ARPAT
Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

Provincia di Lucca

Campagna di Rilevamento

con Mezzo Mobile 1

presso

Fornaci di Barga – Piazza Del Frate

21 maggio 2015 – 31 gennaio 2016

Area Vasta Toscana Costa – Settore "Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria"

ARPAT
Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

Regione Toscana

PROVINCIA DI LUCCA

RELAZIONE CAMPAGNA DI RILEVAMENTO CON MEZZO MOBILE 1

Piazza Del Frate – Fornaci di Barga – Comune di Barga (LU)

21 maggio 2015 – 31 gennaio 2016

A cura di:
Bianca Patrizia Andreini
Settore *"Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria" (CRTQA)*
ARPAT – Area Vasta "Toscana Costa"

Autori:
Dennis Dalle Mura, Roberto Fruzzetti
ARPAT – Settore "*Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria"* - Pisa

Aprile 2016

Sintesi

Nella campagna indicativa svoltasi tra la primavera del 2015 e l'inverno del 2016 con il MM1 Lucca presso il sito di Piazza Del Frate a Fornaci di Barga (tipologia: urbana-fondo), si evidenzia un livello medio di concentrazione del materiale particolato PM10 (= 43$\mu g/m^3$ > 40 $\mu g/m^3$) sull'intero periodo della campagna indicativa superiore del 30% rispetto ai livelli medi misurati presso LU-Capannori e maggiore del 65% rispetto alle medie registrate a LU-Fornoli. Il valore relativo al 90,4° percentile corrisponde a 90 $\mu g/m^3$, rispetto al Valore Limite giornaliero di 50 $\mu g/m^3$.

I dati giornalieri di PM10 sono stati correlati con i dati della stazione fissa di Fornoli, anch'essa situata in Mediavalle: i dati del MM1 Lucca correlano in modo accettabile con quelli di Fornoli e mostrano valori più elevati rispetto a questi ultimi (mediamente le medie di PM10 a Fornaci risultano del 50% superiori).

Per quanto riguarda il Biossido di Azoto, il livello medio (19 $\mu g/m^3$) è inferiore rispetto ai livelli medi di concentrazione misurati sia presso LU-Fornoli (-26%) che LU-Capannori (-68%).

Per quanto attiene al Biossido di Zolfo, i livelli orari e giornalieri si attestano sempre al di sotto del livello di 1/10 dei rispettivi valori limite.

Per quanto concerne l'Ozono, è stata condotta una campagna di misura parallela, che ha fatto registrare una percentuale di raccolta dei dati sufficiente ai sensi del D.Lgs. 155/10 (92% su base annuale e almeno 14 giorni solari monitorati durante l'estate). I dati raccolti evidenziano una netta inferiorità nel periodo primaverile ed estivo dei valori delle medie orarie misurate dal Mezzo mobile di Lucca, rispetto ai valori di concentrazione di Ozono registrati a LU-Carignano, sito fisso di interesse regionale preso a riferimento per questo inquinante.

La peculiarità dei dati di Particolato da novembre 2015 a gennaio 2016 in tutta la rete regionale di monitoraggio permette di ipotizzare che anche nel sito oggetto di questa campagna indicativa si siano verificate condizioni meteoclimatiche particolari che non consentono di considerare questa singola campagna come effettivamente indicativa della qualità dell'aria della zona.

INDICE

1. INTRODUZIONE **5**

2. DESCRIZIONE DEL SITO DI MISURA **6**

3. IL LABORATORIO MOBILE **8**

4. LIMITI NORMATIVI **10**

5. RISULTATI **13**

5.1 STANDARDIZZAZIONE 13
5.2 VALORI DEGLI INDICATORI 13
5.2.1 Biossido di azoto (NO_2) *14*
5.2.2 Biossido di Zolfo (SO_2) *18*
5.2.3 Materiale particolato (PM10) *19*
5.2.3.1 Correlazione delle misure di PM10 del MM1 Lucca con LU-Fornoli *24*
5.2.4 Ozono *26*

CONCLUSIONI **28**

ALLEGATO A **29**

A.1) GRAFICI STAGIONALI DEGLI ANDAMENTI DEI VALORI DELLE MEDIE ORARIE DI SO_2 29
A.2) GRAFICI STAGIONALI DEGLI ANDAMENTI DEI VALORI DELLE MEDIE GIORNALIERE DI SO_2 31

1. INTRODUZIONE

Le campagne di misura condotte con il Laboratorio Mobile possono assumere una duplice funzione a seconda della zona di collocazione:

- forniscono dati integrativi della rete di monitoraggio della Qualità dell'Aria;
- definiscono situazioni ambientali non ancora sottoposte ad indagini che su tempi lunghi potrebbero determinare un superamento degli standard di Q.A. a causa di fattori locali (incidenza di industrie, alti flussi di traffico, condizioni meteoclimatiche sfavorevoli, etc.)

Il presente rapporto viene redatto per adempiere agli obblighi tra la Provincia di Lucca ed ARPAT dettati dall'Allegato "A" del Decreto Dirigenziale ARPAT n° 107 del 13/11/2015, che definisce e regolamenta anche la gestione del Laboratorio mobile n° 1 per l'anno 2015, di cui la presente campagna di misure fa parte.
La relazione riguarda una indagine in un sito di carattere urbano di fondo compreso tra la Media Valle del Serchio e la Garfagnana, posto nella frazione di Fornaci di Barga, a ridosso della Strada Regionale 445, che rappresenta l'asse viario principale di attraversamento della vallata garfagnina e di collegamento con la Lunigiana e sulla la sponda sinistra del fiume Serchio.
L'indagine in oggetto (60 giorni) è quindi assimilabile ad una "misurazione indicativa" di qualità dell'aria, come previsto dal D. Lgs 155/10 e s.m.i., visto che il periodo indagato ricopre un periodo di almeno due settimane per ogni stagione.

Il processo di monitoraggio della qualità dell'aria è inserito nel sistema di gestione per la qualità di ARPAT mediante il documento di processo DP SGQ.099.016 "Monitoraggio della qualità dell'aria mediante reti di rilevamento". Tale sistema di gestione di ARPAT è certificato dal RINA con registrazione n° 32671/15/5 secondo le UNI EN ISO 9001:2008. Pertanto, tutti i dati misurati dal laboratorio mobile, sono stati acquisiti, elaborati e validati secondo le procedure disciplinate dal DP suddetto.

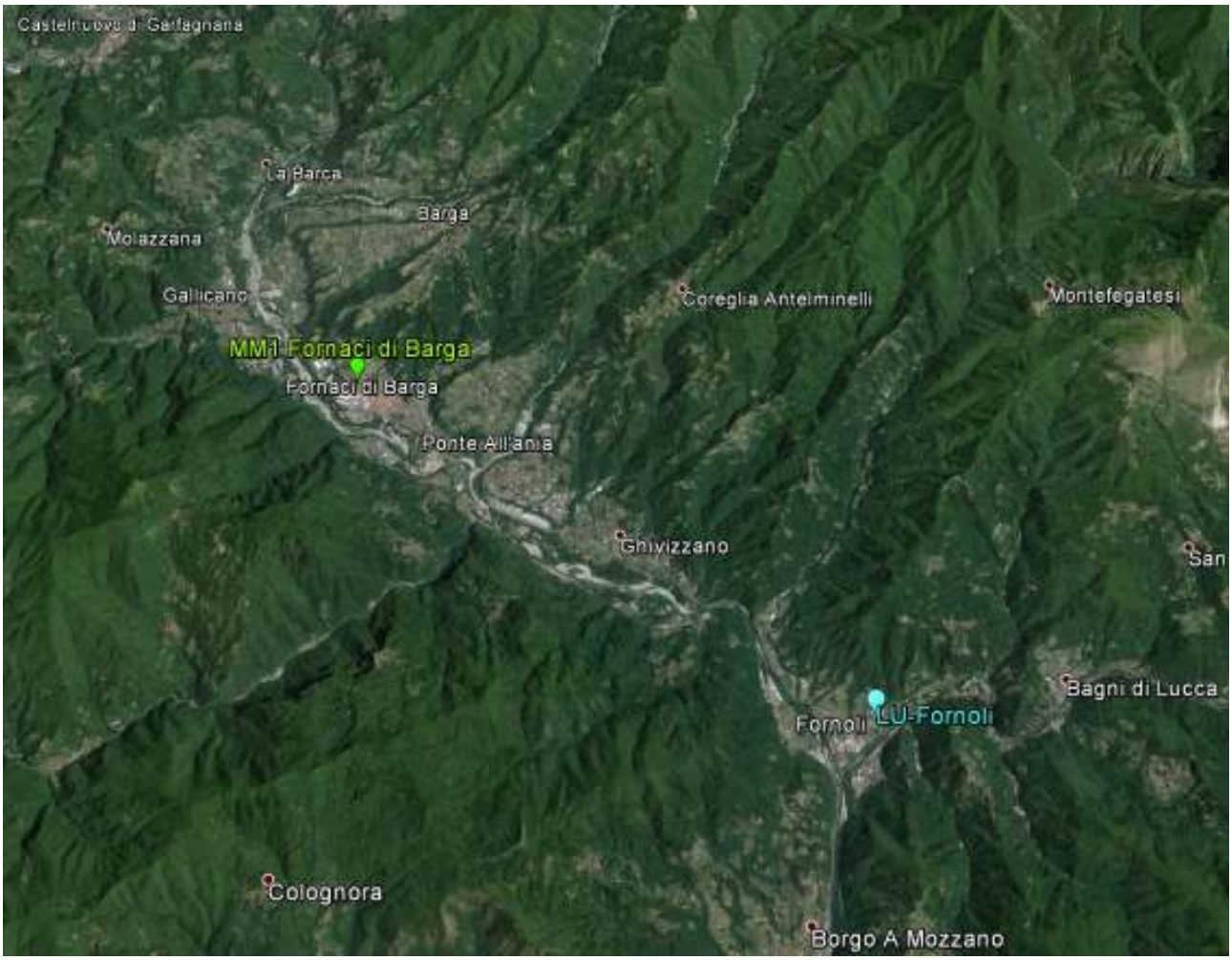
2. DESCRIZIONE DEL SITO DI MISURA

Il sito in cui sono state condotte le misure con l'utilizzo del mezzo mobile è ricompreso nell'area della Media Valle del Serchio, all'interno del territorio comunale di Barga.
La postazione in esame è all'interno dell'abitato della frazione Fornaci di Barga, nei pressi di un comprensorio scolastico e vicina ad attività commerciali e abitazioni, quindi si può definire urbana. La tipologia della centralina inserita nel contesto appena descritto è di fondo. L'asse viario di riferimento (la SR 445) si trova a circa trenta metri.
Le coordinate geografiche Gauss-Boaga sono: EGB 1617638; NGB 4878479. L'altitudine è di 170 metri s.l.m. Sotto sono riportate le immagini del contesto territoriale del sito e del laboratorio mobile installato.

Figura 2.1 *Mappa di livello provinciale con i siti di Rete Regionale ivi inclusi e sito MM1 Lucca*

(immagine da Google Earth – Nord in alto)

Figura 2.2 *Garfagnana e Media Valle del Serchio con relativi i siti di misura*



(immagini di questa pagina da Google Earth – Nord in alto)

Figura 2.3 *Immagine del sito di misura nella frazione di Fornaci di Barga*

Figura 2.4 *Vista da Ovest dell'autolaboratorio nel sito di misura di Fornaci di Barga*

(fotografia: Settore CRTQA - ARPAT)

3. IL LABORATORIO MOBILE

Per le misure di Qualità dell'Aria realizzate in questa campagna il Settore CRTQA ha utilizzato la stazione mobile di Q.A. di proprietà della Provincia di Lucca.

Nella tabella 3.1 è fornita una descrizione degli inquinanti monitorati dal laboratorio:

TABELLA 3.1 – Inquinanti monitorati:

NO_X	PM_{10}	SO_2	O_3
x	x	x	x

NOx = ossidi di azoto totali, ovvero monossido di azoto (NO) e biossido di azoto (NO_2)

SO_2 = biossido di zolfo

O_3 = ozono

PM10 = polveri con diametro aerodinamico inferiore a 10 micron

Di seguito in tabella sono elencati gli strumenti presenti all'interno del mezzo mobile e le relative caratteristiche tecniche:

Tabella 3.2 – Caratteristiche tecniche degli strumenti installati:

Inquinante	Marca modello	Principio Metodo	Limite Rilevabilità	Precisione
NO_x	API 200E	Chemiluminescenza	0,7 $\mu g/m^3$	0,5% della lettura
SO_2 (*)	TEI 43A	Fluorescenza pulsata	2,7 $\mu g/m^3$	2% della lettura o 2,7 $\mu g/m^3$
SO_2 (*)	API 100A	Fluorescenza pulsata	1,0 $\mu g/m^3$	0,5% della lettura
PM10	Environnement MP101M	Assorbimento radiazione β	0,5 $\mu g/m^3$ per un ciclo di 24 h ed una portata di 1 m^3/h	10% per concentrazioni tra 60 e 300 $\mu g/m^3$
O_3	API 400E	Assorbimento radiazione UV	1,2 $\mu g/m^3$	0,5% della lettura

(*): installato API 100A, al posto del TEI 43A, a partire dal 1° luglio 2015

4. LIMITI NORMATIVI

I valori limite che esprimono gli indicatori di qualità dell'aria sono stati definiti dalla Comunità Europea (Direttiva 2008/50/CE) e sono stati recepiti dallo Stato italiano con il D.Lgs. n° 155 del 13 agosto 2010 e s.m.i.

Tabella 4.1 BIOSSIDO DI AZOTO – normativa e limiti
(paragrafo 1 allegato XI D.Lgs. 155/2010 e paragrafo 1 allegato XII D.Lgs. 155/2010 – punto B Allegato XI, punto A Allegato XII ed Allegato XIII Direttiva 2008/50/CE)

	Periodo di mediazione	**Valore limite**
Valore limite orario per la protezione della salute umana.	**1 ora**	200 µg/m^3 NO_2 da non superare più di 18 volte per l'anno civile.
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	**Anno civile**	40 µg/m^3 NO2
Soglia di allarme	**Anno civile Superamento di 3 ore consecutive**	400 µg/m^3 NO2

Tabella 4.2 BIOSSIDO DI ZOLFO – normativa e limiti
(paragrafi 1, 3 allegato XI D.Lgs. 155/2010 e paragrafo 1 allegato XII D.Lgs. 155/2010 - punto B Allegato XI, punto A Allegato XII ed Allegato XIII Direttiva 2008/50/CE)

	Periodo di mediazione	**Valore limite**
Valore limite orario per la protezione della salute umana.	**1 ora**	350 µg/ m^3 da non superare più di 24 volte per l'anno civile.
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	**24 ore**	125 µg/ m^3 da non superare più di 3 volte per anno civile
Livello critico per la protezione della vegetazione	**Anno civile**	20 µg/m^3
Livello critico per la protezione della vegetazione	**Livello critico invernale (1 ottobre – 31 marzo)**	20 µg/m^3
Soglia di allarme	**Anno civile Superamento di 3 ore consecutive**	500 µg/m^3

Tabella 4.3 MATERIALE PARTICOLATO PM10 – normativa e limiti
(paragrafo 1 allegato XI D.Lgs. 155/2010 - punto B Allegato XI Direttiva 2008/50/CE)

	Periodo di mediazione	**Valori limite**
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	**24 ore**	50 µg/m³ PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	**Anno civile**	40 µg/m³ PM10

Tabella 4.4 OZONO – normativa e limiti

(paragrafi 2, 3 allegato VII D.Lgs. 155/2010 e paragrafo 2 allegato XII D.Lgs. 155/2010 - punti B, C Allegato VII e punto B XII Direttiva 2008/50/CE)

	Periodo di mediazione	Valori di riferimento
Soglia di informazione.	Media massima oraria	180 $\mu g/m^3$
Soglia di allarme	Media massima oraria	240 $\mu g/m^3$
Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Media su 8 ore massima giornaliera	120 $\mu g/m^3$ da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni

5. RISULTATI

Nel corso dell'anno 2015 (e parte del 2016), l'indagine è stata svolta nel Comune di Barga nel sito di Fornaci di Barga – Piazza Del Frate, con il seguente periodo di osservazione:

21 maggio 2015 – 31 gennaio 2016 (60 giorni);

per Biossido di Azoto, Biossido di Zolfo e PM10:

campagna primaverile: 21 maggio – 4 giugno 2015 (15 giorni);

campagna estiva: 29 giugno – 13 luglio 2015 (15 giorni);

campagna autunnale: 11 – 25 novembre 2015 (15 giorni);

campagna invernale: 17 – 31 gennaio 2016 (15 giorni).

Per l'Ozono è stata eseguita una campagna parallela e sono stati raccolti dati nei seguenti periodi:

campagna primaverile: 20 maggio – 14 giugno 2015;

campagna estiva: 24 giugno – 13 luglio 2015;

campagna autunnale: 10 – 29 novembre 2015;

campagna invernale: 14 gennaio – 10 febbraio 2016.

5.1 Standardizzazione

Tutti i valori di concentrazione espressi in unità di massa (µg o mg per metro cubo d'aria (m^3)) sono riferiti ad una pressione di 101,3 kPa ed alla temperatura di 20° C (293 K), ad esclusione del materiale particolato PM10, il cui volume di campionamento si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni.

5.2 Valori degli indicatori

Di seguito sono presi in considerazione i singoli inquinanti per ognuno dei quali sono riportati gli indici sintetici relativi al periodo di monitoraggio, nonché i corrispondenti limiti di riferimento previsti dalla normativa vigente in materia di Qualità dell'Aria (D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.).

Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso delle campagne condotte con il laboratorio mobile permettono di effettuare una trattazione in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria, pertanto forniscono un quadro, seppure limitato temporalmente, indicativo della situazione di inquinamento atmosferico relativa al sito in esame.

È quindi possibile fare un confronto con i limiti normativi.

Per completezza, ove possibile, è stato introdotto un confronto con le misure ottenute, nello stesso periodo, presso le centraline di rete regionale di LU-Fornoli (Via Alcide De Gasperi, Fornoli), distante circa 9 km in linea d'aria in direzione Sud-Est e LU-Capannori (Via Carlo Piaggia – Capannori), per PM10, NO_2 e SO_2, distante 25 km in direzione Sud-Sud-Est. Per quanto attiene ad

un confronto con l'inquinante Ozono, è stata presa a riferimento la stazione suburbana di LU-Carignano, posta a circa 20 km in direzione Sud.

Ricordiamo che LU-Capannori, LU-Fornoli e LU-Carignano fanno parte della Rete Regionale, come da Delibera di Giunta Regionale Toscana n° 964/2015.

Il segno (-) presente in alcune tabelle riassuntive indica l'assenza di un limite di riferimento relativo alla normativa vigente.

5.2.1 Biossido di azoto (NO_2)

Tabella 5.2.1 - Dati di NO_2 – confronti con i siti fissi sugli stessi periodi di misura

	Limiti di riferimento	Valori Misurati 2015-2016	LU-Fornoli	LU-Capannori
Dati validi (medie orarie); n°		1265 (91% sul periodo*)	1362	1351
Valore orario > 200 µg/m^3 N°/anno superamenti consentiti	18	0	0	0
Media delle concentrazioni orarie (µg/m^3)	40 media annua	19	14	32
Max. valore orario rilevato nel periodo (µg/m^3)	-	73 (22/01/16 ore 17)	58 (20/01/16 ore 18)	111 (18/01/16 ore 22)

** al lordo delle tarature e dei tempi necessari per la manutenzione*

Essendo la postazione urbana, a media intensità di traffico veicolare, nella tabella 5.2.1 si evidenziano valori intermedi di biossido di azoto rilevati con il Mezzo Mobile rispetto a quelli rilevati in un sito di fondo urbano, quale LU-Fornoli o di un fondo urbano assai influenzato dalla viabilità circostante come LU-Capannori, che restituisce indicatori di periodo con valori più elevati.
Su base annuale (anno 2015) questi sono i dati restituiti dai siti fissi presi a riferimento:

Tabella 5.2.1.a - Dati di NO_2 annuali 2015 dalle centraline fisse prese a riferimento

	Limiti di riferimento	LU-Fornoli	LU-Capannori
Dati validi (medie orarie); n°		8113	8107
Valore orario >200 µg/m^3 N°/anno superamenti consentiti	18	0	0
Media delle concentrazioni orarie (µg/m^3)	40 media annua	13	29
Max. valore orario rilevato nel periodo (µg/m^3)	-	61 (13/04 ore 09)	122 (07/01 ore 20)

Come si può notare confrontando le due tabelle riassuntive, per quanto attiene ai siti fissi di monitoraggio, si rileva una discreta coerenza tra i vari indicatori di periodo (valori di medie e massime orarie) e gli indicatori annuali.

Grafico 5.2.1.a – Andamento e confronto dei dati orari per il Biossido di Azoto per la campagna primaverile

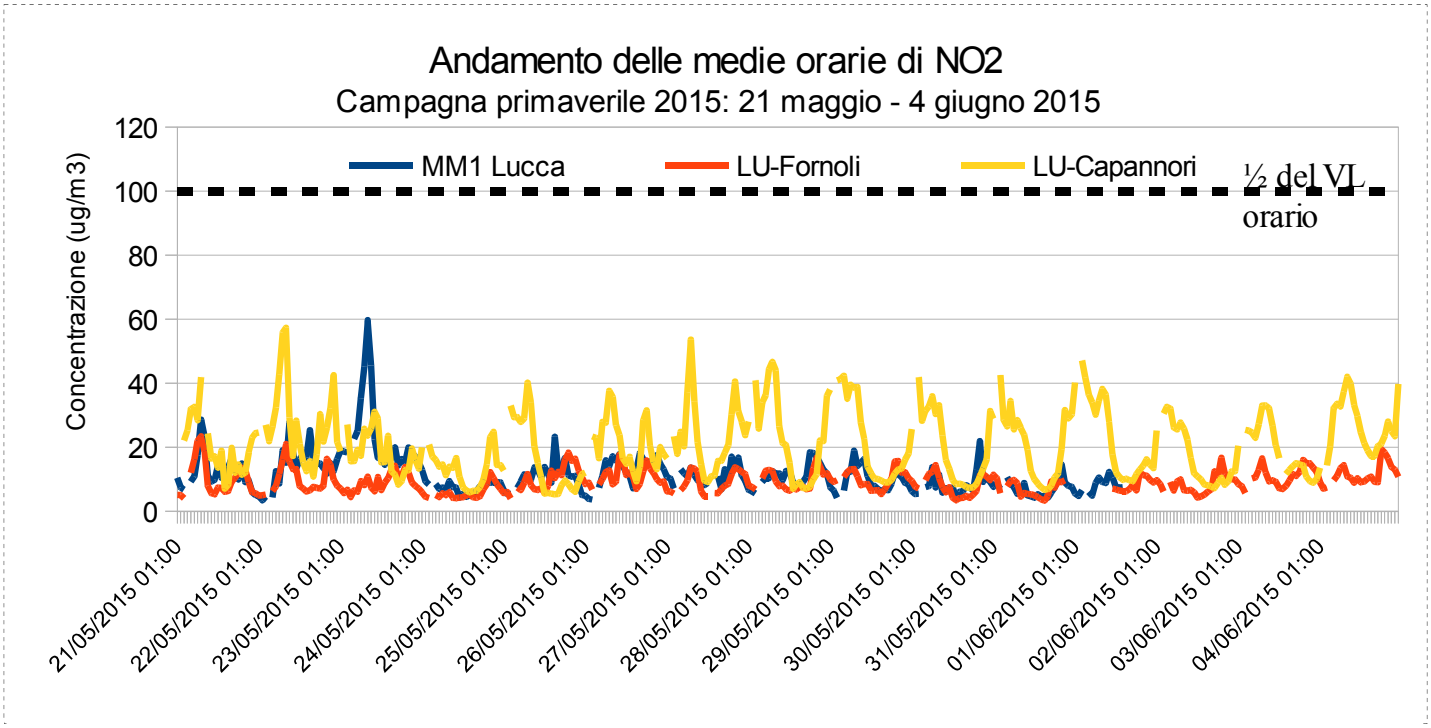


Grafico 5.2.1.b – Andamento e confronto dei dati orari per il Biossido di Azoto per la campagna estiva

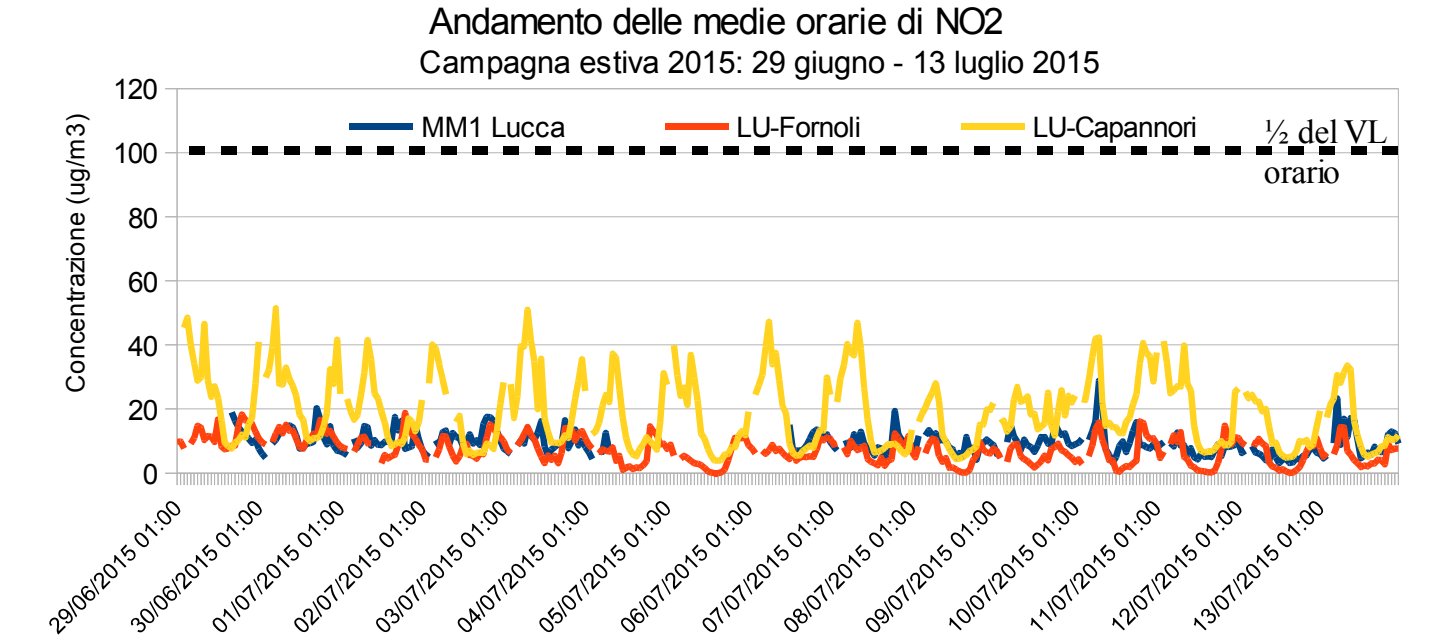


Grafico 5.2.1.c – Andamento e confronto dei dati orari per il Biossido di Azoto per la campagna autunnale

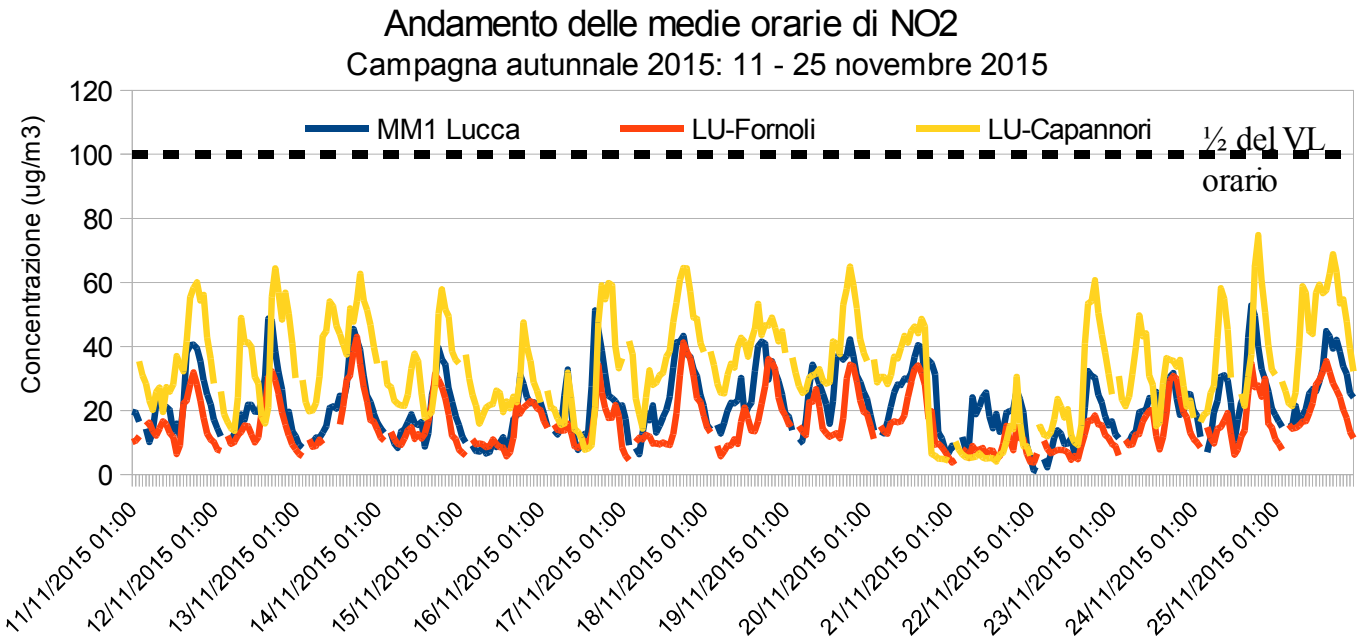
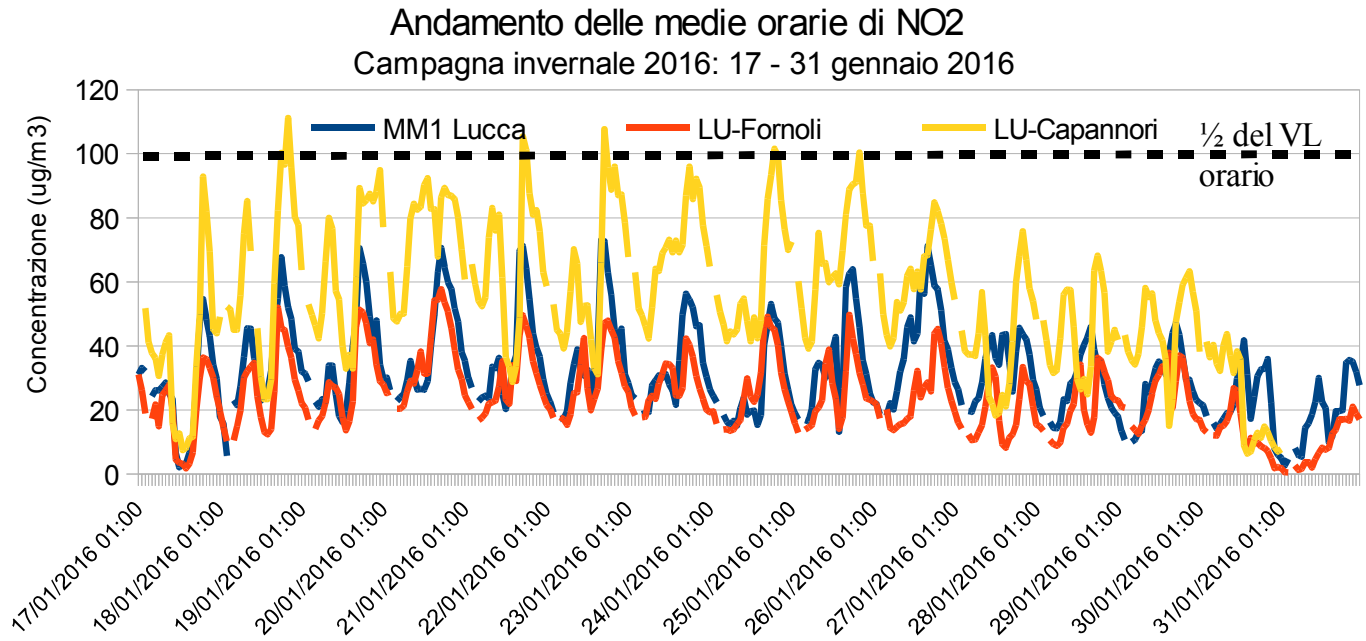


Grafico 5.2.1.d – Andamento e confronto dei dati orari per il Biossido di Azoto per la campagna invernale



Come si può evincere dalla serie di grafici 5.2.1, si nota una discreta coerenza nei valori e negli andamenti tra Mezzo mobile 1 Lucca e LU-Fornoli nei periodi primaverile, estivo e autunnale, con Capannori che presenta un andamento proprio caratterizzato da valori di medie orarie superiori.
Per quanto riguarda l'inverno, si evidenziano picchi di valori di medie orarie intermedi tra LU-Fornoli e LU-Capannori, che restituisce sempre le concentrazioni più elevate.
Parlando infine di medie sul periodo, Capannori è contraddistinta da valori delle medie sugli intervalli indicati che sono il doppio di quelli registrati negli altri due siti (21 $\mu g/m^3$ in primavera contro i 12 $\mu g/m^3$ di Fornaci di Barga e i 9 di Fornoli; 19 $\mu g/m^3$ in estate contro i 10 $\mu g/m^3$ di Fornaci di Barga e i 7 $\mu g/m^3$ di Fornoli).
Nella campagna autunnale sono state ottenuti i seguenti valori delle medie di concentrazione di NO_2 sul periodo nettamente distinti: 33 $\mu g/m^3$ per LU-Capannori, 22 $\mu g/m^3$ per Fornaci di Barga e 16 $\mu g/m^3$ per Fornoli. Il valore della media registrato a Capannori risulta di un 50% più elevato di quello misurato a Fornaci.
Nella campagna invernale risultano queste le medie di periodo: 56 $\mu g/m^3$ per LU-Capannori, 31 $\mu g/m^3$ per Fornaci di Barga e 24 $\mu g/m^3$ per Fornoli. Anche in questo caso, il valore della media di Capannori sul periodo risulta quasi il doppio di quello registrato dal MM1 Lucca.

5.2.2 Biossido di Zolfo (SO_2)

Per questo inquinante sono stati presi a riferimento gli indicatori ricavati nello stesso periodo dalle misure effettuate nella stazione fissa di LU-Capannori.

Tabella 5.2.2 - Dati di SO_2 - confronti con i siti fissi sugli stessi periodi di misura

	Limiti di riferimento	Valori Misurati 2015-2016	LU-Capannori
Dati validi (medie orarie); n°		1229 (90% sul periodo*)	1375
Valore orario > 350 µg/m^3 N°/anno superamenti consentiti	24	---	---; 0 (sull'anno)
Massimo valore orario rilevato nel periodo in µg/m^3	-	11 (18/01/16 ore 14)	5 (19/11/15 ore 11)
Valore giornaliero > 125 µg/m^3 N°/anno superamenti consentiti	3	---	---; 0 (sull'anno)
Massima media giornaliera rilevata nel periodo in µg/m^3	-	4,8 (17/01/16)	3,3 (25/11/15)

** al lordo delle tarature e dei tempi necessari per la manutenzione*

In Allegato A si riportano i grafici con gli andamenti dei valori orari e giornalieri per ciascuna delle campagne stagionali effettuate a Fabbriche di Vallico, con il confronto con la centralina di Capannori.

I livelli orari di Biossido di Zolfo misurati, ed anche i valori delle massime medie orarie misurate, sono sempre inferiori al livello di 1/10 del valore limite orario di 350 µg/m^3 sui vari periodi facenti parte della campagna indicativa, come si può evincere anche dai grafici sottostanti.

Si nota un tenore di valori di concentrazioni medie orarie più alti e con picchi compresi tra i 5 e gli 11 µg/m^3 nel periodo invernale, per quanto riguarda in particolar modo la postazione di Fornaci di Barga, derivanti con buona probabilità da una particolare sorgente emissiva caratterizzata da anidride solforosa; tale fenomeno è visibile nei grafici riportati in All. A anche rispetto ai corrispettivi relativi alle stagioni rimanenti (primavera, estate, autunno), i cui valori massimi registrati sono sempre inferiori o uguali a 5 µg/m^3, alla stessa stregua dei valori misurati a Capannori.

Anche i valori delle medie giornaliere, i cui grafici sono sempre riportati in Allegato A, sono ampiamente inferiori al limite: nei vari periodi comprendenti la campagna indicativa di misure, non viene mai superato il livello di 1/10 del VL giornaliero di 125 µg/m^3 (valore massimo: 4,8 µg/m^3 registrato al MM1 Lucca). Il valore massimo giornaliero su base annua registrato a Capannori è 3,3 µg/m^3.

Si notano livelli significativi misurati nel periodo invernale a Fornaci di Barga, compresi tra il livello di zero strumentale e i 5 µg/m^3. In autunno è visibile il fenomeno di innalzamento dei livelli riguardante l'analizzatore di SO_2 della centralina di Capannori, dovuto ad un leggero disallineamento del livello di zero strumentale. In primavera ed estate, in entrambi i siti, invece si hanno valori di medie giornaliere confrontabili con i livelli di zero strumentale.

5.2.3 Materiale particolato (PM10)

Si riporta la tabella con i dati sintetici della campagna per il materiale particolato PM10, con i confronti con le centraline fisse di riferimento della Piana Lucchese (LU-Capannori) e della Mediavalle del Serchio (LU-Fornoli) nel periodo di durata della campagna indicativa:

Tabella 5.2.3 – Dati di PM10 – confronti con i siti fissi della Piana Lucchese sugli stessi periodi di misura

	Limiti di riferimento	Valori Misurati 2015-2016	LU-Capannori	LU-Fornoli
Dati validi (medie giornaliere); n°		54 (90% del periodo)	53	59
Media delle medie giornaliere ($\mu g/m^3$)	40 media annua	**43**	33	26
90,4° percentile dei dati registrati (da confrontare con VL giornaliero)	50	**90**	**59**	**53**
Massima media giornaliera rilevata nel periodo ($\mu g/m^3$)	-	**117** (23/01/16)	**100** (26/01/16)	**63** (26/01/16)

Essendo la campagna di misure indicativa, possiamo confrontare gli indicatori medi di periodo delle misure di Fornaci di Barga con la media annuale prevista dalla normativa (Tabella 5.2.3).
Il risultato del confronto, *in primis*, è che la media registrata nel sito di Fornaci è superiore al limite annuale (43 $\mu g/m^3$ contro 40 $\mu g/m^3$). Per quanto riguarda Capannori e Fornoli, nei periodi delle campagne di misura, si rilevano indicatori medi di concentrazione di PM10 conformi a quelli annuali (cfr. Tabella 5.2.3.a), inferiori al limite normativo (rispettivamente, 33 $\mu g/m^3$ e 26 $\mu g/m^3$). Inoltre, per i siti fissi presi a riferimento, si rileva una buona coerenza tra la media dei valori delle medie giornaliere sui periodi della campagna indicativa e l'indicatore media annuale.
Per quanto attiene al numero di superamenti annuo del VL giornaliero di PM10, possiamo utilizzare il valore relativo al 90,4° percentile, come stabilito dal DLgs 155/2010, Allegato I, Par. 1. Il confronto di questo indicatore con il VL giornaliero (90 $\mu g/m^3$ contro 50 $\mu g/m^3$) è netto. Questo elemento, unito al fatto che la media dei valori delle medie giornaliere sui periodi di misura supera i 40 $\mu g/m^3$, in base ai dati di questa campagna si può ipotizzare che il sito superi sia il limite dei 35 superamenti del VL giornaliero di PM10 consentiti su scala annuale che il VL della media annuale del PM10. È utile ribadire che gli indicatori statistici sopra utilizzati anche per le stazioni fisse, sono calcolati a partire dai dati di PM10 registrati negli stessi periodi delle campagne del MM1 Lucca.

Tabella 5.2.3.a – Dati di PM10 annuali 2015 registrati nei siti fissi

	Limiti di riferimento	LU-Capannori	LU-Fornoli
Dati validi (medie giornaliere); n°		354	335
Media delle medie giornaliere ($\mu g/m^3$)	40 media annua	33	25
N° superamenti del VL giornaliero di 50 $\mu g/m^3$	35	**68**	30
Massima media giornaliera rilevata nel periodo ($\mu g/m^3$)	-	**151** (07/01)	**90** (13/12)

Di seguito si riporta la tabella dei valori di concentrazione media giornaliera del PM10 in confronto con i valori misurati nelle centraline prese a riferimento, LU-Capannori e LU-Fornoli:

Tabella 5.2.3.1 - Medie giornaliere del PM10 nel periodo di misure (in µg/m^3)

Data	MM1 LU	Capannori	Fornoli	
21/05/2015	15	16	12	***Primavera***
22/05/2015	10	9	2	
23/05/2015	4	10	4	
24/05/2015	7	10	1	
25/05/2015	8	11	10	
26/05/2015	14	14	11	
27/05/2015	11	11	3	
28/05/2015	9	12	5	
29/05/2015	12	16	10	
30/05/2015	16	17	9	
31/05/2015	17	16	30	
01/06/2015		18	7	
02/06/2015		17	8	
03/06/2015		18	12	
04/06/2015		26	9	
29/06/2015	20	19	13	***Estate***
30/06/2015	25	26	15	
01/07/2015	24	21	13	
02/07/2015	30	24	22	
03/07/2015	29	28	21	
04/07/2015	25		17	
05/07/2015	31	26	19	
06/07/2015	29	19	17	
07/07/2015	25	22	16	
08/07/2015	27	23	19	
09/07/2015	27	24	13	
10/07/2015	35	19	11	
11/07/2015		18	10	
12/07/2015	20	18	17	
13/07/2015		22	18	

	Data	MM1 LU	Capannori	Fornoli
Autunno	11/11/2015	42	43	42
	12/11/2015	45	52	39
	13/11/2015	51	72	44
	14/11/2015	61	76	42
	15/11/2015	42	47	35
	16/11/2015	47	43	48
	17/11/2015	43	59	37
	18/11/2015	50	71	36
	19/11/2015	42	59	38
	20/11/2015	38	53	39
	21/11/2015	29	25	23
	22/11/2015	31	26	12
	23/11/2015	32	20	22
	24/11/2015	36	36	20
	25/11/2015	71	59	40
Inverno	17/01/2016	46	50	
	18/01/2016	39	53	47
	19/01/2016	68	66	38
	20/01/2016	93		52
	21/01/2016	96		49
	22/01/2016	88		53
	23/01/2016	117		60
	24/01/2016	103		61
	25/01/2016	77		55
	26/01/2016	85	100	63
	27/01/2016	78	47	42
	28/01/2016	96	44	45
	29/01/2016	90	50	53
	30/01/2016	62	25	30
	31/01/2016	48	25	25

Grafico 5.2.3.a – Andamento e confronti dei valori delle medie giornaliere PM10 – campagna primaverile

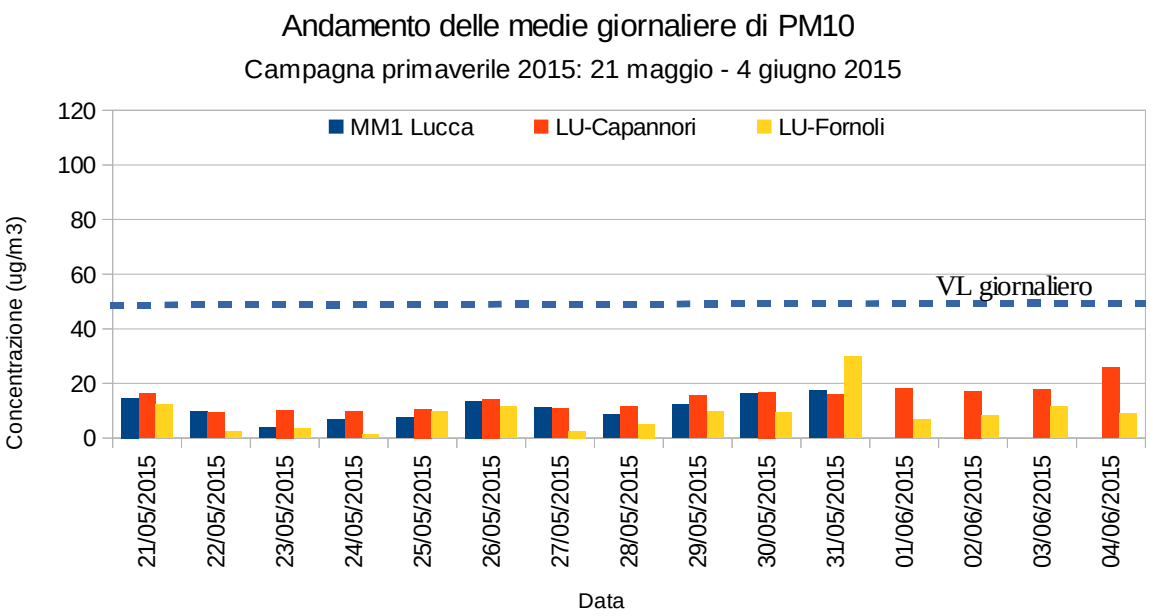


Grafico 5.2.3.b – Andamento e confronti dei valori delle medie giornaliere PM10 – campagna estiva

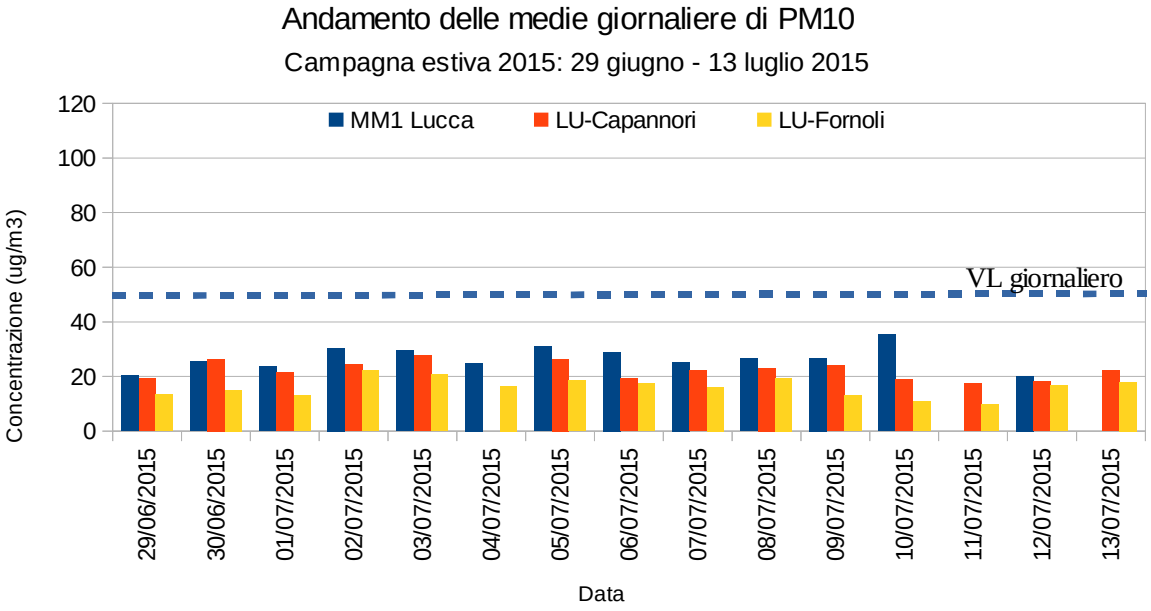


Grafico 5.2.3.c – Andamento e confronti dei valori delle medie giornaliere PM10 – campagna autunnale

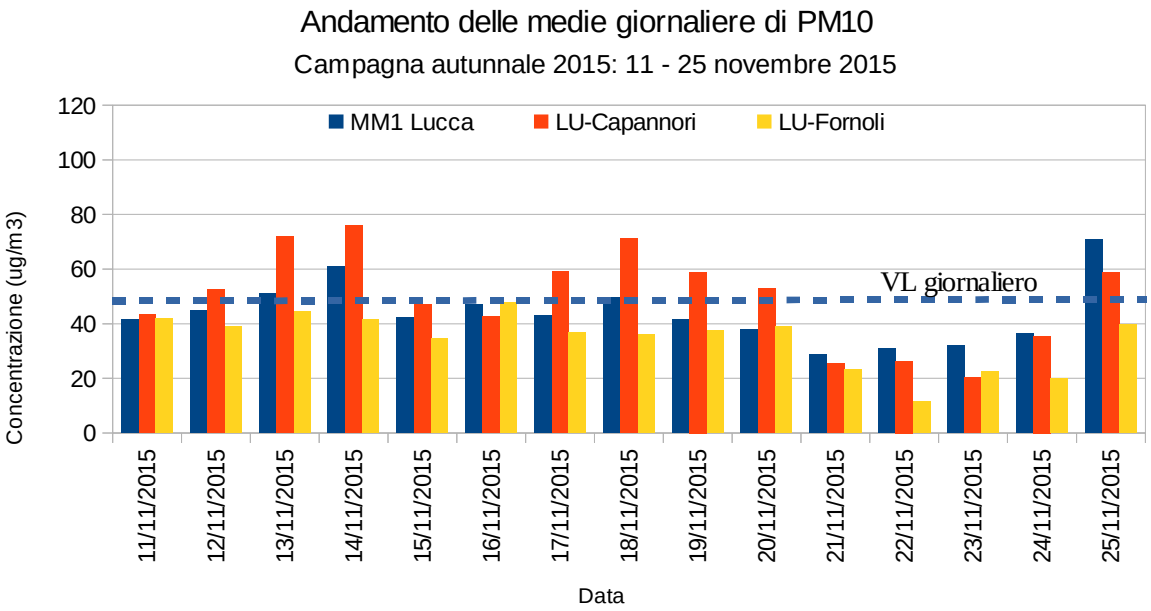
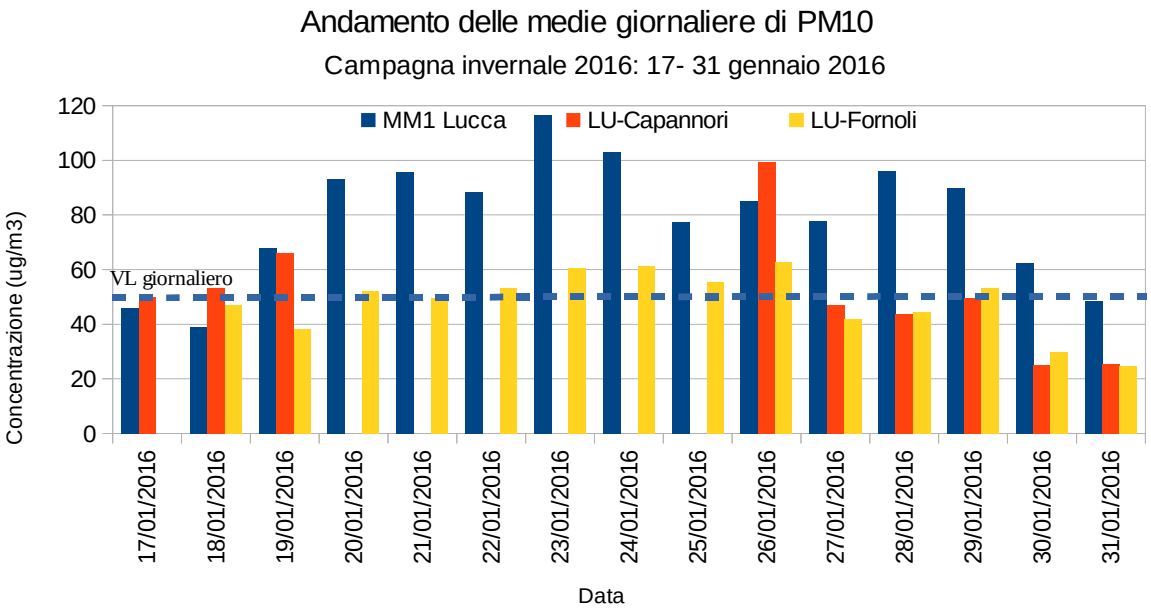


Grafico 5.2.3.d – Andamento e confronti dei valori delle medie giornaliere PM10 – campagna invernale



Il periodo primaverile ed estivo è caratterizzato da valori giornalieri di PM 10 ampiamente al di sotto del VL nei tre siti posti a confronto; i valori registrati a Fornaci sono mediamente più elevati in estate. Per quanto riguarda il MM1 Lucca, si evince un innalzamento del livello medio nel periodo autunnale, con alcuni superamenti del VL giornaliero sia a Fornaci che a Capannori, e uno ancora più marcato nel periodo invernale che va dal 19 al 30 gennaio 2016, con valori di PM10 sempre al di sopra del VL giornaliero (massima giornaliera per Fornaci il 23: 117 µg/m^3; massima giornaliera

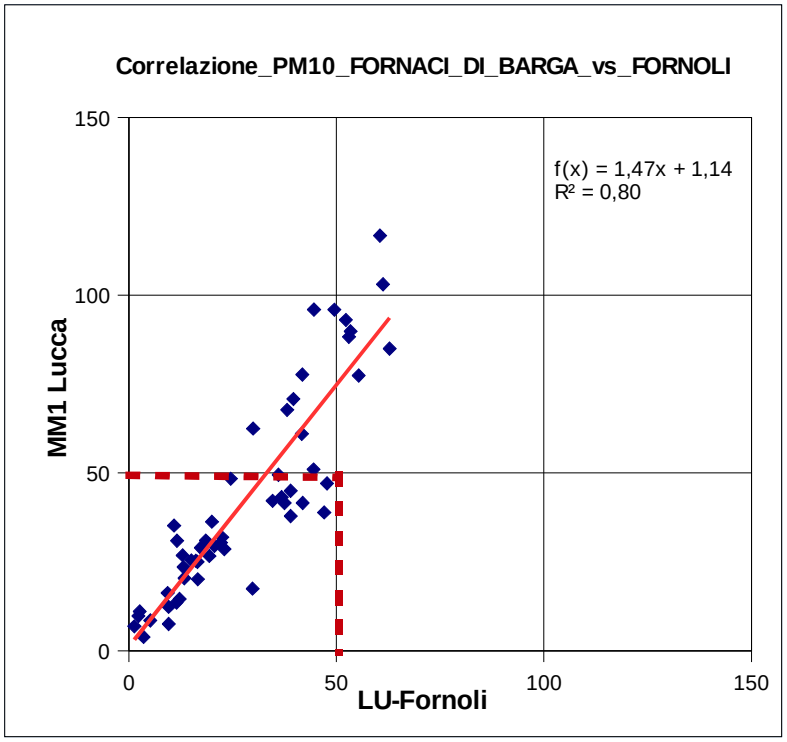
per Capannori il 26: 100 µg/m^3). Contrariamente al periodo autunnale, in cui prevalgono i valori delle medie giornaliere di PM10 misurate a Capannori, nel periodo invernale, stante una mancanza di dati di 6 giorni per la stessa Capannori, si ha una netta prevalenza dei valori delle medie giornaliere registrate dal Mezzo mobile a Fornaci. Nella fase finale del periodo di misure invernale, si nota una discreta coerenza dei dati di Fornoli con quelli di Capannori.

5.2.3.1 Correlazione delle misure di PM10 del MM1 Lucca con LU-Fornoli

Viene dedicata una sezione del presente paragrafo alla valutazione della correlazione tra i valori delle medie giornaliere di PM10 registrate a Fornaci di Barga con quelle di LU-Fornoli, il sito fisso ubicato nel medesimo contesto territoriale della Media Valle del Serchio.

Sotto si riporta un grafico di dispersione, sulla cui ascissa vi sono i dati di PM10 di LU-Fornoli e in ordinata quelli registrati a Fornaci di Barga negli intervalli stagionali indagati e i punti costituiscono le coppie di valori di PM10 misurati nello stesso giorno. In evidenza nel grafico vi sono la linea di tendenza, la sua equazione e il coefficiente di determinazione R^2.

Grafico 5.2.3.1 – Dispersione dei dati di PM10 MM1 Lucca / LU-Fornoli



Sebbene il valore di R^2 sia inferiore a 0,95, stante la tipologia di dati, una correlazione di 0,8 si può considerare accettabile.

E' interessante osservare che il coefficiente angolare della retta di regressione (m=1,47) evidenzia che i valori di PM10 registrati a Fornaci di Barga sono più elevati di circa il 50% rispetto a quelli misurati a Fornoli.

Seppur la numerosità di dati non sia elevata, dal calcolo dei coefficienti di correlazione di Pearson e di Lin dei dati sopra rappresentati emerge che il coefficiente di Pearson è uguale a **0,90**; il coefficiente di Lin è uguale a **0,67** e il coefficiente (differenza – media) per ciascuna coppia di dati di PM10 è uguale a **0,76**. Il fatto che il coefficiente di Pearson sia 0,90 indica una correlazione forte. I coefficienti di Lin e [differenza – media] intorno a 0,7 invece non indicano una forte correlazione. Questa differenza è causa prevalentemente dai punti derivanti dalle coppie di valori relativi alle medie giornaliere più elevate. Il grafico 5.2.3.1 infatti indica che nell'area del quadrato oltre il VL giornaliero (50 $\mu g/m^3$) i punti sono più dispersi rispetto a quelli ricompresi nel quadrato vicino all'origine delineato su due lati con la linea tratteggiata rossa, che definisce appunto il VL giornaliero. Pertanto stante la numerosità ridotta di coppie di valori l'informazione ottenuta da questi indici è puramente indicativa e quindi non è possibile trarre una indicazione definitiva sull'appartenenza dei dati alla stessa popolazione.

In generale, si può comunque affermare che i dati di PM10 registrati a Fornaci di Barga mostrano una chiara predominanza rispetto alle concentrazioni di PM10 registrate a Fornoli, come già evidente a partire dalla Tabella 5.2.3.1 sopra riportata.

5.2.4 Ozono

Tabella 5.2.4 – Dati di Ozono – confronto con i dati orari di LU-Carignano sugli stessi periodi di misura

	Soglie o limiti di riferimento	Valori Misurati 2015-2016	LU-Carignano
Dati validi (medie orarie) sul periodo della campagna indicativa; n°		1968 (92% sul periodo*)	2076
Valore massimo orario del periodo (µg/m^3)	180 µg/m^3 soglia di informazione; 240 µg/m^3 soglia di allarme	127 (11/06/15 ore 15)	180 (29/06/15 ore 19)
Massima media mobile di 8 ore sul periodo misurato (µg/m^3)	120 µg/m^3	111 (03/07/15 ore 08)	**160** (29/06/15 ore 22)
N° superamenti della soglia di 120 µg/m^3 come media mobile su 8 ore (giorni solari coinvolti)	25	---	**52** (sull'anno 2015)
Media delle medie orarie sul periodo (µg/m^3) [indicativa]	-	35	64

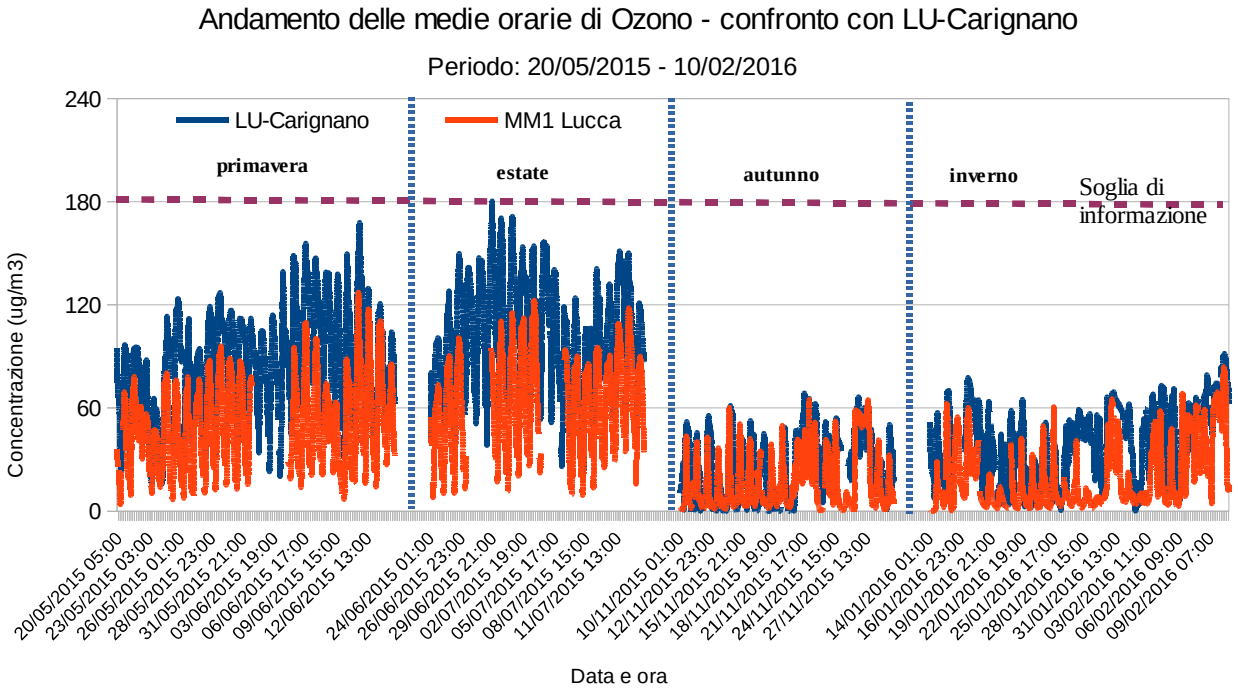
** al lordo dei tempi di taratura e manutenzione*

La presente campagna di misure per l'inquinante Ozono è stata condotta parallelamente a quella degli altri inquinanti monitorati sul MM1 Lucca. Va subito sottolineato fatto che l'Ozono, ai fini della presente indagine e per le caratteristiche geografiche e orografiche del sito, ricopre sicuramente un ruolo non essenziale, essendo un inquinante di tipo secondario, che si forma a partire da reazioni fotochimiche dai suoi precursori (come COV e NO_x). La raccolta dei dati sui periodi di monitoraggio indicati all'inizio della presente relazione è stata parzialmente conforme a quanto raccomandato dal DLgs 155/2010; la raccolta dati globale si attesta infatti attorno al 92%, e su base estiva raccoglie i 14 giorni necessari per rendere indicativa la campagna di misure.

Prima di tutto, si rileva che nessun valore orario superiore alla soglia di informazione registrato (180 µg/m^3), in nessuno dei due siti, nemmeno su scala annuale. Sui periodi indagati, solo un valore medio orario risulta uguale alla Soglia di informazione ed è stato registrato a Carignano il 29/06/2015 alle ore 19. Il valore massimo orario registrato dal MM1 Lucca è stato di 127 µg/m^3, con una massima media mobile su 8 ore di appena 111 µg/m^3. I valori appena elencati sono notevolmente inferiori a quelli misurati nel sito di Carignano preso a riferimento.

Quanto appena argomentato è ben osservabile nel grafico sottostante, comprendente tutte le misure raccolte dal MM1 Lucca nelle quattro stagioni monitorate e messe a confronto con i valori delle medie orarie registrate a Carignano. È osservabile infine una confrontabilità dei valori delle medie orarie e degli andamenti con il sito fisso nei periodi autunnale ed invernale, nella finestre temporali meno significative per questo inquinante, la cui produzione è favorita dalla radiazione solare. Nei periodi primaverile ed estivo è evidente che i valori delle medie orarie di Carignano sono nettamente superiori alle misure del Mezzo mobile di Lucca.

Grafico 5.2.4 – Andamento e confronti dei dati orari di Ozono monitorati nel sito di Fornaci di Barga



Essendo l'Ozono un inquinante tipicamente estivo, e i suoi livelli di concentrazione direttamente correlati all'irraggiamento solare e alla temperatura, notiamo un'oscillazione regolare durante i periodi primaverile ed estivo in entrambi i siti confrontati, con netta preponderanza dei valori delle medie orarie misurate nel sito di Carignano, e livelli che si attestano tra i 120 e i 180 $\mu g/m^3$ nel tardo periodo primaverile e per gran parte della finestra estiva. Nei periodi autunnale e invernale, si nota un notevole abbassamento globale, con concentrazioni che arrivano ad essere pari a zero all'interno del giorno nel sito di Fornaci di Barga e massime orarie inferiori a 90 $\mu g/m^3$ in entrambi i siti. Inoltre, in questo periodo di minore insolazione e maggiore probabilità di presenza di fenomeni piovosi, la regolare oscillazione delle concentrazioni orarie all'interno del giorno viene meno, come evidente soprattutto per il MM1 Lucca.

Conclusioni

Nella campagna indicativa, svoltasi presso il sito di Piazza Del Frate a Fornaci di Barga, nel territorio comunale di Barga, in una postazione di tipologia “urbana - fondo”, si evidenzia un valore medio di concentrazione del materiale particolato PM10 sull’intero periodo (= 43 µg/m^3) superiore del 30% rispetto ai livelli medi misurati presso il sito LU-Capannori e superiori del 65% rispetto a LU-Fornoli, entrambi della stessa tipologia “urbana - fondo”. Anche il valore relativo al 90,4° percentile, utilizzato per stabilire il superamento o meno dei 35 superamenti del Valore Limite giornaliero di PM10 su base annua, corrisponde 90 µg/m^3, nettamente superiore al VL giornaliero di 50 µg/m^3.

I due elementi appena evidenziati farebbero presumere sia un superamento del limite dei 35 superamenti/anno del VL giornaliero consentiti sia del VL per la media annuale del PM10.

Dalla correlazione tra i dati di PM10 dell'altro sito della Mediavalle, LU-Fornoli, e il sito di Fornaci emerge si evidenzia che il 50% dei valori delle medie giornaliere di PM10 ottenute a Fornaci è più elevato rispetto a quelli registrati nel sito fisso preso a riferimento.

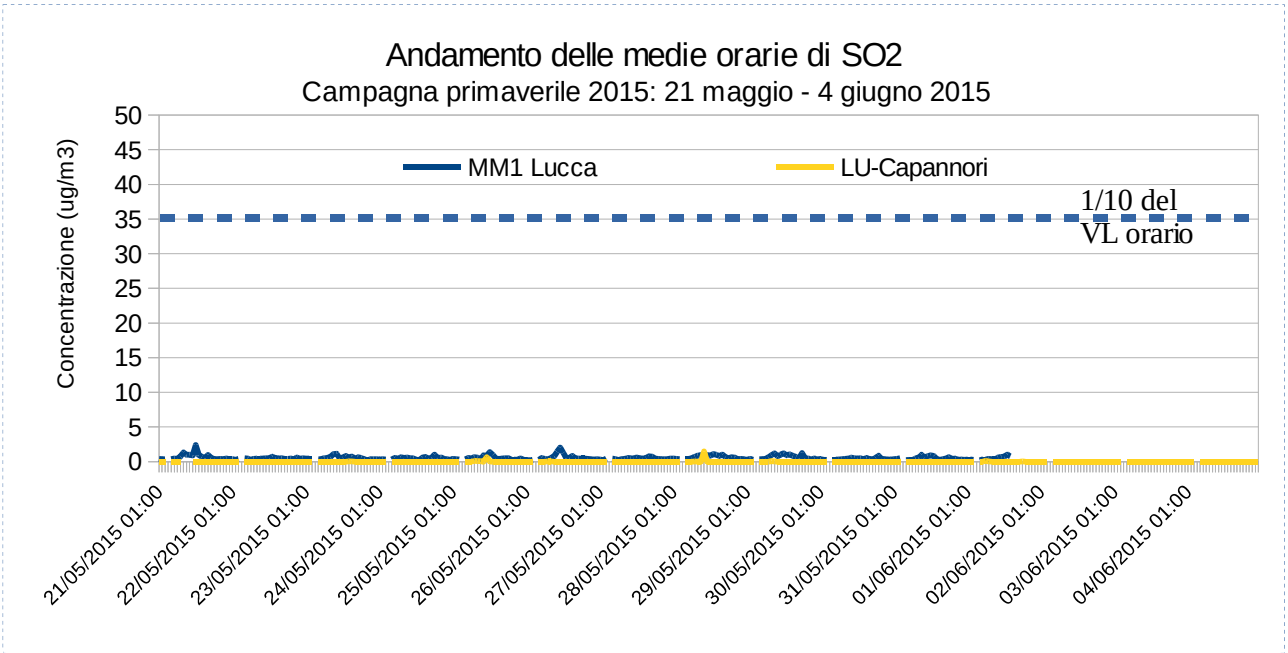
La peculiarità dei dati di Particolato da novembre 2015 a gennaio 2016 in tutta la rete regionale di monitoraggio permette di ipotizzare che anche nel sito oggetto di questa campagna indicativa si siano verificate condizioni meteoclimatiche particolari che non consentono di considerare questa singola campagna come effettivamente indicativa della qualità dell’aria della zona.

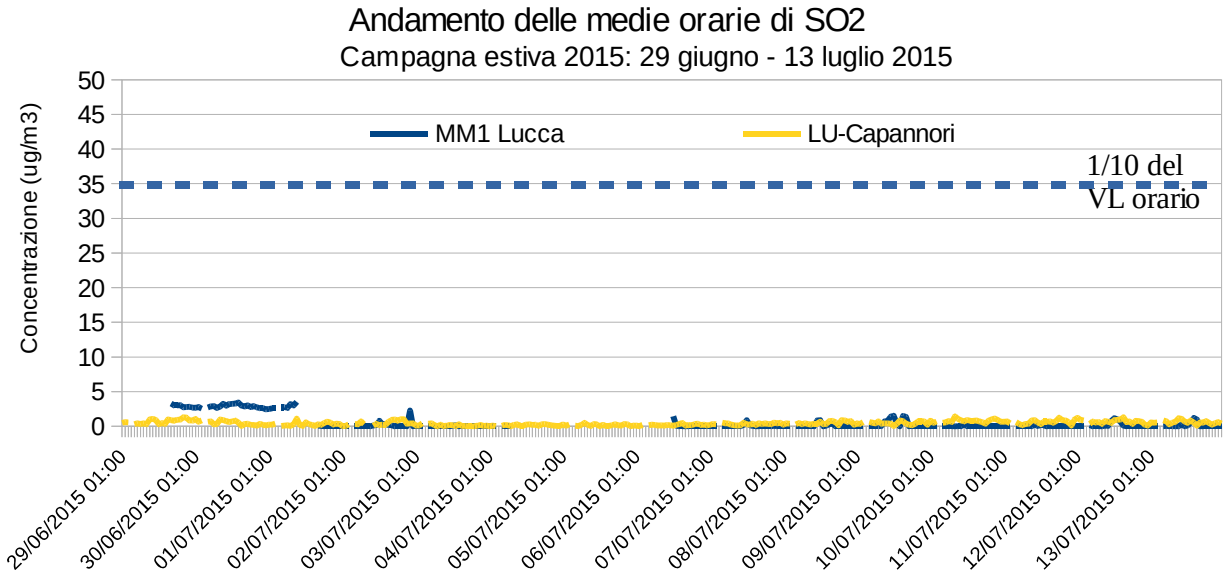
Per quanto riguarda il Biossido di Azoto, il livello medio è inferiore del 26% rispetto al livello medio di concentrazione misurato presso LU-Fornoli e addirittura del 68% rispetto a LU-Capannori. Per quanto attiene al Biossido di Zolfo, i valori rilevati sono molto bassi rispetto ai valori limite e confrontabili con il limite di rilevabilità strumentale.

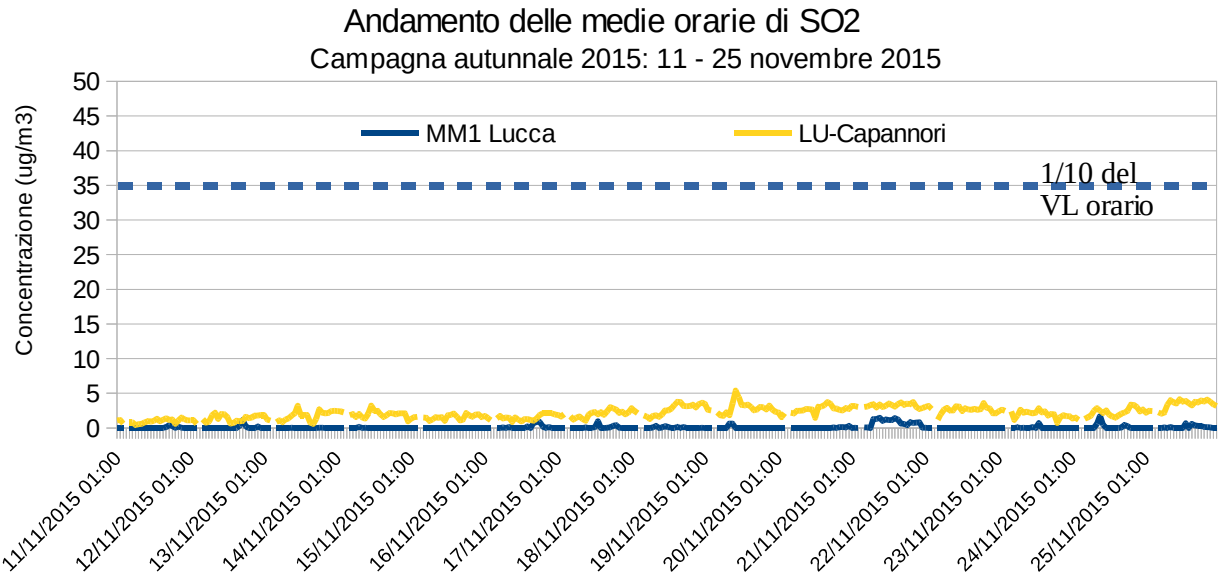
Per quanto concerne l’Ozono, è stata condotta una campagna in parallelo che ha avuto date e finestre di monitoraggio non sempre coincidenti con quelle relative agli altri inquinanti. La raccolta dati è stata conforme ai dettami della normativa (globalmente è stato raggiunto il 92% e su base estiva sono stati monitorati almeno 14 giorni solari). I livelli medi registrati per l'Ozono a Fornaci di Barga si attestano sempre ben al di sotto dei valori delle medie orarie di LU-Carignano, con più evidenti differenze nei periodi primaverile ed estivo.

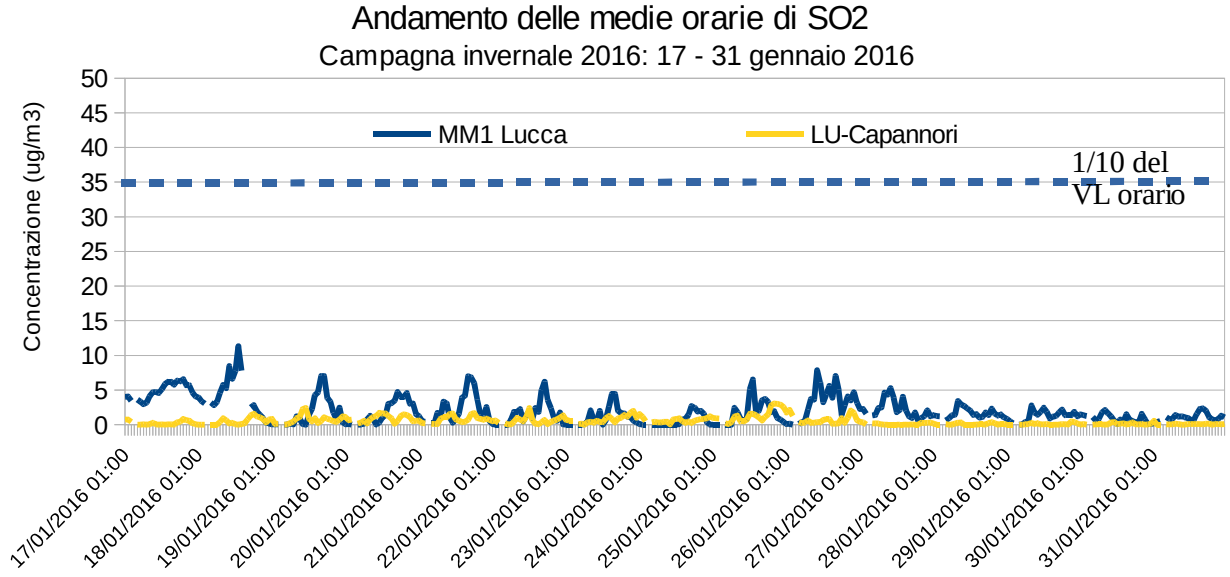
ALLEGATO A

A.1) Grafici stagionali degli andamenti dei valori delle medie orarie di SO_2

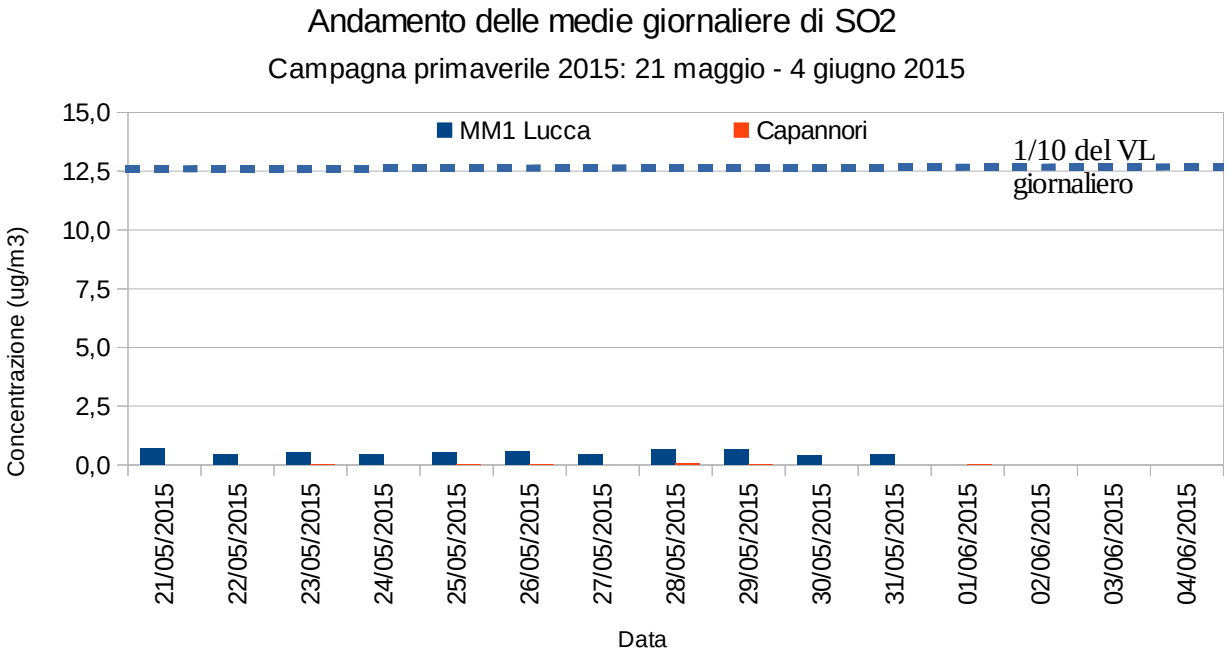


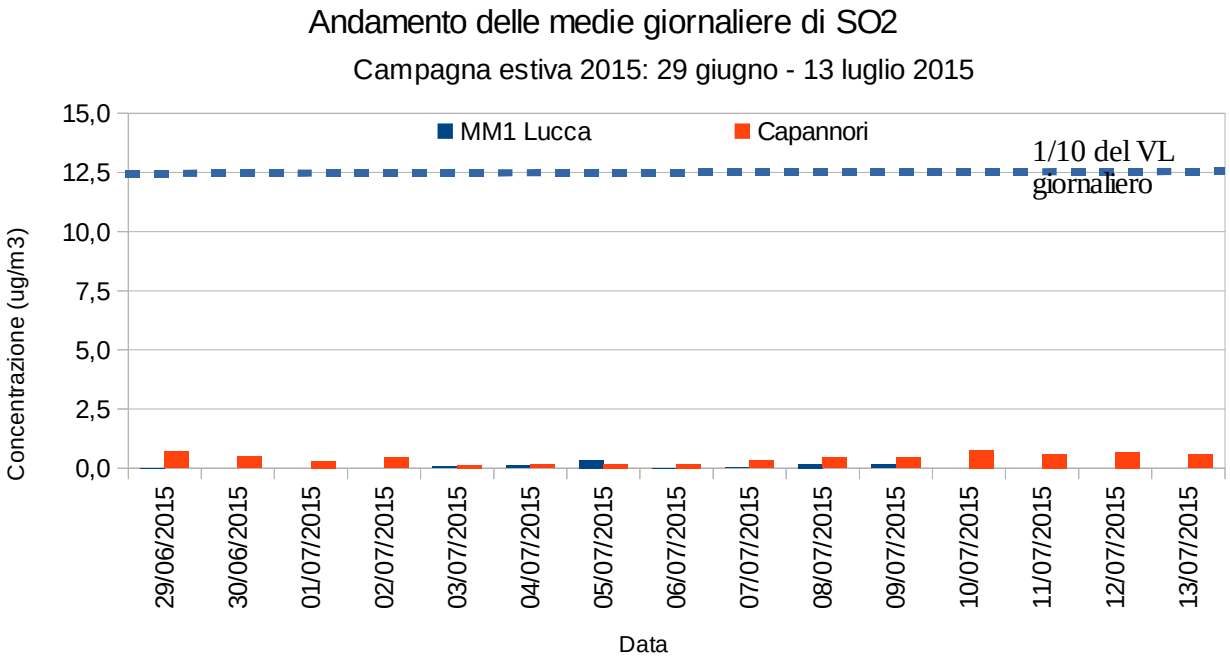


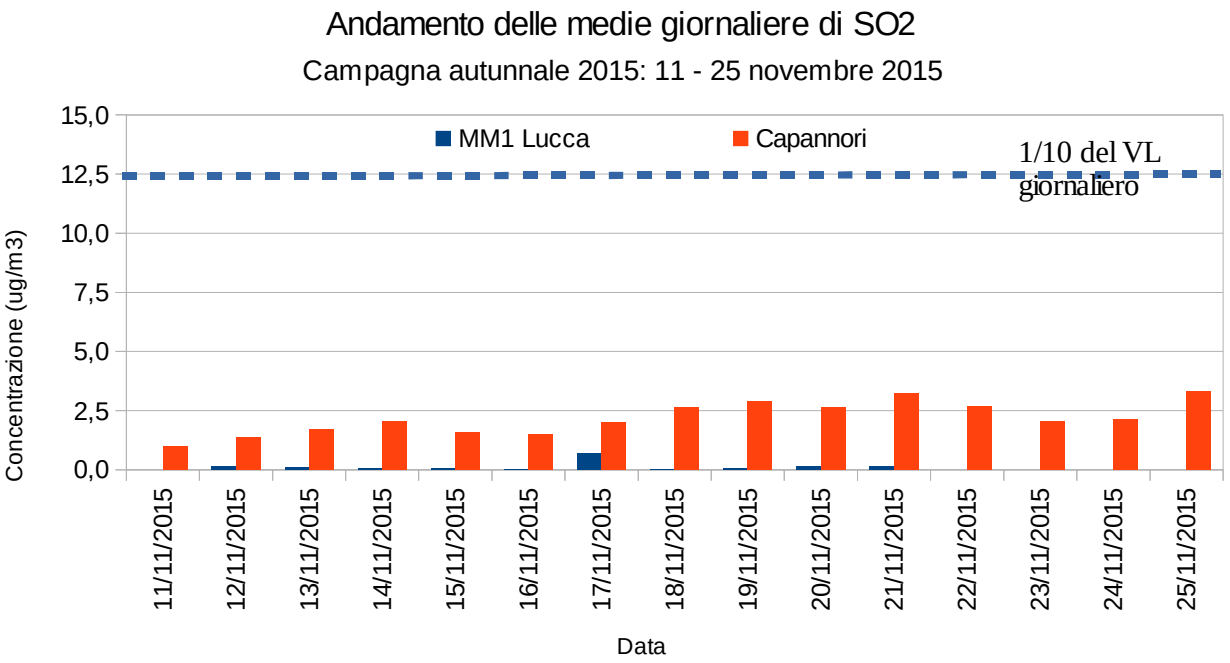

Andamento delle medie orarie di SO2
Campagna autunnale 2015: 11 - 25 novembre 2015
Concentrazione (ug/m3)
MM1 Lucca
LU-Capannori
1/10 del VL orario
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
11/11/2015 01:00
12/11/2015 01:00
13/11/2015 01:00
14/11/2015 01:00
15/11/2015 01:00
16/11/2015 01:00
17/11/2015 01:00
18/11/2015 01:00
19/11/2015 01:00
20/11/2015 01:00
21/11/2015 01:00
22/11/2015 01:00
23/11/2015 01:00
24/11/2015 01:00
25/11/2015 01:00

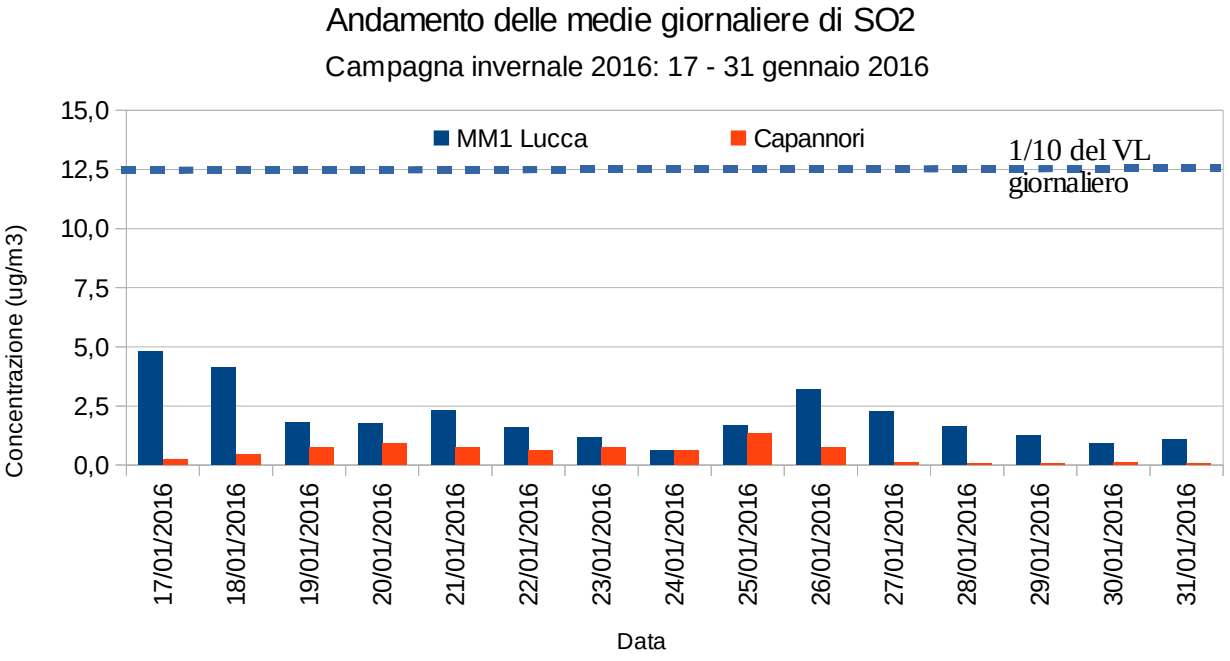

Andamento delle medie orarie di SO2
Campagna invernale 2016: 17 - 31 gennaio 2016
Concentrazione (ug/m3)
MM1 Lucca
LU-Capannori
1/10 del VL orario
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
17/01/2016 01:00
18/01/2016 01:00
19/01/2016 01:00
20/01/2016 01:00
21/01/2016 01:00
22/01/2016 01:00
23/01/2016 01:00
24/01/2016 01:00
25/01/2016 01:00
26/01/2016 01:00
27/01/2016 01:00
28/01/2016 01:00
29/01/2016 01:00
30/01/2016 01:00
31/01/2016 01:00

A.2) Grafici stagionali degli andamenti dei valori delle medie giornaliere di SO_2






Andamento delle medie giornaliere di SO2
Campagna autunnale 2015: 11 - 25 novembre 2015
MM1 Lucca
Capannori
1/10 del VL giornaliero
Concentrazione (ug/m3)
15,0
12,5
10,0
7,5
5,0
2,5
0,0
11/11/2015
12/11/2015
13/11/2015
14/11/2015
15/11/2015
16/11/2015
17/11/2015
18/11/2015
19/11/2015
20/11/2015
21/11/2015
22/11/2015
23/11/2015
24/11/2015
25/11/2015
Data


Andamento delle medie giornaliere di SO2
Campagna invernale 2016: 17 - 31 gennaio 2016
MM1 Lucca
Capannori
1/10 del VL giornaliero
Concentrazione (ug/m3)
15,0
12,5
10,0
7,5
5,0
2,5
0,0
17/01/2016
18/01/2016
19/01/2016
20/01/2016
21/01/2016
22/01/2016
23/01/2016
24/01/2016
25/01/2016
26/01/2016
27/01/2016
28/01/2016
29/01/2016
30/01/2016
31/01/2016
Data