

## Indice

<b>1</b>	<b>Scopo dell'indagine</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Strumenti ed impostazione delle misure</b>	<b>2</b>
2.1	Gli analizzatori di traffico . . . . .	2
2.2	Posizionamento ed impostazione . . . . .	2
<b>3</b>	<b>I dati acquisiti</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Flussi veicolari</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Campagna di misura 2005</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Il livello sonoro equivalente</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Modelli interpretativi dei livelli di rumore</b>	<b>9</b>
7.1	Modello lineare 2.1 (lm.21) . . . . .	10
7.2	Modello non lineare 2.2 (nlm.22) . . . . .	12
7.3	Modello non lineare 2.4 (nlm.24) . . . . .	13
7.4	Modello non lineare 3.4 (nlm.34) . . . . .	15
7.5	Conclusioni relative ai vari modelli interpretativi . . . . .	15
<b>8</b>	<b>Ipotesi di riduzione dell'impatto</b>	<b>17</b>
8.1	Veicoli pesanti: modello 2.4 . . . . .	17
8.2	Velocità: modello 3.4 . . . . .	18
8.3	Veicoli pesanti e velocità: modello 3.4 . . . . .	18
<b>9</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>18</b>
<b>A</b>	<b>Ulteriori grafici di interesse e tabulati originali</b>	<b>20</b>

## 1 Scopo dell'indagine

Una misura dei flussi di traffico nei due versi della Strada Regionale n.252 è stata condotta a Romans d'Isonzo, nella frazione di Versa, contestualmente ad una misura del rumore prodotto dalla stessa infrastruttura.

Nelle conclusioni del presente Studio vengono riportate le relazioni individuate fra l'inquinamento acustico e le variabili caratterizzanti il traffico (intensità dei flussi di veicoli, leggeri e pesanti, velocità) relativamente allo specifico tratto stradale in esame.

## 2 Strumenti ed impostazione delle misure

### 2.1 Gli analizzatori di traffico

E' stata utilizzata una coppia di analizzatori Histar©Mod.NC-97 [1, 2].

### 2.2 Posizionamento ed impostazione

Le piastre contatraffico sono state posizionate su un tratto rettilineo della SR 252, nel centro dell'abitato (Fig.1).

La strada, nel tratto di interesse, è fiancheggiata da edifici a 3 piani, senza soluzione di continuità; la larghezza della carreggiata, da facciata a facciata, è di circa 8 m (*canyon urbano*): oltre alla vicinanza dei recettori alla sorgente, ciò comporta anche una riflessione del rumore prodotto dai veicoli in transito, creando una condizione sostanzialmente diversa da quella che si sperimenta su altri tratti della medesima strada.

La pavimentazione della strada è in asfalto tradizionale, in buone condizioni di esercizio; il limite di velocità è di 50 km/h.

A circa 130m dalla postazione di misura, in direzione del capoluogo comunale (Romans d'Isonzo), si trova l'unica intersezione di rilievo: l'innesto della SP 6, proveniente da Medea.

I dati sono stati acquisiti ad intervalli di 20 minuti, per una settimana: dalle ore 13:00 di mercoledì 1 ottobre 2008 alle 12:40 di mercoledì 8 ottobre 2008.

Durante il periodo scelto per le misure non sono intervenuti eventi tali da rendere i flussi di traffico misurati non rappresentativi per il periodo (cantieri stradali, festività, manifestazioni, incidenti stradali, ecc.)

Il punto di misura del livello di rumore è stato individuato con i criteri previsti dalla normativa vigente [4]; esso si trova in corrispondenza del punto di posizionamento delle piastre conta-traffico, ad una distanza di 6.5 m dal centro del flusso veicolare.



Figura 1: Localizzazione della postazione di misura

### 3 I dati acquisiti

Il database creato presenta i flussi misurati nei due sensi di marcia, acquisiti ogni 20 minuti, suddivisi in 15 classi di velocità e 8 classi di lunghezza dei veicoli: può quindi essere pensato come una tabella di  $2[\text{versi}] \cdot 8 \cdot 15 = 240$  colonne e  $7[\text{giorni}] \cdot 24[\text{ore/giorno}] \cdot 60[\text{minuti/ora}]/20[\text{minuti}] = 504$  righe (Appendice A).

Un'ulteriore colonna di dati è rappresentata dal livello acustico equivalente ponderato A,  $LeqA$ , calcolato anch'esso sugli intervalli temporali corrispondenti alle misure dei flussi veicolari, ricavato dalle misure fonometriche.

Relativamente ai rilievi fonometrici si rinvia alla specifica relazione [3].

Per analisi specifiche, le piastre rendono anche disponibili una misura di temperatura e della presenza precipitazioni, che in questa trattazione non è stato necessario analizzare.

I dati elementari possono essere riaggregati in diverse forme, in funzione delle informazioni che si desiderano ricavare e delle analisi da condurre; nel presente Studio si opereranno aggregazioni sia sulla classe di lunghezza dei veicoli che sulla velocità degli stessi.

### 4 Flussi veicolari

Una suddivisione dei flussi veicolari, adottata nella gran parte delle pubblicazioni tecniche del settore, è effettuata considerando (Fig.2,3):

- LEGGERI: i veicoli con lunghezza  $L \leq 5.1m$ )
- PESANTI: i veicoli con lunghezza  $L > 5.1m$ )

Tale suddivisione è stata adottata anche nella presente relazione; ulteriori o diverse classificazioni dei veicoli (ad esempio, introducendo la classe di lunghezza  $L > 7.5$  m) non hanno condotto a risultati significativi, nel proseguo della trattazione.

Dal lunedì al venerdì, il flusso medio giornaliero di veicoli leggeri nelle due direzioni è equivalente (circa 2880 veicoli/giorno in direzione Palmanova, 2930 in direzione opposta); i flussi di veicoli pesanti appaiono differire leggermente (330 veicoli/giorno in direzione Palmanova, 350 in direzione Romans).

### 5 Campagna di misura 2005

Alcuni valori di flussi veicolari misurati nel 2005, sulla stessa strada, nell'ambito della campagna di misura promossa dalla Regione sono riportati in Tab.1.

### Giorni feriali, veicoli leggeri: flussi orari medi

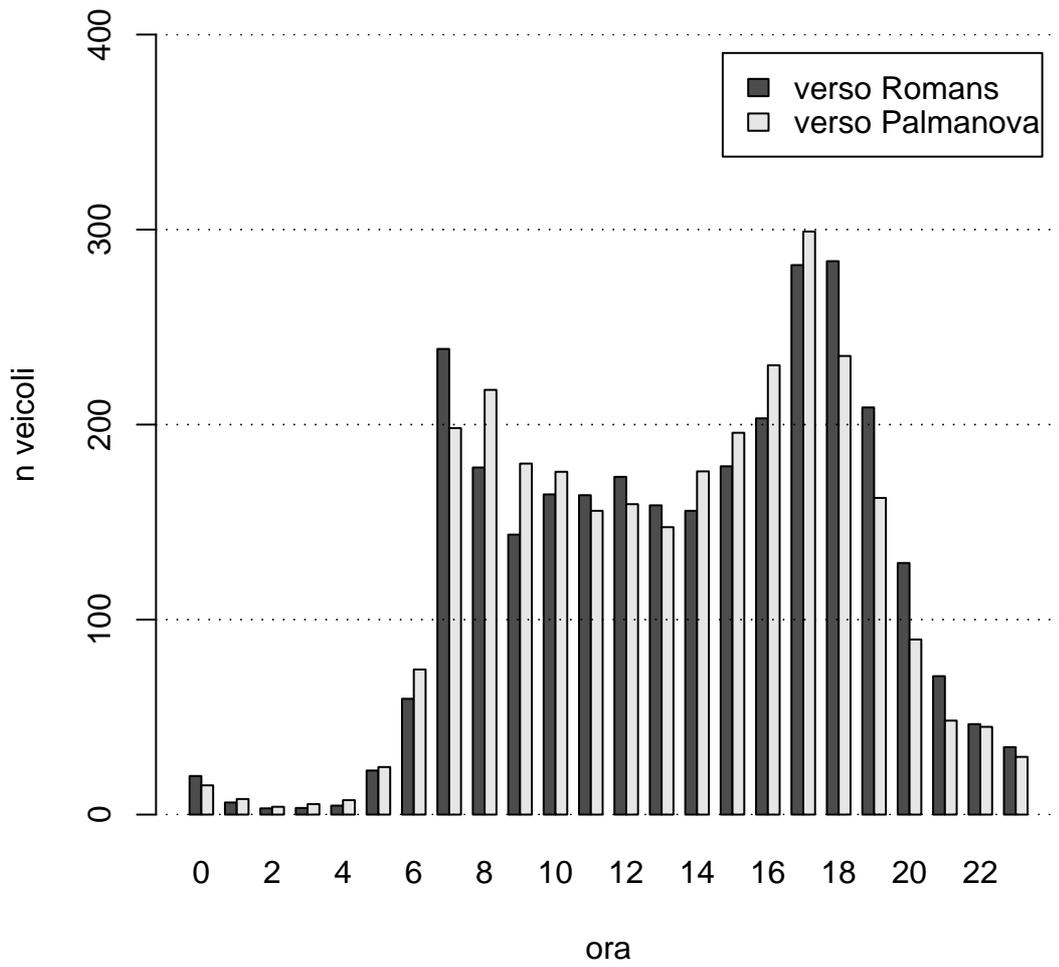


Figura 2: Flussi orari dei veicoli leggeri: lun-ven

### Giorni feriali, veicoli pesanti: flussi orari medi

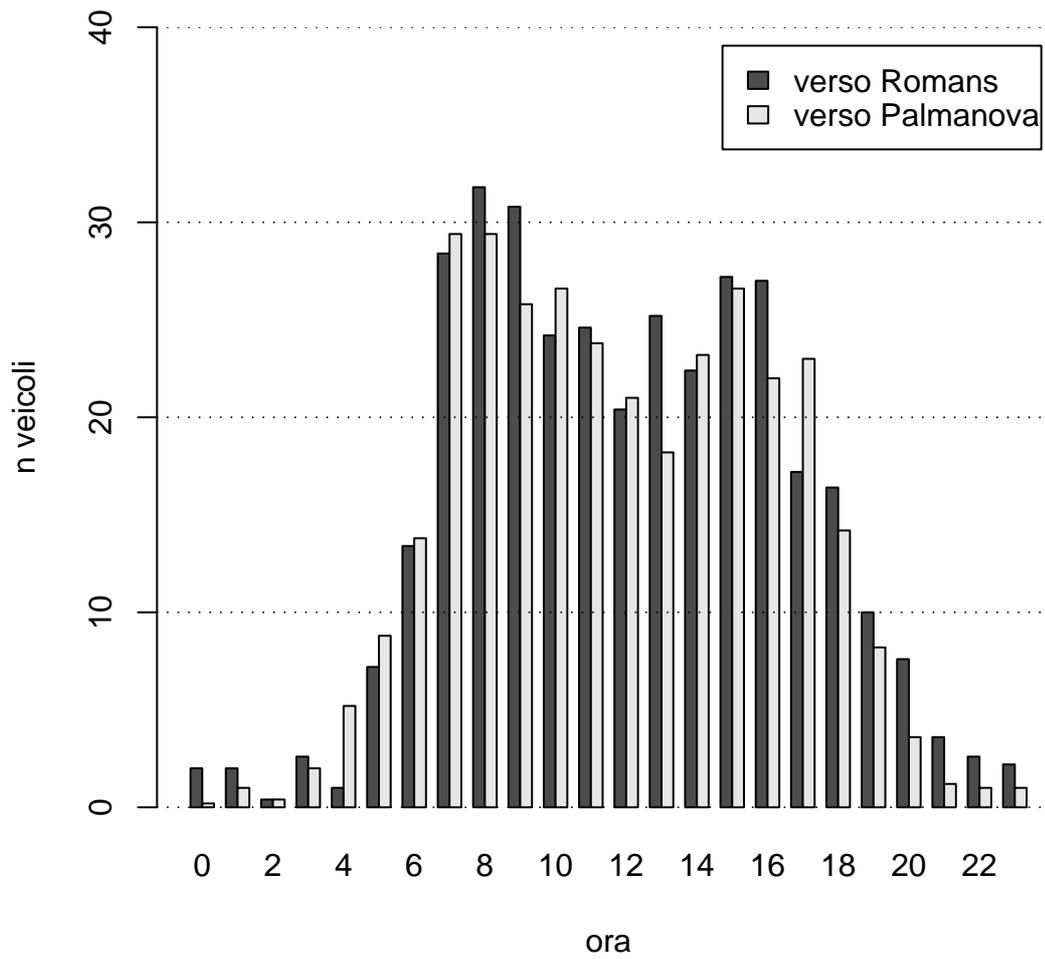


Figura 3: Flussi orari dei veicoli pesanti: lun-ven

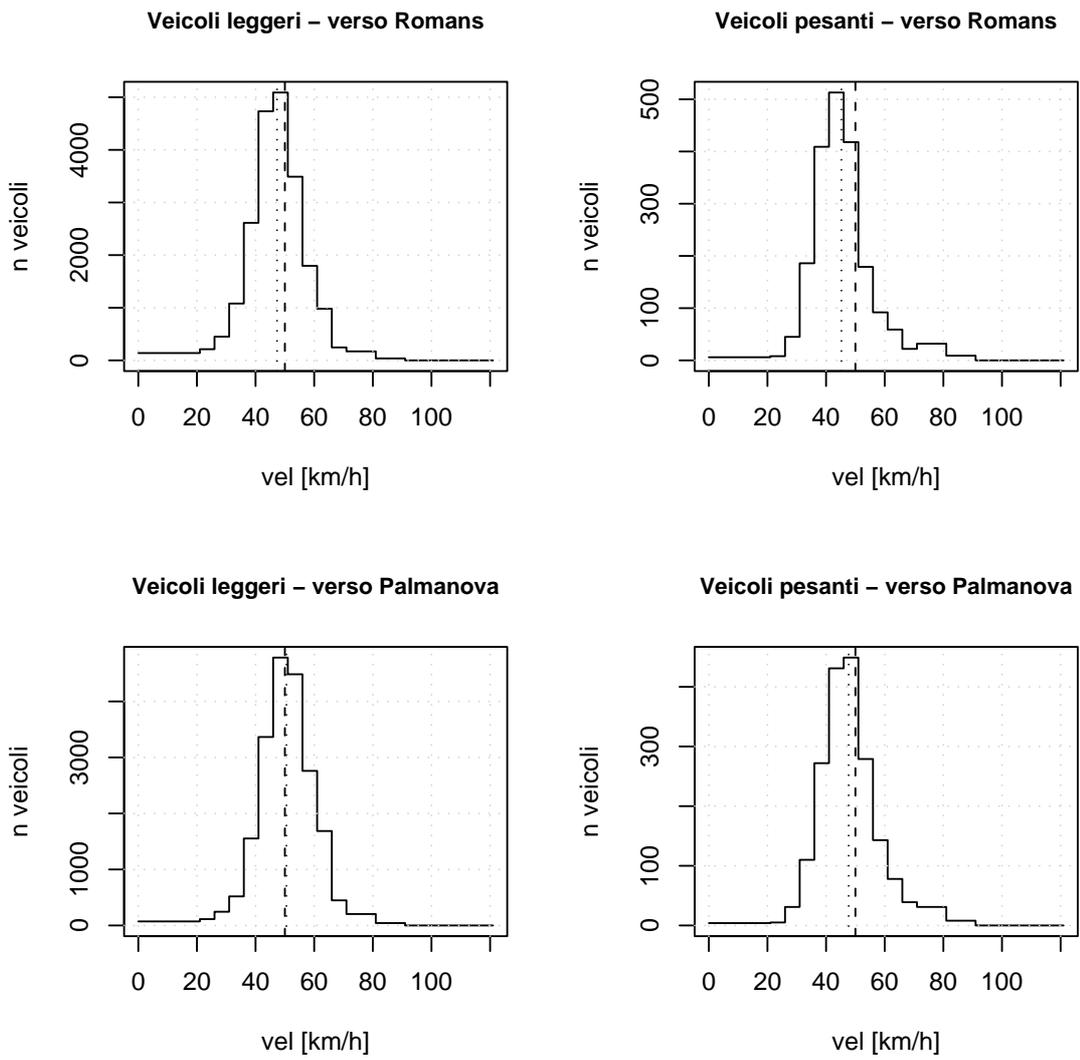


Figura 4: Distribuzioni delle velocità dei veicoli. - -: 50 km/h. ···: la velocità media.

SEZ	STRADA	Km	Comune	DIREZIONE	LEGGERI		PESANTI		Estiva	Invernale
					ESTATE	INVERNO	ESTATE	INVERNO		
35	S.S.252	35+100	San Vito al Torre	A Ovest (Palmanova)	2849	2147	398	320	20/07/05	07/11/05
36	S.S.252	35+100	San Vito al Torre	B Est (Gradisca)	2808	2229	299	323	20/07/05	07/11/05

Tabella 1: Misure di flussi veicolari 2005

## 6 Il livello sonoro equivalente

Il *livello sonoro equivalente* ( $Leq$ ), definito dalla legislazione vigente [4], è:

$$Leq = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p(t)^2}{p_0^2} dt \right)$$

con  $p$  la pressione sonora, misurata in [Pa], e

$$p_0 = 2.0 \cdot 10^{-10} Pa$$

la pressione sonora minima percepibile.

Il rapporto  $\frac{p^2}{p_0^2}$  è proporzionale alla densità di energia del segnale rumoroso misurato. Nell'approssimazione che il campo propaghi come un'onda sferica, in assenza di altri fattori di attenuazione, tale grandezza decresce come  $\frac{1}{r^2}$ , essendo  $r$  la distanza dalla sorgente.

Dato che l'interesse è di stabilire l'impatto del rumore rispetto ad un recettore umano, viene eseguita una *ponderazione* delle frequenze del segnale rumoroso per la *curva di sensibilità A*, che riproduce la diversa sensibilità dell'orecchio.

La grandezza:

$$w = 10 \frac{LeqA}{10}$$

è dunque legata alla potenza media irradiata dalle sorgenti rumorose, nello spettro di sensibilità dell'udito umano.

La legge logaritmica, che lega la potenza del segnale al livello sonoro equivalente, comporta degli effetti che possono apparire non intuitivi: ad esempio, raddoppiando una sorgente sonora si ottiene comunque un aumento di +3dB(A) del  $LeqA$ .

## 7 Modelli interpretativi dei livelli di rumore

In generale, i modelli fisici parametrici più semplici, che consentono la stima del rumore stradale, prevedono [7]:

- una legge logaritmica fra il  $LeqA$  ed i flussi di traffico, diversamente aggregati, a seconda del modello;
- una relazione fra il  $LeqA$  e la velocità media dei veicoli, lineare o diversamente specificata, a seconda delle fonti;
- una legge logaritmica fra il  $LeqA$  e la distanza del punto di indagine dall'asse centrale del flusso veicolare

- termini correttivi ed ulteriori parametri legati alla morfologia del tratto stradale di interesse;

Un modello generale può assumere, dunque, una forma del tipo:

$$LeqA = \alpha + \beta \cdot \log_{10}(F) + \gamma \cdot V + \delta \cdot \log(d)$$

in cui:

- $\alpha$  è una costante legata al rumore di fondo ed al contributo *da singolo veicolo*, oltre che ai parametri morfologici del sito
- $F$  rappresenta il flusso veicolare
- $V$  rappresenta la velocità media dei veicoli
- $d$  rappresenta la distanza del punto di indagine del rumore dall'asse stradale

Nella presente trattazione, la distanza  $d$  del punto di indagine dall'asse stradale è fissa per tutta la durata dei rilievi, come pure sono - naturalmente - fisse le caratteristiche morfologiche del sito.

Ciò non consente la stima della dipendenza dei modelli sviluppati da tali parametri, che vengono accorpati in un'unica costante,  $\alpha$ .

Nei paragrafi seguenti vengono presentati i risultati ottenuti dall'adattamento (*fit*) ai dati di alcuni modelli della forma sopra descritta.

Tale adattamento consiste nella stima dei valori numerici dei parametri ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , ecc.) che rendono minimo, secondo criteri opportuni, lo scostamento fra i dati misurati e le previsioni del modello.

Questo si ottiene, in generale, con degli opportuni algoritmi; in questo documento, vengono utilizzati quelli implementati nelle librerie di calcolo distribuite con il linguaggio **R**[6] (specificatamente, le funzioni *lm* ed *nlm*).

## 7.1 Modello lineare 2.1 (lm.21)

$$LeqA = a + b \cdot \log_{10}(F_{tot})$$

dove con  $F_{tot}$  si indica il flusso totale dei veicoli nei due versi.

Il modello così proposto è in una forma estremamente semplice, in cui non si tiene conto della suddivisione dei veicoli in classi (leggeri/pesanti), nè delle velocità misurate.

Viene di seguito riportato l'output del programma **R**, utilizzato per la stima dei coefficienti del modello:

```
Formula: y ~ alpha + beta * log10(overall.flux)
```

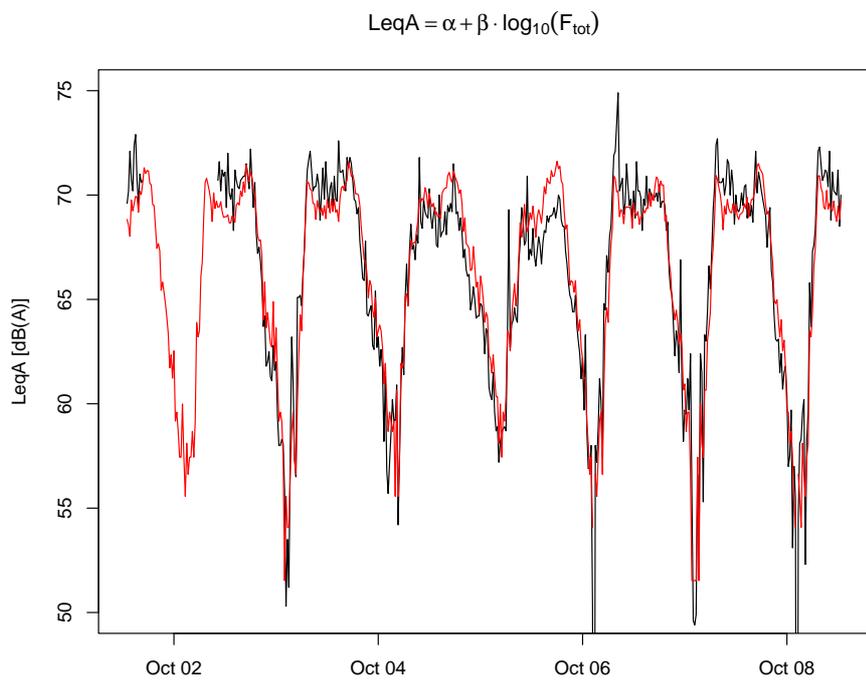


Figura 5: In nero: LeqA misurato; in rosso: le previsioni del modello lm.21. Si osserva un periodo di dati mancanti, relativamente al LeqA, in cui il modello ha potuto comunque effettuare la stima.

Parametri:

	Stima	Dev.Standard	t value	Pr(> t )
alpha	51.5281	0.2447	210.57	<2e-16 ***
beta	8.4599	0.1340	63.15	<2e-16 ***

---

Codici di significatività: 0 \*\*\* 0.001 \*\* 0.01 \* 0.05 . 0.1

Deviazione Standard dei residui: 1.591 su 448 gradi di libertà

R<sup>2</sup>: 0.899, R<sup>2</sup> aggiustato: 0.8988

Parametro F: 3988 su 1 e 448 gradi di libertà, p-value: < 2.2e-16

La significatività di entrambi coefficienti ( $\alpha$  e  $\beta$ ) è estremamente alta (*test t*).

La deviazione standard dei residui ( $LeqA$  previsto -  $LeqA$  misurato) del modello è di 1.59 dB(A).

Questa semplice formulazione permette di cogliere anche i valori estremamente bassi di  $LeqA$  misurati durante le ore notturne; tuttavia, si osserva come le diverse caratteristiche del traffico nei giorni feriali e festivi - in particolare relativamente alla presenza di mezzi pesanti - causino sottostime e sovrastime, confermando l'utilità di una suddivisione dei flussi veicolari in categorie (pesanti e leggeri).

## 7.2 Modello non lineare 2.2 (nlm.22)

$$LeqA = \alpha + \beta \cdot \log_{10}(F_{LIGHT} + \theta \cdot F_{HEAVY})$$

dove con  $F_{LIGHT}$  si indica il flusso totale dei veicoli leggeri nei due versi, con  $F_{HEAVY}$  il flusso dei veicoli pesanti (cfr paragrafo 4).

Formula:  $y \sim \alpha + \beta * \log_{10}(\text{overall.light.flux} + \theta * \text{overall.heavy.flux})$

Parametri:

	Stima	Dev.Standard	t value	Pr(> t )
alpha	48.7704	0.2414	202.00	<2e-16 ***
beta	9.3295	0.1145	81.45	<2e-16 ***
theta	4.8538	0.3842	12.63	<2e-16 ***

---

Codici di significatività: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1

Deviazione Standard dei residui: 1.418 su 449 gradi di libertà

Assunto un peso unitario associato ai veicoli leggeri, il peso attribuito ai veicoli pesanti è dato dal coefficiente  $\theta = 4.9$ .

classe	L [m]	v [km/h]
light.slow	$\leq 5.1$	$\leq 50$
light.fast	$\leq 5.1$	$> 50$
heavy.slow	$> 5.1$	$\leq 50$
heavy.fast	$> 5.1$	$> 50$

Tabella 2: 4 classi di velocità e dimensione

Rispetto al modello 2.1, la capacità di riprodurre le diversità fra i giorni feriali ed il fine settimana appaiono migliorare, in virtù della suddivisione nelle due classi di veicoli.

### 7.3 Modello non lineare 2.4 (nlm.24)

$$LeqA = \alpha + \beta \cdot \log_{10}(F_{L,S} + \theta_2 \cdot F_{H,S} + \theta_3 \cdot F_{L,F} + \theta_4 \cdot F_{H,F})$$

Nel tentativo di raffinare il modello, tenendo conto della velocità dei veicoli, i flussi veicolari sono stati riaggregati nelle 4 classi descritte in tabella 2 (leggeri-veloci, leggeri-lenti; pesanti-veloci, pesanti-lenti).

Formula: `y ~ alpha + beta * log10(light.slow + theta.2 * heavy.slow + theta.3 * light.fast + theta.4 * heavy.fast)`

Parametri:

	Stima	Dev.Standard	t value	Pr(> t )
alpha	46.6953	0.6119	76.315	< 2e-16 ***
beta	9.6248	0.1380	69.726	< 2e-16 ***
theta.2	8.0858	1.1162	7.244	1.92e-12 ***
theta.3	1.9959	0.3308	6.034	3.37e-09 ***
theta.4	3.8790	0.9621	4.032	6.51e-05 ***

---

Codici di significatività: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1

Deviazione standard dei residui: 1.46 su 447 gradi di libertà

Assunto un peso unitario per l'impatto di un veicolo leggero lento, si stima  $\simeq 2$  il peso di un veicolo leggero veloce,  $\simeq 8$  il peso di un veicolo lento pesante,  $\simeq 4$  il peso di un veicolo pesante veloce.

Sorprendentemente, l'effetto della velocità appare invertito, considerando veicoli leggeri e veicoli pesanti.

Le stime del modello, particolarmente per il fine settimana, migliorano ulteriormente, confermando la significatività del parametro *velocità*.

$$\text{LeqA} = \alpha + \beta \cdot \log_{10}\left(F_1 + \sum_2^4 \theta_i \cdot F_i\right)$$

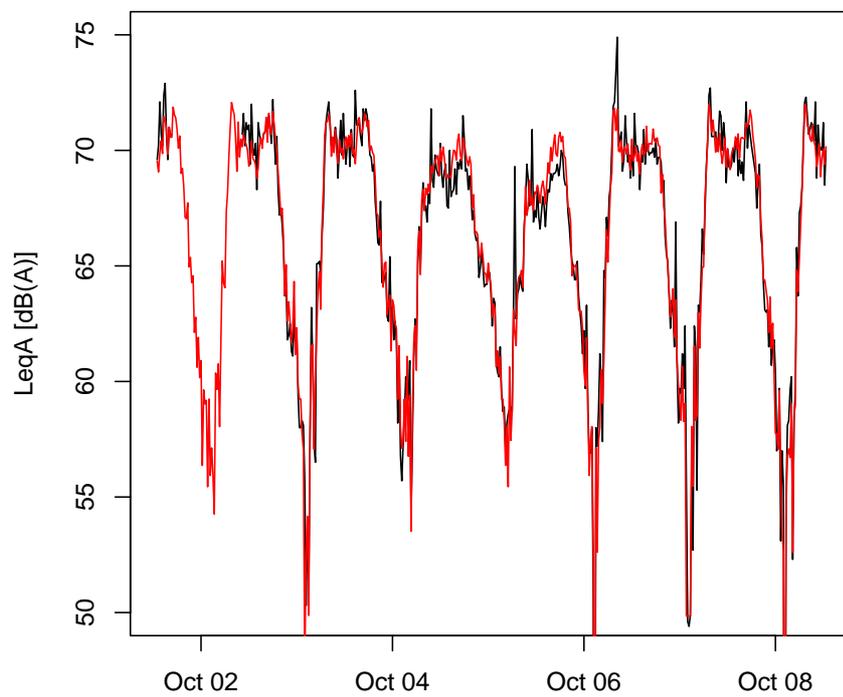


Figura 6: In nero: LeqA misurato; in rosso: le previsioni del modello nlm.24. Si osserva un periodo di dati mancanti, relativamente al LeqA, in cui il modello ha potuto comunque effettuare la stima.

## 7.4 Modello non lineare 3.4 (nlm.34)

Alcuni modelli per la previsione del  $LeqA$ , fra quelli reperiti in letteratura, adottano una legge lineare rispetto alla velocità dei veicoli in transito.

Si è esplorato il seguente modello:

$$LeqA = \alpha + \gamma_1 \cdot v_L + \gamma_2 \cdot v_H + \beta \cdot \log_{10}(F_L + \theta \cdot F_H)$$

essendo  $v_L$  la velocità media dei veicoli leggeri e  $v_H$  la velocità media dei veicoli pesanti.

```
Formula: y ~ alpha + gamma.1 * light.vel + gamma.2 * heavy.vel + beta *  
log10(overall.light.flux + theta * overall.heavy.flux)
```

Parametri:

	Stima	Dev.Standard	t value	Pr(> t )	
alpha	45.10759	0.90005	50.117	<2e-16	***
gamma.1	0.09767	0.01003	9.734	<2e-16	***
gamma.2	-0.02365	0.01111	-2.129	0.0338	*
beta	9.26235	0.12118	76.435	<2e-16	***
theta	5.23698	0.42175	12.417	<2e-16	***

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1

Deviazione standard dei residui: 1.288 su 447 gradi di libertà

Viene confermato il crescere dell'impatto del traffico leggero con la velocità (1dB ogni 10 km/h di velocità media dei veicoli); la legge appare invertita nel caso del traffico pesante, ma con una dipendenza più debole (0.2dB ogni 10km/h di velocità media misurata dei veicoli) e con incertezze sulla effettiva significatività di tale dipendenza.

Assunto un peso medio unitario per un veicolo leggero in transito, il peso medio di un veicolo pesante è circa 5.

## 7.5 Conclusioni relative ai vari modelli interpretativi

- I risultati dei modelli interpretativi esplorati si attestano su valori della deviazione standard, rispetto ai dati misurati, di 1.3 – 1.5 dB(A).
- Il peso relativo dei flussi di veicoli pesanti, rispetto ai leggeri, è approssimativamente di un fattore 5 (modelli 2.2 e 3.4).

Ovvero: 10 camion equivalgono 50 vetture; ovvero anche: il  $LeqA$  prodotto da  $n$  camion è uguale al  $LeqA$  prodotto da  $n$  vetture aumentato di 6.5 dB(A).

$$\text{LeqA} = \text{Intercept} + \gamma_1 v_{\text{LIGHT}} + \gamma_2 v_{\text{HEAVY}} + \beta \cdot \log_{10}(F_{\text{LIGHT}} + \theta \cdot F_{\text{HEAVY}})$$

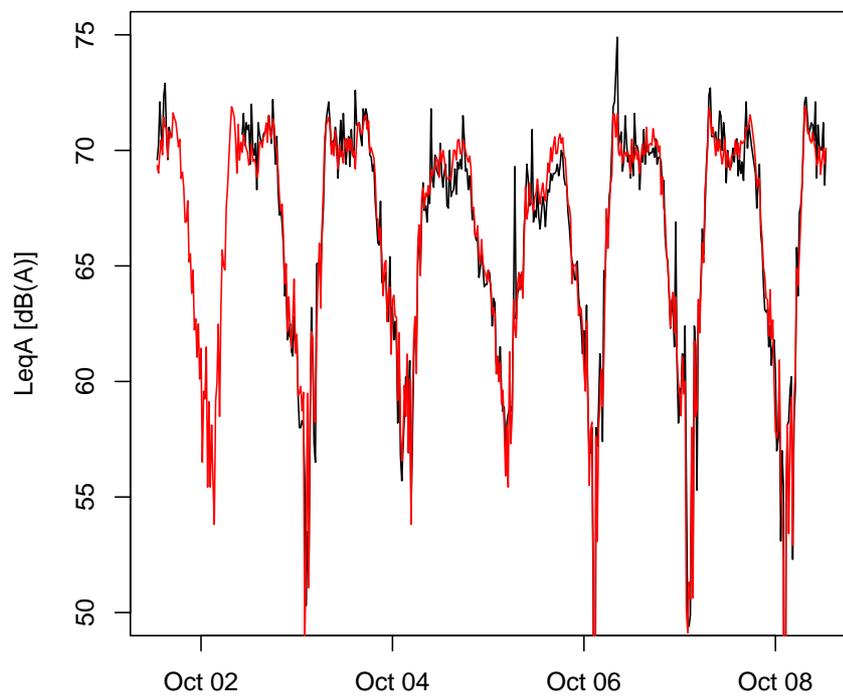


Figura 7: In nero: LeqA misurato; in rosso: le previsioni del modello nlm.34. Si osserva un periodo di dati mancanti, relativamente al LeqA, in cui il modello ha potuto comunque effettuare la stima.

- A parità di flussi, per i veicoli leggeri l'impatto appare crescere di poco più di 1dB ogni 10 km/h di aumento della velocità media (modello 3.4).
- Per i veicoli pesanti l'influenza della velocità appare essere inversa (modelli 2.4, 2.6 e 3.4), seppure non particolarmente accentuata.
- Al crescere della complessità del modello, lo scarto quadratico dei residui non migliora sensibilmente.

## 8 Ipotesi di riduzione dell'impatto

I modelli interpretativi sviluppati consentono di stimare la riduzione di impatto che deriverebbe dall'introduzione di misure di contenimento della velocità o dei flussi veicolari [8].

### 8.1 Veicoli pesanti: modello 2.4

E' possibile discriminare l'impatto dei veicoli pesanti, ad esempio a partire dal modello 2.4. Un problema, nell'interpretazione intuitiva dei dati, viene posto dalla non-linearità della funzione logaritmica, che lega la misura del rumore alla pressione sonora prodotta dalle sorgenti.

Nel periodo considerato, si hanno i seguenti  $LeqA$  misurati:

$$LeqA_{diurno} = 69.5dB(A)$$

$$LeqA_{notturno} = 61.5dB(A)$$

dove il periodo notturno si estende dalle 22 alle 6, e viceversa.

Il modello 2.4 restituisce valori sostanzialmente concordi:

$$LeqA_{diurno,2.4} = 69.5dB(A)$$

$$LeqA_{notturno,2.4} = 61.2dB(A)$$

Ponendo artificialmente a 0 il flusso di veicoli pesanti, lo stesso modello restituisce:

$$LeqA_{diurno,2.4,0pesanti} = 67.9dB(A)$$

$$LeqA_{notturno,2.4,0pesanti} = 59.7dB(A)$$

Rispetto ai valori misurati, l'assenza dei veicoli pesanti apparirebbe comportare una diminuzione di circa 1.5dB del  $LeqA$ , sia diurno che notturno, corrispondente ad una riduzione di circa il 30% della potenza immessa.

## 8.2 Velocità: modello 3.4

Il modello 3.4 restituisce valori:

$$LeqA_{diurno,3.4} = 69.4dB(A)$$

$$LeqA_{notturmo,3.4} = 61.5dB(A)$$

Diminuendo artificialmente del 20% le velocità medie rilevate, lo stesso modello restituisce:

$$LeqA_{diurno,3.4,-20\%} = 68.8dB(A)$$

$$LeqA_{notturmo,3.4,-20\%} = 60.7dB(A)$$

Rispetto ai valori misurati, la diminuzione del 20% delle velocità medie misurate apparirebbe comportare una diminuzione di circa  $0.7dB$  del  $LeqA$ , corrispondente ad una riduzione di circa il 15% della potenza immessa.

## 8.3 Veicoli pesanti e velocità: modello 3.4

Il modello 3.4 restituisce valori:

$$LeqA_{diurno,3.4} = 69.4dB(A)$$

$$LeqA_{notturmo,3.4} = 61.5dB(A)$$

Diminuendo artificialmente del 20% le velocità medie rilevate e azzerando artificialmente il traffico pesante, lo stesso modello restituisce:

$$LeqA_{diurno,3.4,-20\%} = 67.0dB(A)$$

$$LeqA_{notturmo,3.4,-20\%} = 58.9dB(A)$$

Rispetto ai valori misurati, ciò comporta una diminuzione di circa  $2.5dB$  del  $LeqA$ , corrispondente ad una riduzione di circa il 43% della potenza immessa.

## 9 Conclusioni

Sono stati esplorati diversi modelli interpretativi del rumore prodotto dal traffico sulla SR 252 nella frazione di Versa:

- è stato possibile discriminare il contributo dei veicoli leggeri (fino a 5.1 m di lunghezza) rispetto a quello dei veicoli pesanti;
- la rilevanza della velocità è stata riconosciuta per i veicoli leggeri;

- per i veicoli pesanti, il ruolo della velocità appare meno chiaramente riconoscibile; i veicoli pesanti lenti appaiono comunque avere un impatto più rilevante: ciò può essere dovuto al fatto che essi si presentano in una fase di accelerazione (al rettilineo si accede provenendo da curve piuttosto accentuate ed esso è interessato da diverse intersezioni).

I modelli sviluppati sono stati quindi utilizzati per stimare l'efficacia di eventuali interventi di riduzione dell'impatto del traffico:

1. l'eliminazione del traffico pesante, essendo invariate le altre caratteristiche, determina un abbassamento di circa il 30% della potenza immessa, pari a 1.5dB dei livelli di rumore;
2. la riduzione del 20% della velocità media dei veicoli in transito determina un abbassamento di circa il 15% della potenza immessa, pari a circa 0.7dB;
3. l'applicazione contestuale delle due precedenti ipotesi determina un abbassamento di circa il 43% della potenza immessa, pari a circa 2.5dB.

## Riferimenti bibliografici

- [1] QTT (Quixote Transportation Technologies, Inc.), 4021 Stirrup Creek Drive, Suite 100, Durham, NC 27703  
*<http://www.nu-metrics.com/pages/histar.html>*
- [2] ATS srl, Via U. Lilloni 64 , 000125 Acilia, Roma  
*<http://www.atsparcheggi.com/pdf/nc-97.pdf>*
- [3] ARPA FVG, Dipartimento Provinciale di Gorizia. Servizio Sistemi Ambientali, *Rumore Infrastruttura Stradale SS 252 - Ambiente esterno. Civico n. 38 via Oberdan, Romans d'Isonzo (GO) Località Versa*, Rapporto di Presentazione dei Risultati n.15/2008 (16 dicembre 2008)
- [4] D.M. 16 marzo 1998, Tecniche di Rilevamento e di Misura dell'Inquinamento Acustico
- [5] ANPA (1999), Rassegna dei modelli esistenti per il Rumore, CTN Agenti Fisici, AGF-T-RAP-99-11
- [6] R Development Core Team (2007), R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- [7] Cannelli G.B., Gluck K., Santoboni S. (1983), *A mathematical model for evaluation and prediction of mean energy level of traffic noise in Italian towns*, Acustica, vol.53, p.31

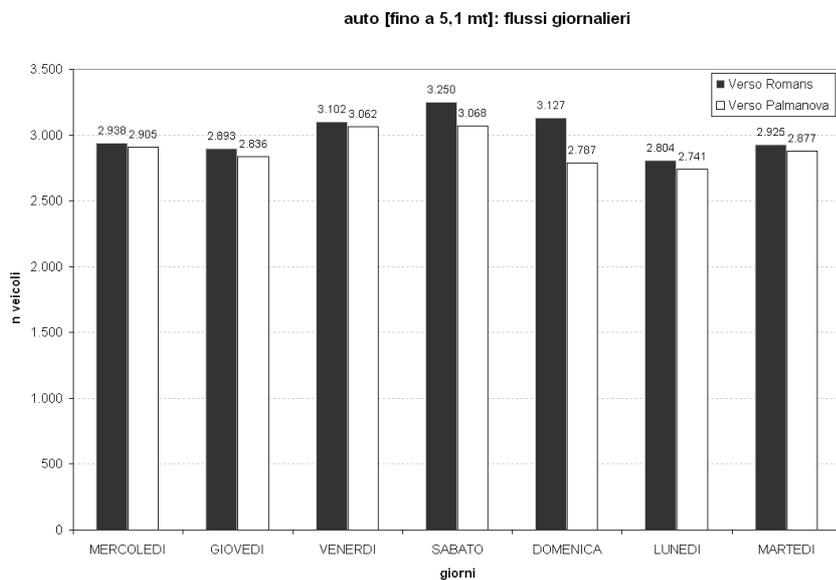


Figura 8: Flussi giornalieri delle auto

[8] ANAS S.p.A., Direzione Ricerca e Innovazione, Servizio Salute, Ambiente e Sicurezza, Centro Sperimentale Stradale (Novembre 2008), *Piani di contenimento ed abbattimento delle emissioni sonore. Stralcio 2009-2011*

## A Ulteriori grafici di interesse e tabulati originali

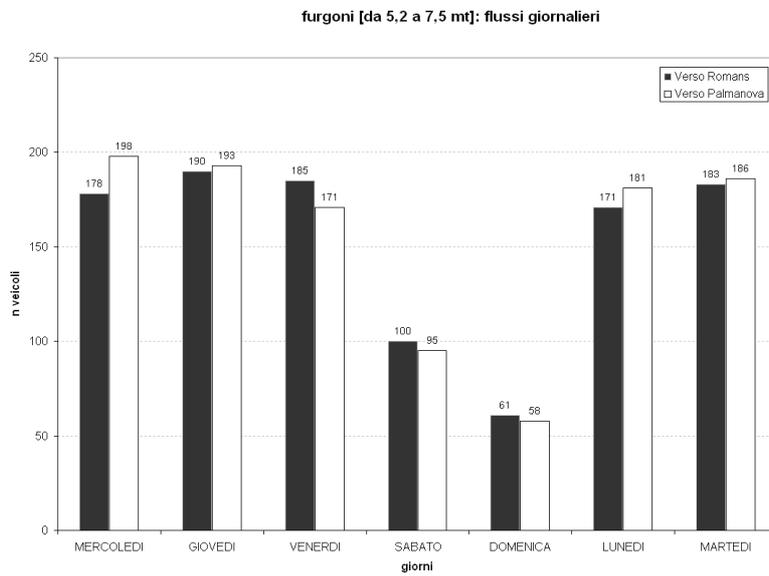


Figura 9: Flussi giornalieri dei furgoni

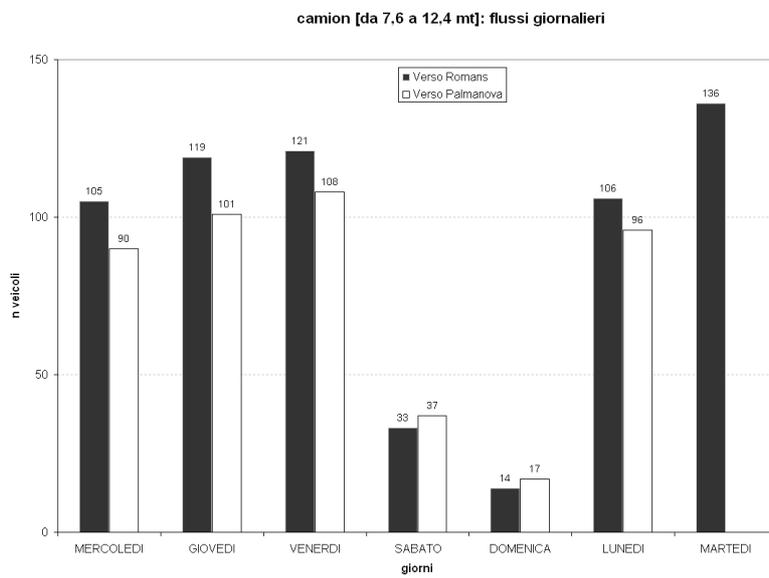


Figura 10: Flussi giornalieri dei camion

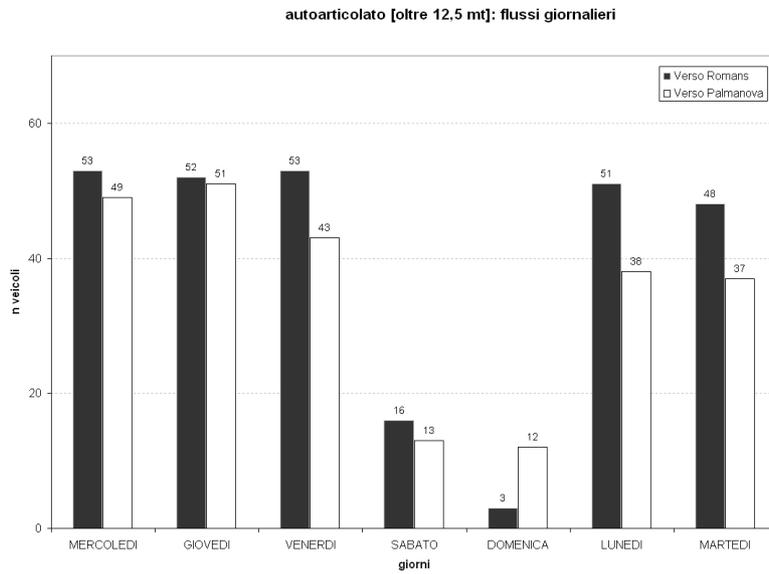


Figura 11: Flussi giornalieri degli autoarticolati

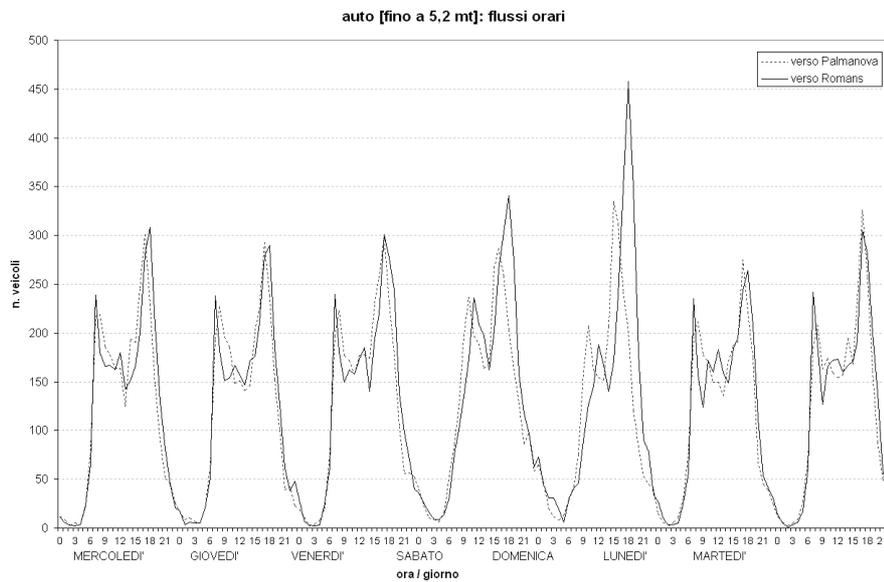


Figura 12: Flussi orari delle auto

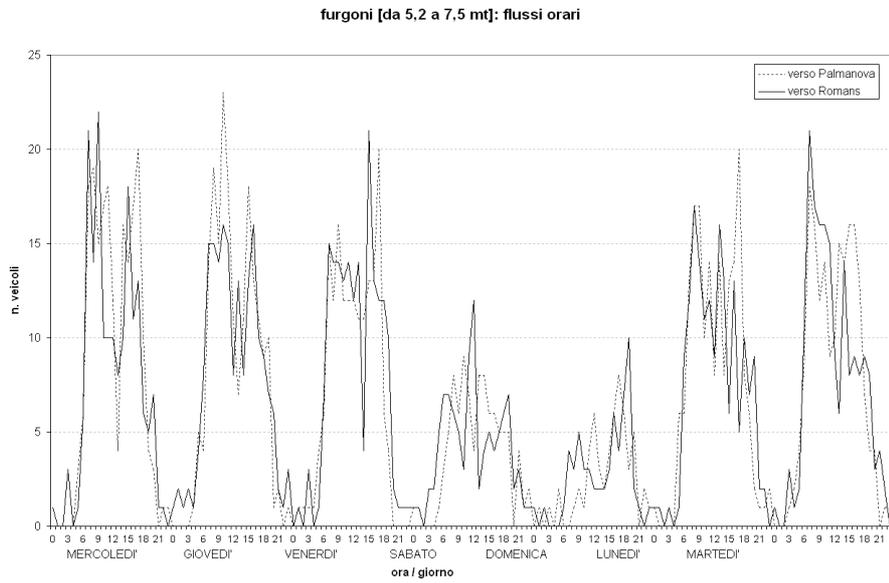


Figura 13: Flussi orari dei furgoni

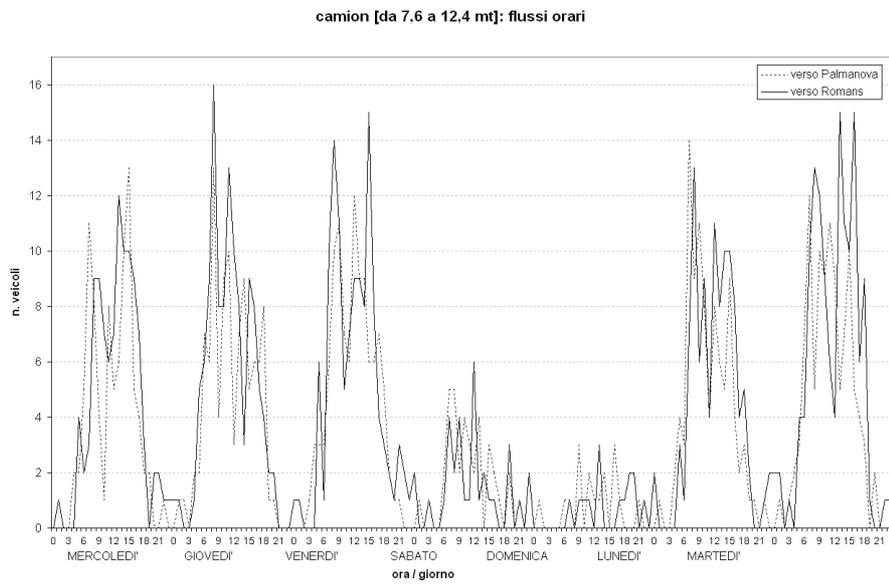


Figura 14: Flussi orari dei camion

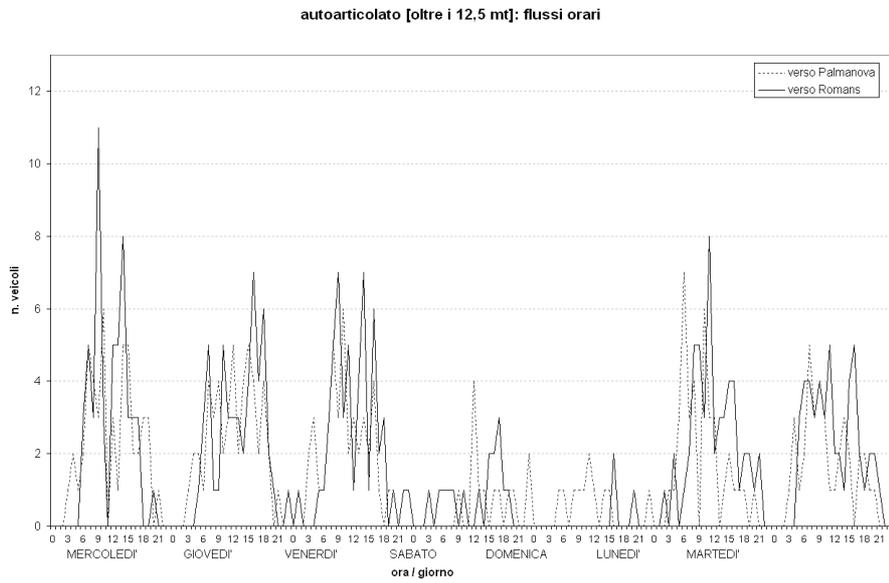


Figura 15: Flussi orari degli autoarticolati

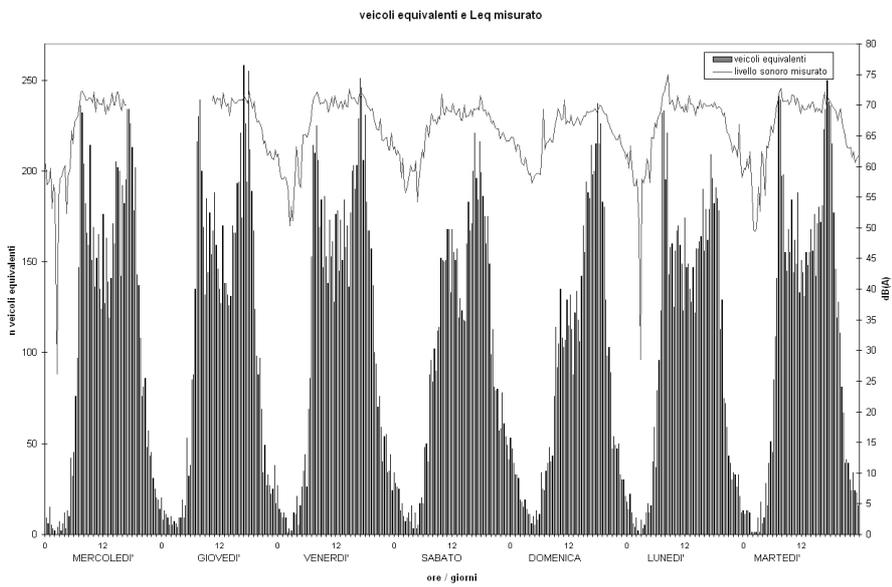


Figura 16: veicoli equivalenti e livello sonoro misurato