati sulla distribuzione spaziale e oraria dei flussi di traffico), acustiche (disponibilità di un certo numero di rilievi fonometrici di durata sufficientemente lunga) oltre che numerose informazioni complementari.

La redazione delle mappe acustiche può essere limitata ad aree di particolare interesse, essere mirata alla valutazione di ricettori specifici come scuole e ospedali o ancora riguardare nello specifico certe tipologie di sorgenti per le quali sia più immediata la scelta delle misure di mitigazione e contenimento.

A titolo esemplificativo si riportano alcune immagini della mappa acustica preliminare redatta per l’ambito AR.01 – Viale Trieste / Ferrovia Udine – Tarvisio descritto nei paragrafi precedenti e che va a modellizzare mediante software previsionale il rumore prodotto dalle due infrastrutture e diffuso nelle aree limitrofe.

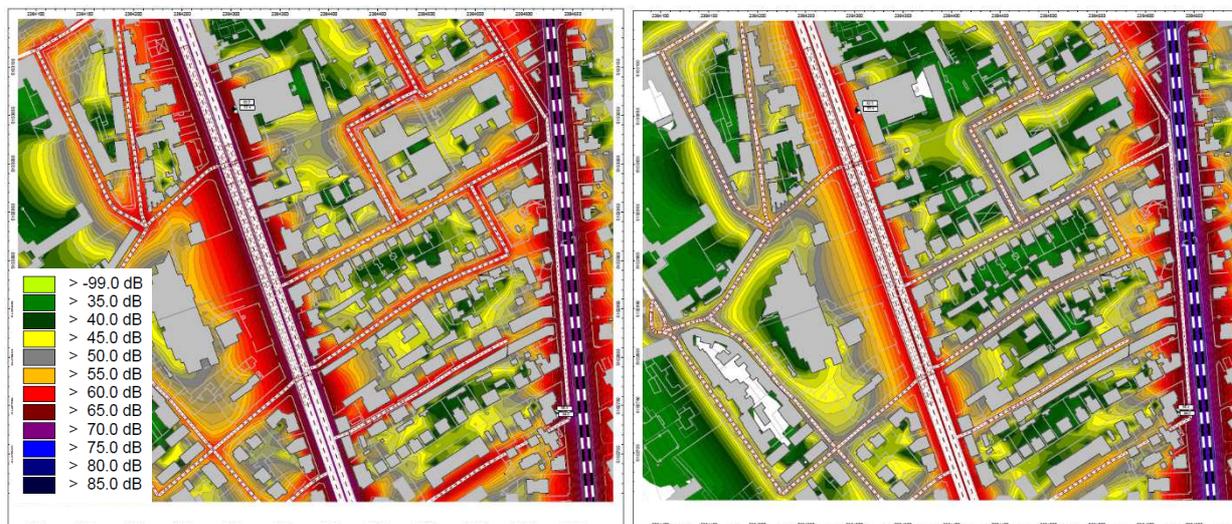


Figura 5-5. Esempio di mappa acustica per l’ambito AR.01 con rappresentazione dei Leq day (sx) / night (dx)

² Integrazione in seguito a osservazione parere ARPA FVG alla verifica di assoggettabilità a VAS del PCCA.



Figura 5-6. Rappresentazione tridimensionale su ortofoto della mappa acustica

Le mappe visualizzano il descrittore acustico normalmente utilizzato nella normativa nazionale, ovvero il livello equivalente sul tempo di riferimento diurno e notturno. I rilievi fonometrici eseguiti sono stati utilizzati per calibrare le sorgenti di rumore stradale e ferroviario all'interno di un modello acustico tridimensionale.

La rappresentazione grafica può riguardare anche descrittori acustici diversi introdotti dalla normativa comunitaria come il *Livello giorno-sera-notte (Day-Evening-Night Level)* o L_{DEN} , utilizzato per esempio nelle Mappature Acustiche Strategiche. Per la loro definizione si fa riferimento alla *Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale*.

6. CONCLUSIONI

La campagna di rilievi descritta in questo elaborato è stata eseguita tra i mesi di aprile e novembre 2014 ed è consistita nell'esecuzione, alla data di redazione del presente documento, di 269 rilievi fonometrici di breve periodo di durata indicativa di 30 minuti e 22 rilievi di lungo periodo di durata pari a 24 ore, per un totale di 291 misure.

La campagna di misure è funzionale all'elaborazione del Piano di Classificazione Acustica e costituisce parte integrante del processo di stesura dello stesso, collocandosi tra la definizione della zonizzazione parametrica e la definizione della zonizzazione aggregata. Le evidenze derivanti dai rilievi fonometrici infatti hanno orientato le scelte pianificatorie confermando o meno l'attribuzione di una certa classe acustica alle diverse Unità Territoriali costituenti il territorio cittadino.

I punti di rilievo hanno riguardato complessi scolastici, strutture sanitarie, zone industriali, infrastrutture stradali e ferroviarie, parchi, aziende agricole, impianti tecnologici, aree residenziali ed aree commerciali e sono stati raggruppati in sette categorie. Ciascuna misura è stata oggetto di post elaborazione allo scopo di pervenire a un valore di livello acustico da confrontare con i limiti di legge applicabili in funzione della tipologia di sorgente indagata.

Globalmente, l'analisi ha mostrato come la sorgente di rumore maggiormente rilevante sia costituita dal traffico veicolare. L'inquinamento acustico derivante dalle infrastrutture stradali si manifesta sia sotto forma di superamento dei limiti propri delle infrastrutture (paragrafo 4.5.2), sia come superamento dei limiti stabiliti per i ricettori sensibili come scuole e strutture sanitarie (paragrafi 4.1 e 4.3).

Il traffico ferroviario incide in misura minore anche se sono stati comunque riscontrati 4 superamenti relativi al periodo notturno, mentre non si sono riscontrate situazioni di criticità presso le zone industriali e le zone artigianali.

Trascurando il contributo del traffico veicolare, che in generale caratterizza il clima acustico in tutti gli ambienti urbani, la campagna di misure ha messo in evidenza nell'87% dei casi livelli di rumore compresi tra la classe I e la classe II, mentre solo il 13% delle misure ha rivelato livelli di rumore uguali o superiori alla classe III.

Il confronto con i limiti quindi ha permesso l'individuazione di un certo numero di situazioni di criticità, intese come superamenti dei valori limite di riferimento. Le criticità derivano da misure puntuali e possono essere rappresentative di porzioni limitate di territorio ma anche di ambiti territoriali più ampi nel caso di sorgenti disturbanti di tipo lineare (strade e ferrovie).

Estendendo i risultati delle misure di lungo periodo in termini spaziali infatti si è giunti alla definizione di 7 ambiti da assoggettare ad eventuale risanamento acustico dove i livelli di rumore sono ragionevolmente elevati in relazione alla popolazione esposta e dove si dovrà approfondire l'analisi del clima acustico, anche in vista della redazione della *Relazione Biennale sullo Stato Acustico del Comune*.

Venezia, Giugno 2016

Redazione	Verifica	Approvazione
<p>Ing. Michele Arnoffi Tecnico Competente in Acustica Ambientale n. 841 - Regione Veneto</p>	<p>Dott. Michele Cagliani Iscritto all'Ordine degli Architetti Pianificatori della Provincia di Belluno al n. 535</p>	<p>Dott.ssa Gabriella Chiellino Tecnico Competente in Acustica Ambientale n. 495 - Regione Veneto</p>

BIBLIOGRAFIA

- 1) B. Abrami – *Appunti di acustica pratica n°10, n°11* (2014)
- 2) Brüel&Kjær Sounds & Vibration Measurement A/A – *Il rumore ambientale* (2000)
- 3) ANPA – *Rassegna degli effetti derivanti dall'esposizione al rumore* (2000)
- 4) ISPRA – *Verifica dell'efficacia degli interventi di risanamento acustico delle infrastrutture di trasporto – Studi su casi campione*
- 5) Rete Ferroviaria Italiana – *La mitigazione del rumore ferroviario: l'esperienza di RFI*
- 6) Prof. Ing. Francesco Canestrari – *Lezioni del corso di Gestione e Manutenzione delle Pavimentazioni Stradali: rumore da traffico veicolare* – Università Politecnica delle Marche
- 7) Materiacustica – *Dispense del corso di misurazione e riduzione della rumorosità delle macchine* (2012)
- 8) European Environment Agency – *Good practice guide on quiet areas* (2014)
- 9) ISPRA – *Annuario dei dati ambientali – Capitolo 13: Rumore* (2013)
- 10) ARPA Emilia Romagna – *Linee guida per la caratterizzazione acustica delle Aree Urbane* (2001)
- 11) ANPA – *Linee guida per la rilevazione di dati utili per la stesura della relazione biennale sullo stato acustico del Comune* (2001)
- 12) ANPA – *Rassegna di indicatori e indici per il rumore, le radiazioni non ionizzanti e la radioattività ambientale* (2000)

ALLEGATO 1 - Certificati di taratura

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163/10088

Certificate of Calibration

Pagina 1 di 5
Page 1 of 5

- Data di Emissione: **2013/11/14**
date of Issue

- cliente **EAMBIENTE**
customer
Via Delle Industrie, 9
30175 - MARGHERA (VE)

- destinatario
addressee

- richiesta **Off.632/13**
application

- in data **2013/10/03**
date

- Si riferisce a:
Referring to

- oggetto **Calibratore**
Item

- costruttore **LARSON DAVIS**
manufacturer

- modello **L&D CAL 200**
model

- matricola **3800**
serial number

- data delle misure **2013/11/14**
date of measurements

- registro di laboratorio **505/13**
laboratory reference

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 163 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre



Emilio Caglio

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163/10088

Certificate of Calibration

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- i campioni di prima linea da cui ha inizio la catena della riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- luogo di taratura (se effettuata fuori dal laboratorio);
- condizioni ambientali e di taratura;

In the following information is reported about:

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- reference standards from which traceability chain is originated in the Centre;
- the relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from the Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

Strumenti sottoposti a verifica

Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Serie/Matricola	Classe
Calibratore	LARSON DAVIS	L&D CAL 200	3800	Classe 1

Normative e prove utilizzate

Standards and used tests

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure : **Calibratori - PR 4 - Rev. 2004/03**

The measurement result reported in this Certificate were obtained following the Procedures:

Il gruppo di strumenti analizzato è stato verificato seguendo le normative: **IEC 60942 - IEC 660942 -**

The devices under test was calibrated following the Standards:

Catena di Riferibilità e Campioni di Prima Linea - Strumentazione utilizzata per la taratura

Traceability and First Line Standards - Instrumentation used for the measurements

Strumento	Linea	Marca e modello	N. Serie	Certificato N.	Data Emiss.	Ente validante
Microfono Campione	1°	GRAS 40AU	81136	13-0082-02	13/02/06	INRIM
Pistonofono Campione	1°	GRAS 42AA	149333	13-0082-01	13/02/04	INRIM
Multimetro	1°	Agilent 34401A	SM Y4 10 14993	37009	13/10/14	Aviatronik Spa
Barometro	1°	Druck	1614002	0993P 13	13/10/23	Emit Las
Generatore	2°	Stanford Research DS360	61012	23	13/07/20	Spectra
Attenuatore	2°	ASIC 1001	0100	23	13/07/20	Spectra
Analizzatore FFT	2°	NI6052	777746-01	23	13/07/20	Spectra
Attuatore Elettrostatico	2°	Gras 14A A	23991	23	13/07/20	Spectra
Preamplificatore Insert Voltage	2°	Gras 26AG	21157	23	13/07/20	Spectra
Alimentatore Microfonico	2°	Gras 12A A	25434	23	13/07/20	Spectra

Capacità metrologiche ed incertezze del Centro

Metrological abilities and uncertainties of the Centre

Grandezze	Strumento	Gamme Livelli	Gamme Frequenze	Incertezze
Livello di Pressione Sonora	Calibratori Acustici	94..114 dB	250 e 1k Hz	0.12 dB
Livello di Pressione Sonora	Pistonofoni	124 dB	250 Hz	0.1dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande 1/1Ottava	20-fc-20000	315-8k Hz	0.1- 2.0 dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande 1/3 Ottava	315-fc-8000	20-20k Hz	0.1- 2.0 dB
Livello di Pressione Sonora	Fonometri	25-140 dB	315-16k Hz	0.15 dB/ 0.15 - 12
Misura della distorsione THD	Calibratori	94-114 dB	250-1k Hz	0.12 %
Misura della distorsione THD	Pistonofoni	124 dB	250 Hz	0.1%
Sensibilità assoluta alla pressione acustica	Capsule Microfoniche WS	114 dB	250 Hz	0.15 dB

Condizioni ambientali durante la misura

Environmental parameters during measurements

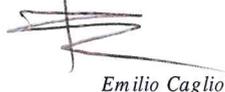
Pressione Atmosferica	991,7 hPa ± 0,5 hPa	(rif. 1013,3 hPa ± 120,5 hPa)
Temperatura	23,9 °C ± 1,0 °C	(rif. 23,0 °C ± 3,0 °C)
Umidità Relativa	37,7 UR% ± 3 UR%	(rif. 47,5 UR% ± 22,5 UR%)

L' Operatore



Federico Armani

Il Responsabile del Centro



Emilio Caglio

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163/10093

Certificate of Calibration

Pagina 1 di 10

Page 1 of 10

- Data di Emissione;
date of Issue 2013/11/15

- cliente
customer **EAMBIENTE**
Via Delle Industrie, 9
30175 - MARGHERA (VE)

- destinatario
addressee

- richiesta
application **Off.632/13**

- in data
date **2013/10/03**

- Si riferisce a:
Referring to

- oggetto
Item **Fonometro**

- costruttore
manufacturer **LARSON DAVIS**

- modello
model **L&D 824**

- matricola
serial number **2742**

- data delle misure
date of measurements **2013/11/15**

- registro di laboratorio
laboratory reference **505/13**

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta la capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 163 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

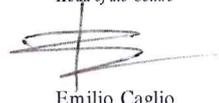
I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre



Emilio Caglio

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163/10093

Certificate of Calibration

Pagina 2 di 10

Page 2 of 10

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- i campioni di prima linea da cui ha inizio la catena della riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- luogo di taratura (se effettuata fuori dal laboratorio);
- condizioni ambientali e di taratura;

In the following information is reported about:

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- reference standards from which traceability chain is originated in the Centre;
- the relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from the Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

Strumenti sottoposti a verifica

Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Serie/Matricola	Classe
Fonometro	LARSON DA VIS	L&D 824	2742	Classe 1
Microfono	LARSON DA VIS	L&D 2541	7598	WS2F
Preamplificatore	LARSON DA VIS	L&D PRM 902	2725	-

Normative e prove utilizzate

Standards and used tests

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure: **Fonometri 60651 - PR 1 - Rev. 2001/07**

The measurement result reported in this Certificate were obtained following the Procedures:

Il gruppo di strumenti analizzato è stato verificato seguendo le normative: **IEC 60651/804 - IEC 60651/804 - CEI 29/30**

The devices under test was calibrated following the Standards:

Catena di Riferibilità e Campioni di Prima Linea - Strumentazione utilizzata per la taratura

Traceability and First Line Standards - Instrumentation used for the measurements

Strumento	Linea	Marca e modello	N. Serie	Certificato N.	Data Emiss.	Ente validante
Microfono Campione	1°	GRAS 40AU	81136	13-0082-02	13/02/06	INRIM
Pistonofono Campione	1°	GRAS 42AA	149333	13-0082-01	13/02/04	INRIM
Multimetro	1°	Agilent 34401A	SM Y41014993	37009	13/10/14	Aviatronik Spa
Barometro	1°	Druck	1614002	0993P 13	13/10/23	Emit Las
Generatore	2°	Stanford Research DS360	61012	23	13/07/20	Spectra
Attenuatore	2°	ASIC 1001	0100	23	13/07/20	Spectra
Analizzatore FFT	2°	NI6052	777746-01	23	13/07/20	Spectra
Attuatore Elettrostatico	2°	Gras 14AA	23991	23	13/07/20	Spectra
Preamplificatore Invert Voltage	2°	Gras 26AG	21157	23	13/07/20	Spectra
Alimentatore Microfonico	2°	Gras 12AA	25434	23	13/07/20	Spectra

Capacità metrologiche ed incertezze del Centro

Metrological abilities and uncertainties of the Centre

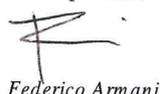
Grandezze	Strumento	Gamme Livelli	Gamme Frequenze	Incertezze
Livello di Pressione Sonora	Calibratori Acustici	94..114 dB	250 e 1k Hz	0.12 dB
Livello di Pressione Sonora	Pistonofoni	124 dB	250 Hz	0.1dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande 1/10ttava	20-fc-20000	315-8k Hz	0.1-2.0 dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande 1/3 Ottava	315-fc-8000	20-20k Hz	0.1-2.0 dB
Livello di Pressione Sonora	Fonometri	25-140 dB	315-16k Hz	0.15 dB / 0.15 - 12
Misura della distorsione THD	Calibratori	94-114 dB	250-1k Hz	0.12 %
Misura della distorsione THD	Pistonofoni	124 dB	250 Hz	0.1%
Sensibilità assoluta alla pressione acustica	Capsule Microfoniche WS	114 dB	250 Hz	0.15 dB

Condizioni ambientali durante la misura

Environmental parameters during measurements

Pressione Atmosferica	993,9 hPa ± 0,5 hPa	(rif. 1013,3 hPa ± 120,5 hPa)
Temperatura	24,4 °C ± 1,0 °C	(rif. 23,0 °C ± 3,0 °C)
Umidità Relativa	35,3 UR% ± 3 UR%	(rif. 47,5 UR% ± 22,5 UR%)

L' Operatore



Federico Armani

Il Responsabile del Centro



Emilio Caglio

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163/10091

Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11

Page 1 of 11

- Data di Emissione: 2013/11/15
date of Issue

- cliente EAMBIENTE
customer
Via Delle Industrie, 9
30175 - MARGHERA (VE)

- destinatario
addressee

- richiesta Off.632/13
application

- in data 2013/10/03
date

- Si riferisce a:
Referring to

- oggetto Fonometro
Item

- costruttore LARSON DAVIS
manufacturer

- modello L&D 831
model

- matricola 2353
serial number

- data delle misure 2013/11/15
date of measurements

- registro di laboratorio 505/13
laboratory reference

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 163 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre



Emilio Caglio

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163/10091

Certificate of Calibration

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- i campioni di prima linea da cui ha inizio la catena della riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- luogo di taratura (se effettuata fuori dal laboratorio);
- condizioni ambientali e di taratura;

In the following information is reported about:

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- reference standards from which traceability chain is originated in the Centre;
- the relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from the Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

Strumenti sottoposti a verifica

Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Serie/Matricola	Classe
Fonometro	LARSON DAVIS	L&D 831	2353	Classe 1
Microfono	PCB Piezotronics	PCB 377B02	117800	WS2F
Preamplificatore	LARSON DAVIS	L&D PRM 831	017034	-

Normative e prove utilizzate

Standards and used tests

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure : **Fonometri 61672 - PR 2 - Rev. 2007/04**

The measurement result reported in this Certificate were obtained following the Procedures:

Il gruppo di strumenti analizzato è stato verificato seguendo le normative: **IEC 61672 - IEC 61672 -**

The devices under test was calibrated following the Standards:

Catena di Riferibilità e Campioni di Prima Linea - Strumentazione utilizzata per la taratura

Traceability and First Line Standards - Instrumentation used for the measurements

Strumento	Linea	Marca e modello	N. Serie	Certificato N.	Data Emiss.	Ente validante
Microfono Campione	1°	GRAS 40AU	81136	13-0082-02	13/02/06	INRIM
Pistonofono Campione	1°	GRAS 42AA	149333	13-0082-01	13/02/04	INRIM
Multimetro	1°	Agilent 34401A	SM Y4 104993	37009	13/10/14	A viatronik Spa
Barometro	1°	Druck	1614002	0993P 13	13/10/23	Em it Las
Generatore	2°	Stanford Research DS360	61012	23	13/07/20	Spectra
Attenuatore	2°	ASIC 1001	0100	23	13/07/20	Spectra
Analizzatore FFT	2°	NI6052	777746-01	23	13/07/20	Spectra
Attuatore Elettrostatico	2°	Gras 14A	23991	23	13/07/20	Spectra
Preamplificatore Insert Voltage	2°	Gras 26AG	21157	23	13/07/20	Spectra
Alimentatore Microfonico	2°	Gras 12AA	25434	23	13/07/20	Spectra

Capacità metrologiche ed incertezze del Centro

Metrological abilities and uncertainties of the Centre

Grandezze	Strumento	Gamme Livelli	Gamme Frequenze	Incertezze
Livello di Pressione Sonora	Calibratori Acustici	94..114 dB	250 e 1k Hz	0.12 dB
Livello di Pressione Sonora	Pistonofoni	124 dB	250 Hz	0.1dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande 1/10ttava	20-fc-20000	315-8k Hz	0.1- 2.0 dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande 1/3 Ottava	315-fc-8000	20-20k Hz	0.1- 2.0 dB
Livello di Pressione Sonora	Fonometri	25-140 dB	315-16k Hz	0.15 dB / 0.15 - 12
Misura della distorsione THD	Calibratori	94-114 dB	250-1k Hz	0.12 %
Misura della distorsione THD	Pistonofoni	124 dB	250 Hz	0.1%
Sensibilità assoluta alla pressione acustica	Capsule Microfoniche WS	114 dB	250 Hz	0.15 dB

Condizioni ambientali durante la misura

Environmental parameters during measurements

Pressione Atmosferica	992,9 hPa ± 0,5 hPa	(rif. 1013,3 hPa ± 120,5 hPa)
Temperatura	22,0 °C ± 1,0 °C	(rif. 23,0 °C ± 3,0 °C)
Umidità Relativa	38,8 UR% ± 3 UR%	(rif. 47,5 UR% ± 22,5 UR%)

L' Operatore



Federico Armani

Il Responsabile del Centro



Emilio Caglio

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163/10089

Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11

Page 1 of 11

- Data di Emissione: **2013/11/14**
date of Issue

- cliente **EAMBIENTE**
customer
Via Delle Industrie, 9
30175 - MARGHERA (VE)

- destinatario
addressee

- richiesta **Off.632/13**
application

- in data **2013/10/03**
date

- Si riferisce a:
Referring to

- oggetto **Fonometro**
Item

- costruttore **LARSON DAVIS**
manufacturer

- modello **L&D 831**
model

- matricola **2869**
serial number

- data delle misure **2013/11/14**
date of measurements

- registro di laboratorio **505/13**
laboratory reference

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 163 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre



Emilio Caglio

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163/10089

Certificate of Calibration

Pagina 2 di 11
Page 2 of 11

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- i campioni di prima linea da cui ha inizio la catena della riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- luogo di taratura (se effettuata fuori dal laboratorio);
- condizioni ambientali e di taratura;

In the following information is reported about:

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- reference standards from which traceability chain is originated in the Centre;
- the relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from the Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

Strumenti sottoposti a verifica

Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Serie/Matricola	Classe
Fonometro	LARSON DAVIS	L&D 831	2869	Classe 1
Microfono	PCB Piezotronics	PCB 377B02	129152	WS2F
Preamplicatore	LARSON DAVIS	L&D PRM 831	021446	-

Normative e prove utilizzate

Standards and used tests

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure : **Fonometri 61672 - PR 2 - Rev. 2007/04**

The measurement result reported in this Certificate were obtained following the Procedures:

Il gruppo di strumenti analizzato è stato verificato seguendo le normative: **IEC 61672 - IEC 61672 -**

The devices under test was calibrated following the Standards:

Catena di Riferibilità e Campioni di Prima Linea - Strumentazione utilizzata per la taratura

Traceability and First Line Standards - Instrumentation used for the measurements

Strumento	Linea	Marca e modello	N. Serie	Certificato N.	Data Emiss.	Ente validante
Microfono Campione	1°	GRAS 40AU	8136	13-0082-02	13/02/06	INRIM
Pistonofono Campione	1°	GRAS 42AA	149333	13-0082-01	13/02/04	INRIM
Multimetro	1°	Agilent 34401A	SM Y4 1014993	37009	13/10/14	Aviatronik Spa
Barometro	1°	Druck	1614002	0993P 13	13/10/23	Emit Las
Generatore	2°	Stanford Research DS360	6102	23	13/07/20	Spectra
Attenuatore	2°	ASIC 1001	0100	23	13/07/20	Spectra
Analizzatore FFT	2°	NI6052	777746-01	23	13/07/20	Spectra
Attuatore Elettrostatico	2°	Gras 14AA	23991	23	13/07/20	Spectra
Preamplicatore Insert Voltage	2°	Gras 26AG	21157	23	13/07/20	Spectra
Alimentatore Microfonico	2°	Gras 12AA	25434	23	13/07/20	Spectra

Capacità metrologiche ed incertezze del Centro

Metrological abilities and uncertainties of the Centre

Grandezza	Strumento	Gamme Livelli	Gamme Frequenze	Incertezze
Livello di Pressione Sonora	Calibratori Acustici	94..114 dB	250 e 1k Hz	0.12 dB
Livello di Pressione Sonora	Pistonofoni	124 dB	250 Hz	0.1dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande 1/10ttava	20-fc-20000	315-8k Hz	0.1- 2.0 dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande 1/3 Ottava	315-fc-8000	20-20k Hz	0.1- 2.0 dB
Livello di Pressione Sonora	Fonometri	25-140 dB	315-16k Hz	0.15 dB/ 0.15 - 12
Misura della distorsione THD	Calibratori	94-114 dB	250-1k Hz	0.12 %
Misura della distorsione THD	Pistonofoni	124 dB	250 Hz	0.1%
Sensibilità assoluta alla pressione acustica	Capsule Microfoniche WS	114 dB	250 Hz	0.15 dB

Condizioni ambientali durante la misura

Environmental parameters during measurements

Pressione Atmosferica	991,5 hPa ± 0,5 hPa	(rif. 1013,3 hPa ± 120,5 hPa)
Temperatura	23,9 °C ± 1,0 °C	(rif. 23,0 °C ± 3,0 °C)
Umidità Relativa	37,7 UR% ± 3 UR%	(rif. 47,5 UR% ± 22,5 UR%)

L' Operatore

Federico Armani

Il Responsabile del Centro

Emilio Caglio