



STUDIO DELLA VARIABILITÀ SPAZIALE E TEMPORALE DELLE PARTICELLE ULTRAFINI NELL'AREA URBANA DI ROMA

**Alessandro Di Menno di Bucchianico,^{1,*} Giorgio Cattani,¹
Alessandra Gaeta,¹ Carla Ancona,² Francesco Forastiere²**

¹ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

²DEP - Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale, Roma

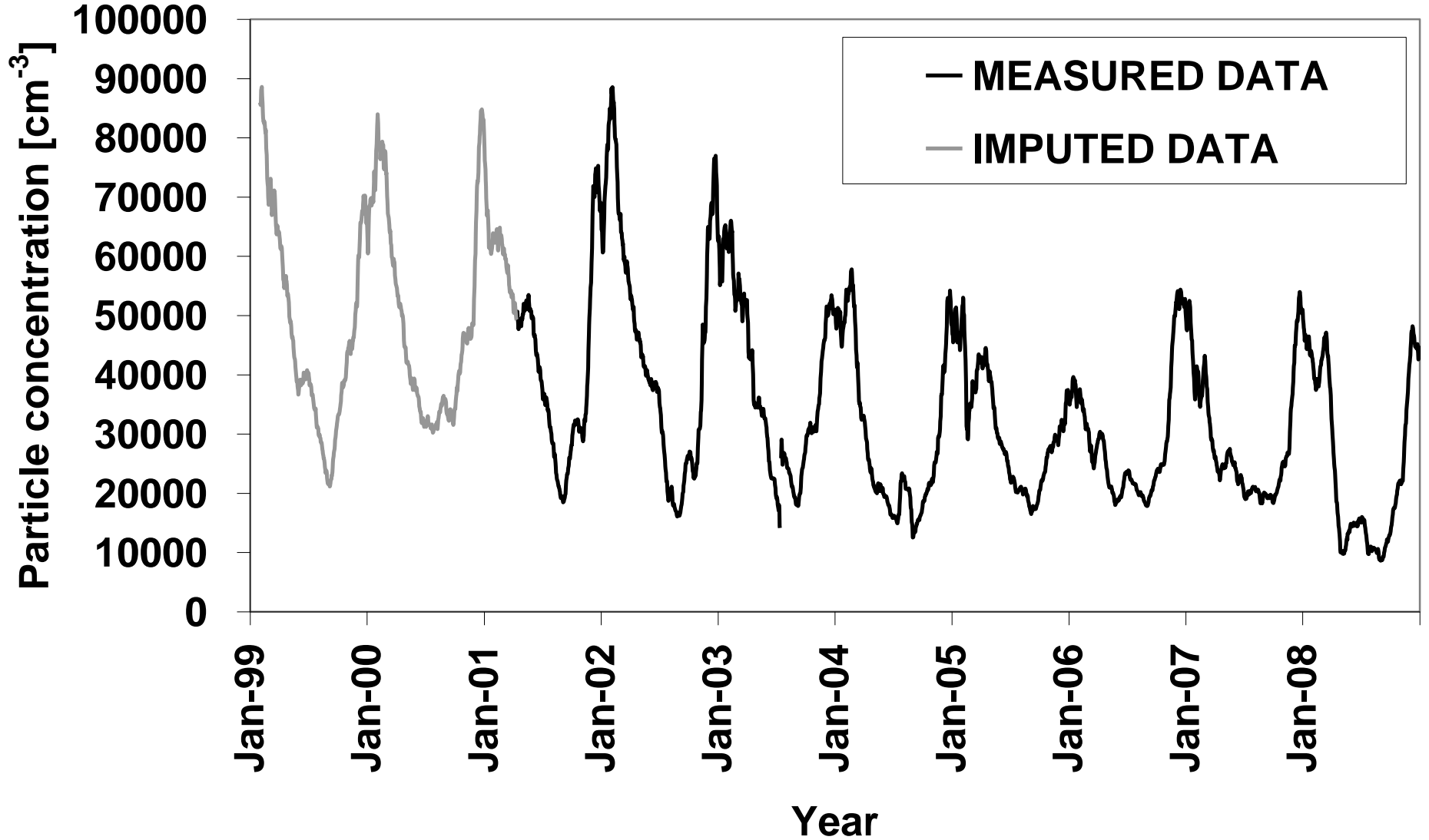
*E-mail: alessandro.dimenno@isprambiente.it

Presupposti

Particelle ultrafini, concentrazione in numero delle particelle ultrafini e totali

- ❑ **Particelle ultrafini (UFP): diametro inferiore a 0,1 μm ;**
- ❑ **indicatore di esposizione alle UFP: concentrazione in numero (PNC) nell'intervallo 6÷100 nm;**
- ❑ **in ambiente urbano le particelle ultrafini rappresentano più dell'80% del numero totale di particelle aerodisperse e la correlazione temporale tra particelle ultrafini e totali è molto buona;**
- ❑ **per la semplicità della misura, la PNC è largamente usata come indicatore delle particelle ultrafini (e.g. Aalto et al, 2005; Belleudi et al, 2010);**
- ❑ **il peso degli effetti cronici a lungo termine dell'inquinamento atmosferico è generalmente maggiore di quello legato agli effetti acuti (Brook et al., 2010; Künzli et al., 2010);**
- ❑ **mancano studi epidemiologici sull'esposizione a lungo termine alle particelle ultrafini (UFP) (HEI, jenuary 2013); sono necessari studi sugli effetti a lungo termine sull'esposizione alle particelle ultrafini (Hoek et al., 2009; World Health Organization, 2006).**
- ❑ **mancano informazioni sulla variabilità spaziale delle particelle ultrafini in ambienti antropizzati complessi.**

PNC - Serie storica ISS



Thirty-day moving average daily mean of particle number daily mean concentrations ($\text{\#}/\text{cm}^3$) measured at the urban traffic station ISS. Data were imputed From January 1999 to march 2001.

Struttura dello studio

- ❑ Misure di PNC sono state condotte all'esterno di 30 siti residenziali dal 6 aprile 2013 al 10 aprile 2014;
- ❑ per ogni sito residenziale sono state realizzate 3 campagne di una settimana a distanza di 4 mesi;
- ❑ la stazione di monitoraggio dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS), dove viene condotto il monitoraggio continuo del PNC, è stata usata come sito di riferimento;
- ❑ i dati prodotti dalle 13 stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria di Roma (misura di tutti gli inquinanti previsti dal D.Lgs. N. 155 2010) sono stati usati per la stima dei periodi non coperti dalle 3 campagne.

Strumenti di misura

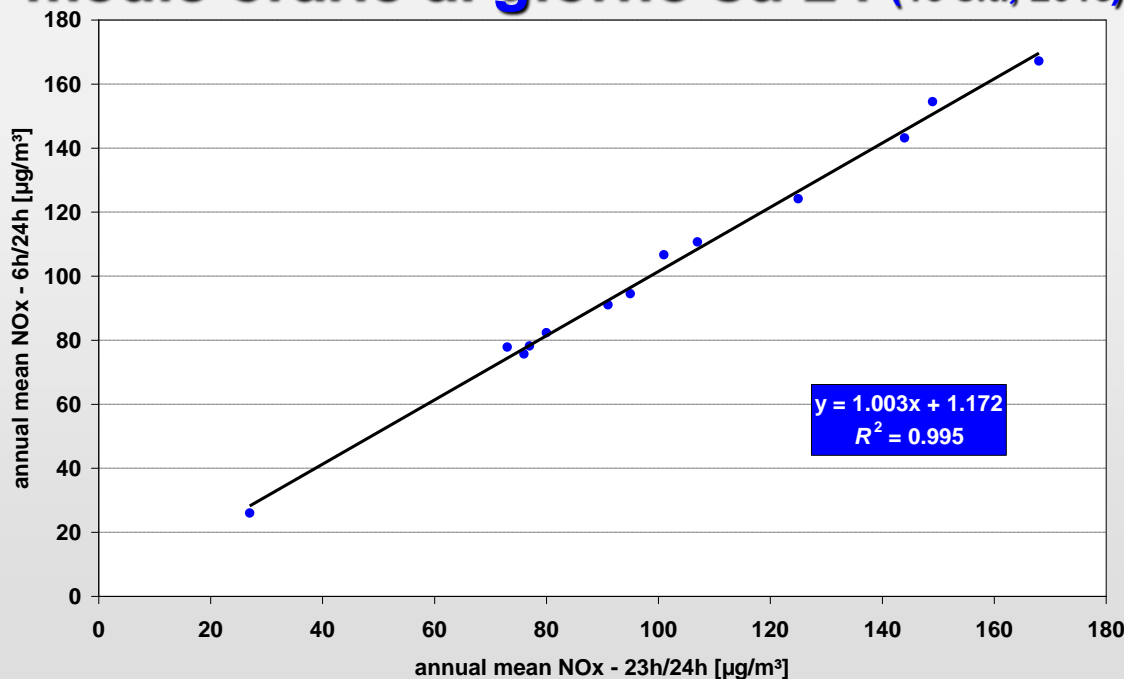
- ❑ TSI 3007 *Condensation Particle Counters* portatili nei 30 siti residenziali (da 10 nm);
TSI 3022A *Condensation Particle Counter* nel sito fisso dell'Istituto Superiore di Sanità (da 7 nm);
- ❑ tre periodi di campionamento giornalieri di 2 ore: 00:30÷02:30, 08:30÷10:30, 16:30÷18:30;
risoluzione temporale: 1 minuto;
- ❑ tre campagne di una settimana a distanza di 4 mesi;
- ❑ sonde di campionamento: tubi di silicone conduttivo, lunghezza media 3 m.

Coefficienti di correlazione r tra le concentrazioni di inquinanti aerodispersi determinate presso l'ISS (2001-2004)

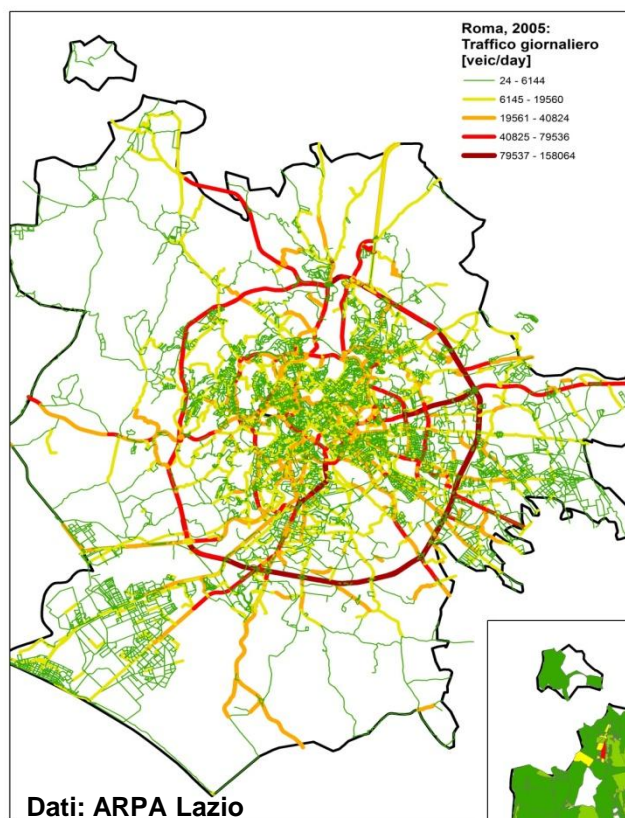
r	PM _{2.5}	PM ₁₀	CO	NO _x	NO	NO ₂	O ₃
PM ₁₀	0,85						
CO	0,61	0,60					
NO _x	0,66	0,68	0,87				
NO	0,64	0,66	0,88	0,97			
NO ₂	0,53	0,51	0,57	0,77	0,60		
O ₃	-0,34	-0,29	-0,62	-0,69	-0,65	-0,59	
PNC	0,51	0,54	0,79	0,80	0,80	0,53	-0,54

Rap. ISTISAN 6-13

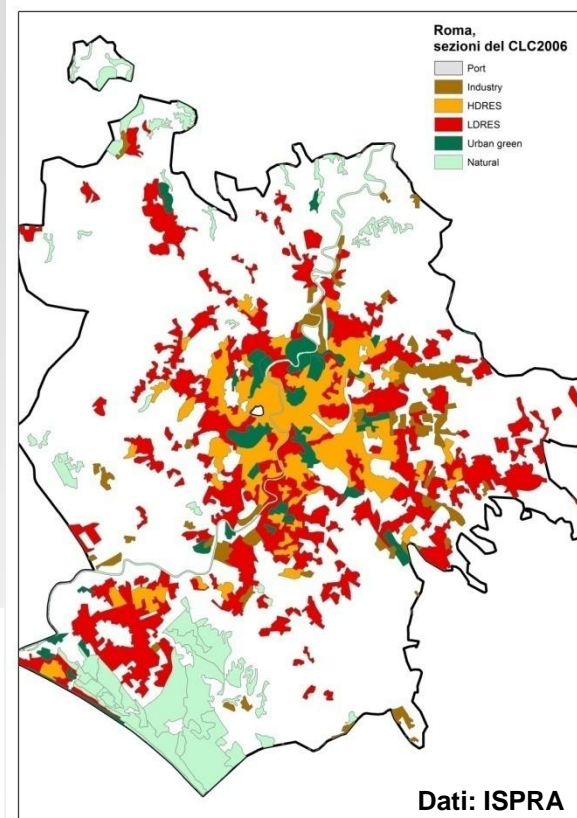
Qualità della stima della media annuale di NO_x a Roma con 6 medie orarie al giorno su 24 (13 siti, 2013)



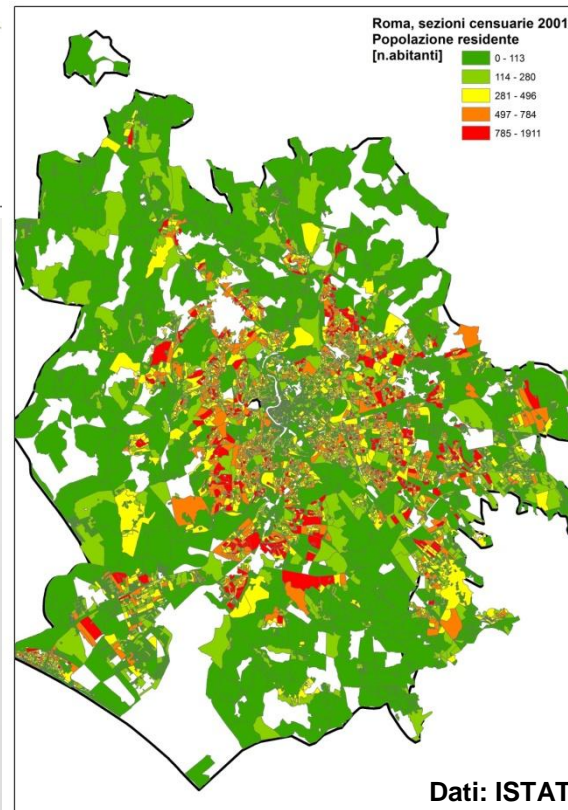
Traffico Roma



Corine Land Cover Roma



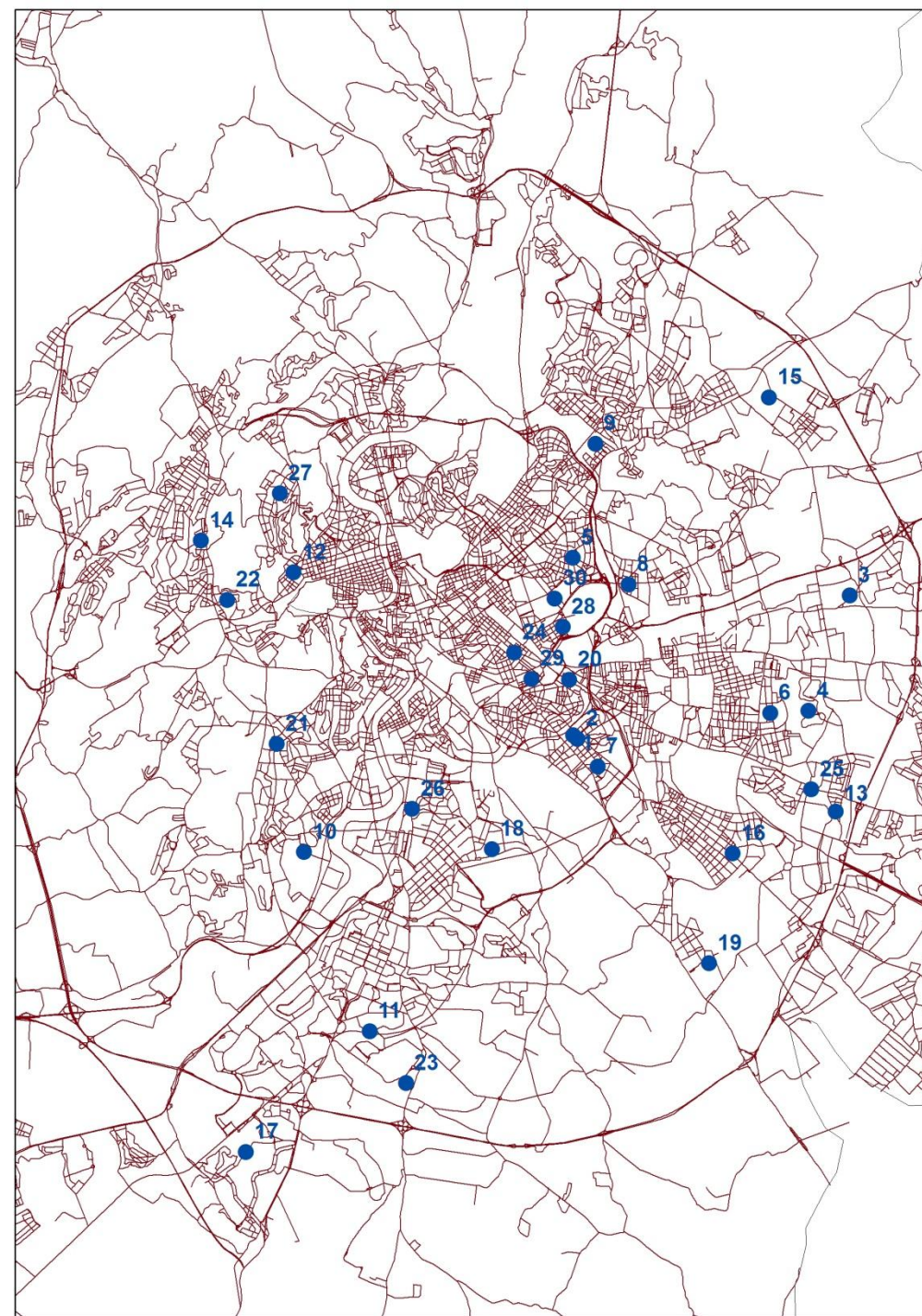
Popolazione Roma



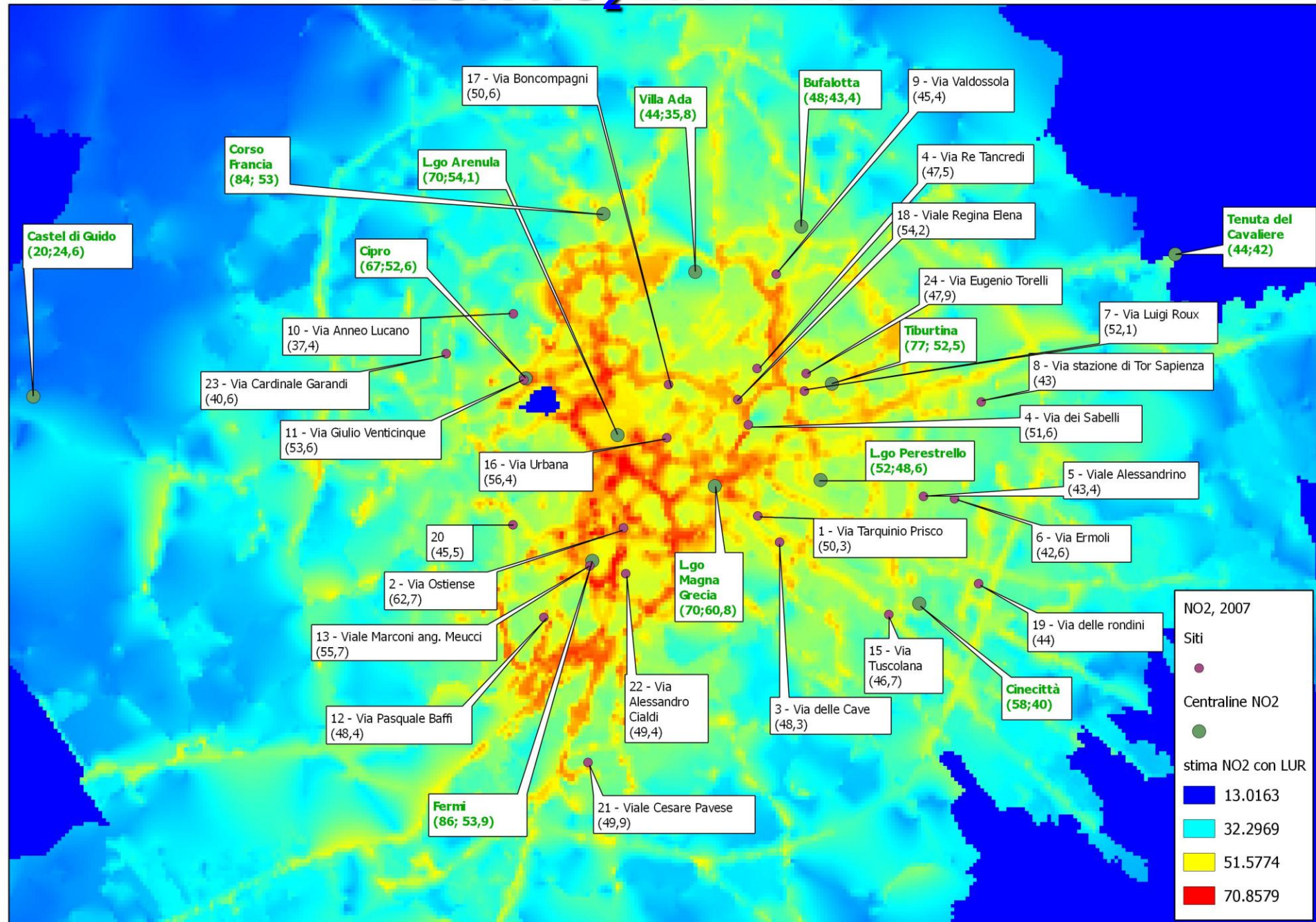
Siti scelti

- 3 siti con affaccio diretto sulla strada (<30 m dalla strada più importante i.e.>10.000 veicoli/giorno) in un contesto densamente popolato (HD)
- 1 sito con affaccio sulla strada in un contesto a bassa densità di popolazione (LD)
- 7 siti di traffico (30÷100 m) dalla strada più importante - HD
- 5 siti di traffico - LD
- 4 siti residenziali (> 100 m dalla strada più importante) - HD
- 10 siti residenziali (> 100 m dalla strada più importante) - LD

Distanza dal centro (km)		Distanza dal GRA (km)	
dc < 3	2	dgra < 1	2
3 < dc < 6	17	1 < dgra < 2	7
6 < dc < 9	4	2 < dgra < 3	3
9 < dc < 12	7	dgra > 3	18



LUR NO₂ ESCAPE 2007



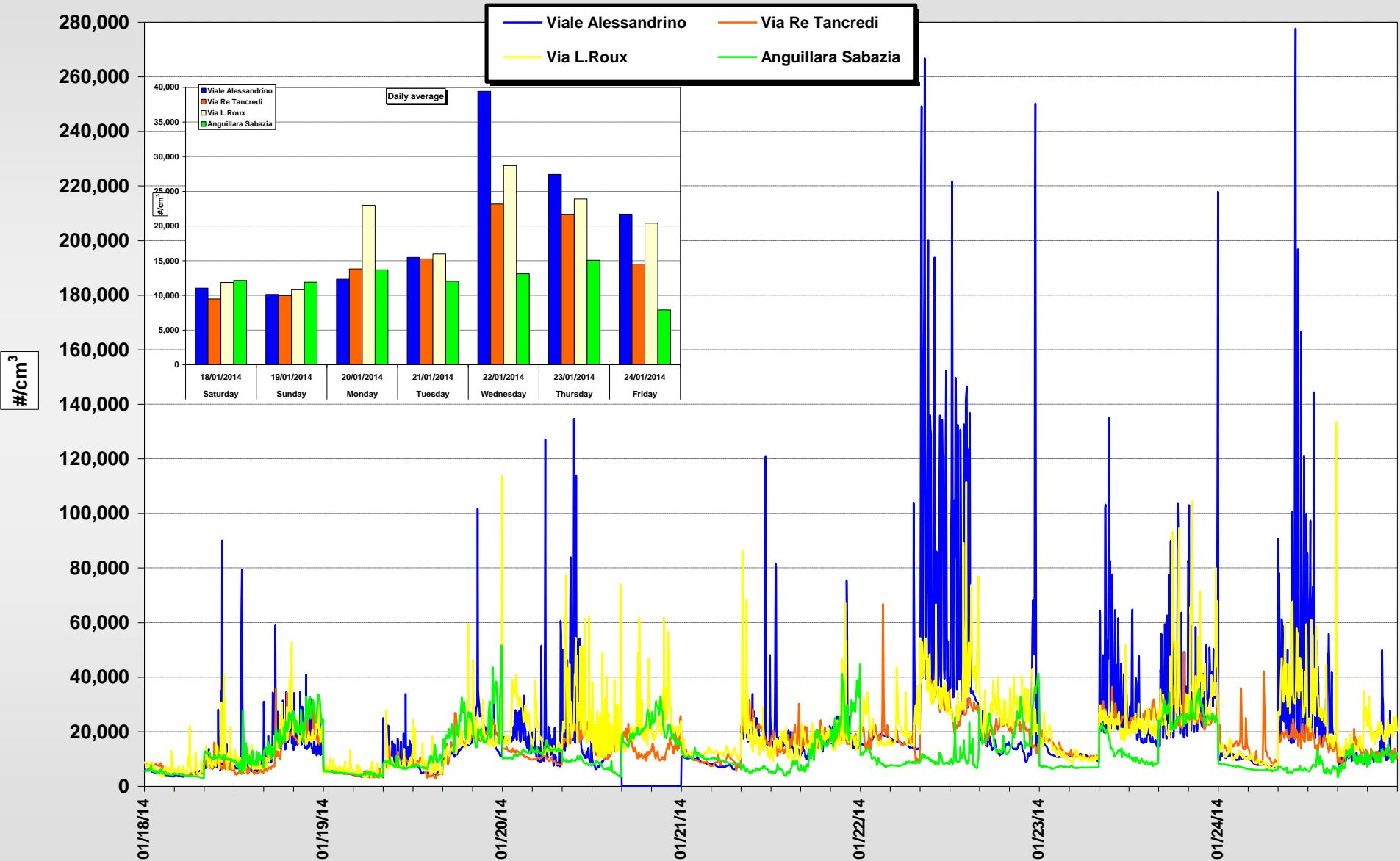
Elenco dei siti e loro classificazione preliminare

ID	VIA	PIANO	tipo	altre sorgenti vicine	Dist centro - m	Dist GRA - m
1	VIA CAIROLI	5	T		2,000	8,900
2	VIA BIANCAMANO	6	T		2,600	8,500
3	VIALE REGINA ELENA	0	T		3,000	8,200
4	VIA DEI SABELLI	0	F		3,100	7,900
5	VIA GIULIO VENTICINQUE	4	T		3,200	5,100
6	VIA CASILINA I	5	T	Ferrovia FS 30 m	3,400	7,400
7	Via RE TANCREDI	4	T		3,800	6,700
8	VIA ALESSANDRO CIALDI	3	F	Metro B, tratto scoperto 20 m	3,800	7,000
9	VIA TARQUINIO PRISCO 67 VIIp	7	T	Ferrovia FS 150 m	4,000	6,600
10	VIA GIOVANNI VESTRI	2	T		4,000	5,300
11	VIA TARQUINIO PRISCO 67 Ip	1	T		4,000	6,600
12	VIA TARQUINIO PRISCO 12	6	T	Ferrovia FS 250 m	4,100	6,500
13	VIA SANTA BERNADETTE	3	F		4,400	3,700
14	VIA DELLE CAVE	6	T		4,500	5,900
15	VIA ANNEO LUCANO	1	F		4,600	5,100
16	VIA LUIGI ROUX	5	T		4,800	5,800
17	VIA DELLA MADONNA DI FATIMA	2	F		4,900	6,400
18	VIA PASQUALE BAFFI	0	F		5,400	5,600
19	VIA CARDINALE GARAMPI	2	F		5,400	3,000
20	VIA VALLE VIOLA	4	T		5,800	4,300
21	VIALE ALESSANDRINO	2	T		7,900	2,700
22	VIA TUSCOLANA	5	T		8,400	2,500
23	VIA ERMOLI	8	F		8,700	1,900
24	VIALE CESARE PAVESE	5	T		8,900	1,900
25	VIA CASILINA II	1	T		9,200	1,100
26	VIA MONTECASSIANO	2	F		9,300	1,200
27	VIA STAZIONE DI TOR SAPIENZA	1	F	Ferrovia FS 50 m	9,500	1,500
28	VIA CERENZIA	4	F		9,700	1,800
29	VIA SBARBARO	2	F		9,800	900
30	VIA DELLE RONDINI	3	F		9,900	400
31	VIA GAETANO BUTERA	2	F		12,000	1,200

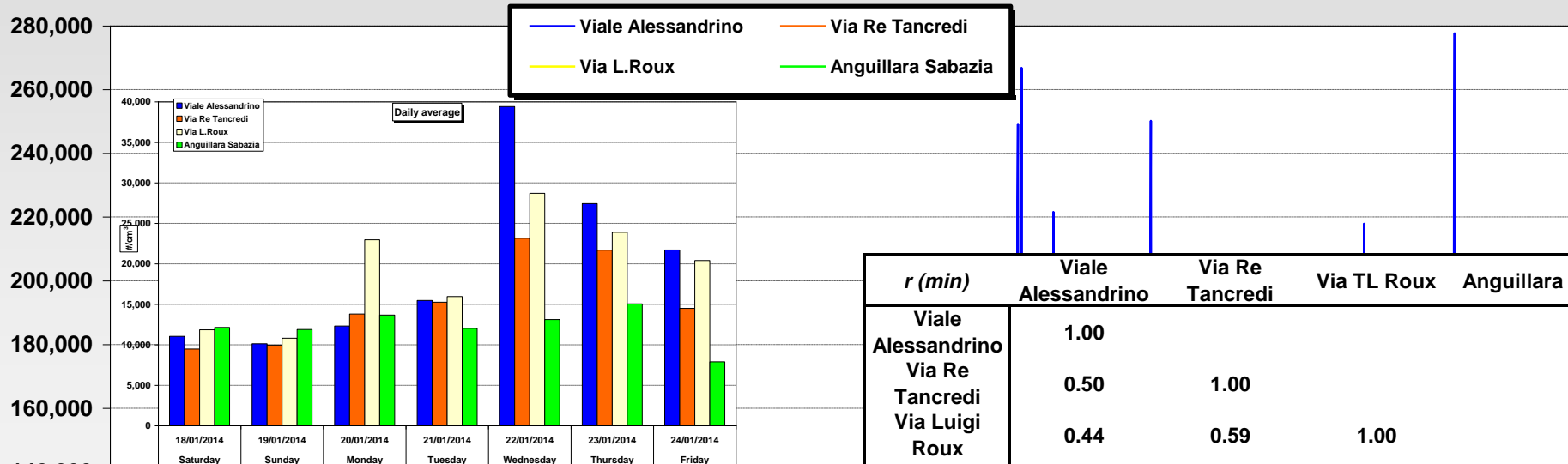
Tot T 17

Tot F 14

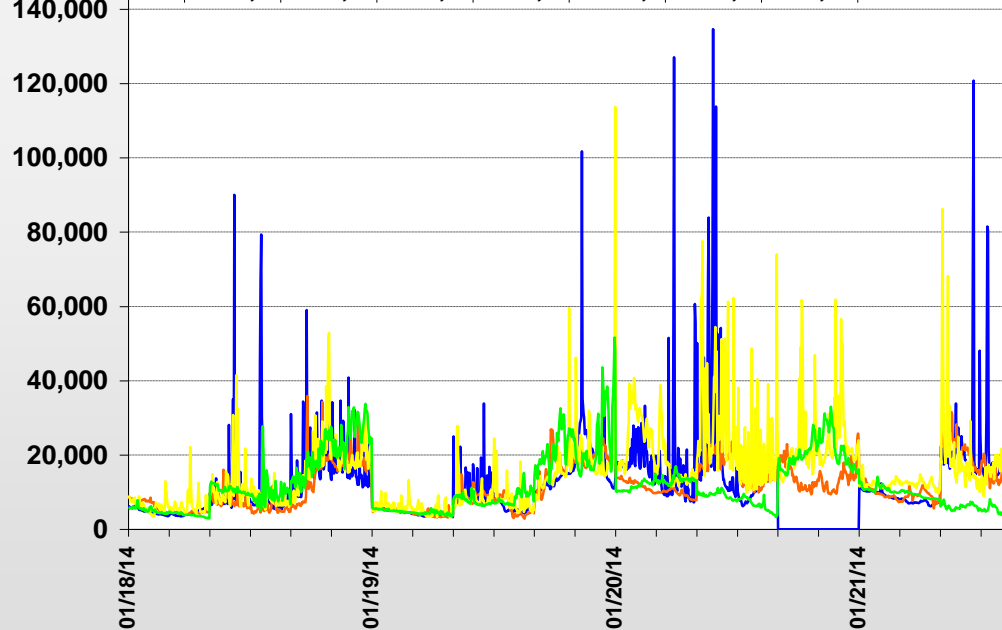
Andamento della PNC nel tempo



Andamento della PNC nel tempo



#/cm³

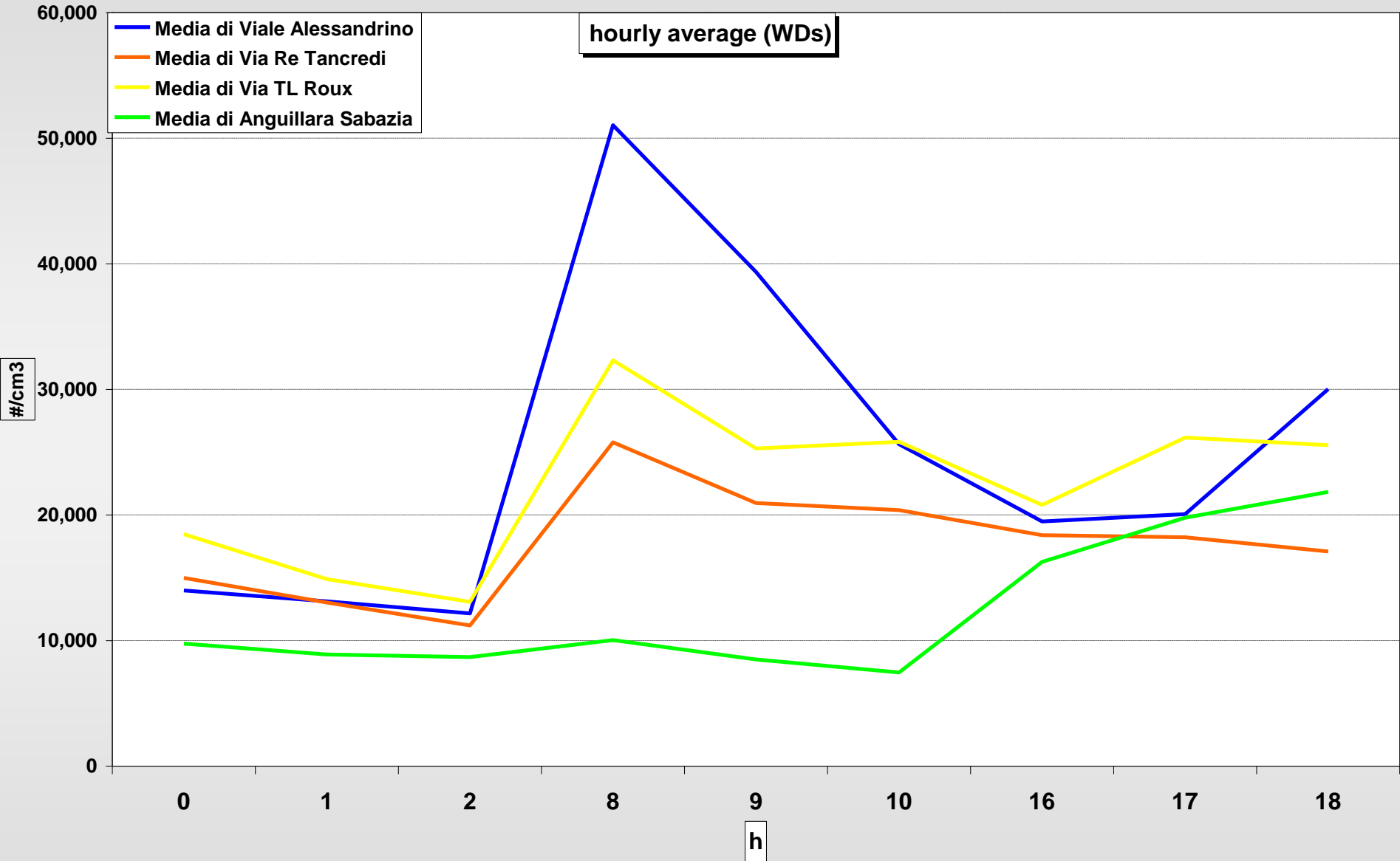


<i>r</i> (min)	Viale Alessandrino	Via Re Tancredi	Via TL Roux	Anguillara S
Viale Alessandrino	1.00			
Via Re Tancredi	0.50	1.00		
Via Luigi Roux	0.44	0.59	1.00	
Anguillara Sabazia	0.14	0.32	0.31	1.00

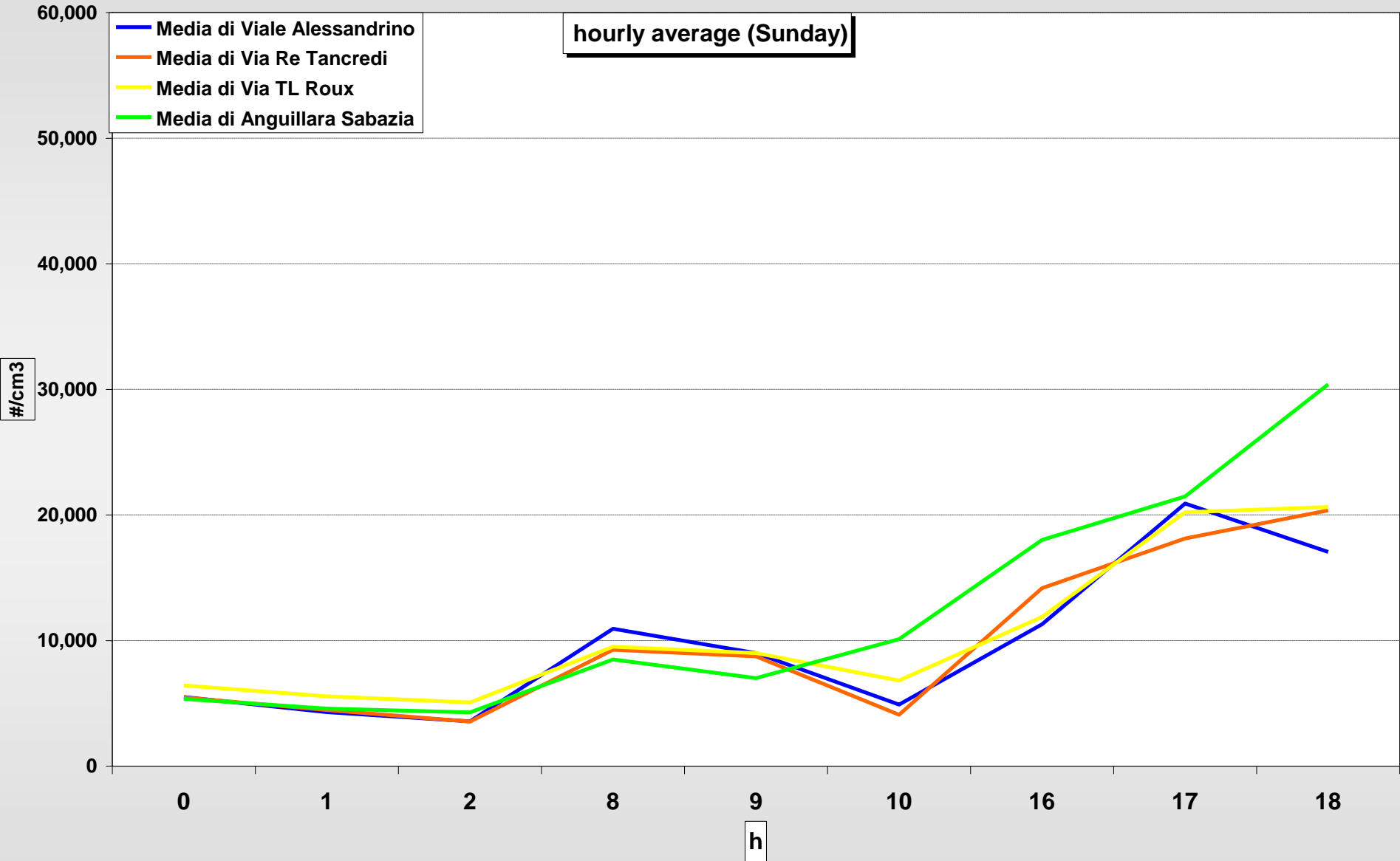
<i>r</i> (h)	Viale Alessandrino	Via Re Tancredi	Via TL Roux	Anguillara S
Viale Alessandrino	1.00			
Via Re Tancredi	0.79	1.00		
Via Luigi Roux	0.80	0.82	1.00	
Anguillara Sabazia	0.22	0.38	0.38	1.00

<i>r</i> (day)	Viale Alessandrino	Via Re Tancredi	Via TL Roux	Anguillara S
Viale Alessandrino	1.00			
Via Re Tancredi	0.92	1.00		
Via Luigi Roux	0.92	0.85	1.00	
Anguillara Sabazia	0.24	0.42	0.31	1.00

Andamento della PNC nel tempo

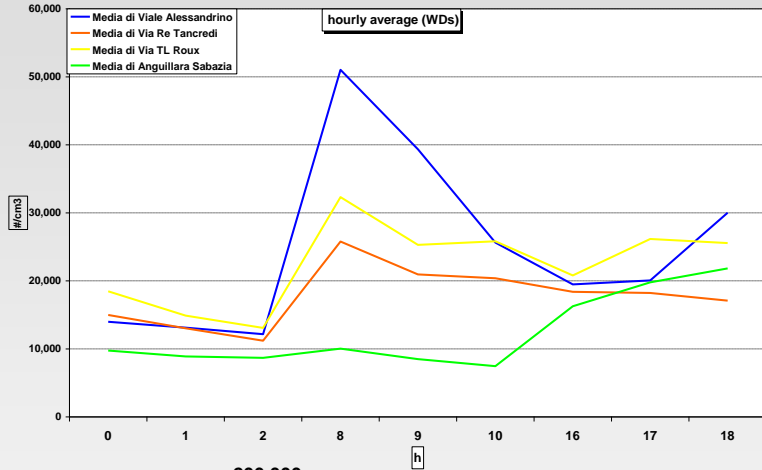


Andamento della PNC nel tempo

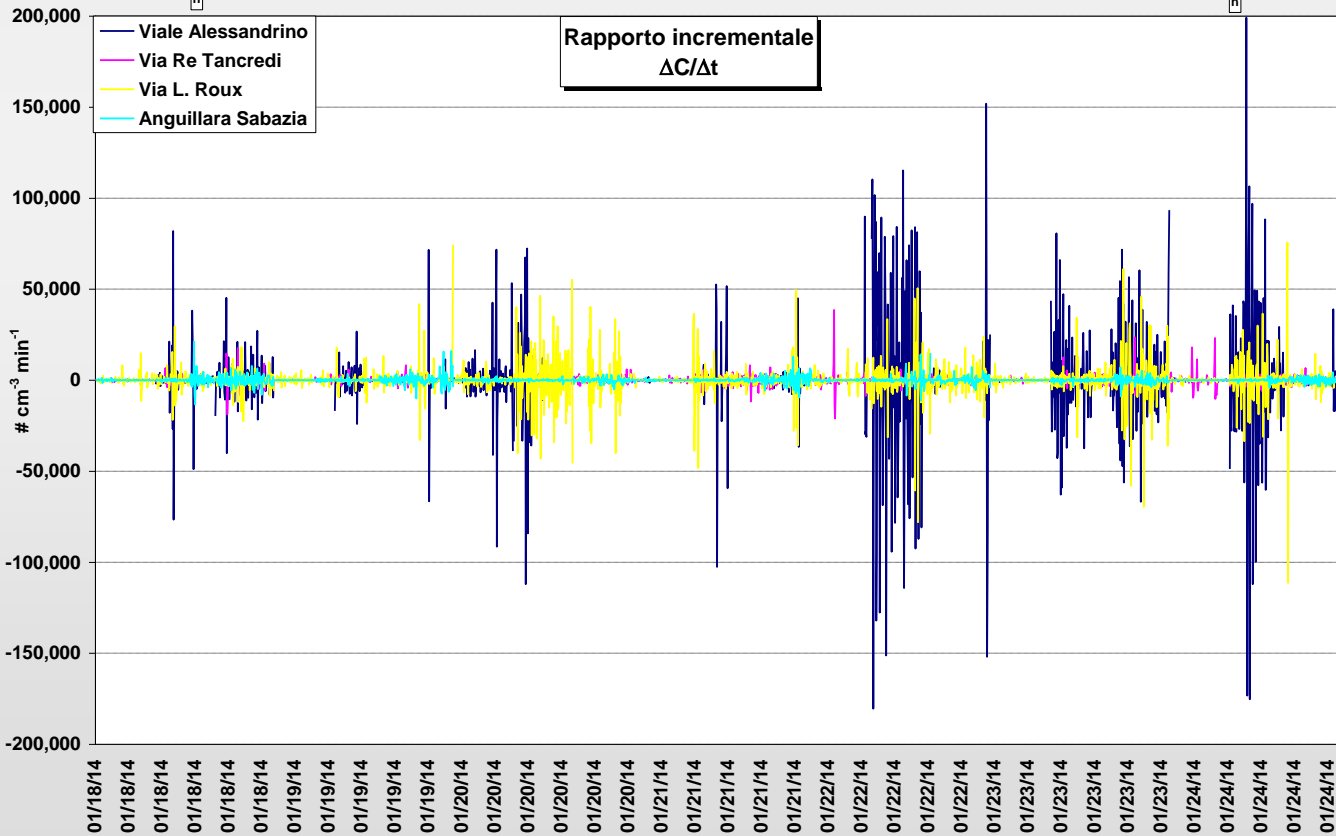
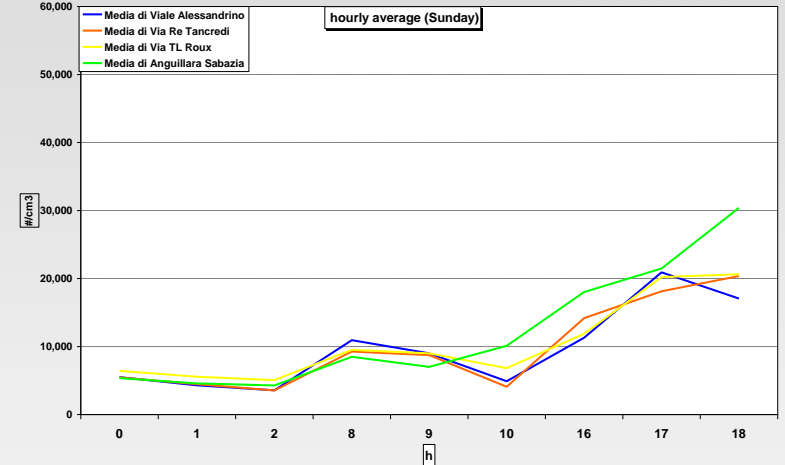


Indice TF (Traffico/Fondo)

Metodo

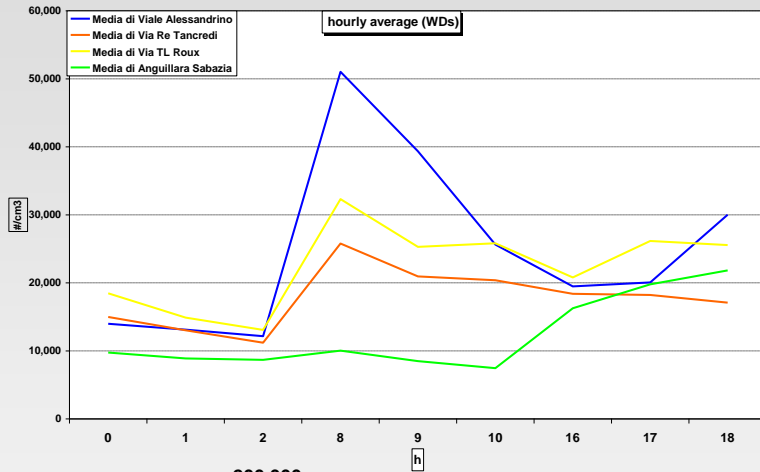


WDs-Sun
→
←

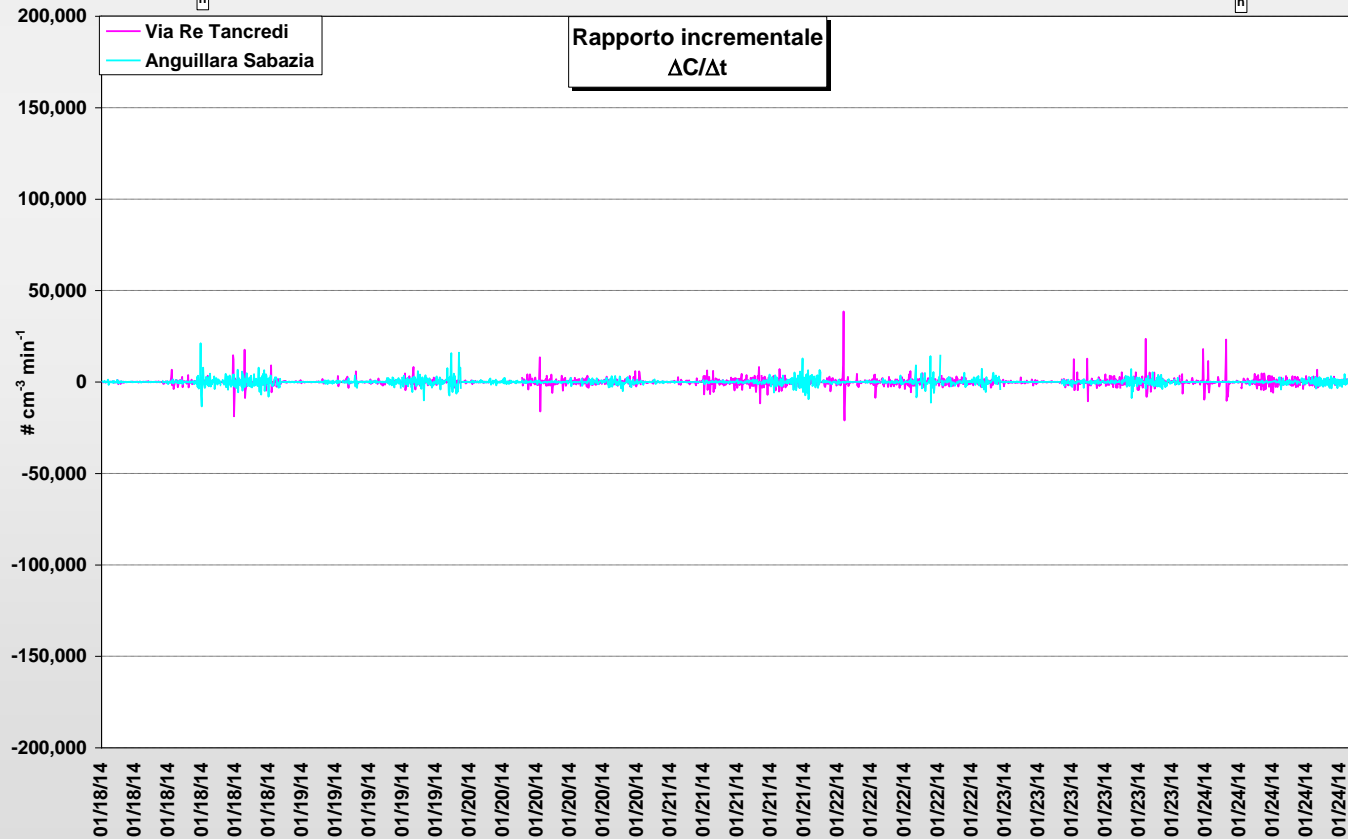
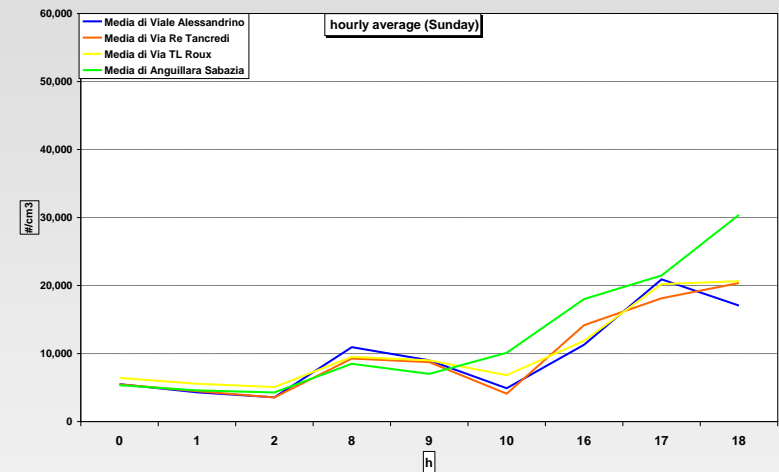


Indice TF (Traffico/Fondo)

Metodo



WDs-Sun
→
←



Indice TF (Traffico/Fondo)

Risultati

$$I_{TF} = \sum_i \frac{CRH_{(WD)i}}{CRH_{(Sun)i}} + \frac{\sum_{t=1}^N F(C_t)}{N-1}$$

CRH: particle number Concentration during Rush-Hours

$$F(C_t) = \begin{cases} 0 & \text{se } \left| \frac{\Delta C}{\Delta t} \right| < x \\ 1 & \text{se } \left| \frac{\Delta C}{\Delta t} \right| \geq x \end{cases}$$

$$x = 2.500 \text{ \#/cm}^3$$

	h% WD-Sun	$\Delta C/\Delta t$	Indice T/F
VIA CAIROLI	2.13	0.22	2.36
Via RE TANCREDI	2.28	0.07	2.35
VIA TARQUINIO PRISCO 67 Ip	2.09	0.20	2.29
VIA LUIGI ROUX	1.84	0.25	2.09
VIA CASILINA I	1.66	0.43	2.09
VIA VALLE VIOLA	2.00	0.05	2.05
VIA BIANCAMANO	1.84	0.19	2.03
VIA CARDINALE GARAMPI	1.78	0.22	2.00
VIA GAETANO BUTERA	1.77	0.09	1.85
VIA SBARBARO	1.79	0.04	1.83
VIA TARQUINIO PRISCO 67 VIIp	1.64	0.12	1.76
VIA GIULIO VENTICINQUE	1.65	0.11	1.76
VIALE ALESSANDRINO	1.62	0.11	1.73
VIA SANTA BERNADETTE	1.57	0.14	1.71
VIA TARQUINIO PRISCO 12	1.44	0.14	1.58
VIA ERMOLI	1.41	0.14	1.55
VIA GIOVANNI VESTRI	1.40	0.12	1.52
VIA PASQUALE BAFFI	1.37	0.15	1.52
VIA CERENZIA	1.29	0.05	1.34
VIA CASILINA II	1.16	0.16	1.32
VIA TUSCOLANA	1.15	0.11	1.26
VIA ALESSANDRO CIALDI	1.12	0.06	1.18
VIA DEI SABELLI	1.07	0.06	1.12
VIA MONTECASSIANO	0.99	0.07	1.05
VIA STAZIONE DI TOR SAPIENZA	0.95	0.07	1.01
VIA DELLE CAVE	0.82	0.07	0.89
VIA DELLA MADONNA DI FATIMA	0.67	0.11	0.78
VIA DELLE RONDINI	0.38	0.05	0.43
VIA ANNEO LUCANO	0.00	0.02	0.02
VIALE CESARE PAVESE	0.00	-	0.00
VIALE REGINA ELENA	-	-	-

Indice TF (Traffico/Fondo)

Risultati

$$I_{TF} = \sum_i \frac{CRH_{(WD)i}}{CRH_{(Sun)i}} + \frac{\sum_{t=1}^N F(C_t)}{N-1}$$

CRH: particle number Concentration during Rush-Hours

$$F(C_t) = \begin{cases} 0 & \text{se } \left| \frac{\Delta C}{\Delta t} \right| < x \\ 1 & \text{se } \left| \frac{\Delta C}{\Delta t} \right| \geq x \end{cases}$$

$$x = 2.500 \text{ \#/cm}^3$$

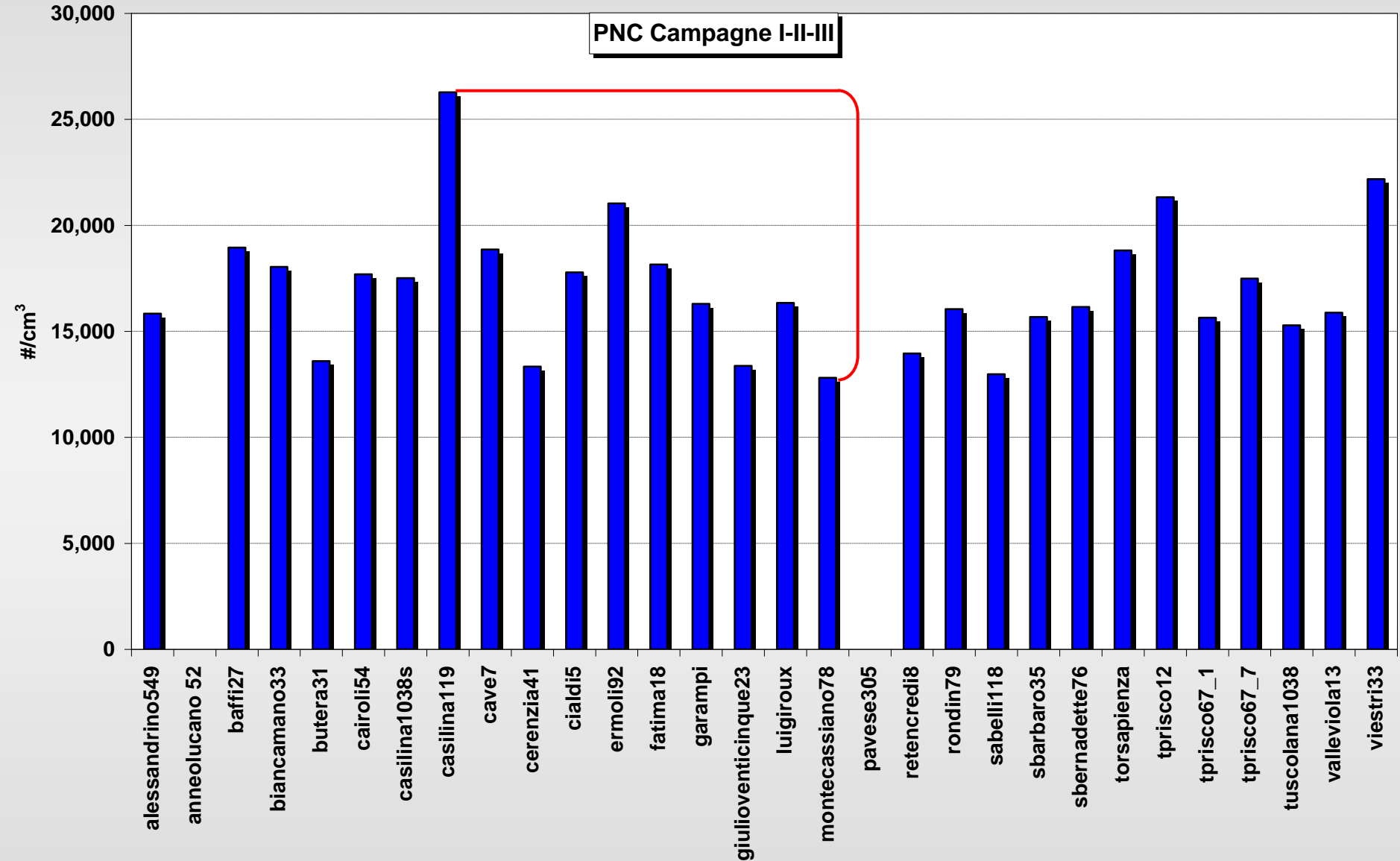
	h% WD-Sun	$\Delta C/\Delta t$	Indice T/F	tipo
VIA CAIROLI	2.13	0.22	2.36	T
Via RE TANCREDI	2.28	0.07	2.35	T
VIA TARQUINIO PRISCO 67 Ip	2.09	0.20	2.29	T
VIA LUIGI ROUX	1.84	0.25	2.09	T
VIA CASILINA I	1.66	0.43	2.09	T
VIA VALLE VIOLA	2.00	0.05	2.05	T
VIA BIANCAMANO	1.84	0.19	2.03	T
VIA CARDINALE GARAMPI	1.78	0.22	2.00	F
VIA GAETANO BUTERA	1.77	0.09	1.85	F
VIA SBARBARO	1.79	0.04	1.83	F
VIA TARQUINIO PRISCO 67 VIIp	1.64	0.12	1.76	T
VIA GIULIO VENTICINQUE	1.65	0.11	1.76	T
VIALE ALESSANDRINO	1.62	0.11	1.73	T
VIA SANTA BERNADETTE	1.57	0.14	1.71	F
VIA TARQUINIO PRISCO 12	1.44	0.14	1.58	T
VIA ERMOLI	1.41	0.14	1.55	F
VIA GIOVANNI VESTRI	1.40	0.12	1.52	T
VIA PASQUALE BAFFI	1.37	0.15	1.52	T
VIA CERENZIA	1.29	0.05	1.34	F
VIA CASILINA II	1.16	0.16	1.32	T
VIA TUSCOLANA	1.15	0.11	1.26	T
VIA ALESSANDRO CIALDI	1.12	0.06	1.18	F
VIA DEI SABELLI	1.07	0.06	1.12	F
VIA MONTECASSIANO	0.99	0.07	1.05	F
VIA STAZIONE DI TOR SAPIENZA	0.95	0.07	1.01	F
VIA DELLE CAVE	0.82	0.07	0.89	T
VIA DELLA MADONNA DI FATIMA	0.67	0.11	0.78	F
VIA DELLE RONDINI	0.38	0.05	0.43	F
VIA ANNEO LUCANO	0.00	0.02	0.02	F
VIALE REGINA ELENA	-	-	0.00	T
VIALE CESARE PAVESE	0.00	-	-	T

Statistiche descrittive 2013-2014

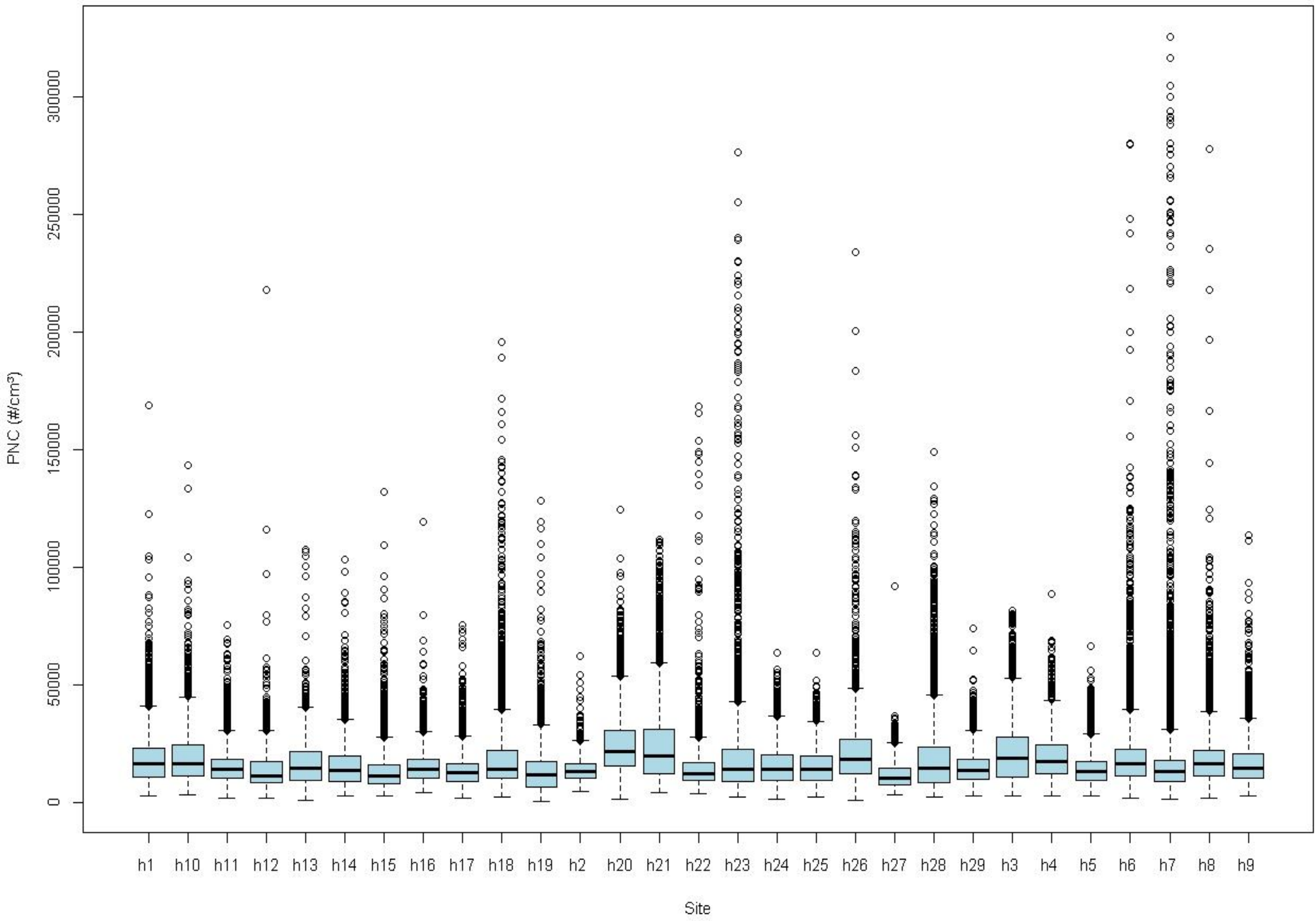
min
max

	mean	sd	IQR	cv	Min	25%	50%	75%	Max	N data
alessandrino	15,769	16,856	8,554	1.06894	1,601	9,039	12,781	17,593	277,673	7,437
anneo lucano	9,261	2,932	4,587	0.31660	4,547	6,648	9,103	11,235	20,659	1,679
baffi	18,913	10,152	12,858	0.53679	3,318	11,066	16,170	23,924	143,601	7,557
biancamano	18,047	14,002	14,235	0.77587	2,675	8,627	13,601	22,862	148,957	7,557
butera	13,569	7,276	7,789	0.53626	2,047	8,668	12,226	16,457	75,585	7,197
cairoli	17,766	7,849	10,410	0.44180	1,571	12,166	16,717	22,576	63,715	7,501
casilina1068	17,493	10,146	12,568	0.58000	1,046	10,545	15,641	23,113	183,480	7,557
casilina119	26,177	12,799	15,873	0.48894	1,586	17,069	23,605	32,942	124,542	7,557
cave	18,886	9,819	11,172	0.51989	2,285	12,356	17,221	23,528	90,695	7,557
cerenzia	13,333	8,468	10,620	0.63513	637	6,879	12,096	17,499	128,332	7,557
cialdi	17,968	11,809	14,526	0.65721	3,197	9,626	15,627	24,152	233,883	7,197
ermoli	20,831	22,200	11,669	1.06571	1,998	11,422	16,868	23,091	325,474	7,557
garampi	16,207	9,224	11,177	0.56911	3,112	9,423	14,046	20,600	103,283	7,557
giulioventicinque	13,521	8,290	8,871	0.61311	1,888	8,314	11,393	17,185	217,738	7,317
luigi_roux	16,337	9,436	9,492	0.57762	2,860	10,446	14,492	19,938	133,476	7,557
madonna di Fatima	18,102	14,211	11,791	0.78505	2,467	10,375	14,192	22,166	195,632	7,197
montecassiano	12,752	6,937	7,321	0.54401	2,964	8,326	11,156	15,647	132,035	7,557
retencredi	13,923	6,328	7,950	0.45450	2,883	9,596	13,296	17,546	66,763	7,557
rondini	16,011	8,723	12,051	0.54485	912	9,367	14,396	21,418	56,848	7,197
s_bernadette	15,933	18,671	7,269	1.17185	3,811	9,099	12,240	16,368	276,138	7,557
sabelli	13,113	7,011	8,854	0.53467	3,821	7,798	11,396	16,652	84,579	5,938
sbarbaro	15,742	10,040	12,747	0.63780	2,714	7,815	12,970	20,562	63,631	7,408
torsapienza	18,927	8,615	12,395	0.45517	3,160	12,058	17,410	24,453	88,703	7,393
tprisco12	21,421	12,429	17,507	0.58023	3,121	11,365	19,999	28,872	81,701	7,526
tprisco67_1	15,672	6,604	8,348	0.42136	3,214	10,855	14,830	19,203	73,945	5,038
tprisco67_7	17,567	9,498	11,038	0.54066	3,124	10,902	15,699	21,940	169,006	9,529
tuscolana	15,287	6,031	7,751	0.39453	4,328	10,995	14,266	18,746	64,119	7,557
valle_viola	15,877	7,383	8,700	0.46502	2,285	10,730	14,448	19,430	75,480	7,557
viestri	22,215	14,824	13,944	0.66728	4,532	12,384	18,341	26,328	111,781	7,437

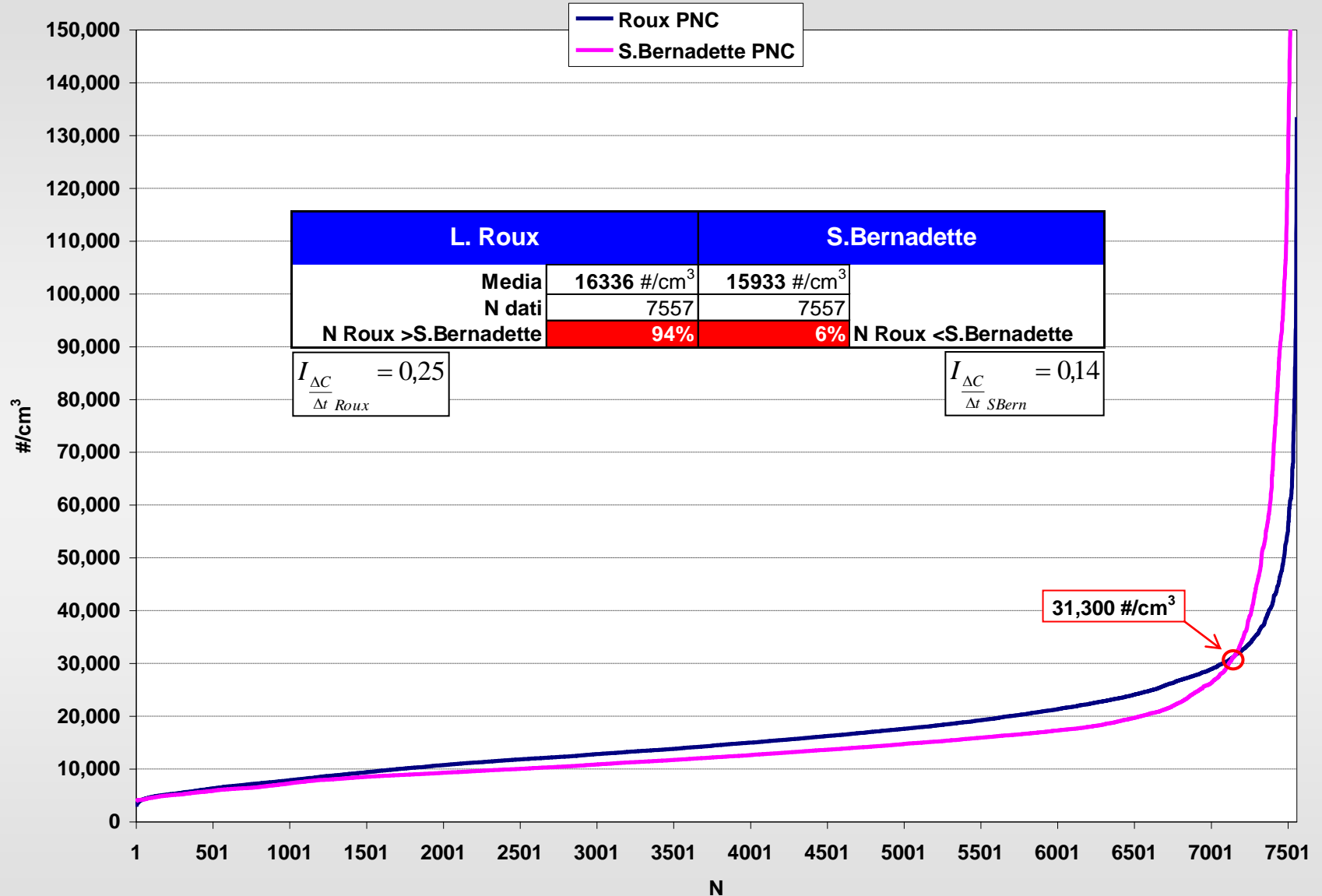
PNC campagne I-II-III



Box-plot 2013-2014



Distribuzione dei dati a parità di valori medi



In una settimana (168 ore) Via S. Bernadette ha valori più alti di Via L. Roux per meno di 10 ore

Interferenti



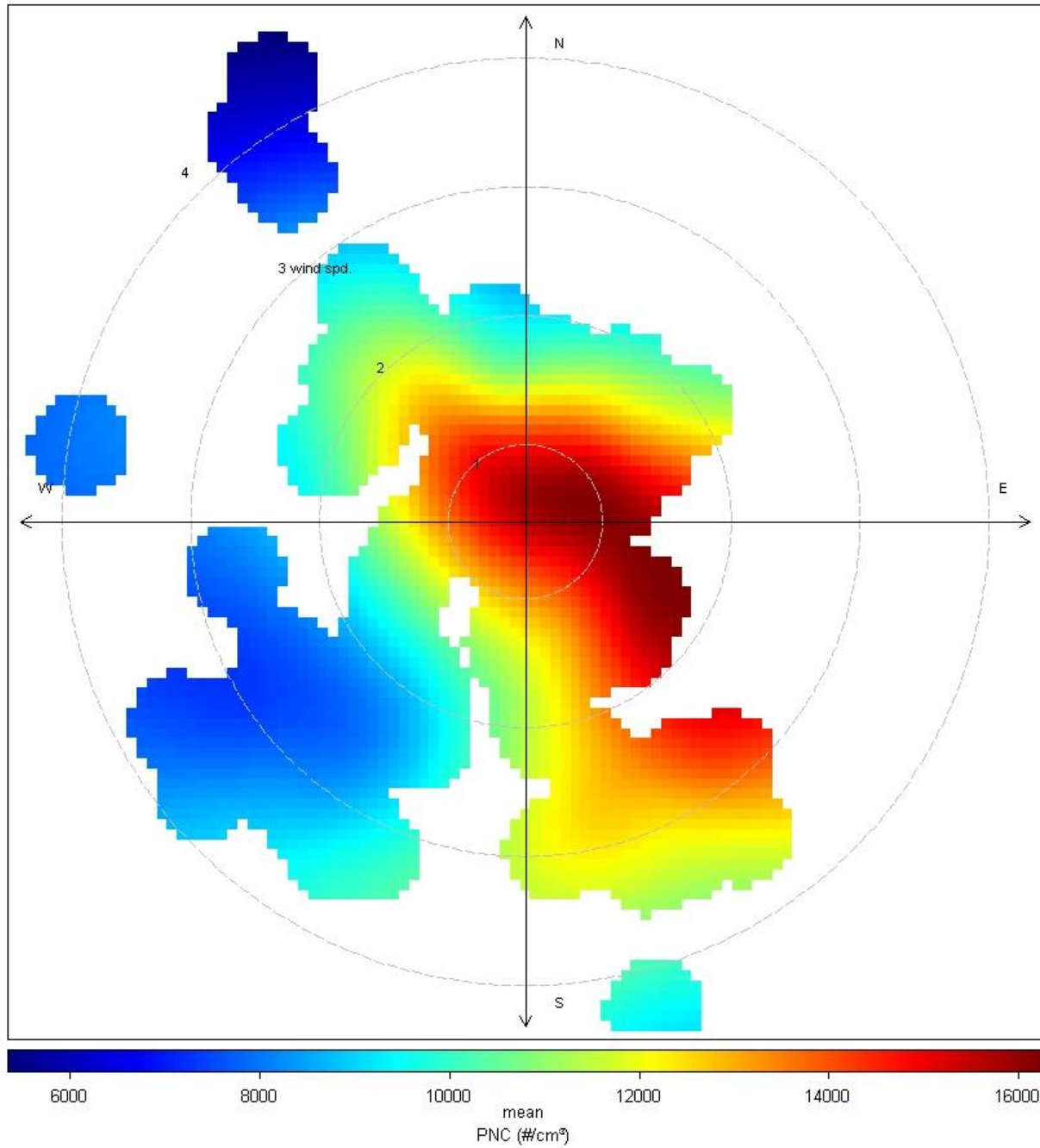
Via dei Sabelli

Via dei Sabelli, 118 (PT)



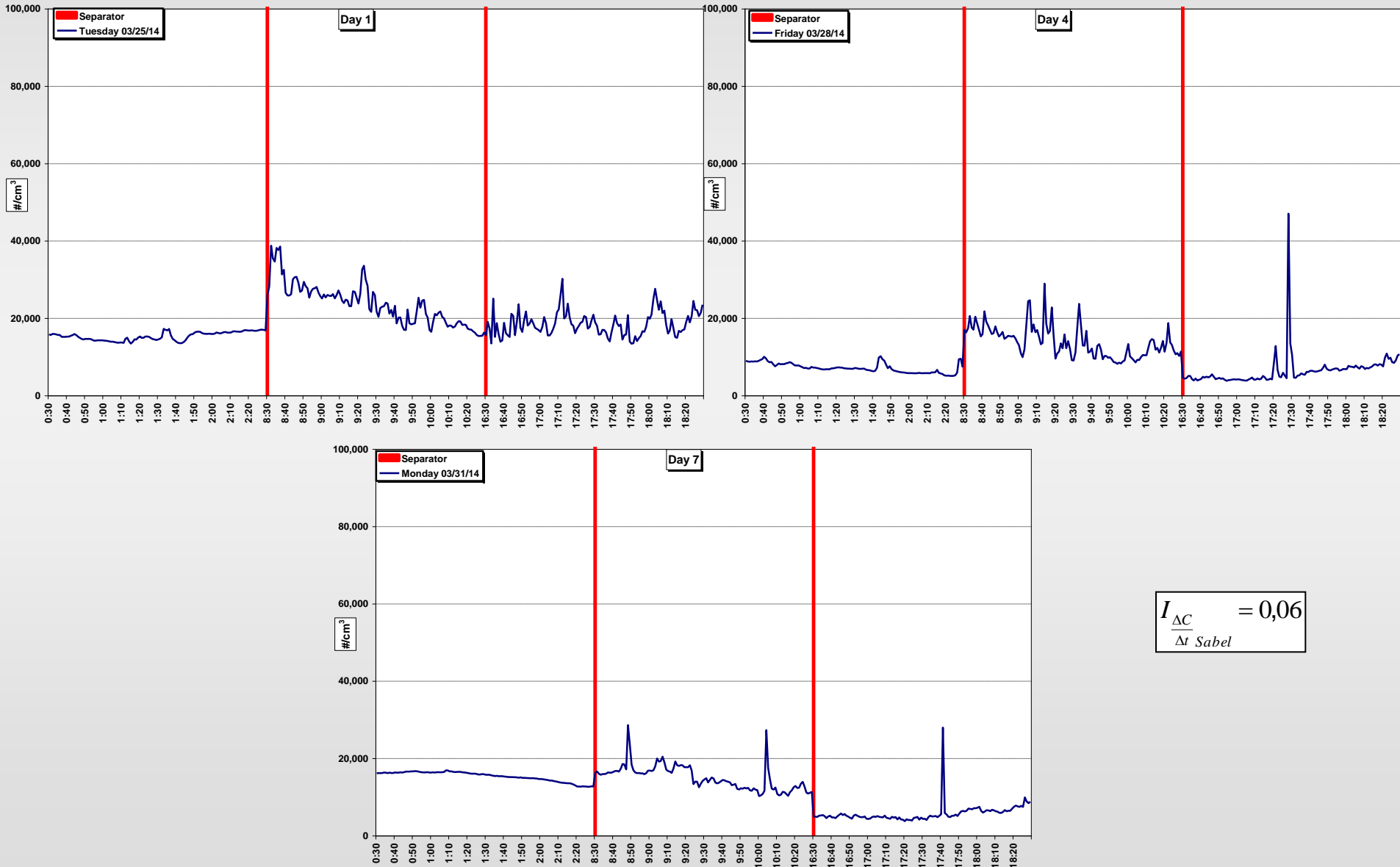
Pollution-Wind rose

Via dei Sabelli



Interferenti

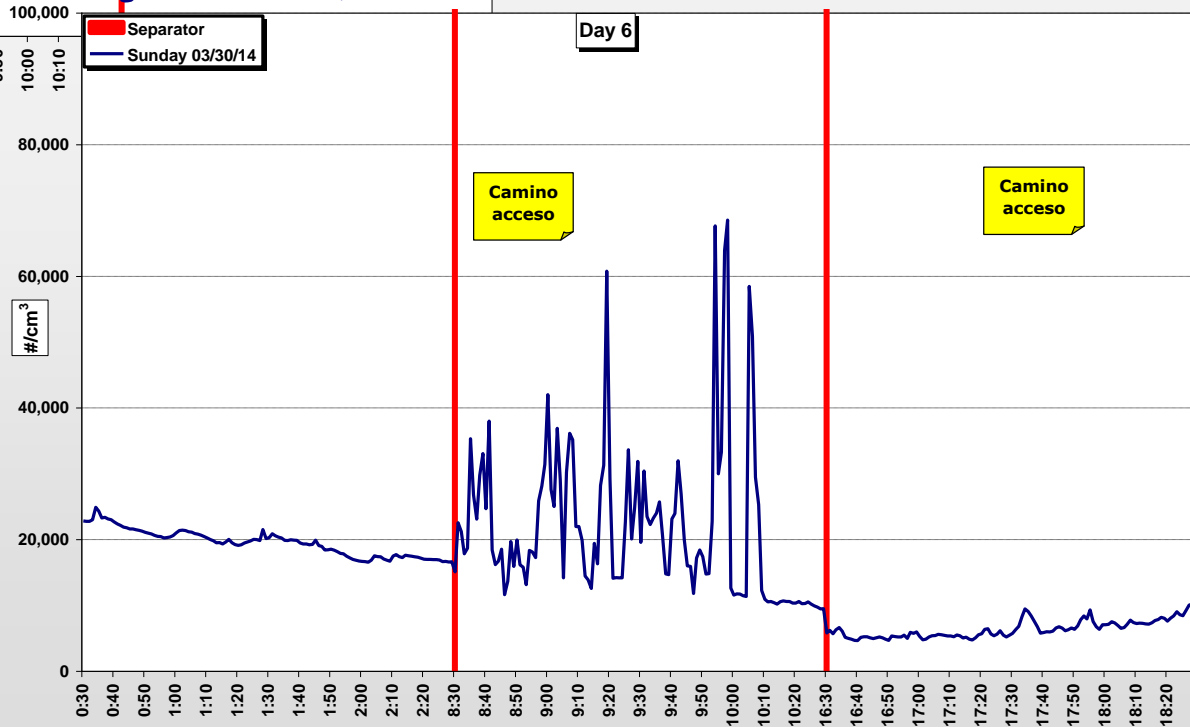
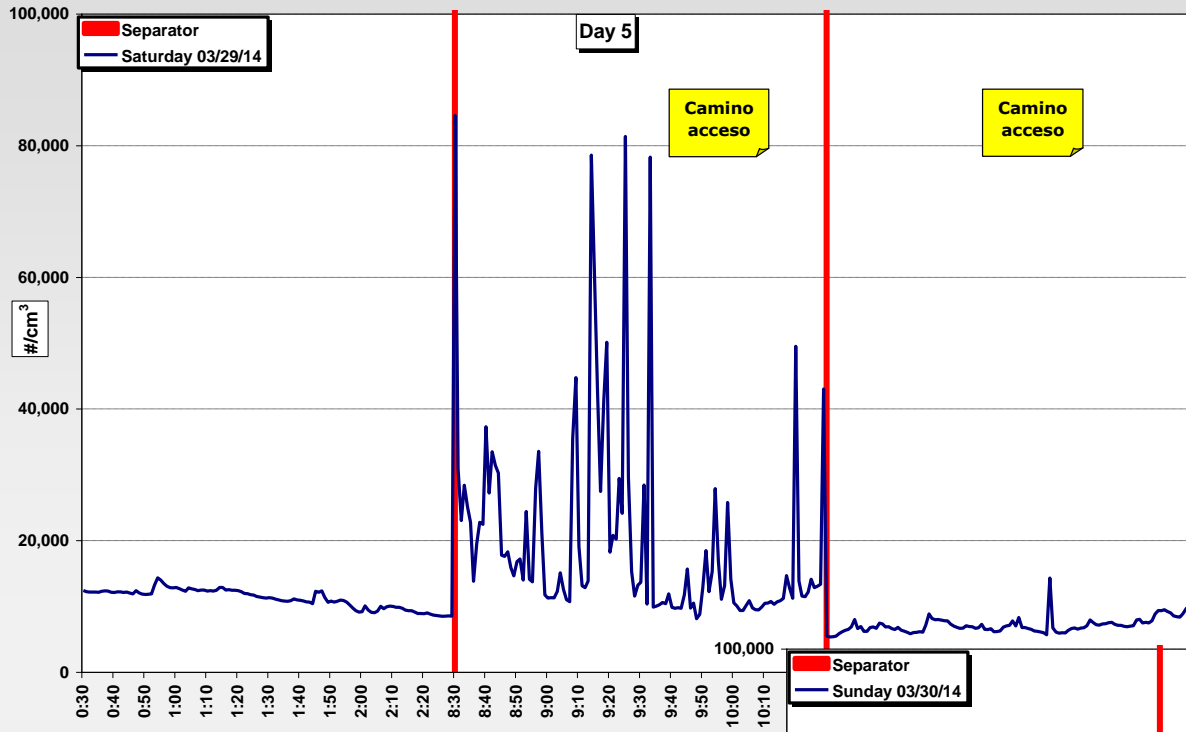
Via dei Sabelli



$$\frac{I_{\Delta C}}{\Delta t \text{ Sabel}} = 0,06$$

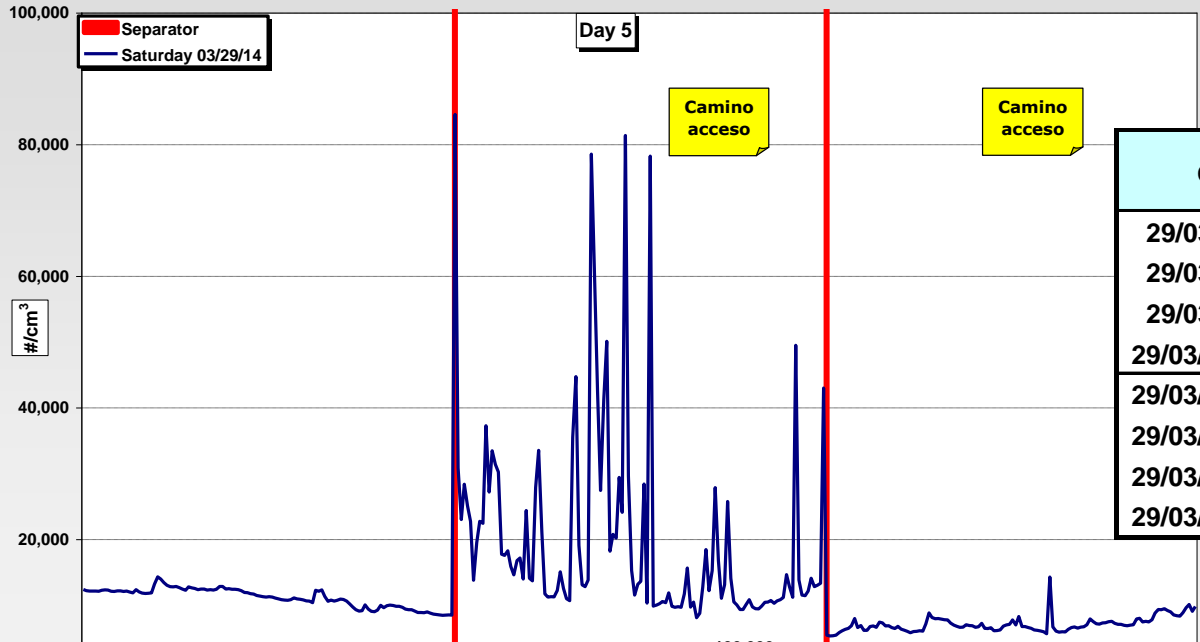
Interferenti

Via dei Sabelli

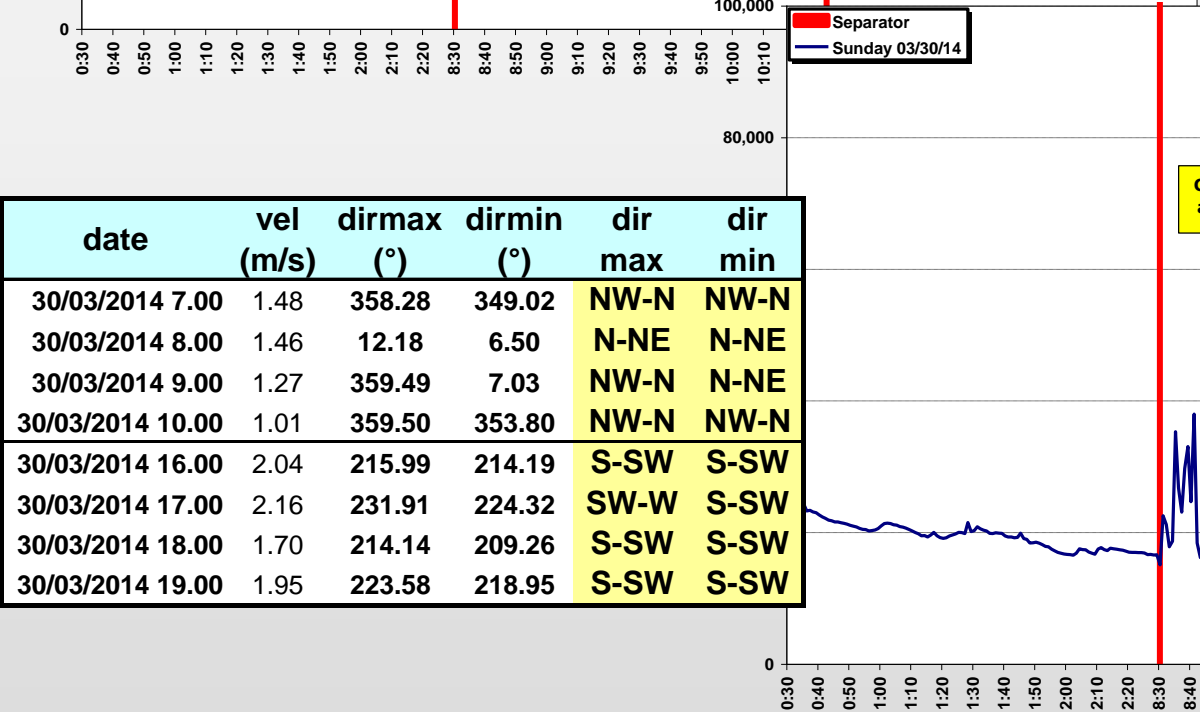


Interferenti

Via dei Sabelli

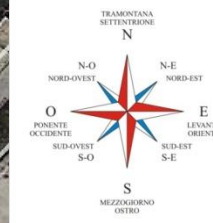


date	vel (m/s)	dirmax (°)	dirmin (°)	dir max	dir min
29/03/2014 7.00	1.19	359.56	18.49	NW-N	N-NE
29/03/2014 8.00	1.22	349.80	1.60	NW-N	N-NE
29/03/2014 9.00	0.65	61.50	4.79	NE-E	N-NE
29/03/2014 10.00	0.83	258.86	237.79	SW-W	SW-W
29/03/2014 16.00	2.32	239.31	227.91	SW-W	SW-W
29/03/2014 17.00	2.49	233.54	232.22	SW-W	SW-W
29/03/2014 18.00	1.44	242.57	203.70	SW-W	S-SW
29/03/2014 19.00	1.26	221.05	213.95	S-SW	S-SW



date	vel (m/s)	dirmax (°)	dirmin (°)	dir max	dir min
30/03/2014 7.00	1.48	358.28	349.02	NW-N	NW-N
30/03/2014 8.00	1.46	12.18	6.50	N-NE	N-NE
30/03/2014 9.00	1.27	359.49	7.03	NW-N	N-NE
30/03/2014 10.00	1.01	359.50	353.80	NW-N	NW-N
30/03/2014 16.00	2.04	215.99	214.19	S-SW	S-SW
30/03/2014 17.00	2.16	231.91	224.32	SW-W	S-SW
30/03/2014 18.00	1.70	214.14	209.26	S-SW	S-SW
30/03/2014 19.00	1.95	223.58	218.95	S-SW	S-SW

Casi studio



T. Prisco, 67 VII piano

T. Prisco, 67 I piano

20 m

130 m

T. Prisco, 12 VI piano

Sito	Dist centro km	Dist GRA km	Via Appia	Via Tuscolana	altre sorgerti vicine
Via T.Prisco 67 VIIp	4,0	6,6	220 m	80 m	Ferrovia FS 150 m
Via T.Prisco 67 Ip	4,0	6,6	220 m	80 m	Ferrovia FS 150 m
Via T. Prisco 12 Vlp	4,1	6,5	240 m	60 m	Ferrovia FS 250 m

41°52'37.06"N 12°31'26.86"E

Google earth

Via Veturia

Via Virginia

Via Tarquinia

Via Pallante

Via Flavio Sabino

Via Arnelia

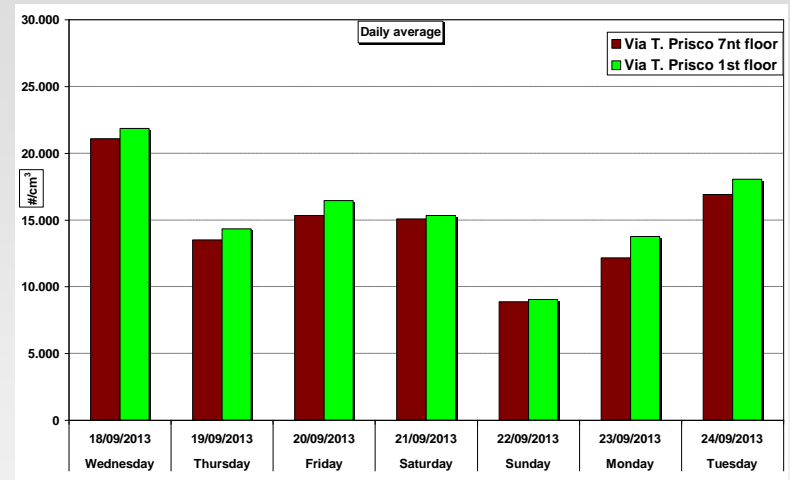
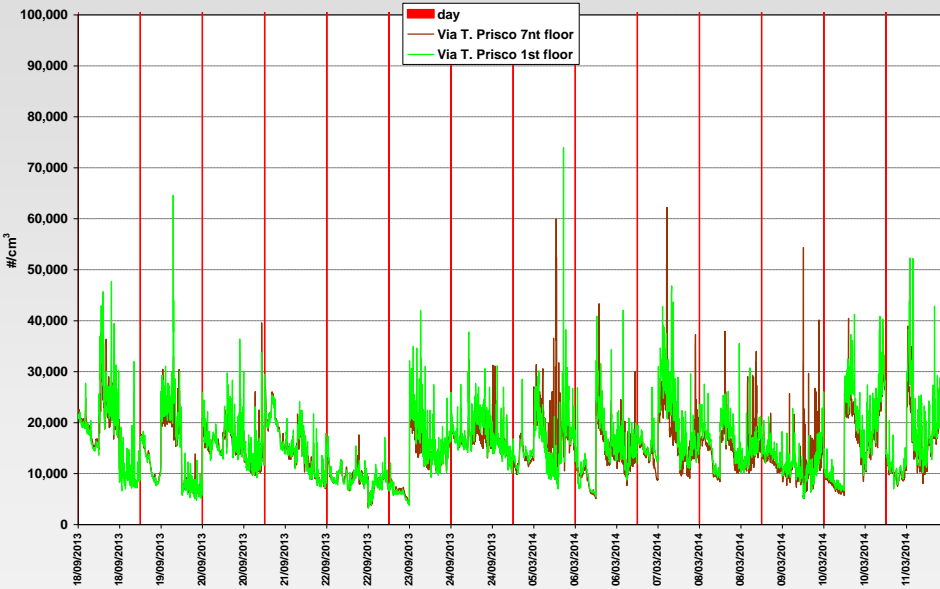
Via Tuscolana

Viale Furio Camillo

Via Niso

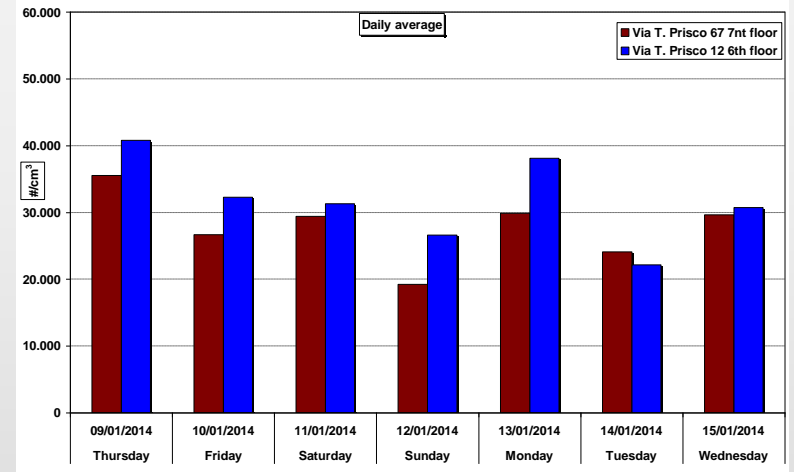
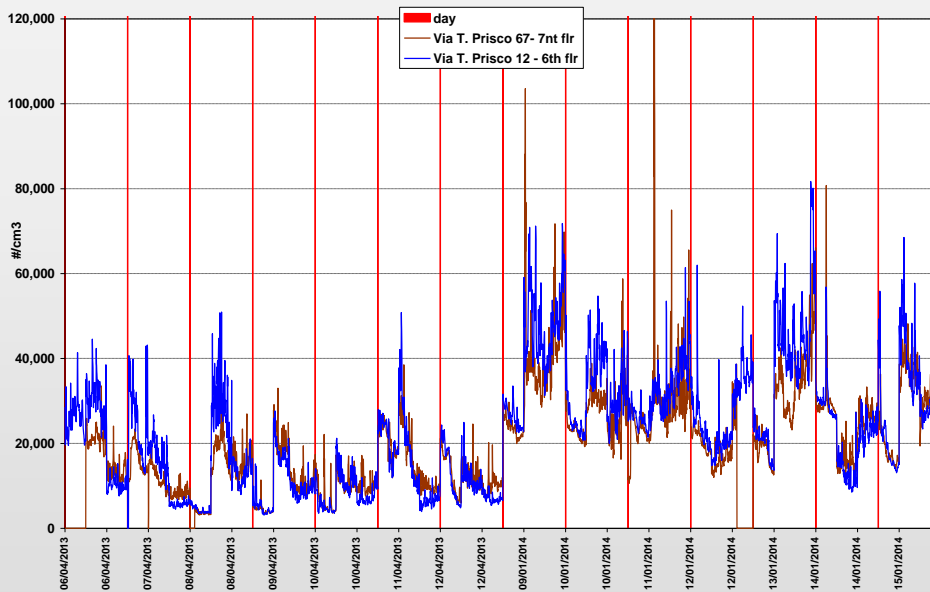
47 m

Casi studio Via Tarquinio Prisco



Via T. Prisco 67 - 7 ^{nt} floor	14,801 #/cm ³
Via T. Prisco 67 - 1 st floor	15,799 #/cm ³

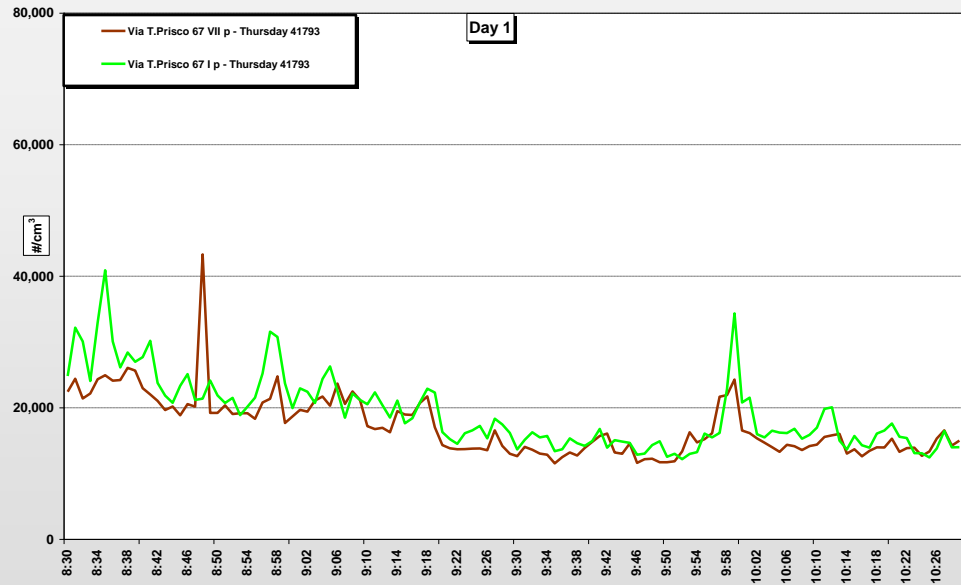
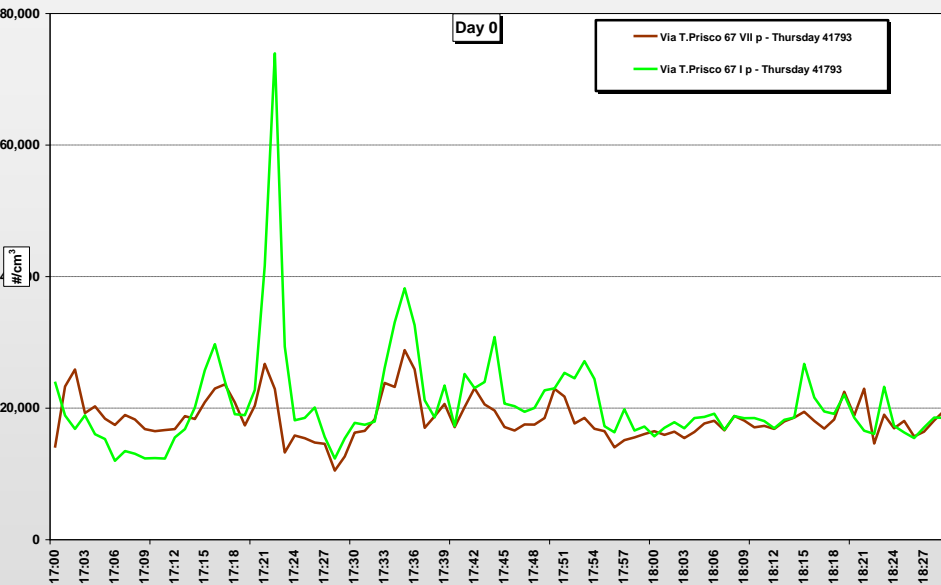
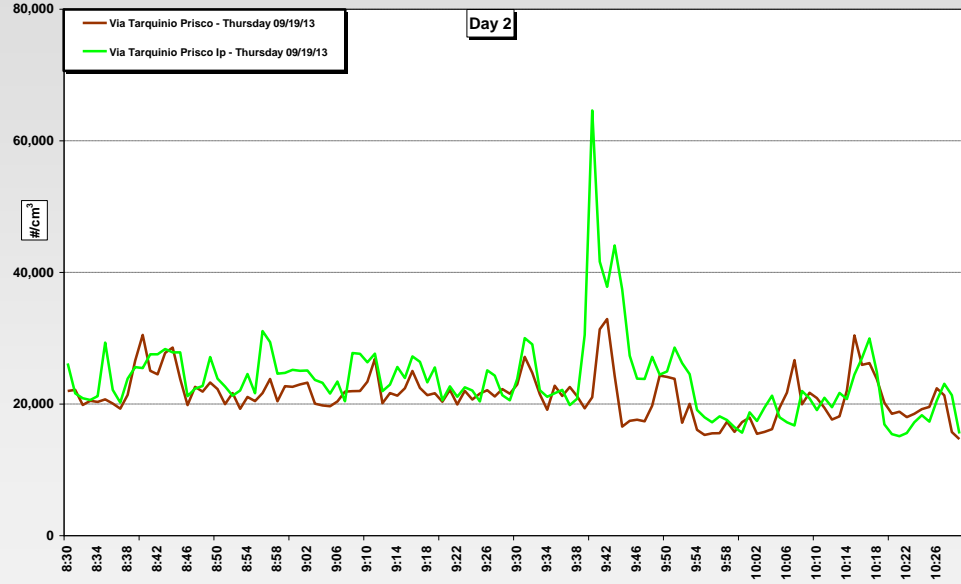
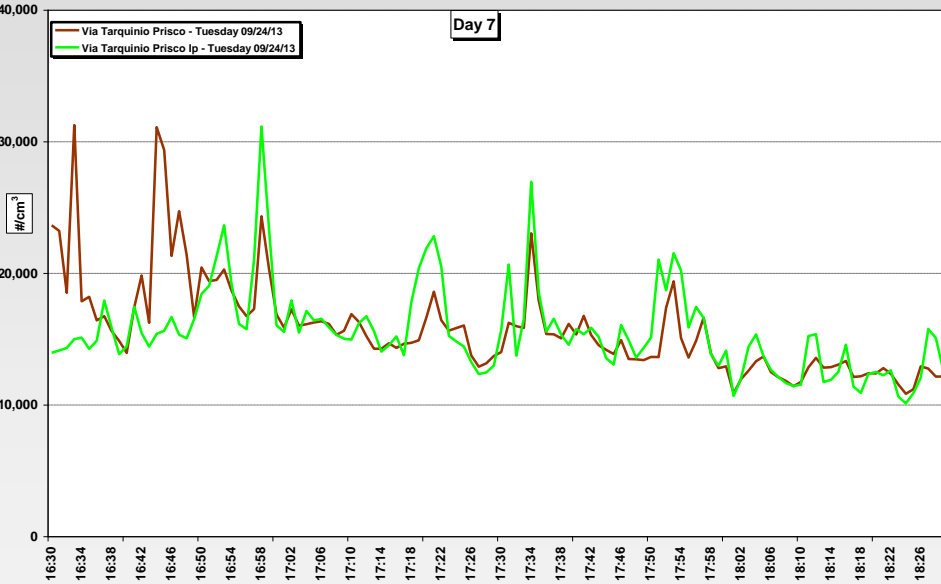
998 6.31%



Via T. Prisco 67 - 7 ^{nt} floor	20,582 #/cm ³
Via T. Prisco 12 - 6 th floor	22,622 #/cm ³

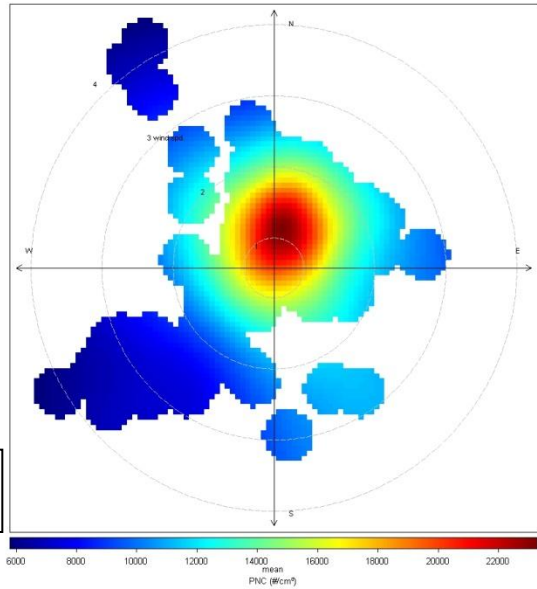
2,041 9.02%

Casi studio Via Tarquinio Prisco



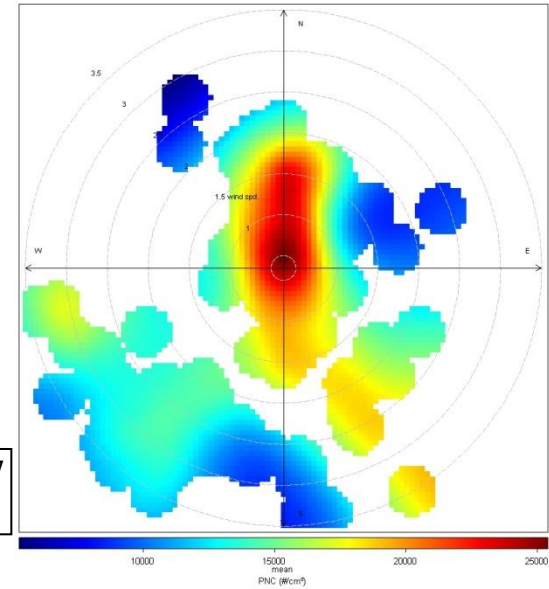
Casi di studio – treno, metropolitana

Via Cialdi – Metro B



$$\frac{I_{\Delta C}}{\Delta t_{Cialdi}} = 0,06$$

Via Stazione di Tor Sapienza – FS

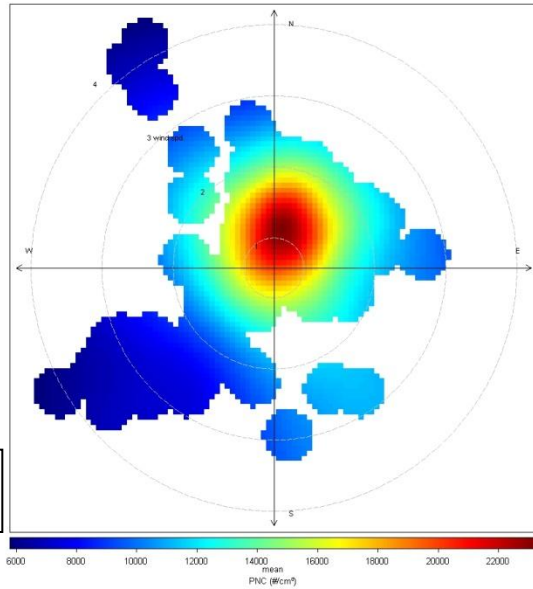


$$\frac{I_{\Delta C}}{\Delta t_{TorSap}} = 0,07$$



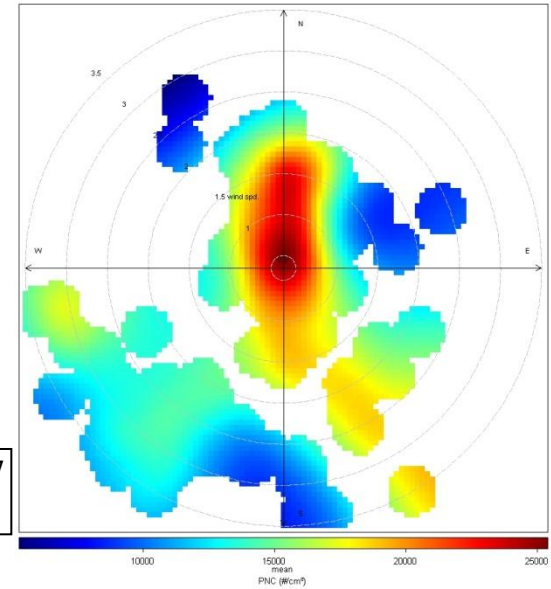
Casi di studio – treno, metropolitana

Via Cialdi – Metro B

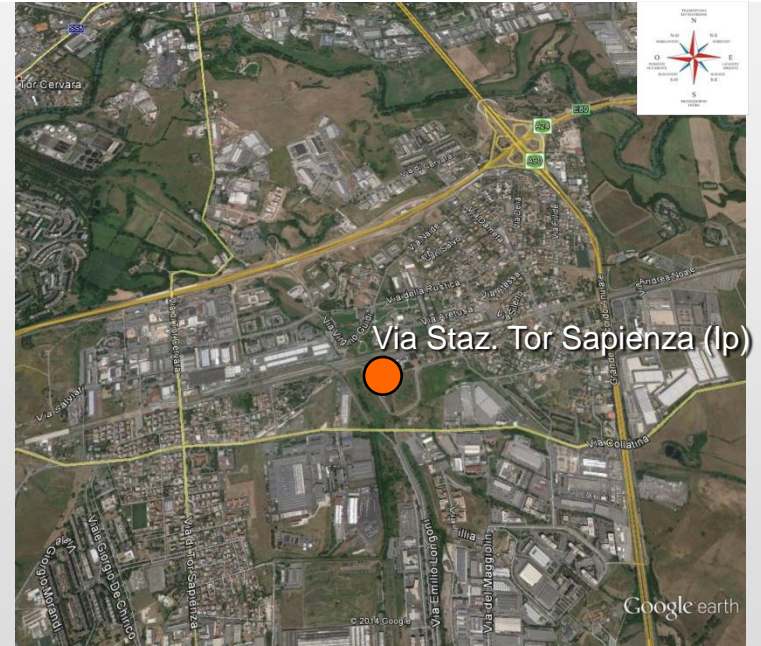


$$\frac{I_{\Delta C}}{\Delta t_{Cialdi}} = 0,06$$

Via Stazione di Tor Sapienza – FS



$$\frac{I_{\Delta C}}{\Delta t_{TorSap}} = 0,07$$



Ricostruzione dei dati mancanti

- n stazioni dell'area in esame con $r_{\text{Pearson}} > 0,7$ con i siti della campagna;
- k ($1 < k < n$) stazioni che nel periodo in esame abbiano riportato una copertura temporale $> 90\%$
- profilo di variabilità p_t nel tempo di mediazione scelto (h, d).

$$p_t = \frac{\sum_{k=1}^q NOx_{d,k}}{\sum_{k=1}^q \{ \beta_{d,k} \cdot NOx_{y,k} \}}$$

$$\beta_{d,k} = 0 \text{ se } [PM_{10}]_{d,k} \text{ assente}$$

$$\beta_{d,k} = 1 \text{ se } [PM_{10}]_{d,k} \text{ presente}$$

- serie completa delle k stazioni:

$$NOx_k = p_t \cdot NOx_k$$

- retta di regressione tra PNC e NO_x :

$$PNC_i = a_i \cdot NOx_{k,i} + b_i$$

- stima delle PNC medie annue \rightarrow

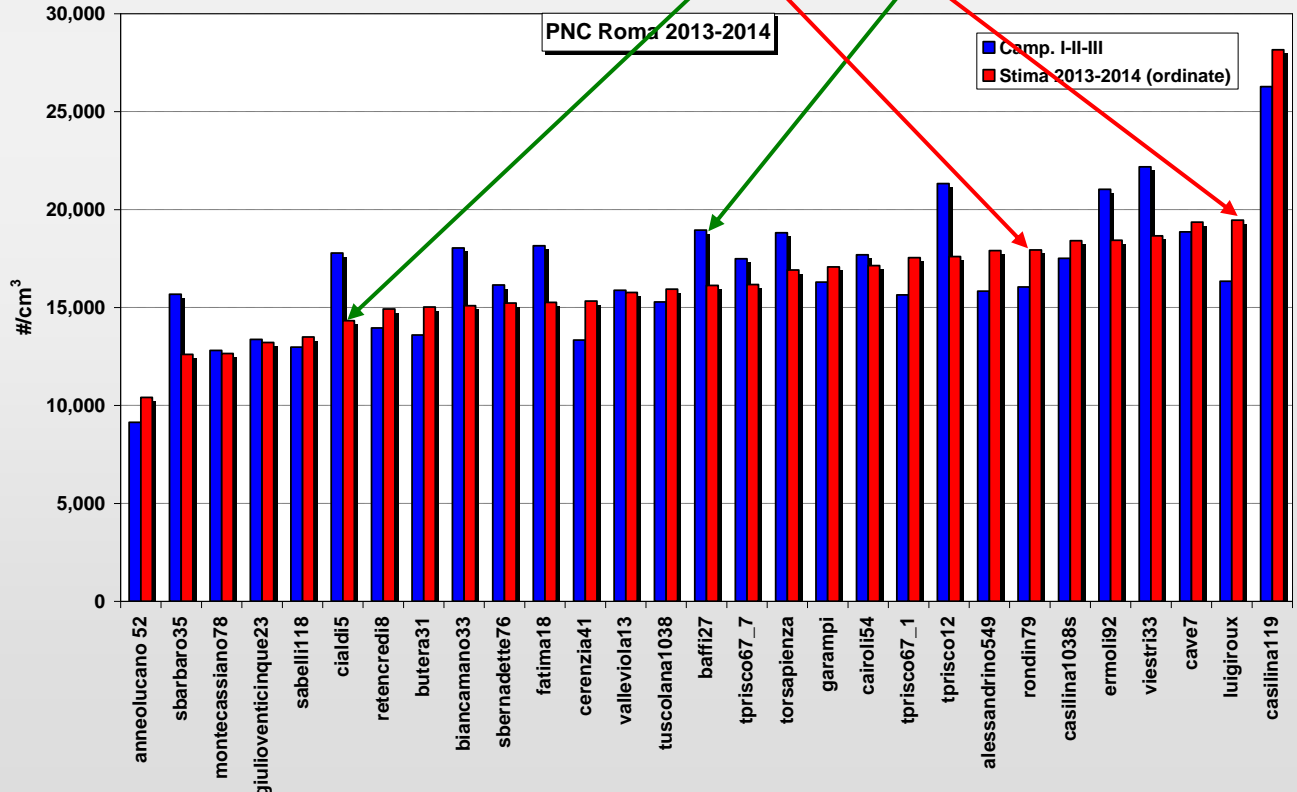
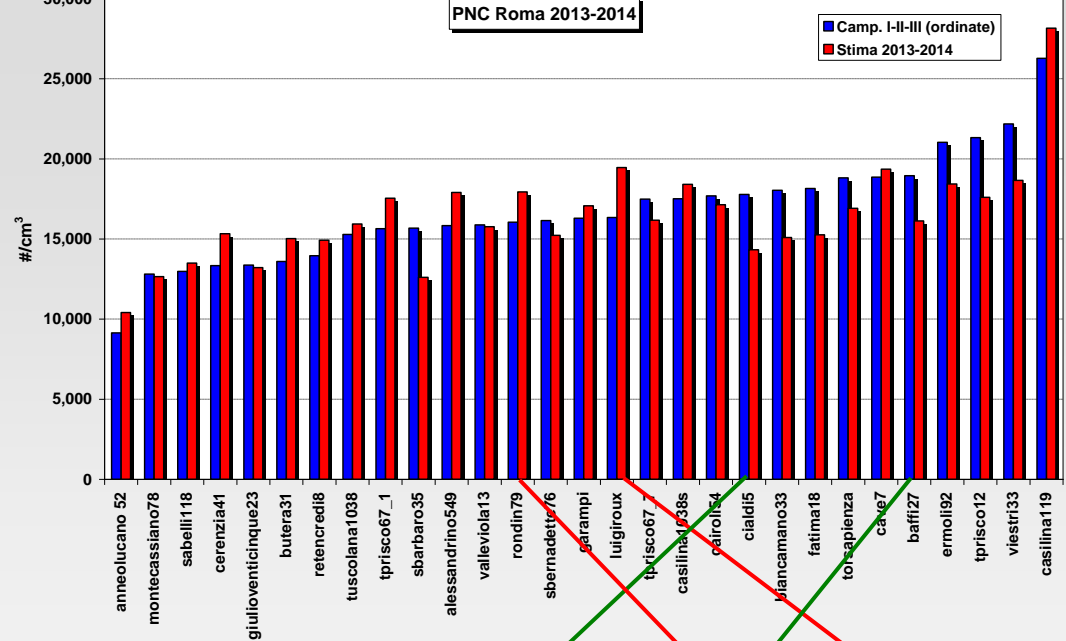
Sito	N. dati	media	media NO_x	Stz. usata	a	b	Stima PNC
		Cmp I-II-III (#/cm ³)	Cmp I-II-III (µg/m ³)				2013-2014 PNC = a NO _x + b (#/cm ³)
VIA ALESSANDRO CIALDI	180	17775	129.7	Arenula	112.6	3724.4	14,325
VIA ANNEO LUCANO	43	9137	60.9	Arenula	34.5	7167.0	10,411
VIA BIANCAMANO	189	18040	127.5	Cipro	152.8	1273.6	15,090
VIA CAIROLI	189	17689	106.9	Cipro	108.8	7302.6	17,140
VIA CARDINALE GARAMPI	189	16292	113.0	MGrecia	89.6	6441.2	17,068
VIA CASILINA I	189	26271	49.4	Cavaliere	322.0	10690.0	28,150
VIA CASILINA II	189	17510	77.4	Cinecittà	184.5	5152.4	18,410
VIA CERENZIA	189	13332	41.3	Cavaliere	167.9	6219.4	15,324
VIA DEI SABELLI	149	12980	147.4	Fermi	70.8	3585.8	13,491
VIA DELLA MADONNA DI FATIMA	180	18152	128.4	Arenula	105.7	5315.9	15,263
VIA DELLE CAVE	189	18862	71.2	Preneste	120.7	10223.7	19,351
VIA DELLE RONDINI	180	16051	68.3	Cinecittà	162.9	6227.7	17,935
VIA ERMOLI	189	21029	102.2	Preneste	122.3	9180.1	18,434
VIA GAETANO BUTERA	180	13597	46.1	Cavaliere	155.5	6592.7	15,025
VIA GIOVANNI VESTRI	186	22183	171.9	MGrecia	91.3	7828.1	18,662
VIA GIULIO VENTICINQUE	189	13370	114.9	MGrecia	91.0	2411.6	13,213
VIA LUIGI ROUX	189	16339	51.7	Preneste	161.3	7260.7	19,461
VIA MONTECASSIANO	189	12808	75.1	Preneste	54.6	8517.1	12,645
VIA PASQUALE BAFFI	189	18947	82.5	Ciampino	176.7	6015.3	16,123
Via RE TANCREDI	189	13955	60.1	Preneste	114.1	6282.9	14,917
VIA SANTA BERNADETTE	189	16145	80.0	Preneste	175.4	1954.7	15,221
VIA SBARBARO	185	15672	127.7	Preneste	65.8	7624.8	12,601
VIA STAZIONE DI TOR SAPIENZA	186	18810	157.6	Tiburtina	51.3	10586.8	16,918
VIA TARQUINIO PRISCO 12	188	21321	159.8	MGrecia	105.9	5035.7	17,597
VIA TARQUINIO PRISCO 67 Ip	126	15644	98.8	Tiburtina	87.8	6698.2	17,546
VIA TARQUINIO PRISCO 67 VIIp	241	17489	143.7	Tiburtina	66.5	7960.1	16,170
VIA TUSCOLANA	189	15286	63.7	Cinecittà	90.1	9462.5	15,937
VIA VALLE VIOLA	189	15875	114.9	MGrecia	64.6	8103.1	15,767
VIALE ALESSANDRINO	186	15837	59.1	Bufalotta	265.8	1260.1	17,906
VIALE CESARE PAVESE							-
VIALE REGINA ELENA							-

Ricostruzione dei dati mancanti

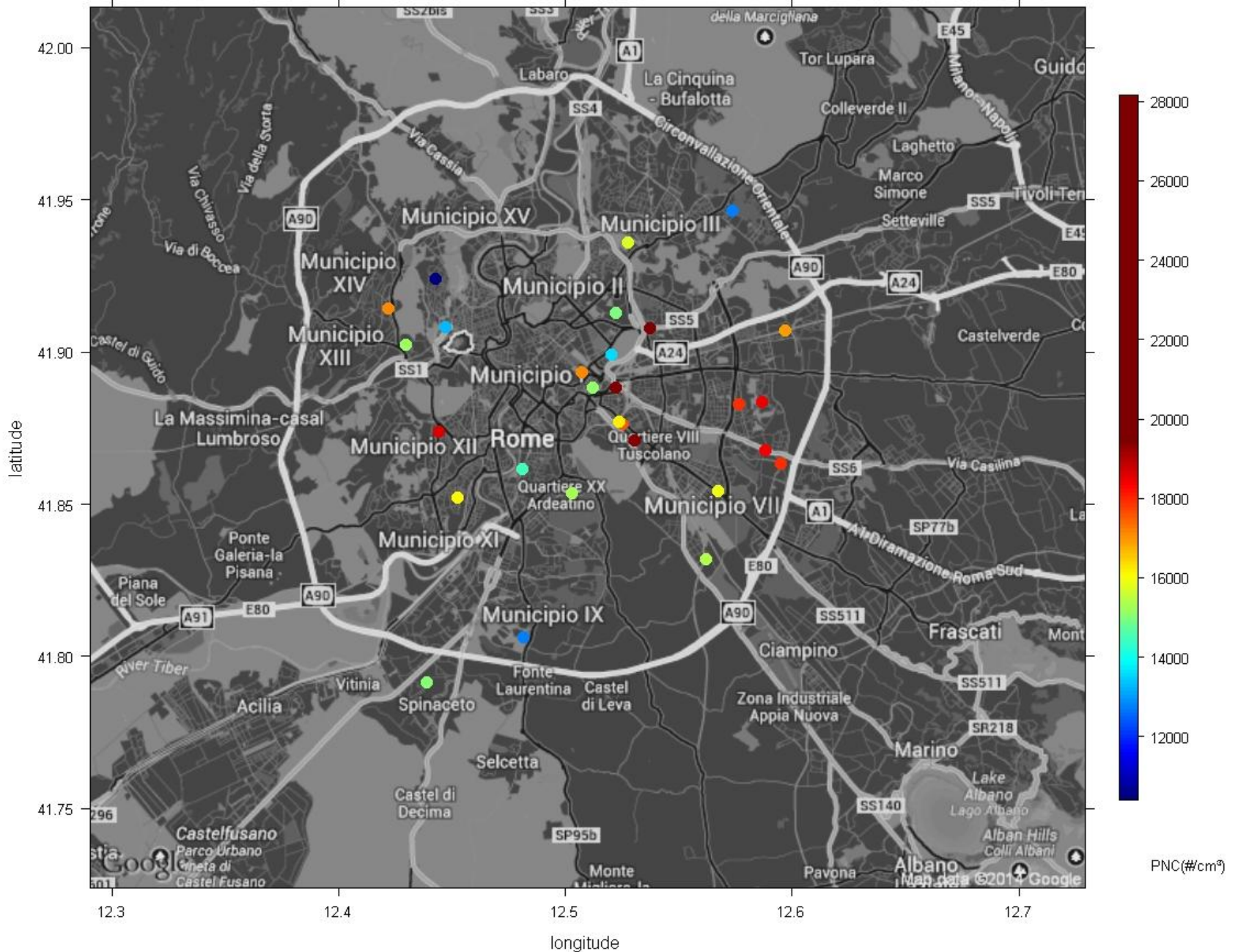
Risultati

ID	VIA	PIANO	tipo	altre sorgenti vicine	Dist centro - m	Dist GRA - m	Stima PNC 2013-2014	
1	VIA CASILINA I	5	T	Ferrovia FS 30 m	3,400	7,400	28,150	#/cm ³
2	VIA LUIGI ROUX	5	T		4,800	5,800	19,461	#/cm ³
3	VIA DELLE CAVE	6	T		4,500	5,900	19,351	#/cm ³
4	VIA GIOVANNI VESTRI	2	T		4,000	5,300	18,662	#/cm ³
5	VIA ERMOLI	8	F		8,700	1,900	18,434	#/cm ³
6	VIA CASILINA II	1	T		9,200	1,100	18,410	#/cm ³
7	VIA DELLE RONDINI	3	F		9,900	400	17,935	#/cm ³
8	VIALE ALESSANDRINO	2	F		7,900	2,700	17,906	#/cm ³
9	VIA TARQUINIO PRISCO 12	6	T	Ferrovia FS 250 m	4,100	6,500	17,597	#/cm ³
10	VIA TARQUINIO PRISCO 67 Ip	1	T		4,000	6,600	17,546	#/cm ³
11	VIA CAIROLI	5	T		2,000	8,900	17,140	#/cm ³
12	VIA CARDINALE GARAMPI	2	F		5,400	3,000	17,068	#/cm ³
13	VIA STAZIONE DI TOR SAPIENZA	1	F	Ferrovia FS 50 m	9,500	1,500	16,918	#/cm ³
14	VIA TARQUINIO PRISCO 67 VIIp	7	T	Ferrovia FS 150 m	4,000	6,600	16,170	#/cm ³
15	VIA PASQUALE BAFFI	0	F		5,400	5,600	16,123	#/cm ³
16	VIA TUSCOLANA	5	T		8,400	2,500	15,937	#/cm ³
17	VIA VALLE VIOLA	4	F		5,800	4,300	15,767	#/cm ³
18	VIA CERENZIA	4	F		9,700	1,800	15,324	#/cm ³
19	VIA DELLA MADONNA DI FATIMA	2	F		4,900	6,400	15,263	#/cm ³
20	VIA SANTA BERNADETTE	3	F		4,400	3,700	15,221	#/cm ³
21	VIA BIANCAMANO	6	F		2,600	8,500	15,090	#/cm ³
22	VIA GAETANO BUTERA	2	F		12,000	1,200	15,025	#/cm ³
23	Via RE TANCREDI	4	T		3,800	6,700	14,917	#/cm ³
24	VIA ALESSANDRO CIALDI	3	F	Metro B, tratto scoperto 20 m	3,800	7,000	14,325	#/cm ³
25	VIA DEI SABELLI	0	F		3,100	7,900	13,491	#/cm ³
26	VIA GIULIO VENTICINQUE	4	T		3,200	5,100	13,213	#/cm ³
27	VIA MONTECASSIANO	2	T		9,300	1,200	12,645	#/cm ³
28	VIA SBARBARO	2	F		9,800	900	12,601	#/cm ³
29	VIA ANNEO LUCANO	1	F		4,600	5,100	10,411	#/cm ³
30	VIALE REGINA ELENA	0	T		3,000	8,200	-	#/cm ³
31	VIALE CESARE PAVESE	5	T		8,900	1,900	-	#/cm ³

PNC Stima 2013-2014

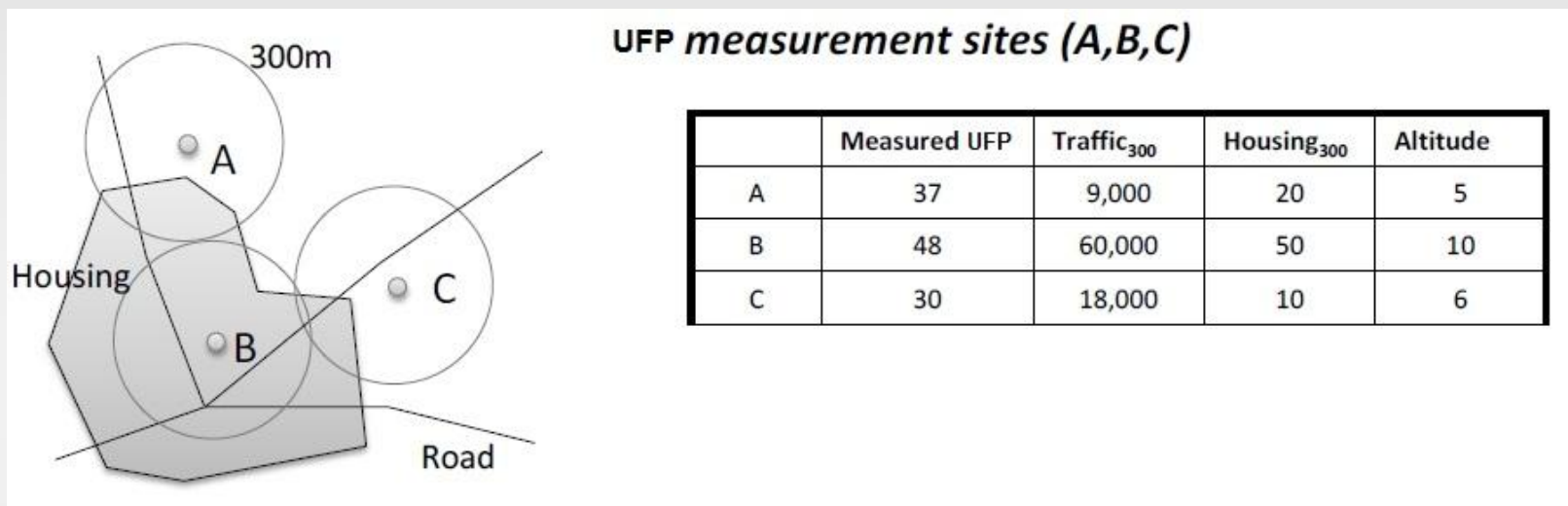


Stima PNC 2013-2014



Prossimo passo: sviluppo del modello LUR per le particelle ultrafini a Roma

Valutare la distribuzione spaziale dei dati di concentrazione delle particelle ultrafini attraverso un modello di Land Use Regression, combinando le misure nei punti a variabili predittive rese disponibili mediante GIS.

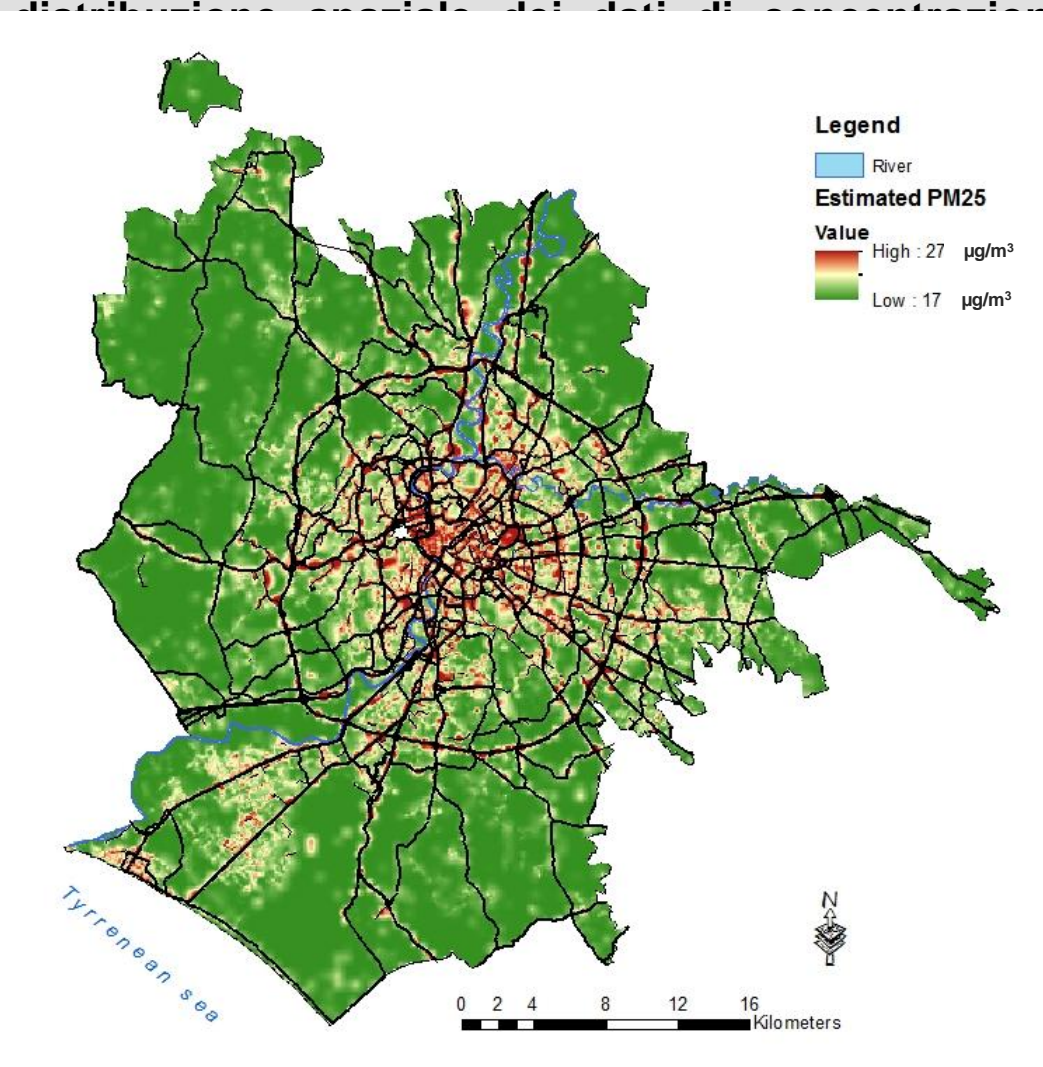
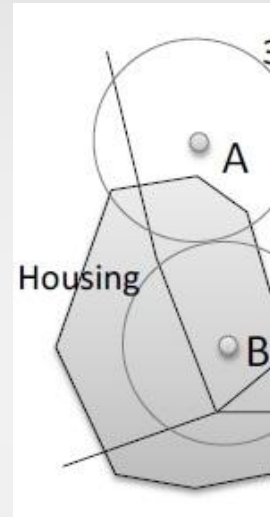


Variabili predittive

- Lunghezza della rete stradale
- Distanza dalle strade trafficate più vicine
- Traffico sulle strade più vicine
- Popolazione residente
- Variabili relative all'uso del suolo (CLC)
- Altitudine
- Coordinate geografiche (x, y) per l'evidenza di un possibile trend

Prossimo passo: sviluppo del modello LUR per le particelle ultrafini a Roma

Valutare la distribuzione spaziale dei dati di concentrazione delle particelle ultrafini attravolando le misure nei punti a variab



delle particelle
ndo le misure nei

ng ₃₀₀	Altitude
0	5
0	10
0	6

Variabili pr

- Lunghezza
- Distanza
- Traffico s
- Popolazio

•Variabili relative all'uso del suolo (CLC)

•Altitudine

•Coordinate geografiche (x, y) per l'evidenza di un possibile trend

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare **Andrea Bolignano** e **Roberto Sozzi** di ARPA Lazio per i dati meteorologici e di qualità dell'aria della rete di Roma, ma soprattutto ringraziamo

Alessandro Balla,
Anna Maria Caricchia,
Armando Pelliccioni,
Claudia Consales,
Claudio Gariazzo,
Giulia Cesaroni,
Giuseppe Di Chiello,
Lorenzo Palumbo,
Luisiana Zega,
Manlio Maggi,
Marco Inglessis,
Mariacarmela Cusano,
Maria Luisa De Paola,
Mario Cirillo,
Mario De Paola e Maria Isabella Cupini,
Massimo Stafoggia,
Michele Lugerì,
Monica Pantaleoni,
Nicola Di Menno di Bucchianico e Mariella Masci,
Pina Lefevre,
Raffaella Gaddi,
Riccardo De Lauretis,
Silvia Brini,
Simona Calà,
Valentina Ancona

per averci aperto le porte di casa, cambiato l'alcool agli strumenti, tenuto a bada animali domestici, evitato grigliate in giardino, sopportato cicalini di allarme notturni.

Senza il loro amichevole aiuto questo lavoro non sarebbe stato possibile.