Campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico con laboratorio mobile nei Comuni della Provincia di Rimini

ARPAE Sezione Provinciale di Rimini

Comune di RIMINI
via Vezia, 2 c/0 CEIS - Rimini

Monitoraggio estivo: **06/09/2018 – 11/10/2018**
Monitoraggio invernale: **14/11/2018 – 17/12/2018**

Inquinanti monitorati: PM_{10} - NO_2 –C_6H_6 - CO – O_3

ARPAE – Sezione Provinciale di Rimini
Direttore: Dott. Mauro Stambazzi

Servizio Sistemi Ambientali
Responsabile: Dott. Mauro Stambazzi

Area Monitoraggio e Valutazione Aria e Agenti Fisici
Responsabile: Dott. Zamagni Marco

Rete di Monitoraggio della qualità dell'aria
D.ssa Federica Bernardi
Per. Ch.Daniele Foscoli
Per. Ch. Cinzia Para
Per. Ch. Flavio Rovere
Per. Ch. Roberto Sartini

Conduzione dei monitoraggi e validazione dati:
D.ssa Federica Bernardi
Per. Ch.Daniele Foscoli
Per. Ch. Cinzia Para
Per. Ch. Flavio Rovere
Per. Ch. Roberto Sartini

Elaborazione dati, testi e redazione del documento a cura di:
Dott. Zamagni Marco
D.ssa Federica Bernardi

Introduzione.....3

1 - Quadro Normativo.....3

2 - Metodologia e punto di indagine.....5

3 - Analisi dei dati rilevati.....8

3.1 - PM_{10}.....9
3.2 - Biossido di Azoto (NO_2).....17
3.3 – Benzene (C_6H_6).....28
3.4 - Monossido di carbonio (CO).....33
3.5 – Ozono (O3).....39
4 - Dati Meteorologici.....51

5 - Conclusioni.....58

Introduzione

Sul territorio della Regione Emilia Romagna è presente una Rete di Monitoraggio Regionale della Qualità dell'Aria (di seguito RRQA), risultano afferenti alla suddetta Rete Regionale anche i mezzi mobili e le unità mobili presenti in ogni Rete Provinciale e utilizzati per la realizzazione di campagne di misura sul territorio.

Il Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'Aria della Rete di Rimini (di seguito L.M.), inizialmente di proprietà della Provincia di Rimini, veniva concesso in comodato d'uso gratuito ad ARPA RN, con apposite convenzioni. Tramite queste convenzioni sono state condotte campagne di monitoraggio della qualità dell'aria nelle aree più urbanizzate dei singoli Comuni della Provincia. Questi monitoraggi erano principalmente volti a definire un quadro conoscitivo completo dello stato della matrice su tutto il territorio provinciale, principalmente su quella parte che non era coperto dalla RRQA. Successivamente sono sono stati condotti monitoraggi anche nei Siti di Interesse Comunitario (Aree SIC), nei Comuni dell'Alta Valmarecchia, che erano entrati a far parte del nostro territorio Provinciale nel 2009 e nelle aree caratterizzate dalla presenza di comparti produttivi.

Attuamente il L.M. è proprieta di Arpae e dato che l'Agenzia svolge, fra le attività istituzionali non obbligatorie, attività di controllo ambientale su richiesta dei comuni, per lo svolgimento dei loro compiti di istituito, il calendario dei monitoraggi viene pianificato sulla base delle loro eventuali richieste.

Quindi, vista la richiesta della Direzione Lavori Pubblici e Qualità Urbana - Settore Infrastrutture e Grande Viabilità - U.O. Qualità Ambientale, del Comune di Rimini, è stata pianificata e condotta una campagna di monitoraggio con Laboratorio Mobile per il controllo della Qualità dell'Aria presso il Centro di Educazione Italo - Svizzero (CEIS).

Nel presente report vengono riportate le elaborazioni relative ai dati rilevati e le conclusioni che ne derivano.

1 - Quadro Normativo

(Zonizzazione del Territorio e Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria)

La normativa vigente in materia di Qualità dell'Aria è il D. Lgs. 155/2010 successivamente modificato ed integrato dal D. Lgs. n. 250 del 24/12/2012.

Come previsto da queste norme, la zonizzazione del territorio costituisce il presupposto di riferimento e passaggio fondamentale per le successive attività di valutazione e pianificazione. La Giunta della Regione Emilia Romagna ha deliberato l'approvazione del progetto della zonizzazione attualmente in vigore in data 27/12/2011. Questa zonizzazione prevede la suddivisione del territorio in un agglomerato (Bologna) ed in tre zone omogenee (Fig. 1.1):

- Agglomerato di Bologna (IT0810);
- Pianura Ovest: porzione di territorio con caratteristiche meteo climatiche simili, dove è elevato il rischio di superamento dei limiti di legge (IT08102);
- Pianura Est: porzione di territorio con caratteristiche meteo climatiche simili, dove è elevato il rischio di superamento dei limiti di legge (IT08103);
- Appennino: porzione di territorio dove i valori della qualità dell'aria sono inferiori ai parametri di legge (IT08101).

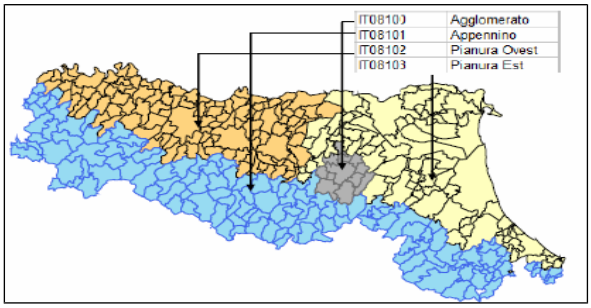


Fig.1.1 – Zonizzazione del territorio della Regione Emilia-Romagna.

Vista quindi la zonizzazione dell'intero territorio regionale, il territorio della Provincia di Rimini si trova in parte nella zona "Appennino" (IT 08101) ed in parte nella zona "Pianura Est" (IT 08103). I comuni sono ripartiti nelle due zone secondo lo schema riportato nella seguente tabella (Tab.1.1). Il Comune di Rimini si trova nella Zona "Pianura Est" (IT 08103).

Tab.1.1 – Zonizzazione del territorio della Provincia i Rimini. Ripartizione dei comuni.

ZONA Pianura EST IT 08103	Bellaria – Igea Marina, Rimini, Cattolica, Misano Adriatico, Cattolica, Santarcangelo di Romagna, Poggio Berni, Verucchio, Coriano, San Giovanni in Marignano, San Clemente, Morciano.
ZONA Appennino IT 08101	Torriana, Gemmano, Mondaino, Montecolombo, Montefiore, Montegridolfo, Montescudo, Saludecio, Novafeltria, Talamello, Sant'agata Feltria, San Leo, Pennabilli, Maiolo e Casteldelci.

Per quanto riguarda la Provincia di Rimini, la zonizzazione del territorio e la distribuzione delle stazioni di monitoraggio nel corso del 2018 (anno a cui fanno riferimento i dati del presente Report) sono quindi quelle riportate nella figura seguente (Fig. 1.2).

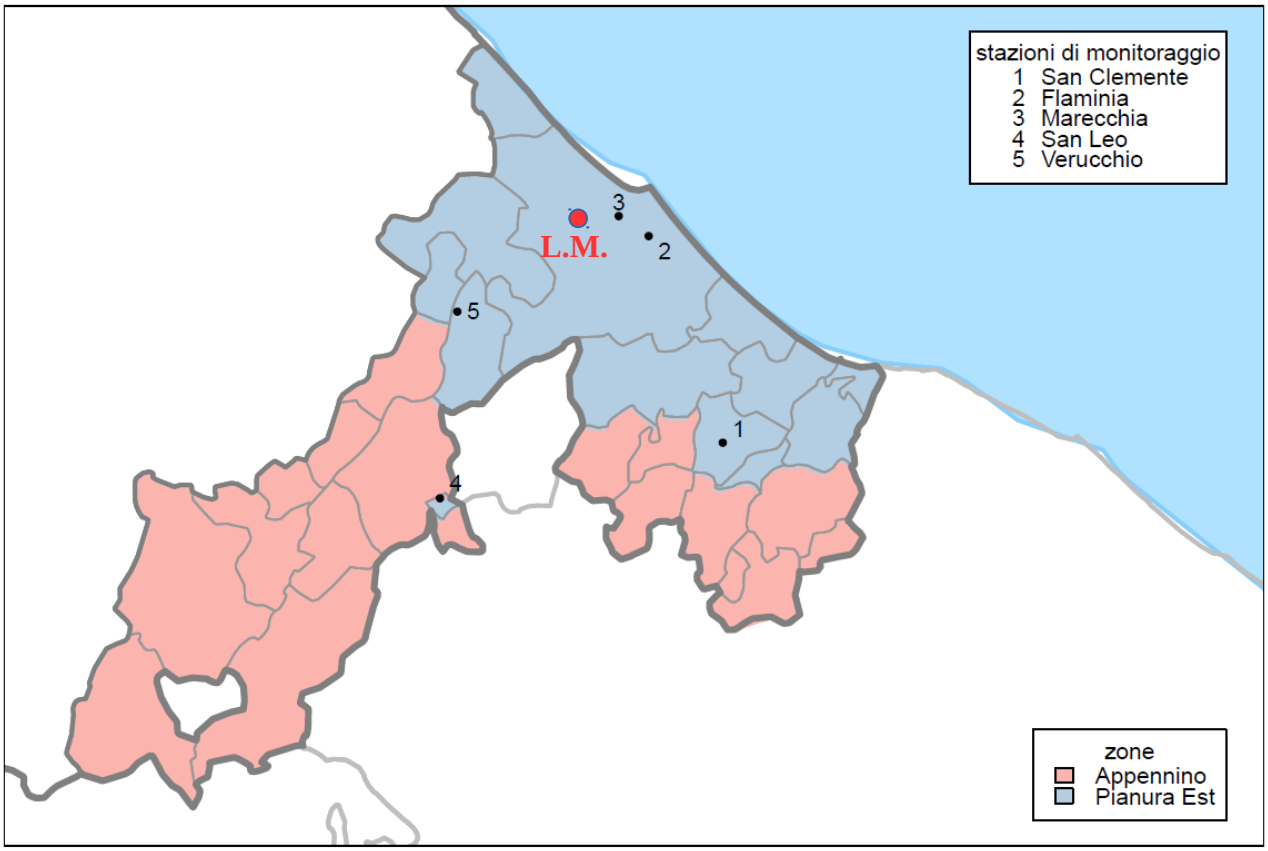


Fig. 1.2 – Zonizzazione del territorio della Provincia i Rimini. Posizione delle postazioni fisse della RRQA – Sottorete di Rimini. Posizione del L.M. per il controllo della Qualità dell'Aria.

Nella figura è stata riportata anche la posizione in cui è stato installato il L.M. presso il CEIS a Rimini per la conduzione di questa campagna di monitoraggio.

Nella tabella seguente è riportata la dislocazione sul territorio e la configurazione strumentale (parametri rilevati) delle stazioni della RRQA posizionate in Provincia di Rimini. Il processo di ristrutturazione della rete conseguente all'adeguamento della stessa al D.Lgs 155/2010 si è concluso nel 2014 con lo spostamento della stazione di Mondaino a San Leo, mantenendo inalterata la configurazione strumentale.

Tab.1.2 – Configurazione della rete Provinciale per il monitoraggio della Qualità dell'Aria. Posizione nel territorio e inquinanti monitorati.

COMUNE	NOME STAZIONE	ZONA	TIPOLOGIA	PARAMETRI RILEVATI							
				PM_{10}	$PM_{2,5}$	NO_x	CO	O_3	BTX	SO_2	Meteo Traff.
RIMINI	Via Flaminia	Pianura Est (IT 08103)	Traffico Urbano (TU)	x		x	x		x		
RIMINI	Parco Marecchia	Pianura Est (IT 08103)	Fondo Urbano (BU)	x	x	x		x			
VERUCCHIO	Verucchio	Pianura Est (IT 08103)	Fondo Suburbano (BS)	x		x		x			
S. CLEMENTE	S. Clemente	Pianura Est (IT 08103)	Fondo Rurale (BRu)		x	x		x			
SAN LEO	San Leo	Apppennino (IT 08101)	Fondo Remoto (BRe)	x		x		x			
/	Laboratorio Mobile	/	/	x		x	x	x	x		x

2 - Metodologia e punto di indagine

Come previsto dalla relativa norma a riguardo, la campagna è stata condotta in due distinti intervalli di tempo, uno rappresentativo del periodo invernale, l'altro di quello estivo. Va specificato che per questa campagna di misura il periodo estivo era abbastanza avanzato rispetto ai periodi in cui normalamente viene effettuato questo monitoraggio e durante il quale, in genere, si registrano le concentrazioni più alte per l'ozono, l'inquinante che manifesta le maggiori criticità in questo periodo dell'anno. Durante i due monitoraggi il L.M. è stato posizionato nel campetto di calcio a disposizione del CEIS in via Vezia 2, a Rimini. Siamo all'interno di una zona urbanizzata con tipologia edilizia mista. Nelle immediate vicinanze in direzione Nord-Est c'è un parcheggio di grandi dimensioni poi un'area a verde a destinazione sportiva e subito dopo la parte, direzione Ancona, dello snodo ferroviario della stazione di Rimini. A poca distanza in direzione Sud c'è un parcheggioo di dimensioni più ridotte e in direzione Sud Sud-Ovest si sviluppa il Parco Cervi. Per il resto, tutto intorno, siamo in presenza di edifici con prevalente destinazione d'uso residenziale. Và riportato che il campetto di calcio dove è stato posizionato il L.M. si trova nell'area verde all'intersezione tra via Bastioni Orientali e via Roma, arterie caratterizzate entrambe da flussi di traffico molto sostenuti. Nel periodo invernale, nelle ore di punta del mattino, su via Roma nei due sensi di marcia si stimano in totale 2050 veicoli/h e su via Bastioni Orientali, per l'unica direzione consentita (monte – mare), 600. Solo per un confronto, nello stesso intervallo di tempo su via Flaminia nei due sensi di marcia si stimano in totale 900 veicoli.

Le immagini seguenti riportano il dettaglio del posizionamento del L.M. durante i campionamenti e rendono conto della sua collocazione all'interno di questa zona antropizzata al centro dell'abitato del Comune di Rimini.

Viste le caratteristiche del sito, la posizione del L.M. può essere assimilata a quella di una Stazione di Traffico Urbano (TU). Cioè, compatibilmente con le caratteristiche dell'ambito sopra descritte, una stazione in cui si valuta la qualità dell'aria ambiente ai fini della protezione della salute umana, tale da rappresentare la qualità dell'aria su un tratto di strada di almeno 100 m per la valutazione degli inquinanti: biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM_{10}.

Il D. Lgs. 155/2010 indica anche le modalità di scelta dei punti di campionamento. All'Allegato III punto 4, vengono indicati i criteri di ubicazione su microscala. Ovviamente, nella scelta dei punti

di campionamento per il posizionamento del L.M., nel campo di calcio del CEIS , tali criteri sono stati tutti rispettati.

Nella fig. 1.2 a Pag. 4 è riportata anche la posizione del L.M. rispetto alle postazioni di misura fisse che costituivano la RRQA nei periodi in cui sono stati condotti i monitoraggi.

Nel punto di campionamento sono stati misurati e registrati tutti gli inquinanti ed i parametri meteorologici per i quali il L.M. è equipaggiato con strumentazione automatica.

3 - Analisi dei dati rilevati

Tutti i dati rilevati dalle apparecchiature durante le campagne sono stati esaminati e validati giornalmente dai tecnici ARPA per verificare con continuità il corretto funzionamento degli analizzatori, successivamente i dati sono stati elaborati ed utilizzati per la predisposizione del presente report. I dati utilizzati per le elaborazioni tengono conto dei valori medi orari rilevati per ogni singolo inquinante ad eccezione del PM_{10}, per il quale vengono invece utilizzati valori giornalieri.

Il campionamento relativo ad un periodo con un clima ancora in parte estivo è stato effettuato dal 05/09/2018 al 12/10/2018 e quello invernale dal 13/11/2018 al 18/12/2018, per un totale di 38 giorni di campionamento per il periodo "estivo" e di 36 per quello invernale. Questi periodi vengono intesi come giorni di stazionamento del Laboratorio Mobile, a questi vanno sottratti quelli nei quali il L.M. per diversi motivi, non ha prodotto dati giornalieri validi.

Si propongono qui di seguito i grafici relativi alle elaborazioni effettuate per ogni parametro misurato. I valori e gli andamenti riscontrati per i singoli parametri sono stati confrontati con quelli riscontrati per gli stessi inquinanti nei medesimi periodi di tempo presso le postazioni fisse di misura che costituiscono la RRQA della Provincia di Rimini.

Le valutazioni che ne derivano, anche alla luce delle correlazioni che vengono individuate rispetto all'andamento annuale degli inquinanti monitorati dalla rete, riguardano in particolare modo l'andamento delle concentrazioni degli inquinanti, i valori registrati, la loro dipendenza da particolari condizioni ambientali e meteorologiche, la caratterizzazione della qualità dell'aria del sito di monitoraggio (rappresentativo di questa zona del Comune di Rimini) rispetto ad alcune delle altre stazioni fisse della RRQA e il rispetto dei limiti per i parametri attualmente individuati dalla normativa.

3.1 - PM_{10}

Per materiale particolato aerodisperso si intende l'insieme delle particelle atmosferiche solide e liquide aventi diametro aerodinamico variabile fra 0,1 e circa 100 µm. Il termine PM_{10} identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai 10 µm (1 µm = 1 millesimo di millimetro). In generale il materiale particolato di queste dimensioni è caratterizzato da lunghi tempi di permanenza in atmosfera e può, quindi, essere trasportato anche a grande distanza dal punto di emissione; ha una natura chimica particolarmente complessa e variabile, è in grado di penetrare nell'albero respiratorio umano e, quindi, avere effetti negativi sulla salute.
Il particolato PM_{10}, in parte, è emesso come tale direttamente dalle sorgenti in atmosfera (PM_{10} primario) e, in parte, si forma in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altre specie inquinanti (PM_{10} secondario). Il PM_{10} può avere sia un'origine naturale (erosione dei venti sulle rocce, eruzioni vulcaniche, auto combustione di boschi e foreste), sia antropica (combustioni e altro). Tra le sorgenti antropiche un importante ruolo è rappresentato dal traffico veicolare. Di origine antropica sono anche molte delle sostanze gassose che contribuiscono alla formazione di PM_{10}, come gli ossidi di zolfo e di azoto, i COV (Composti Organici Volatili) e l'ammoniaca.

LIMITI NORMATIVI - D.Lgs. 155 13/08/2010

Valore Limite giornaliero	numero di superamenti media giornaliera **(max 35 volte/anno)**	**50 µg/m³**
Valore Limite annuale	media annua	**40 µg/m³**

Qui di seguito vengono riportati gli andamenti dei valori medi giornalieri rilevati, durante i due periodi di monitoraggio, dal L.M. posizionato presso il CEIS e le postazioni di misura della RRQA dotate di analizzatore per questo inquinante (Via Flaminia, Parco Marecchia, Verucchio e San Leo) (vedi Figg. 3.1.1 e 2).

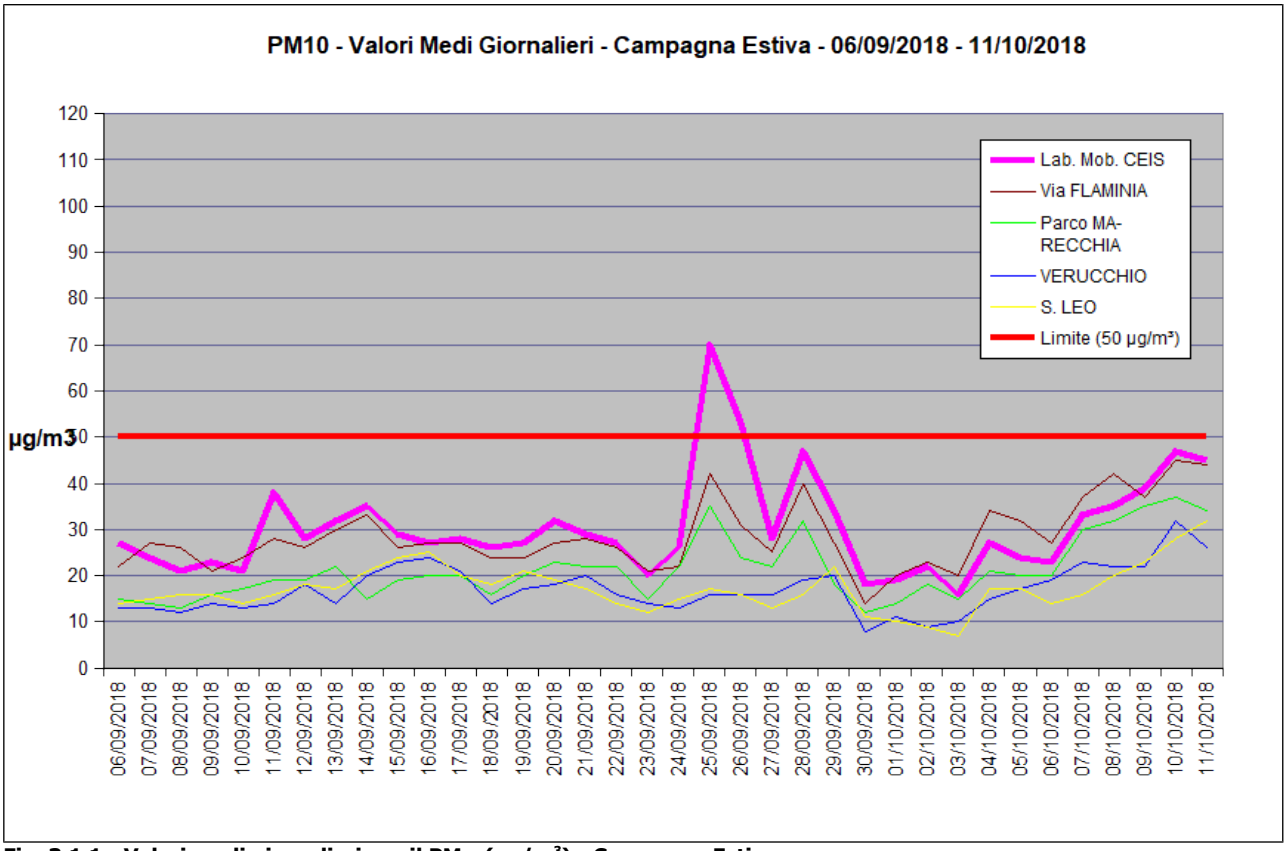


Fig. 3.1.1 - Valori medi giornalieri per il PM_{10} (µg/m³) - Campagna Estiva

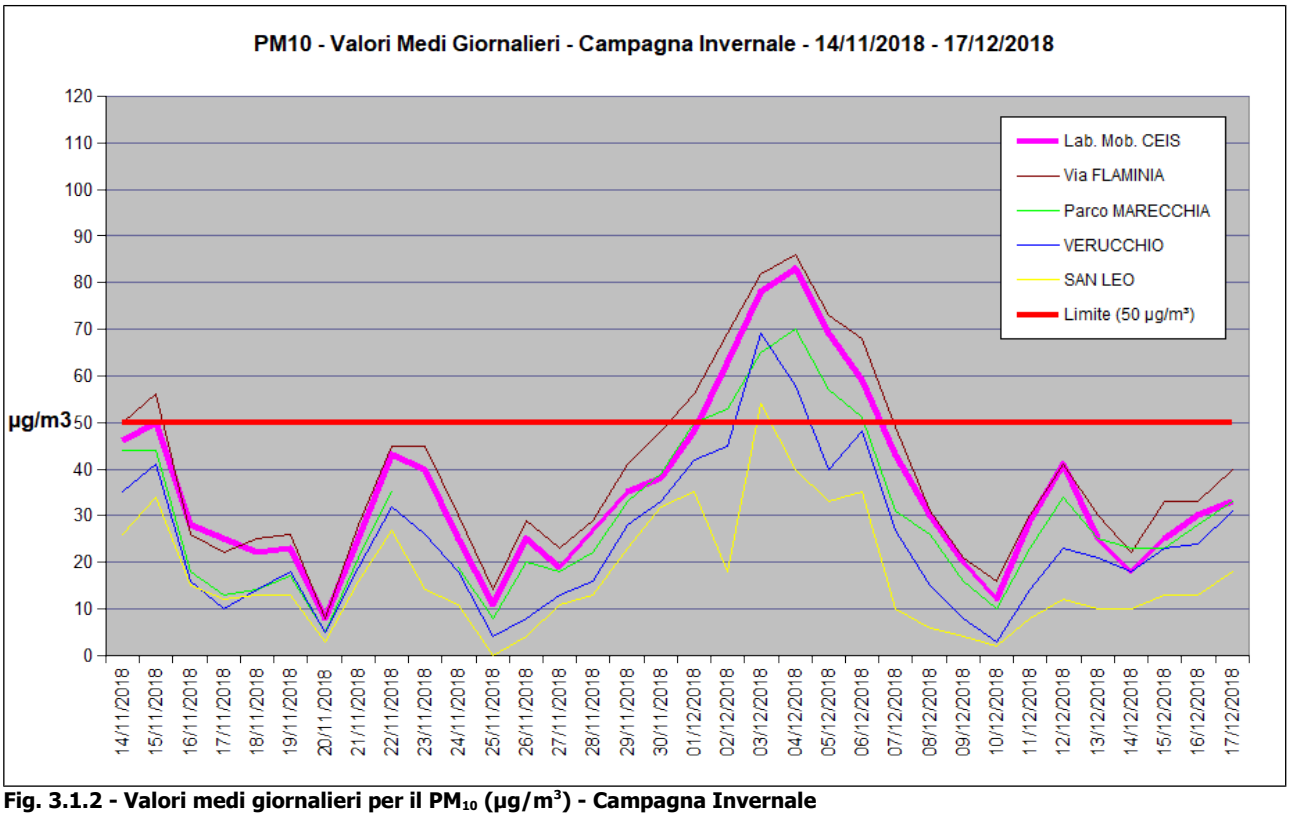


Fig. 3.1.2 - Valori medi giornalieri per il PM_{10} (µg/m³) - Campagna Invernale

Nelle successive tabelle 3.1.1 e 2 sono riportati i valori medi giornalieri registrati durante le campagne di monitoraggio, evidenziando i superamenti del valore limite previsto.

Tab. 3.1.1 - Valori medi giornalieri e statistici per il PM_{10} (µg/m³) - Campagna Estiva

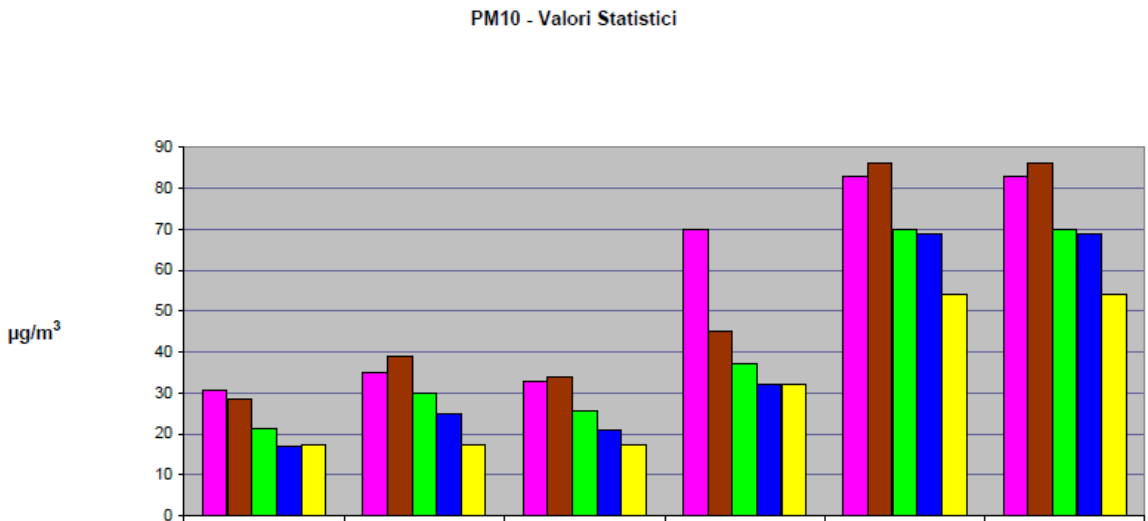
Giorno	Data	Lab. Mob. CEIS	Via FLAMINIA	Parco MARECCHIA	VERUCCHIO	SAN LEO
giovedì	06/09/18	27	22	15	13	14
venerdì	07/09/18	24	27	14	13	15
sabato	08/09/18	21	26	13	12	16
domenica	09/09/18	23	21	16	14	16
lunedì	10/09/18	21	24	17	13	14
martedì	11/09/18	38	28	19	14	16
mercoledì	12/09/18	28	26	19	18	18
giovedì	13/09/18	32	30	22	14	17
venerdì	14/09/18	35	33	15	20	21
sabato	15/09/18	29	26	19	23	24
domenica	16/09/18	27	27	20	24	25
lunedì	17/09/18	28	27	20	21	20
martedì	18/09/18	26	24	16	14	18
mercoledì	19/09/18	27	24	20	17	21
giovedì	20/09/18	32	27	23	18	19
venerdì	21/09/18	29	28	22	20	17
sabato	22/09/18	27	26	22	16	14
domenica	23/09/18	20	21	15	14	12
lunedì	24/09/18	26	22	22	13	15
martedì	25/09/18	**70**	42	35	16	17
mercoledì	26/09/18	**53**	31	24	16	16
giovedì	27/09/18	28	25	22	16	13
venerdì	28/09/18	47	40	32	19	16
sabato	29/09/18	34	27	18	20	22
domenica	30/09/18	18	14	12	8	11
lunedì	01/10/18	19	20	14	11	10
martedì	02/10/18	22	23	18	9	9
mercoledì	03/10/18	16	20	15	10	7
giovedì	04/10/18	27	34	21	15	17
venerdì	05/10/18	24	32	20	17	17
sabato	06/10/18	23	27	20	19	14
domenica	07/10/18	33	37	30	23	16
lunedì	08/10/18	35	42	32	22	20
martedì	09/10/18	39	37	35	22	23
mercoledì	10/10/18	47	45	37	32	28
giovedì	11/10/18	45	44	34	26	32
	Numero superamenti del limite di 50 µg/m³	**2**	0	0	0	0
	Media (µg/m³)	31	29	21	17	17
	Massimo (µg/m³)	**70**	45	37	32	32

Tab 3.1.2 - Valori medi giornalieri e statistici per il PM_{10} (µg/m³) - Campagna Invernale

Giorno	Data	Lab. Mob. CEIS	Via FLAMINIA	Parco MARECCHIA	VERUCCHIO	SAN LEO
mercoledì	14/11/18	46	50	44	35	26
giovedì	15/11/18	50	**56**	44	41	34
venerdì	16/11/18	28	26	18	16	15
sabato	17/11/18	25	22	13	10	12
domenica	18/11/18	22	25	14	14	13
lunedì	19/11/18	23	26	17	18	13
martedì	20/11/18	8	8	5	5	3
mercoledì	21/11/18	25	28	21	19	16
giovedì	22/11/18	43	45	35	32	27
venerdì	23/11/18	40	45	/	26	14
sabato	24/11/18	25	30	19	18	11
domenica	25/11/18	11	14	8	4	0
lunedì	26/11/18	25	29	20	8	4
martedì	27/11/18	19	23	18	13	11
mercoledì	28/11/18	27	29	22	16	13
giovedì	29/11/18	35	41	33	28	23
venerdì	30/11/18	38	48	39	33	32
sabato	01/12/18	48	**56**	50	42	35
domenica	02/12/18	**63**	**69**	**53**	45	18
lunedì	03/12/18	**78**	**82**	**65**	**69**	**54**
martedì	04/12/18	**83**	**86**	**70**	**58**	40
mercoledì	05/12/18	**69**	**73**	**57**	40	33
giovedì	06/12/18	**59**	**68**	**51**	48	35
venerdì	07/12/18	43	49	31	27	10
sabato	08/12/18	30	31	26	15	6
domenica	09/12/18	20	21	16	8	4
lunedì	10/12/18	12	16	10	3	2
martedì	11/12/18	29	30	23	14	8
mercoledì	12/12/18	41	41	34	23	12
giovedì	13/12/18	25	30	25	21	10
venerdì	14/12/18	18	22	23	18	10
sabato	15/12/18	25	33	23	23	13
domenica	16/12/18	30	33	28	24	13
lunedì	17/12/18	33	40	33	31	18
	Numero superamenti del limite di 50 µg/m³	5	7	5	2	1
	Media (µg/m³)	35	39	30	25	17
	Massimo (µg/m³)	**83**	**86**	**70**	**69**	**54**

Nelle successive tabelle 3.1.3 e 4 sono riportati alcuni parametri statistici relativi ai valori medi giornalieri riscontrati con il L.M. posizionato presso il CEIS e le postazioni della RRQA.

Tab 3.1.3 - Parametri statistici dei valori medi giornalieri per il PM_{10} (µg/m³)



	MEDIA campagna estiva	MEDIA campagna invernale	MEDIA totale	MAX campagna estiva	MAX campagna invernale	MAX totale
Lab. Mob. CEIS	31	35	33	70	83	83
Via FLAMINIA	29	39	34	45	86	86
Parco MARECCHIA	21	30	26	37	70	70
VERUCCHIO	17	25	21	32	69	69
S. LEO	17	17	17	32	54	54

Tab 3.1.4 - Parametri statistici dei valori medi giornalieri per il PM_{10} (µg/m³)

	Lab. Mob. CEIS	Via FLAMINIA	Parco MARECCHIA	VERUCCHIO	SAN LEO
Campagna Estiva: gg di campionamento	36	36	36	36	36
Campagna Invernale: gg di campionamento	34	34	33	34	34
Giorni totali di campionamento	70	70	69	70	70
Campagna Estiva: n° di gg di superamento	**2**	0	0	0	0
Campagna Invernale: n° di gg di superamento	**5**	**7**	**5**	**2**	**1**
Campagna Estiva: % di superamenti	**5.6%**	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Campagna Invernale: % di superamenti	**14.7%**	**20.6%**	**15.2%**	**5.9%**	**2.9%**

Nelle successive tabelle 3.1.5 e 6 sono riportati le correlazioni di Pearson tra i valori medi giornalieri riscontrati con il L.M. presso il CEIS e le stazioni di misura della RRQA e tra quelli rilevati da queste ultime tra di loro.

Tab. 3.1.5 - Correlazione di Pearson tra i valori medi giornalieri per il PM_{10} - Campagna Estiva

	Lab. Mob.	Via FLAMINIA	Parco MARECCHIA	VERUCCHIO	SAN LEO
Lab. Mob.	1.00	**0.77**	**0.77**	0.58	0.47
Via FLAMINIA		1.00	**0.88**	0.72	0.63
Parco MARECCHIA			1.00	0.69	0.54
VERUCCHIO				1.00	**0.85**
SAN LEO					1.00

Tab 3.1.6 - Correlazione di Pearson tra i valori medi giornalieri per il PM_{10} - Campagna Invernale

	Lab. Mob.	Via FLAMINIA	Parco MARECCHIA	VERUCCHIO	SAN LEO
Lab. Mob.	1.00	**0.99**	**0.97**	**0.94**	**0.86**
Via FLAMINIA		1.00	**0.98**	**0.96**	**0.87**
Parco MARECCHIA			1.00	**0.96**	**0.88**
VERUCCHIO				1.00	**0.93**
SAN LEO					1.00

Valutazione dei dati rilevati.

I profili degli andamenti delle concentrazioni, sia "estivi" che invernali, delle cabine fisse della RRQA sono molto simili tra loro e con quelli rilevati dal L.M.. Gli innalzamenti/abbassamenti di concentrazione si manifestano contemporaneamente, quindi i superamenti del valore medio giornaliero, ove registrati, tendono a manifestarsi negli stessi periodi di tempo (vedi Figg. 3.1.1 e 2).

L'analisi dei dati rilevati durante i due periodi di monitoraggio mostra che già nel periodo "estivo" si sono verificati alcuni episodi di innalzamento dalla concentrazione del PM_{10}, gli episodi si sono poi ripresentati, e anche in maniera più significativa, nel periodo invernale. Dall'analisi dei dati rilevati dal L.M. presso il CEIS si rileva che durante gli episodi "estivi" si sono registrati due superamenti del "Valore limite giornaliero", pari a 50 $\mu g/m^3$. Nello stesso periodo presso la RRQA, sebbene si siano registrati aumenti della concentrazione questa è rimasta al di sotto del valore limite consentito. Durante gli episodi invernali presso il L.M. si sono invece registrati numerosi superamenti del "Valore limite giornaliero" e analizzando i dati rilevati nelle stazioni della RRQA nello stesso periodo di tempo, si riscontrano andamenti analoghi. In totale il numero di superamenti è maggiore presso Via Flaminia e in numero inferiore a Parco Marecchia e presso il L.M., poi a Verucchio ed infine a San Leo (vedi Fig. 3.1.1 e 2 e Tab. 3.1.1 e 2).

Si deve comunque tenere in considerazione che durante uno degli episodi relativi al periodo invernale, per alcuni giorni (4) l'analizzatore presente sul L.M. non ha funzionato correttamente, quindi non ha fornito dati validi. Se cosi non fosse stato forse presso il L.M. avremmo registrato un altro ulteriore sforamento del limite consentito.

Sia presso il L.M. che presso le stazioni della RRQA in Zona "Pianura Est" e, in maniera meno marcata, anche presso quella in Zona "Appennino", i dati rilevati confermano che, come per gli inquinanti primari, il periodo invernale è caratterizzato da valori medi di concentrazione più elevati di quello estivo, (vedi report RRQA anni 2013-14-15-16 e 17).

Nel periodo estivo i dati rilevati dal L.M. presso il CEIS sono in media leggermente superiori a quelli di Via Flaminia, superiori a Parco Marecchia e molto superiori a Verucchio e San Leo, nel periodo invernale sono inferiori a quelli rilevati a Via Flaminia, superiori a Parco Marecchia e molto superiori a quelli rilevati presso il resto della RRQA (vedi Tab. 3.1.3).

Riferendoci indicativamente al "Valore limite annuale per la protezione della salute umana" che richiede un valore medio annuale inferiore a 40 $\mu g/m^3$, questo non viene superato ne presso il L.M. che presso nessuna stazione come media sul periodo estivo, analogamente come media sul periodo invernale, sebbene Via Flaminia raggiunga un valore molto vicino al limite. Quindi anche come media su entrambe i periodi di monitoraggio il limite non viene raggiunto ne presso il L.M. ne presso nessuna stazione.

In entrambe i periodi, ma in modo particolare in quello "estivo", queste medie tendono a presentare valori simili tra di loro per il L.M. e Via Flaminia (vedi Tab. 3.1.3).

Dato che le postazioni di misura e il L.M. sono dotate di analizzatori che, per questo inquinante, forniscono valori giornalieri, non è possibile l'elaborazione del "giorno tipo" e quindi valutare le correlazioni esistenti tra gli andamenti orari riscontrati tra le diverse postazioni di misura. In ogni caso nelle tabelle 3.1.5 e 3.1.6 viene riportato l'andamento dell'indice di Pearson R, calcolato tra i valori medi giornalieri rilevati presso il L.M. e quelli delle stazioni di misura e tra quelli rilevati nelle diverse postazioni della RRQA tra di loro. In estate, esiste una certa correlazione tra i dati rilevati presso il L.M. e presso le stazioni della RRQA posizionate in ambito urbano e tra quelli rilevati nelle altre due postazioni della RRQA tra di loro. In inverno, che è il periodo più critico per questo inquinante, la correlazione è ancora migliore e si riscontra tra i dati rilevati dal L.M. e tutte le stazioni della RRQA e tra i dati rilevati tra di queste.

Nel complesso è evidente che l'inquinamento da PM_{10} non è specifico del sito di campionamento ma si manifesta uniformemente, con concentrazioni che tendono ad assumere valori simili, su vaste aree omogenee del territorio coperto da monitoraggio. Questo fatto rappresenta una conferma delle caratteristiche ubiquitarie dell'inquinante.

Considerando la dislocazione delle postazioni di misura e del L.M. e la zonizzazione del territorio possiamo arrivare alla seguente sintesi. In entrambi i periodi i profili degli andamenti sono abbastanza simili tra tutte le postazioni di misura, in particolare nel periodo invernale. Per quanto riguarda le concentrazioni, il L.M. e Via Flaminia registrano sempre valori più alti e simili tra di loro, a seguire Parco Marecchia ed infine Verucchio e San Leo, a loro volta con valori molto simili tra di loro, in particolare nel periodo estivo.

Conclusioni

- In definitiva, constatato che i dati rilevati negli intervalli di tempo in cui sono stati effettuati i campionamenti con il L.M. presso il CEIS in "estate" mostrano una buona correlazione con i dati rilevati nelle postazioni della RRQA posizionate in ambito urbano, mentre in inverno mostrano una buona correlazione con i dati rilevati in tutte le postazioni della RRQA, considerato che i due periodi di monitoraggio "estivo" ed invernale sono rappresentativi dei relativi andamenti dell'inquinante in queste diverse stagionalità, stimiamo che l'andamento del PM_{10} presenti questa analogia di comportamento con i dati rilevati dalle postazioni della RRQA durante tutto l'anno. Considerato che l'ambito in cui sono stati effettuati i campionamenti è rappresentativo di questa parte urbanizzata del Comune di Rimini è verosimile che questa tipologia di sito sia caratterizzata da andamenti di concentrazione simili a quelli riscontrati per le altre postazioni della RRQA e, per quanto riguarda i valori registrati, con valori rispettivamente simili o leggermente inferiori a quelli di Via Flaminia (TU) e superiori a Parco Marecchia (BU), stazioni situate all'interno dell'area urbana della Zona "Pianura EST", e molto superiori a Verucchio (BS) e San Leo (BRe).
- Per quanto riguarda il rispetto degli attuali limiti normativi, considerata la rappresentatività dei dati richiamata sopra, possiamo stimare quanto segue. Visto che durante il campionamento "estivo" sono stati registrati due sforamenti del "Valore limite sulla media giornaliera" esclusivamente presso il L.M., mentre non si sono registrati superamenti presso le altre postazioni di misura della RRQA, che durante il campionamento invernale i superamenti si sono registrati sia presso il L.M. che presso tutte le stazioni della RRQA, che presso il L.M. questi si sono manifestati in modo meno significativo rispetto alla postazione Via Flaminia (TU) e analoghi a Parco Marecchia (BU), stazioni situate all'interno dell'area urbana della Zona "Pianura EST", che durante un episodio di superamento l'analizzatore presente sul L.M. non era funzionante, e che i superamenti si sono registrati in numero minore a Verucchio e San Leo,

visti i valori medi calcolati sulle concentrazioni rilevate, che presso il L.M. sono rispettivamente simili o leggermente inferiori a quelli di Via Flaminia (TU), superiori a Parco Marecchia (BU) e molto superiori a quelli di Verucchio (BS) e San Leo (BRe), visto quanto rilevato presso le postazioni RRQA nell'arco dell'ultimo quinquennio (vedi Report RRQA anni 2013-14-15-16 e 17) e le similitudini sopra richiamate, stimiamo che i dati rilevati dal L.M. presso il CEIS non possono garantire il rispetto del "Valore limite sulla media annuale" e tanto meno il rispetto del numero di superamenti previsti per il "Valore limite sulla media giornaliera".

3.2 - Biossido di Azoto (NO_2)

Con il termine Ossidi di Azoto (NOx) viene indicato genericamente l'insieme dei due più importanti ossidi di azoto a livello di inquinamento atmosferico, ossia: l'ossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO_2), gas bruno di odore acre e pungente.
Il biossido di azoto contribuisce alla formazione dello smog fotochimico, delle piogge acide ed è tra i precursori di alcune frazioni significative del PM_{10}.
L'ossido di azoto (NO) si forma principalmente per reazione dell'azoto contenuto nell'aria (circa 70%) con l'ossigeno atmosferico in processi che avvengono a elevata temperatura e si converte spontaneamente in NO_2 reagendo con l'ossigeno dell'aria.
Le principali sorgenti di NO_2 sono i gas di scarico dei veicoli a motore, gli impianti di riscaldamento e alcuni processi industriali.

LIMITI NORMATIVI - DL 155 13/08/2010

Valore Limite orario per la Protezione della Salute Umana	media oraria da non superare più di **18 volte per anno civile**	**200 µg/m³**
Valore Limite annuale per la Protezione della Salute Umana	media annua	**40 µg/m³**
Soglia di Allarme	media oraria misurata **per 3 ore consecutive**	**400 µg/m³**

Qui di seguito vengono riportati gli andamenti dei valori medi orari rilevati, durante i due periodi di monitoraggio, con il L.M. posizionato presso il CEIS e le postazioni di misura della RRQA dotate di analizzatore per questo inquinante in Zona "Pianura Est" (Via Flaminia, Parco Marecchia, Verucchio, San Clemente) (vedi Figg. 3.2.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8) e in Zona "Appennino" (San Leo) (vedi Figg. 3.2.9 e 10).

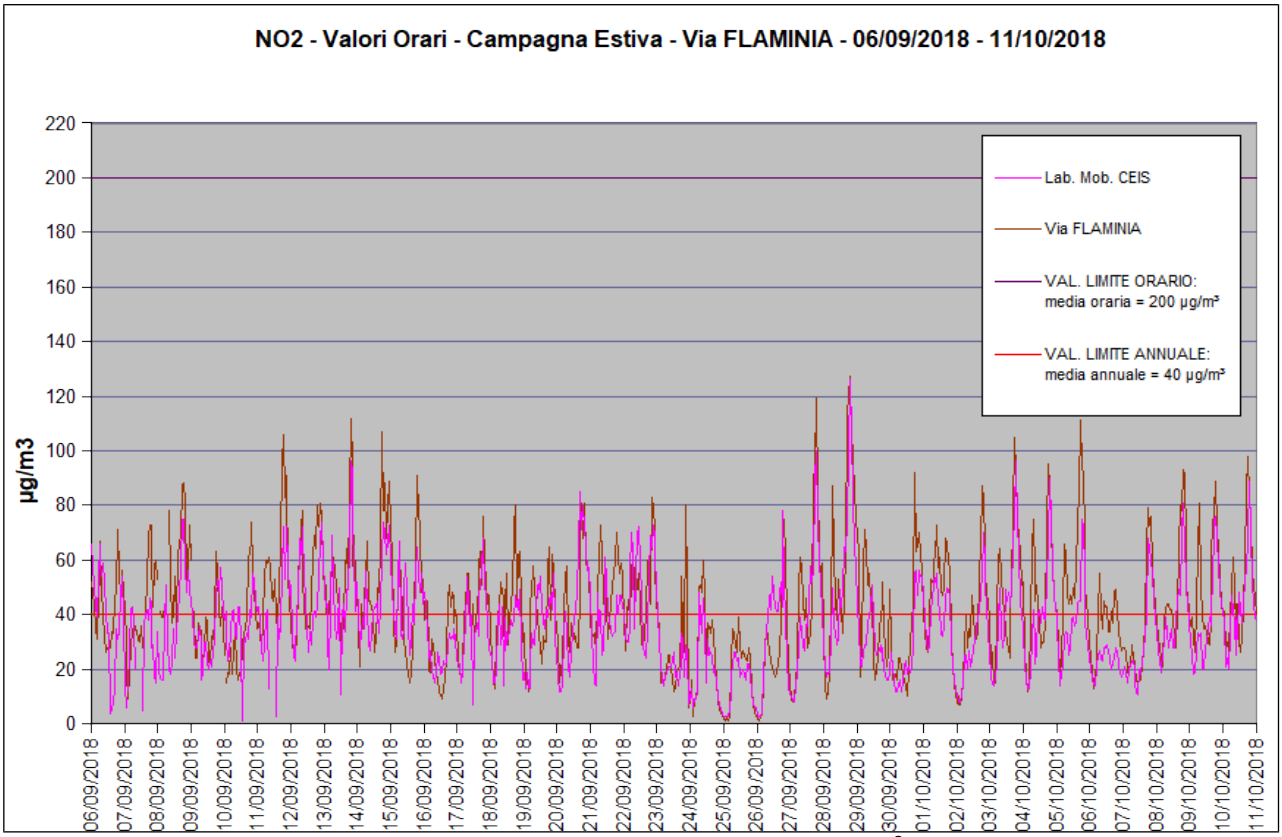


Fig. 3.2.1 - Valori medi orari rilevati con il laboratorio mobile vs Via Flaminia (µg/m³) – Campagna Estiva

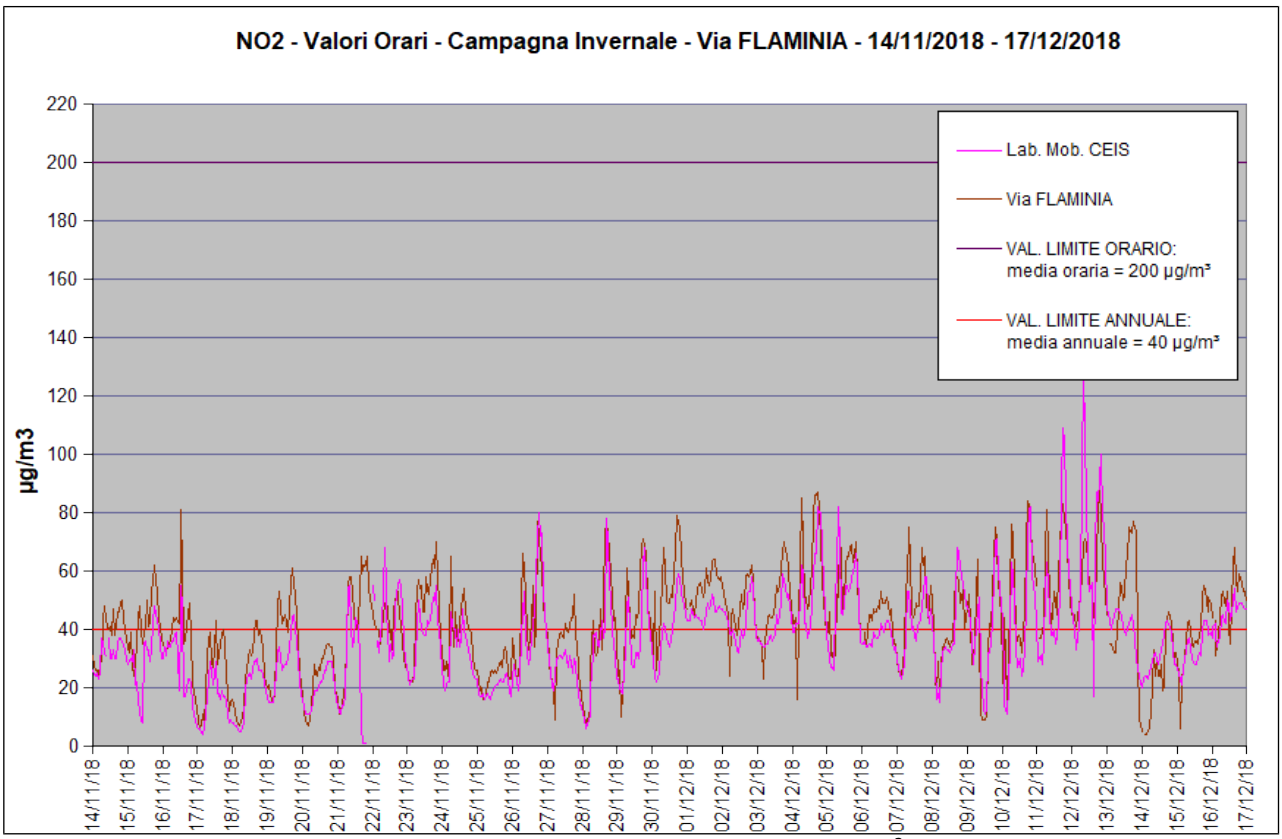


Fig. 3.2.2 - Valori medi orari rilevati con il laboratorio mobile vs Via Flaminia (µg/m³) - Campagna Invernale

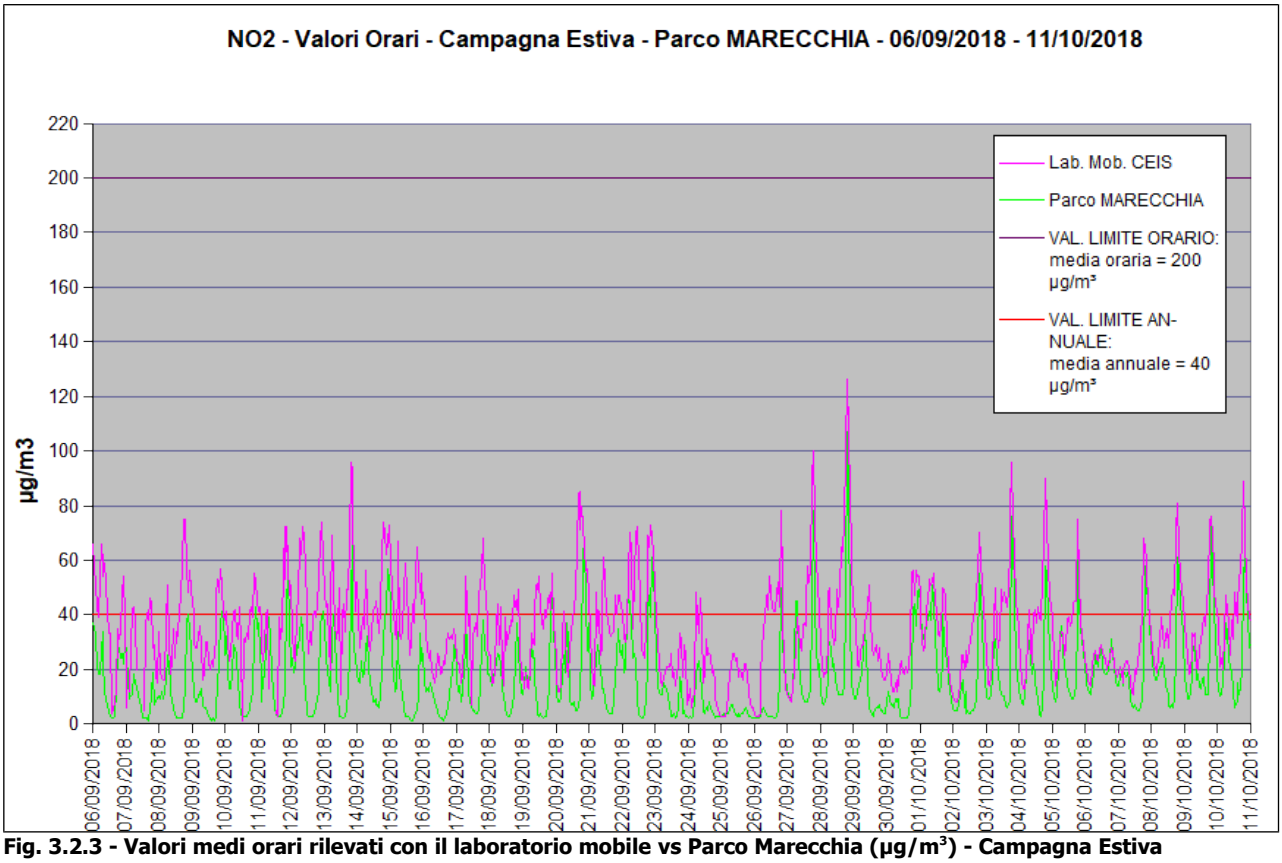


Fig. 3.2.3 - Valori medi orari rilevati con il laboratorio mobile vs Parco Marecchia (µg/m³) - Campagna Estiva

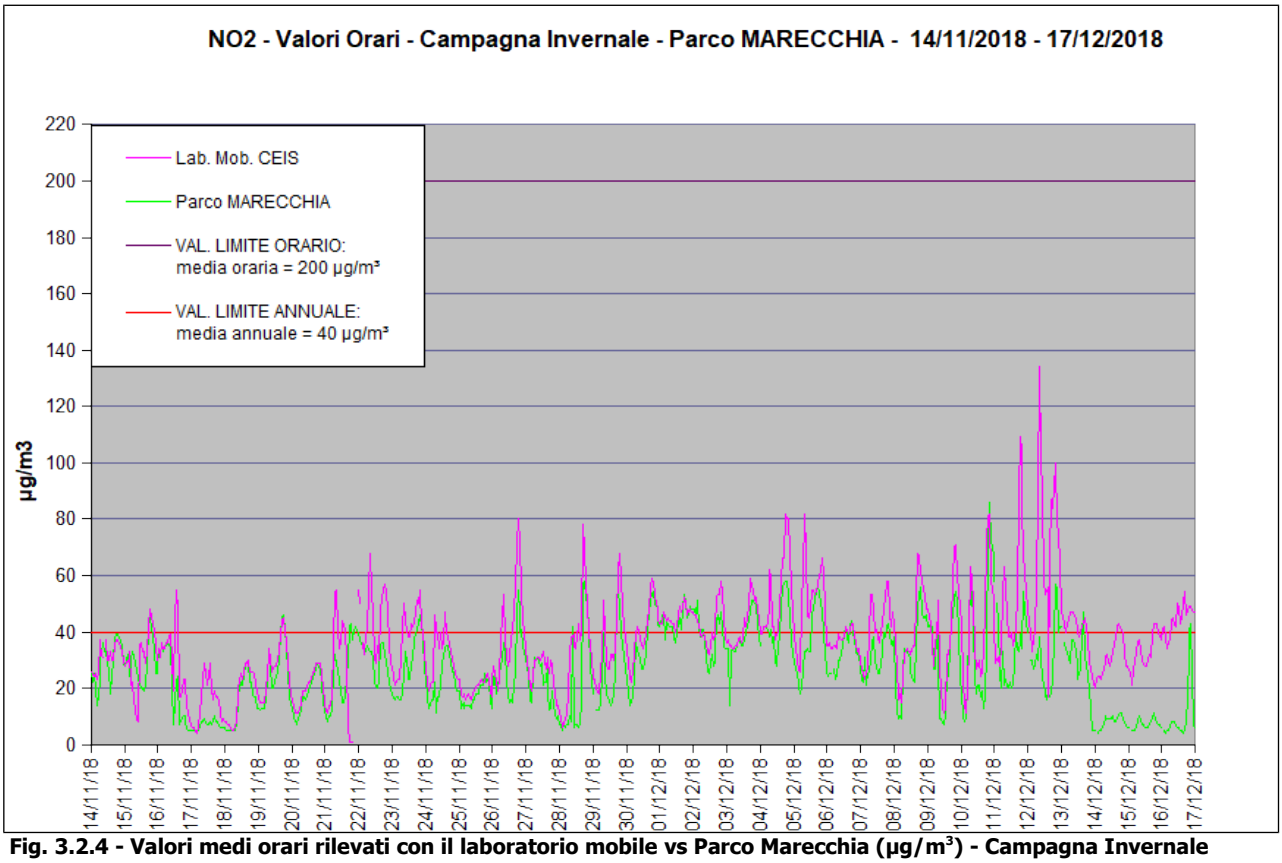


Fig. 3.2.4 - Valori medi orari rilevati con il laboratorio mobile vs Parco Marecchia (µg/m³) - Campagna Invernale

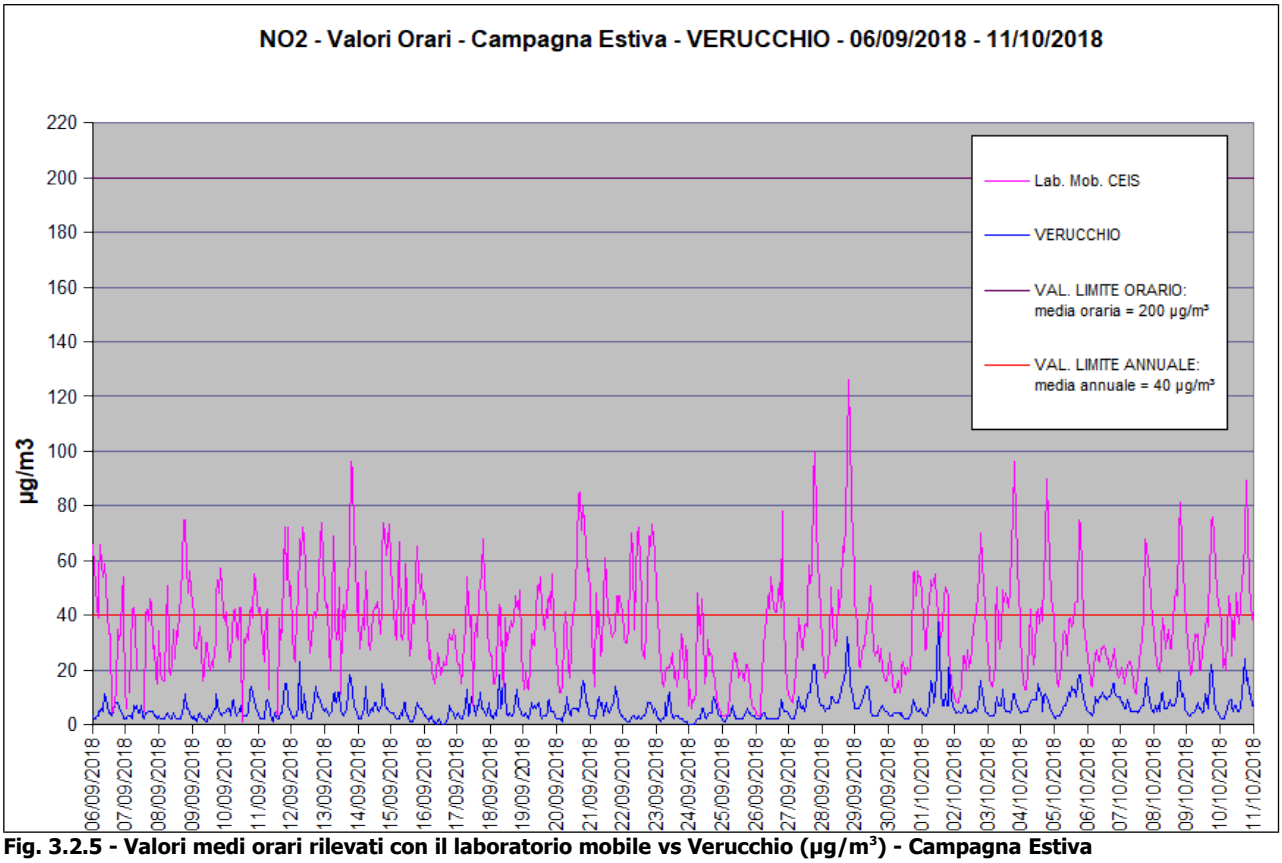


Fig. 3.2.5 - Valori medi orari rilevati con il laboratorio mobile vs Verucchio (µg/m³) - Campagna Estiva

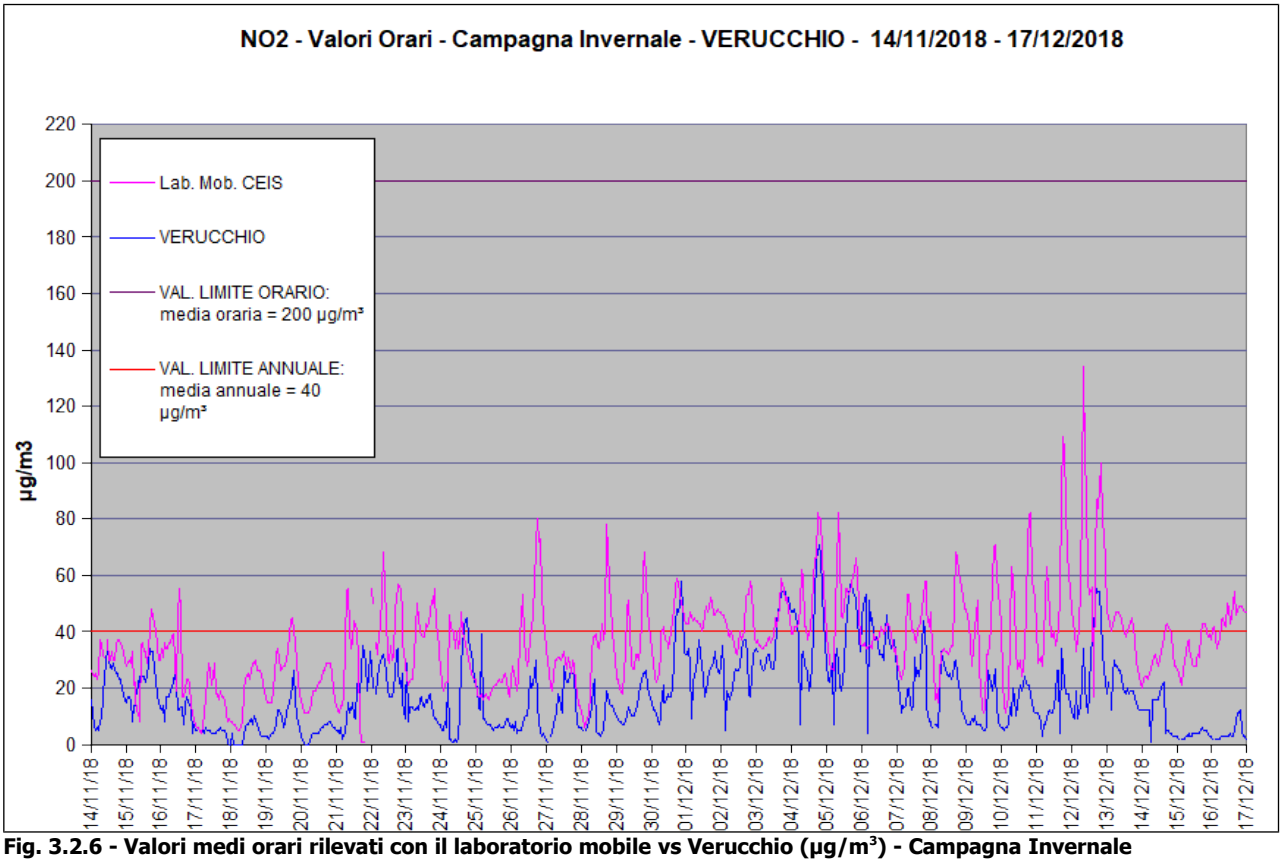


Fig. 3.2.6 - Valori medi orari rilevati con il laboratorio mobile vs Verucchio (µg/m³) - Campagna Invernale

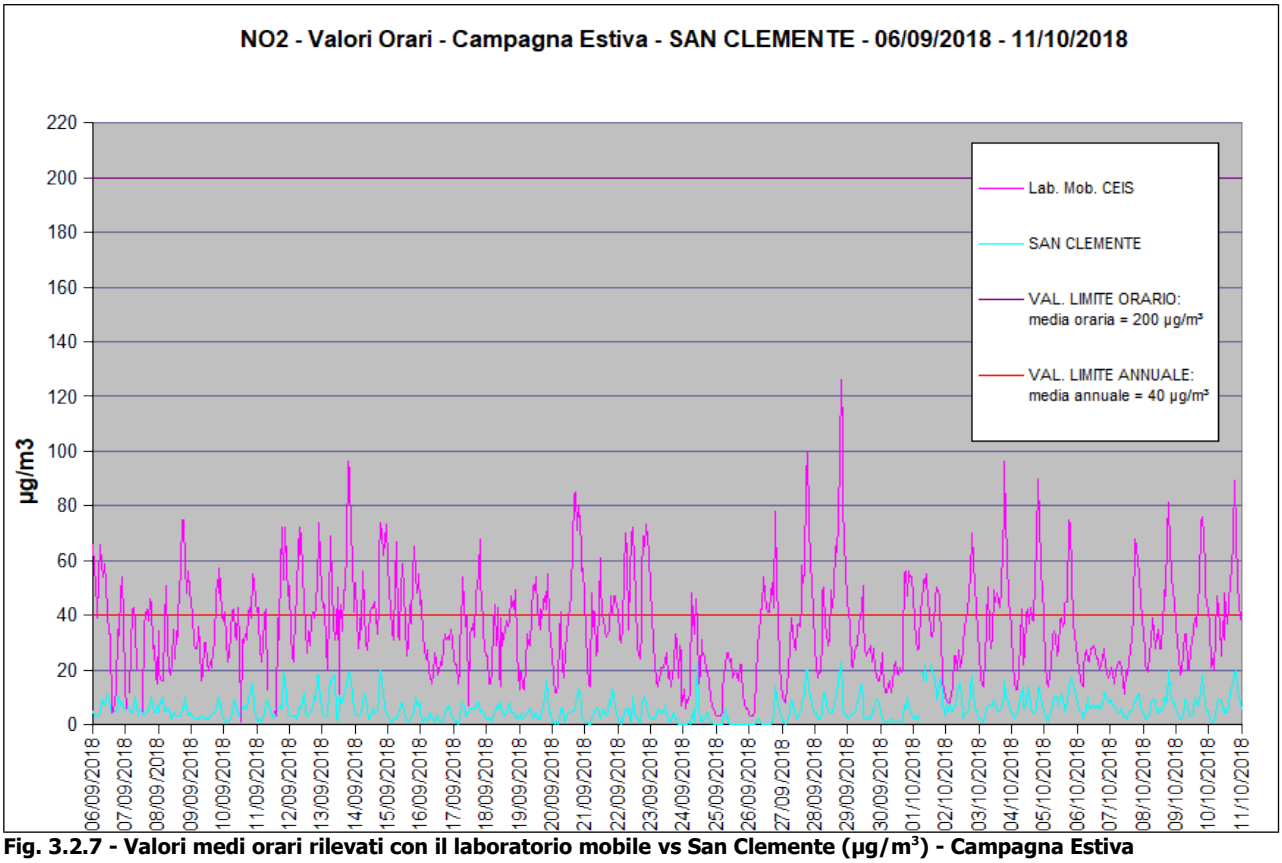


Fig. 3.2.7 - Valori medi orari rilevati con il laboratorio mobile vs San Clemente (µg/m³) - Campagna Estiva

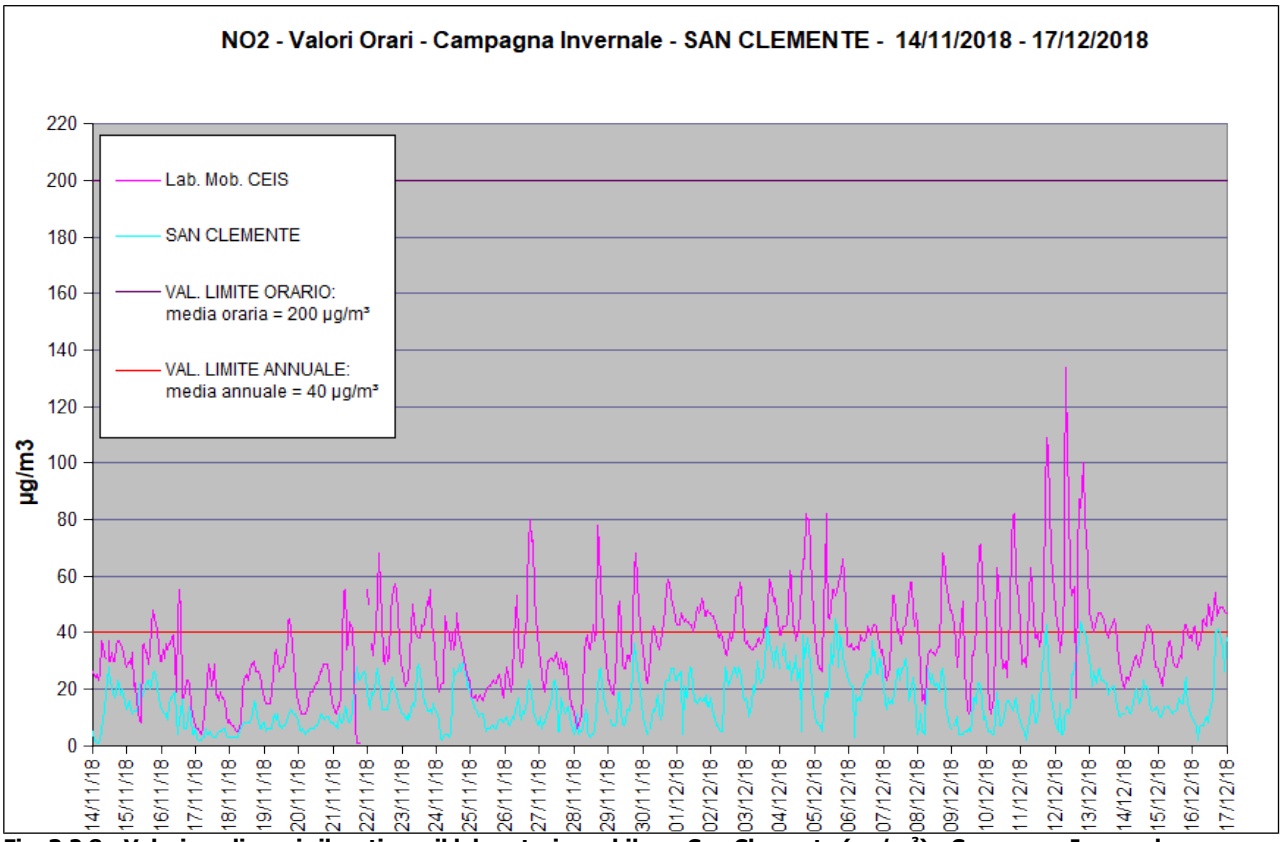


Fig. 3.2.8 - Valori medi orari rilevati con il laboratorio mobile vs San Clemente (µg/m³) - Campagna Invernale

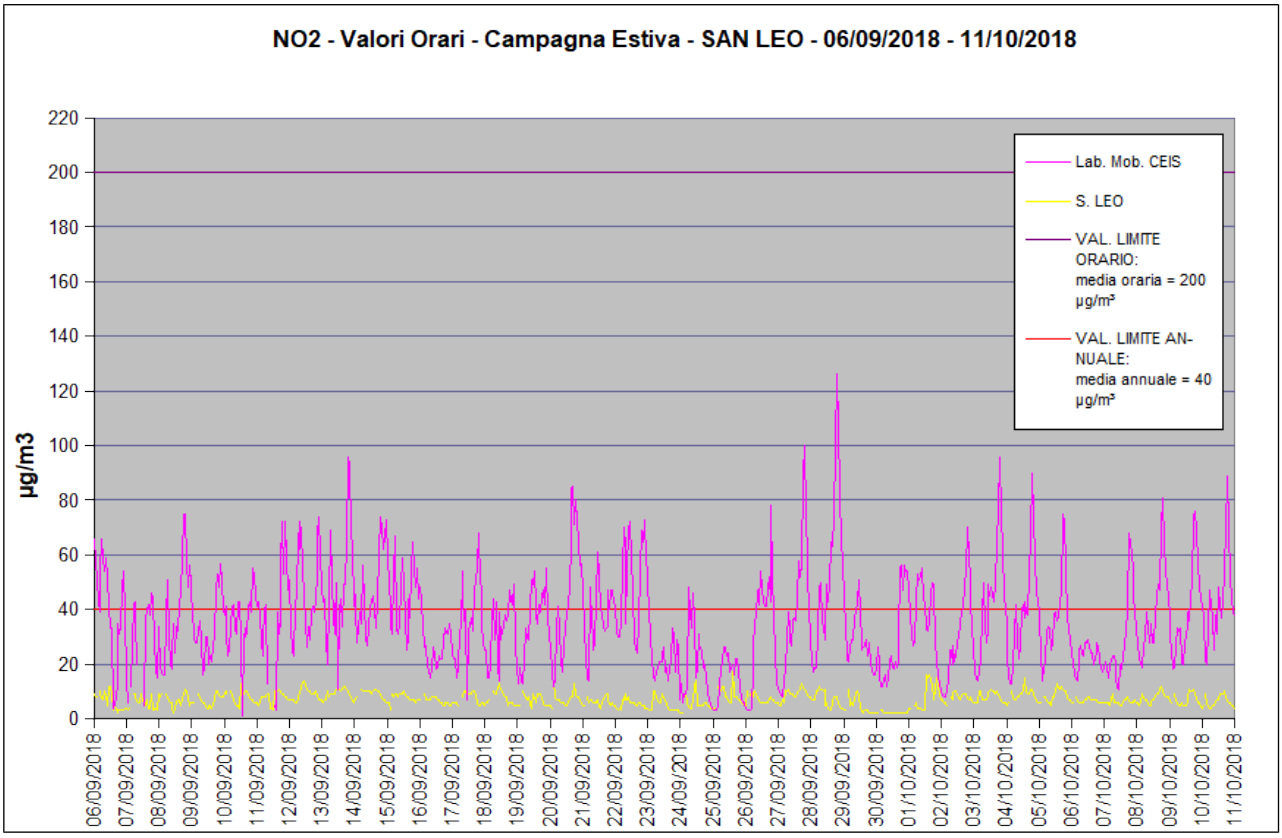


Fig. 3.2.9 - Valori medi orari rilevati con il laboratorio mobile vs S. Leo (µg/m³) - Campagna Estiva

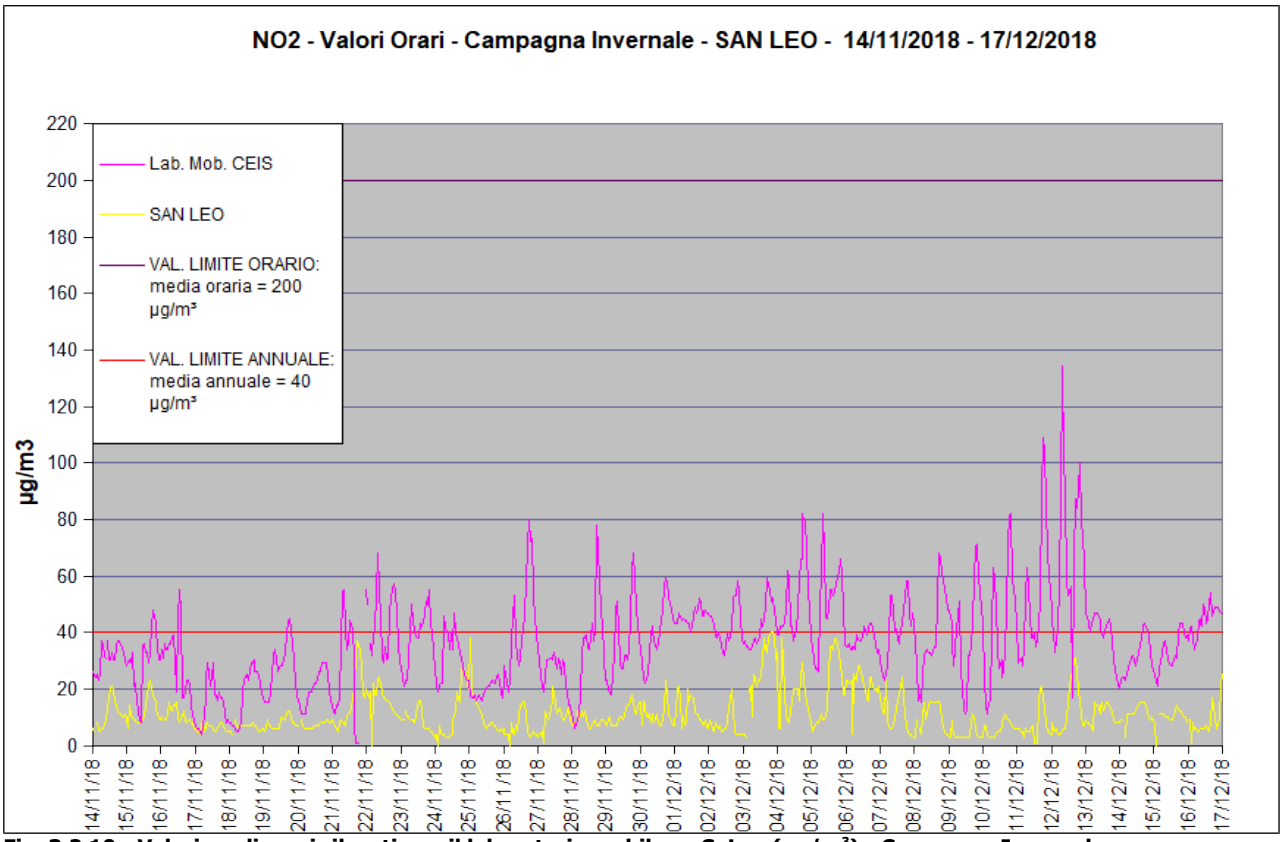
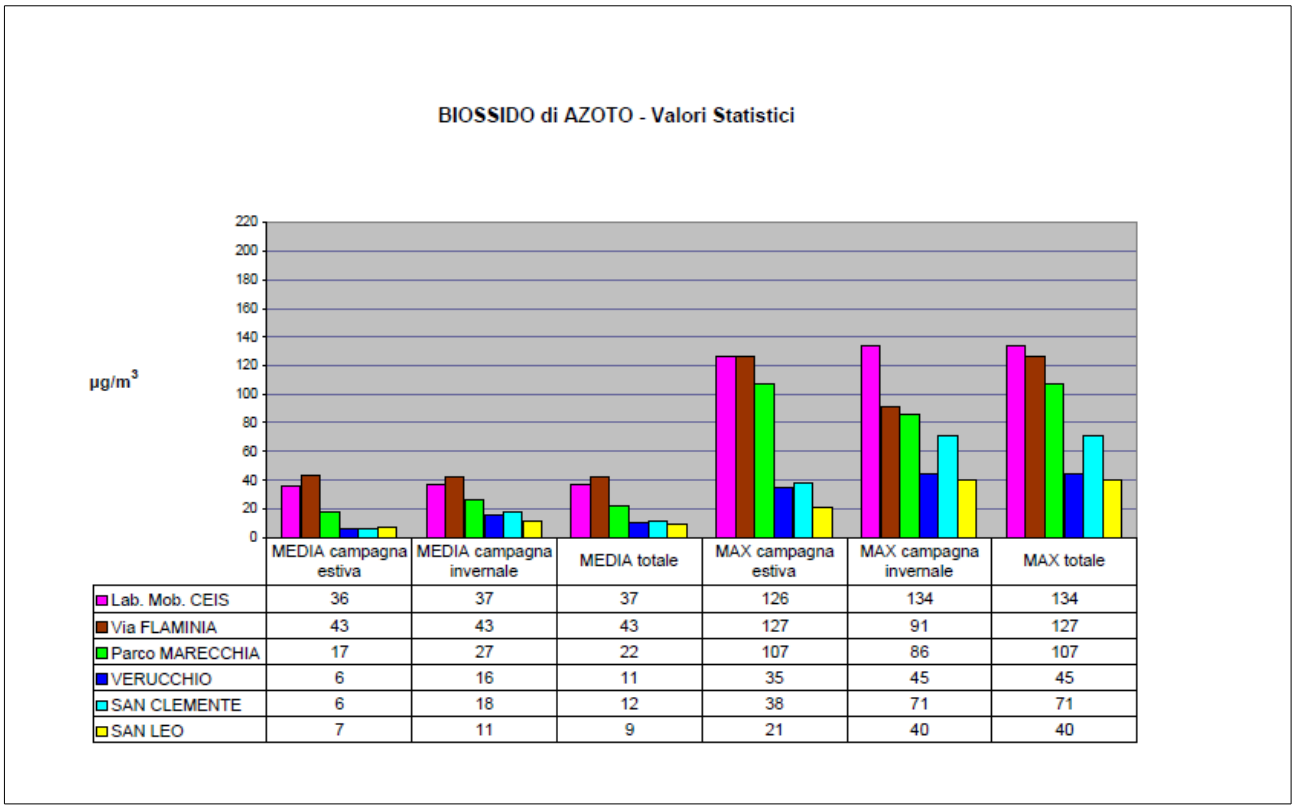


Fig. 3.2.10 - Valori medi orari rilevati con il laboratorio mobile vs S. Leo (µg/m³) - Campagna Invernale

Nella tabella 3.2.1 vengono riportati alcuni parametri statistici relativi ai valori orari riscontrati con il L.M. e le stazioni della RRQA.

Tab. 3.2.1 - Parametri statistici medie orarie NO2 (µg/m3)



	MEDIA campagna estiva	MEDIA campagna invernale	MEDIA totale	MAX campagna estiva	MAX campagna invernale	MAX totale
Lab. Mob. CEIS	36	37	37	126	134	134
Via FLAMINIA	43	43	43	127	91	127
Parco MARECCHIA	17	27	22	107	86	107
VERUCCHIO	6	16	11	35	45	45
SAN CLEMENTE	6	18	12	38	71	71
SAN LEO	7	11	9	21	40	40

Nelle figure 3.2.11, 12, 13 e 14 sono riportati gli andamenti della concentrazione per il giorno tipo nel periodo “estivo” ed invernale.

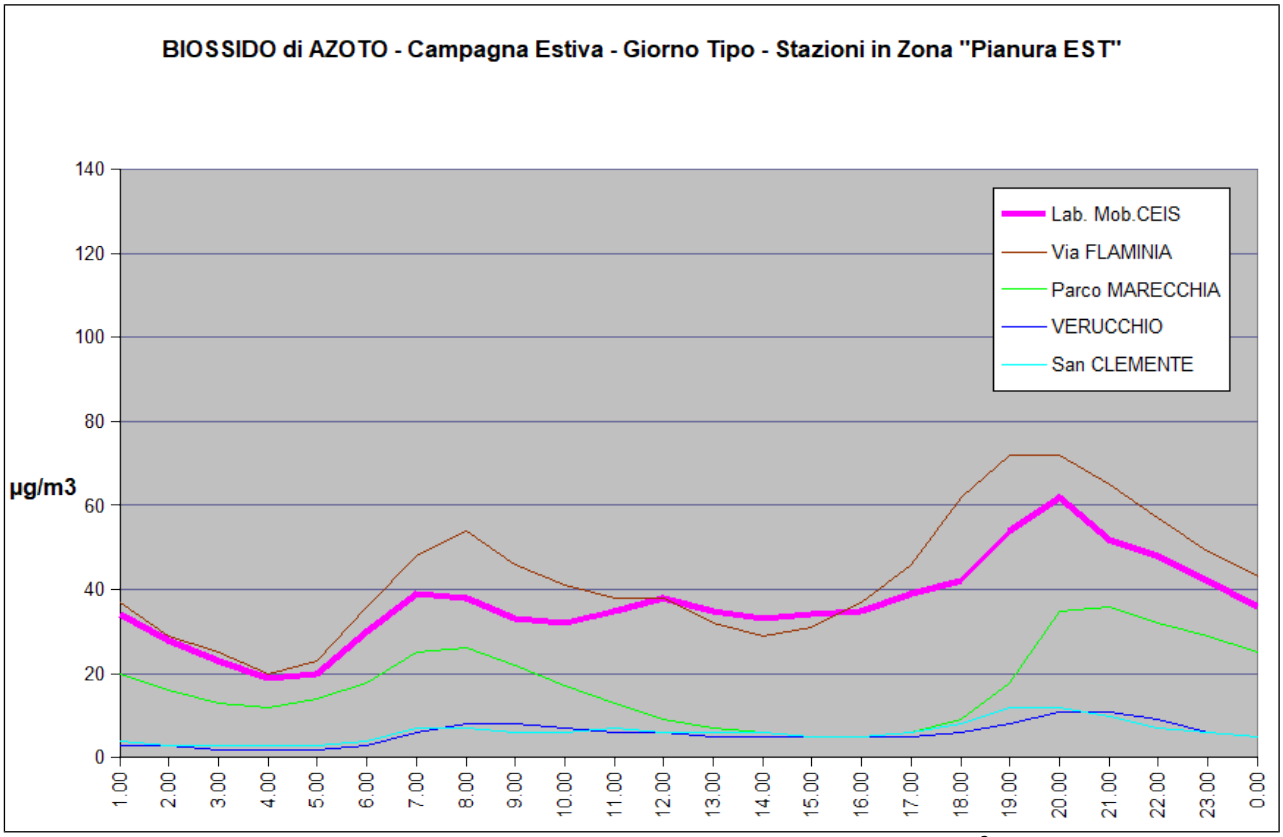


Fig. 3.2.11 - Giorno tipo. Andamento orario giornaliero della concentrazione per NO_2 (µg/m^3) - Campagna Estiva. Confronto con stazioni in Zona “Pianura EST”

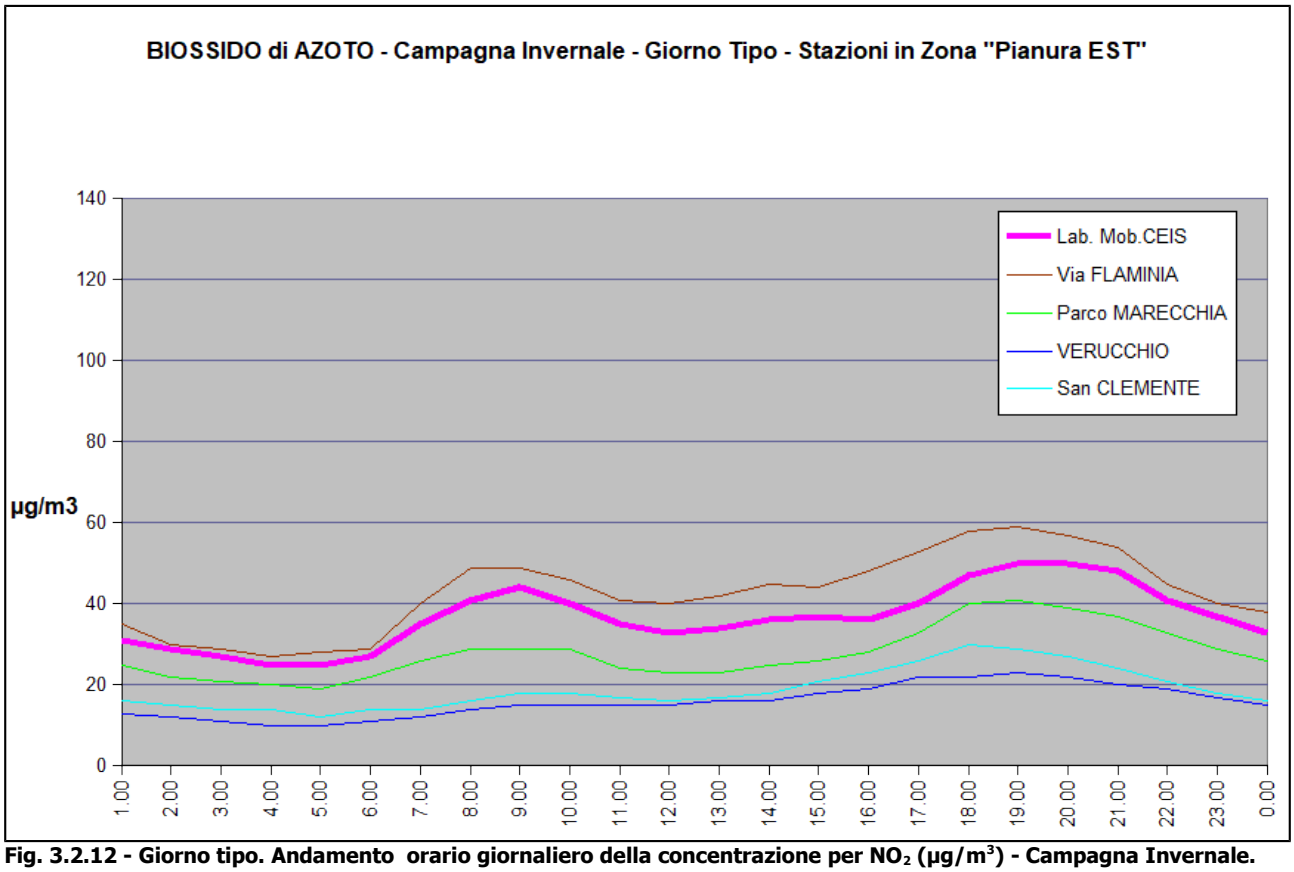


Fig. 3.2.12 - Giorno tipo. Andamento orario giornaliero della concentrazione per NO_2 (µg/m^3) - Campagna Invernale. Confronto con stazioni in Zona "Pianura EST"

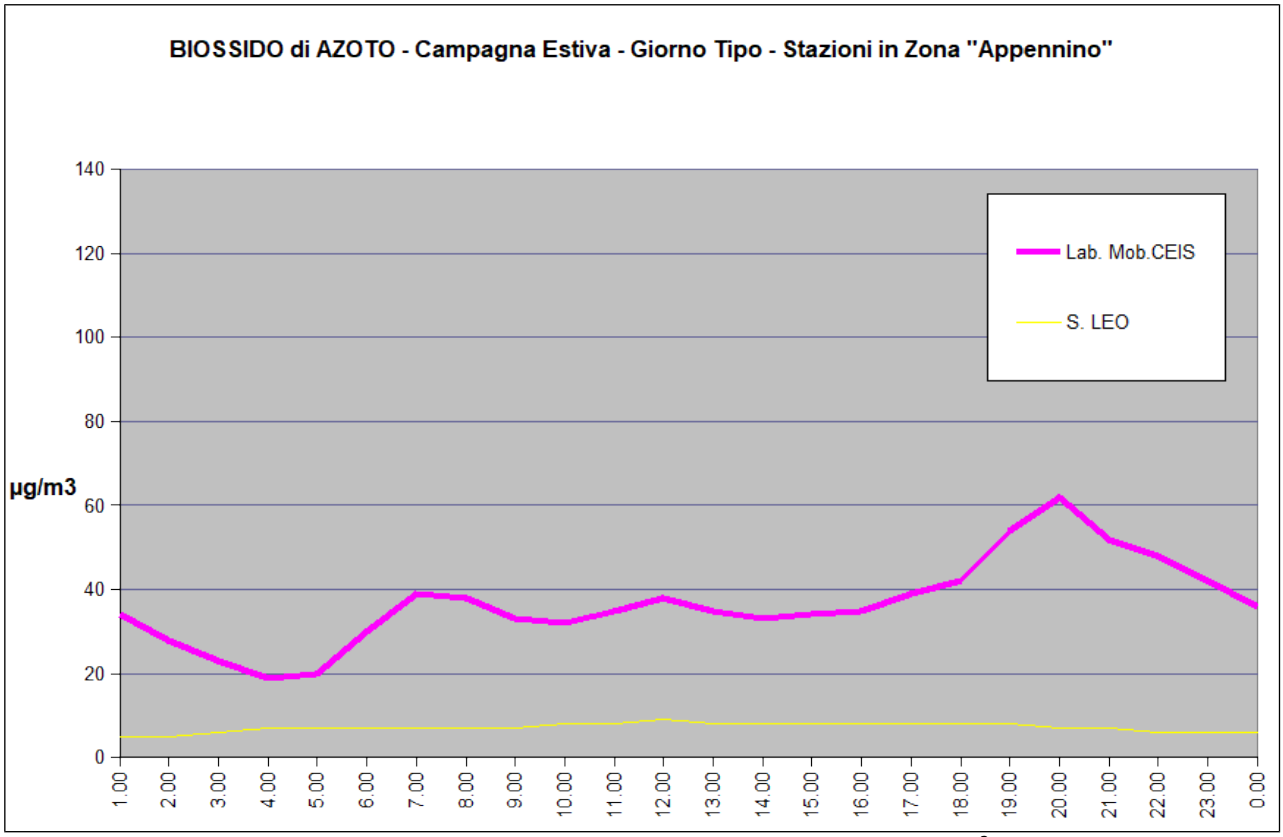


Fig. 3.2.13 - Giorno tipo. Andamento orario giornaliero della concentrazione per NO_2 (µg/m^3) - Campagna Estiva. Confronto con stazioni in Zona "Appennino"

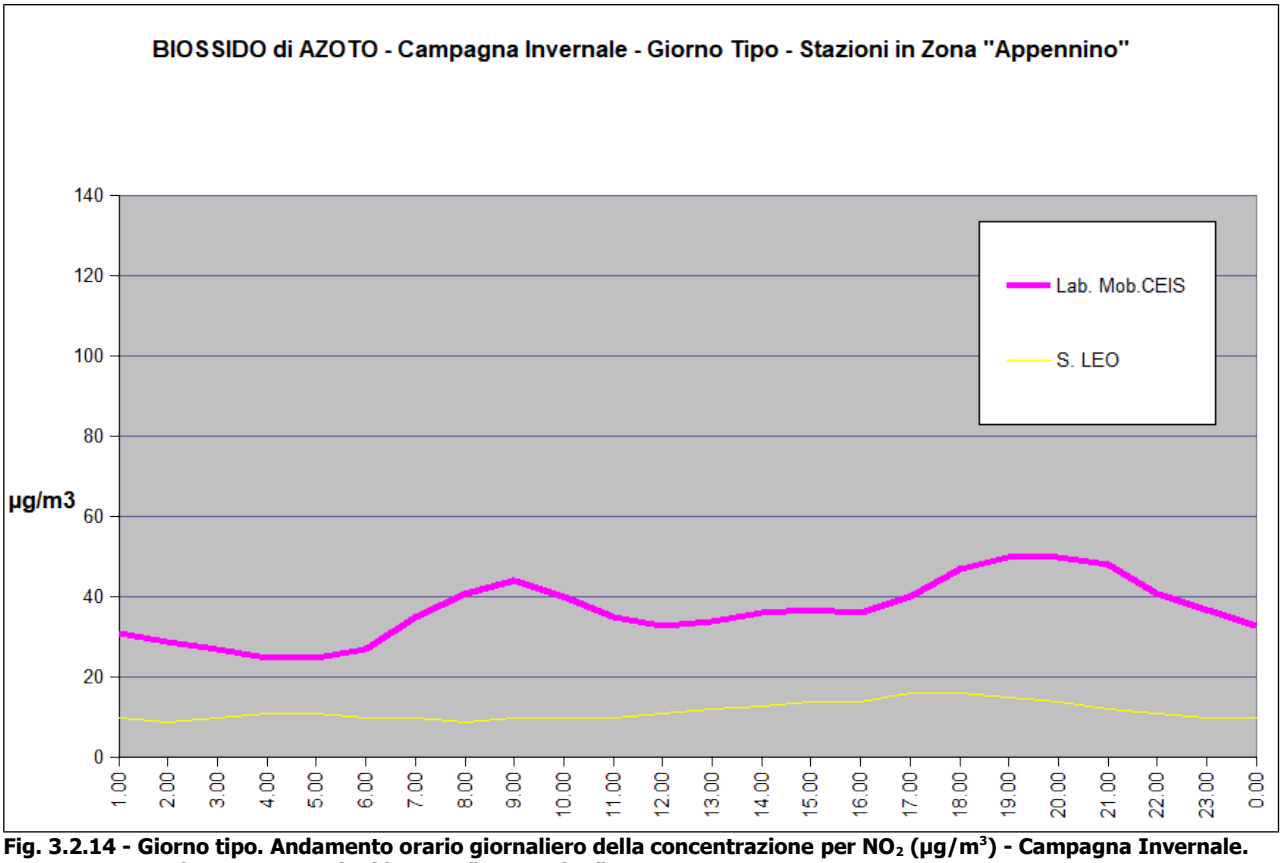


Fig. 3.2.14 - Giorno tipo. Andamento orario giornaliero della concentrazione per NO_2 ($\mu g/m^3$) - Campagna Invernale. Confronto con stazioni in Zona "Appennino"

Nelle tabelle 3.2.2 e 3 viene riportato l'andamento dell'indice di Pearson R, calcolato sui valori medi orari del giorno tipo per il L.M. e le stazioni di misura della RRQA e per queste ultime tra di loro.

Tab. 3.2.2 - Correlazione di Pearson tra i valori orari del giorno tipo nelle postazioni di misura dell' NO_2 Campagna Estiva

	Lab. Mob. CEIS	Via FLAMINIA	Parco MARECCHIA	VERUCCHIO	S. CLEMENTE	SAN LEO
Lab. Mob. CEIS	1,00	**0,93**	**0,55**	**0,87**	**0,92**	**0,13**
Via FLAMINIA		1,00	**0,61**	**0,86**	**0,91**	**0,08**
Parco MARECCHIA			1,00	**0,62**	**0,45**	**-0,52**
VERUCCHIO				1,00	**0,87**	**0,21**
S. CLEMENTE					1,00	**0,33**
SAN LEO						1,00

Tab 3.2.3 - Correlazione di Pearson tra i valori orari del giorno tipo nelle postazioni di misura dell' NO_2 Campagna Invernale

	Lab. Mob. CEIS	Via FLAMINIA	Parco MARECCHIA	VERUCCHIO	S. CLEMENTE	SAN LEO
Lab. Mob. CEIS	1,00	**0,96**	**0,94**	**0,86**	**0,84**	**0,52**
Via FLAMINIA		1,00	**0,91**	**0,91**	**0,89**	**0,66**
Parco MARECCHIA			1,00	**0,89**	**0,92**	**0,61**
VERUCCHIO				1,00	**0,96**	**0,79**
S. CLEMENTE					1,00	**0,84**
SAN LEO						1,00

Valutazione dei dati rilevati.

Dall'analisi dei dati orari rilevati dal L.M. presso il CEIS, si vede chiaramente che l'inquinamento da Biossido di Azoto (NO_2), sia nel periodo estivo che invernale, si mantiene al di sotto del valore limite dei 200 μg/m^3 riferito al valore massimo della media oraria. Andando ad analizzare i dati rilevati presso le postazioni della RRQA riscontriamo situazioni analoghe, sebbene per il L.M. e le stazioni posizionate all'interno dell'area urbanizzata della Zona "Pianura Est" (Via Flaminia (TU) e Parco Marecchia (BU)) si rilevino andamenti simili e valori di concentrazione più alti rispetto al resto delle stazioni della RRQA (Verucchio (BS), San Clemente (BRu) e San Leo (BR)). L'andamento delle concentrazioni in questo secondo gruppo di stazioni è poi particolarmente basso nel periodo "estivo" (vedi Figg. 3.2.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10).

Relativamente alle medie stagionali rilevate, il L.M. sia nel periodo estivo che invernale assume valori inferiori a Via Flaminia e molto superiori a quelli di Parco Marecchia, stazioni nell'ambito urbano della Zona "Pianura Est", e decisamente più alti di tutte le altre stazioni in ogni periodo. Da notare che relativamente al "Valore limite annuale per la protezione della salute umana", che richiede un valore medio annuale pari a 40 μg/m^3 dal 2010, ad eccezione di Via Flaminia, questo non viene superato ne presso il L.M. che presso le altre stazioni, sia come media sul periodo estivo che sul periodo invernale. Presso Via Flaminia viene invece superato sia come media sul periodo estivo che invernale e, quindi, anche come media su entrambe i periodi di monitoraggio (vedi Tab. 3.2.1).

Sia presso il L.M. che presso tutte le stazioni della RRQA il periodo invernale è generalmente caratterizzato da valori medi di concentrazione più elevati di quello "estivo" (vedi Tab. 3.2.1).

Il profilo degli andamenti orari per il giorno tipo rilevati dal L.M. presso il CEIS è molto simile a quello riscontrato nelle stazioni della RRQA posizionate in Zona "Pianura EST, nel periodo invernale praticamente identico. Per il L.M. e le stazioni in Zona "Pianura EST", sia nel periodo estivo che in quello invernale, i valori più alti di concentrazione si registrano in concomitanza o immediatamente dopo i momenti di traffico più intenso. Presso la stazione in Zona "Appennino" le concentrazioni risultano molto più uniformi e stabili nel corso della giornata e questo andamento è appena percepibile nel periodo invernale. Sia presso il L.M. che presso le stazioni della RRQA in Zona "Pianura EST", si rileva sempre la tendenza all'aumento delle concentrazioni dell'inquinante durante l'arco della giornata e una sua diminuzione nelle ore notturne e nelle prime ore del mattino. Anche questo andamento per la stazione in Zona "Appennino" è appena percepibile nel periodo invernale (vedi Figg. 3.2.11, 12, 13 e 14). In entrambe i periodi gli andamenti rilevati per le concentrazioni presso il L.M. sono inferiori a Via Flaminia e superiori a Parco Marecchia, stazioni nell'ambito urbano della Zona "Pianura Est", e decisamente più alti di quelli delle restanti stazioni (vedi Figg. 3.2.11, 12, 13 e 14).

Gli indici di correlazione calcolati per ogni coppia di stazioni mostrano chiaramente che in estate esiste una buona correlazione tra i dati rilevati dal L.M. e quelli di Via Flaminia, Verucchio e San Clemente. In inverno, quando generalmente la concentrazione dell'inquinante raggiunge valori maggiori, la correlazione è decisamente migliore tra i dati rilevati presso il L.M. e tutte le postazioni della RRQA ad eccezione di San Leo, come sono migliori tra i dati rilevati in alcune delle altre postazioni della RRQA tra di loro (vedi Tabb. 3.2.2 e 3).

Conclusioni:

- In definitiva, constatato che i dati rilevati negli intervalli di tempo in cui sono stati effettuati i campionamenti a Rimini presso il CEIS mostrano che in estate esiste una buona correlazione con i dati rilevati presso Via Flaminia, Verucchio e San Clemente, visto che in inverno, quando generalmente la concentrazione dell'inquinante raggiunge valori maggiori, le correlazioni sono ancora migliori specialmente verso le stazioni della RRQA nell'ambito urbano della Zona "Pianura Est", visto che presso il L.M. sia nel periodo estivo che invernale si rilevano concentrazioni inferiori a Via Flaminia e superiori a Parco Marecchia e sempre molto maggiori rispetto al resto delle postazioni della RRQA, considerato che i due periodi di monitoraggio estivo ed invernale sono rappresentativi dei relativi andamenti dell'inquinante, stimiamo che l'andamento dell'NO_2 presso il L.M. presenti questo grado di relazione con i dati rilevati dalle postazioni RMQA durante tutto l'anno. Considerato che l'ambito in cui sono stati effettuati i

campionamenti è rappresentativo di questa zona del Comune di Rimini, è verosimile che questa tipologia di sito sia caratterizzata da profili di concentrazioni simili a quelli riscontrati nelle postazioni della RRQA per le quali è stata riscontrata la correlazione e in particolare, per quanto riguarda i valori delle concentrazioni, con valori inferiori a Via Flaminia e superiori a Parco Marecchia, postazioni della RRQA posizionate nell'ambito urbano della Zona "Pianura Est".

- Per quanto riguarda il rispetto degli attuali limiti normativi, considerata la rappresentatività dei dati richiamata sopra, possiamo stimare quanto segue. I dati rilevati per l' NO_2 durante la campagna con il L.M. e quelli rilevati con le postazioni di misura della RRQA rientrano nei limiti previsti per la "Soglia di allarme" e per il "Valore limite orario al 2010". Per quanto riguarda i valori medi di concentrazione rilevati durante i campionamenti, presso Via Flaminia sia sul periodo estivo che invernale, quindi anche come media su entrambe i campionamenti, questi risultano superiori al "Valore limite annuale". Presso il L.M. questo limite non viene mai raggiunto, si registrano valori medi stagionali inferiori e, in ogni caso, superiori a quelli di Parco Marecchia dove invece questi limiti vengono rispettati. Andando quindi a confrontare i dati rilevati durante i monitoraggi con quelli rilevati nel corso dell'ultimo quinquennio presso le postazioni di misura fisse che, in funzione di quanto detto sopra, possono fornire indicazioni in merito agli andamenti nell'area di nostro interesse, stimiamo che si possa verificare il rispetto del "Valore limite annuale per la Protezione della Salute Umana" al 2010. Infatti, presso il L.M. riscontriamo valori medi stagionali intermedi a quelli di Via Flaminia e Parco Marecchia stazioni posizionate in Zona "Pianura EST" dove negli anni il limite viene, nell'ordine, spesso superato per poche unità o ampiamente rispettato (vedi Report RRQA 2013-14-15-16 e 17).

3.3 – Benzene (C_6H_6)

Il benzene è una sostanza chimica liquida e incolore dal caratteristico odore aromatico pungente. A temperatura ambiente volatilizza assai facilmente, cioè passa dalla fase liquida a quella gassosa. L'effetto più noto dell'esposizione cronica riguarda la potenziale cancerogenicità del benzene sul sistema emopoietico (cioè sul sangue).
L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) classifica il benzene come sostanza cancerogena di classe I, in grado di produrre varie forme di leucemia. La classe I corrisponde a una evidenza di cancerogenicità per l'uomo di livello "sufficiente".
In passato il benzene è stato ampiamente utilizzato come solvente in molteplici attività industriali e artigianali (produzione di gomma, plastica, inchiostri e vernici, nell'industria calzaturiera, nella stampa a rotocalco, nell'estrazione di oli e grassi etc.). La maggior parte del benzene oggi prodotto (85%) trova impiego nella chimica come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta utilizzati per produrre plastiche, resine, detergenti, fitofarmaci, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia. Il benzene è, inoltre, contenuto nelle benzine, nelle quali viene aggiunto, insieme ad altri composti aromatici, per conferire le volute proprietà antidetonanti e per aumentare il "numero di ottani", in sostituzione totale (benzina verde) o parziale (benzina super) dei composti del piombo.

LIMITI NORMATIVI - D.Lgs. 155 13/08/2010

Valore Limite	media annua	5 µg/m³

Qui di seguito vengono riportati gli andamenti dei valori medi orari rilevati, durante i due periodo di monitoraggio, con il L.M. posizionato presso il CEIS e l'unica stazione della RRQA dotata di analizzatore per questo inquinante, Via Flaminia (vedi Figg. 3.4.1 e 2).

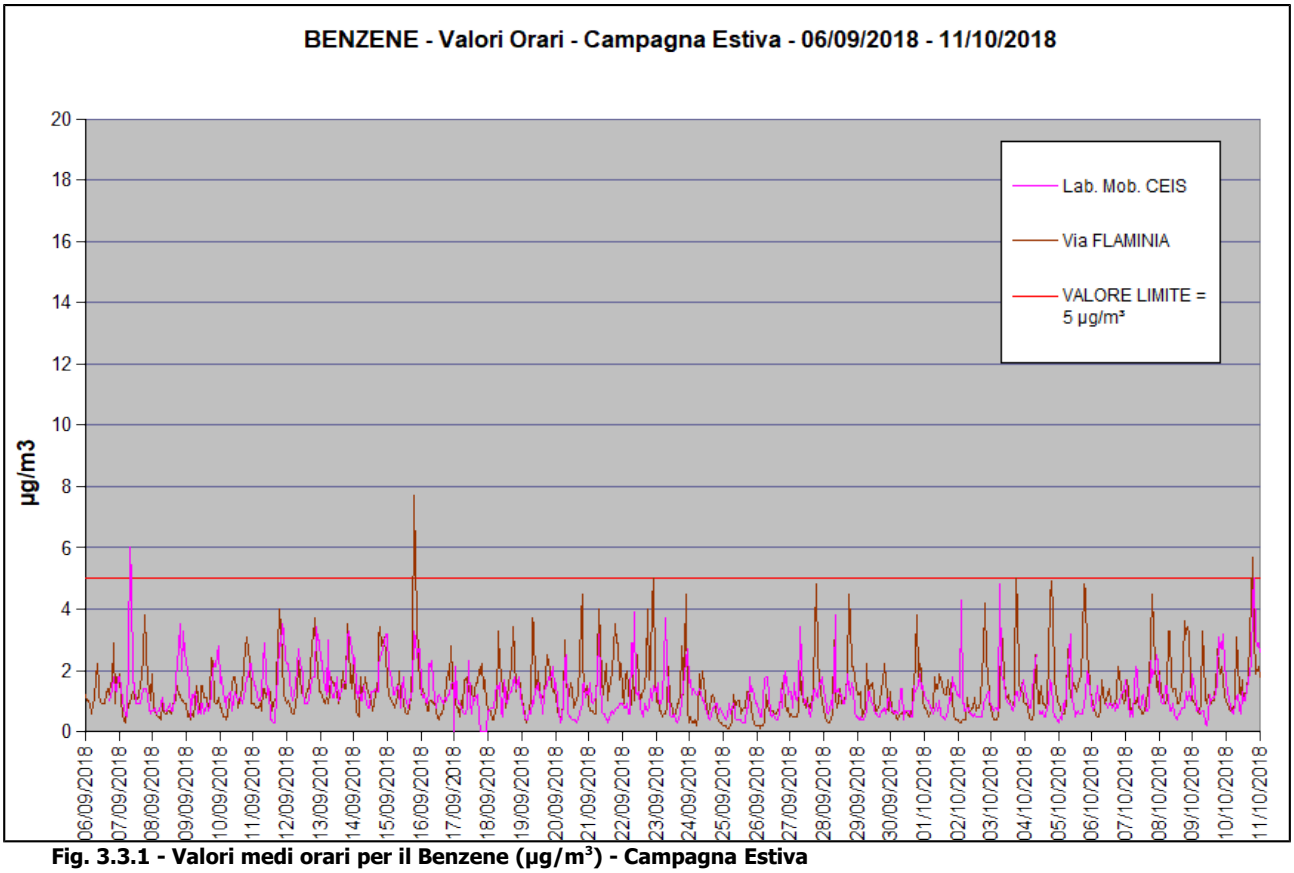


Fig. 3.3.1 - Valori medi orari per il Benzene (µg/m³) - Campagna Estiva

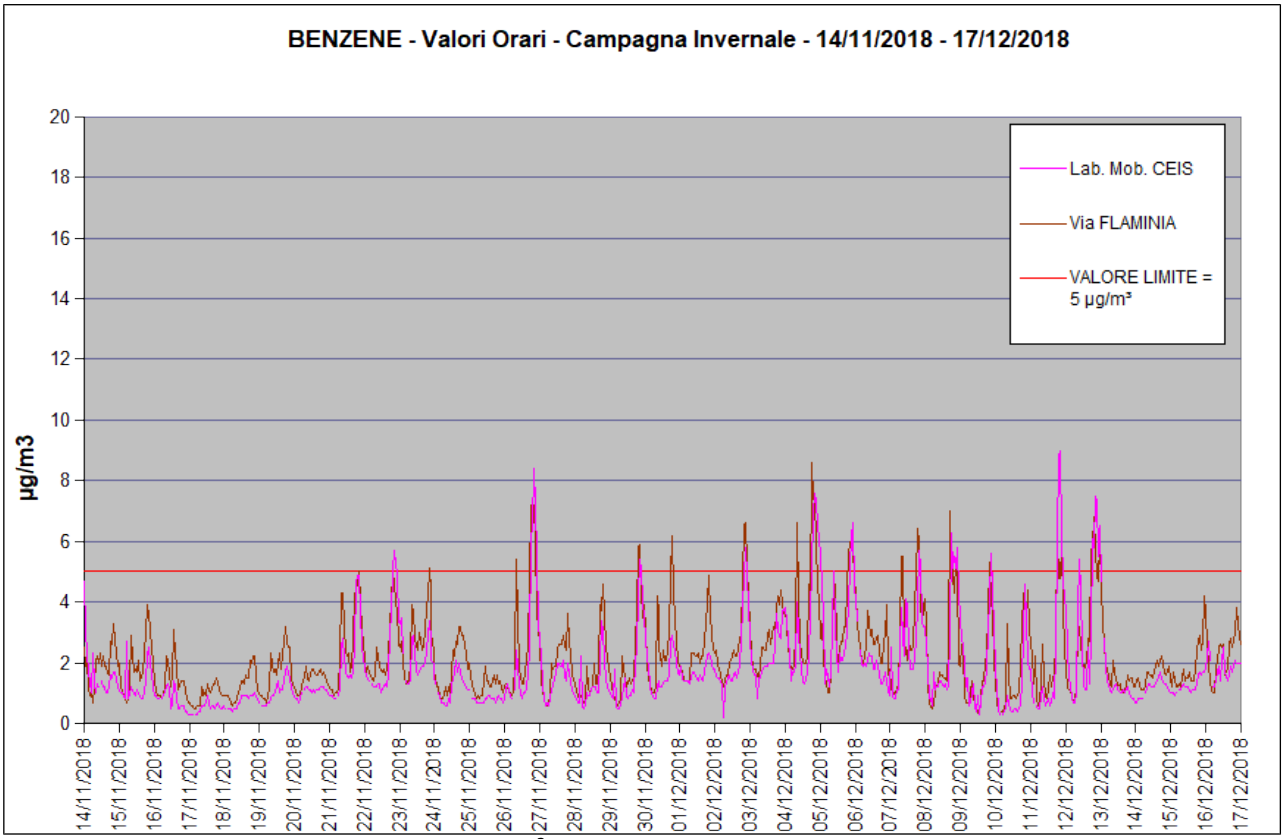
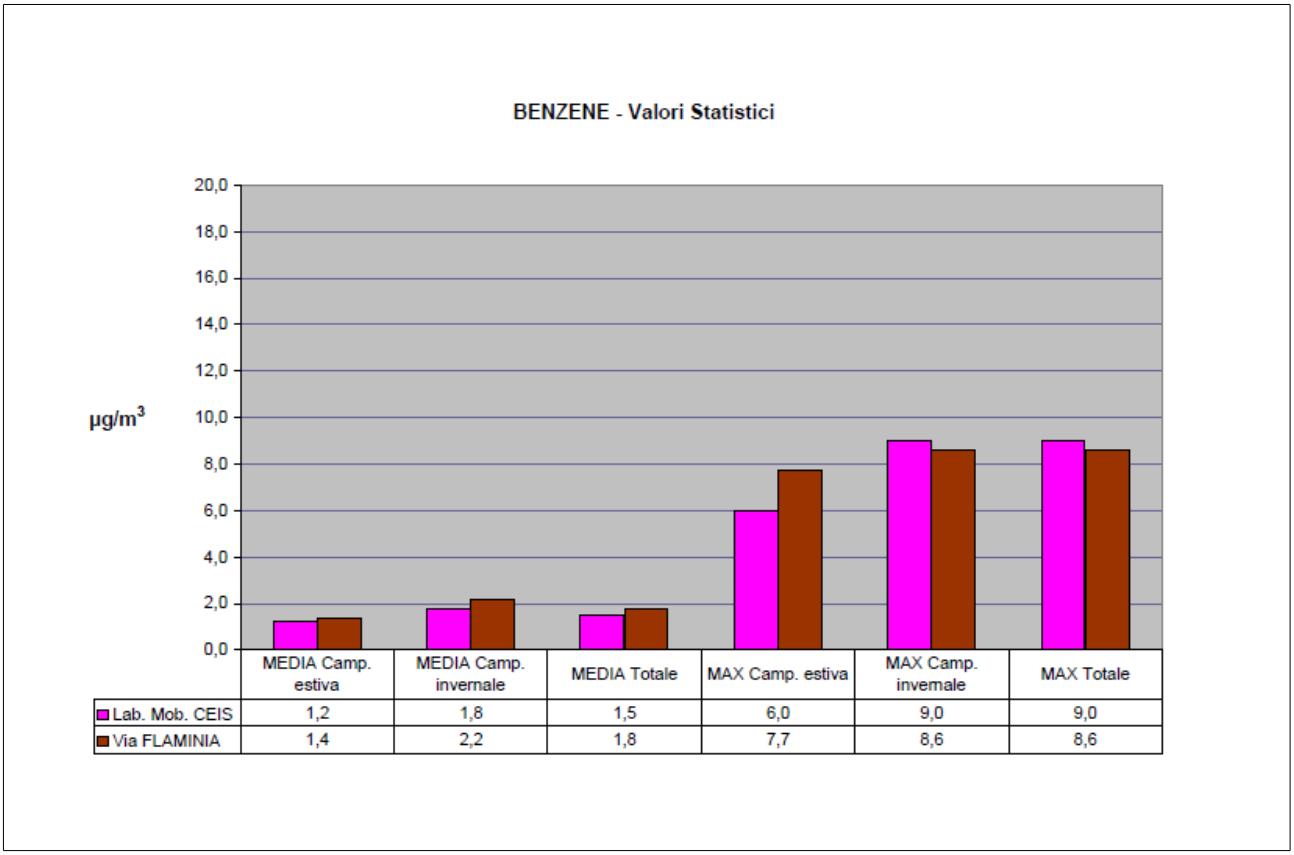


Fig. 3.3.2 - Valori medi orari per il Benzene (µg/m³) - Campagna Invernale

Nella tabella 3.3.1 vengono riportati alcuni parametri statistici relativi ai valori orari riscontrati presso il L.M. al CEIS e presso la postazione in Via Flaminia negli intervalli di tempo in cui è stato condotto il monitoraggio.

Tab 3.3.1 – Parametri statistici medie orarie per Benzene (µg/m³)



	MEDIA Camp. estiva	MEDIA Camp. invernale	MEDIA Totale	MAX Camp. estiva	MAX Camp. invernale	MAX Totale
Lab. Mob. CEIS	1,2	1,8	1,5	6,0	9,0	9,0
Via FLAMINIA	1,4	2,2	1,8	7,7	8,6	8,6

Nelle figure 3.3.3 e 4 sono riportati gli andamenti della concentrazione per il giorno tipo.

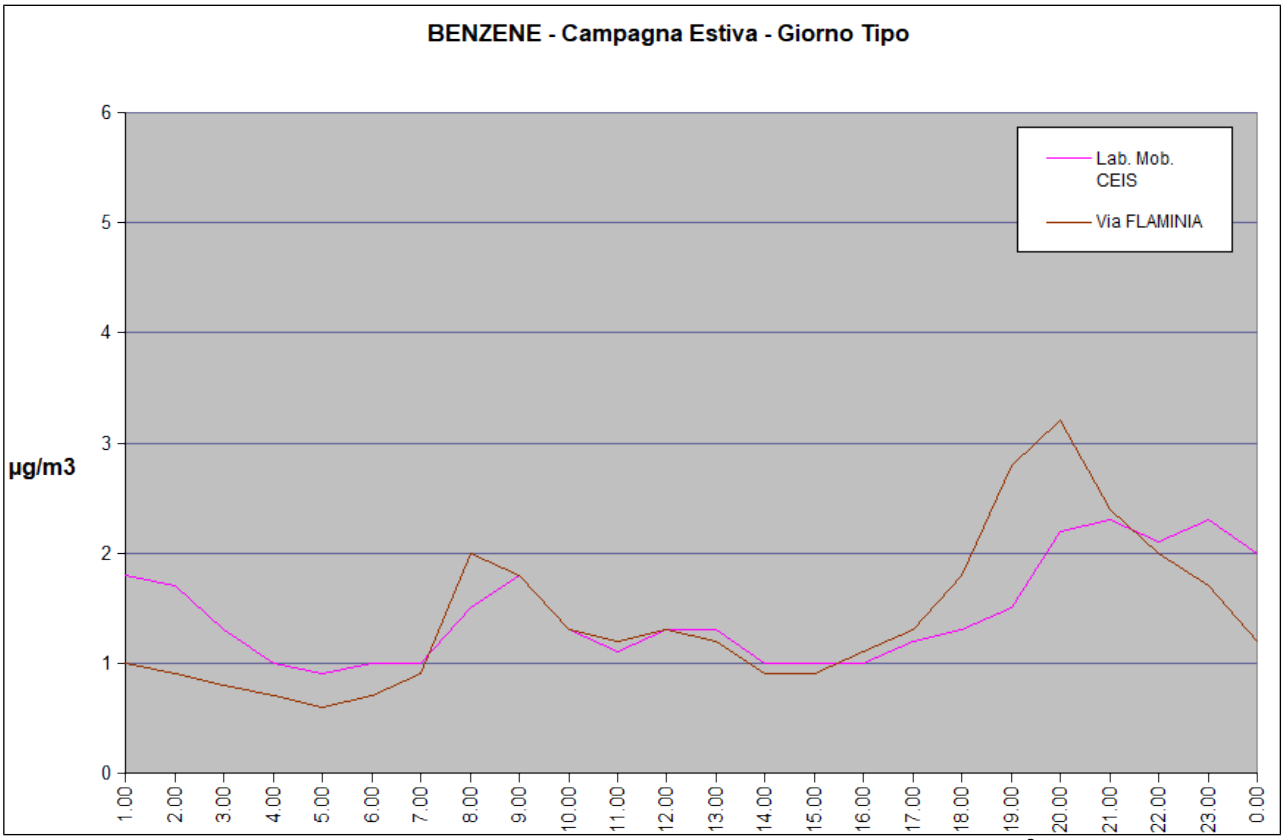


Fig 3.3.3 –Giorno tipo. Andamento orario giornaliero della concentrazione per il Benzene (µg/m³) – Campagna estiva

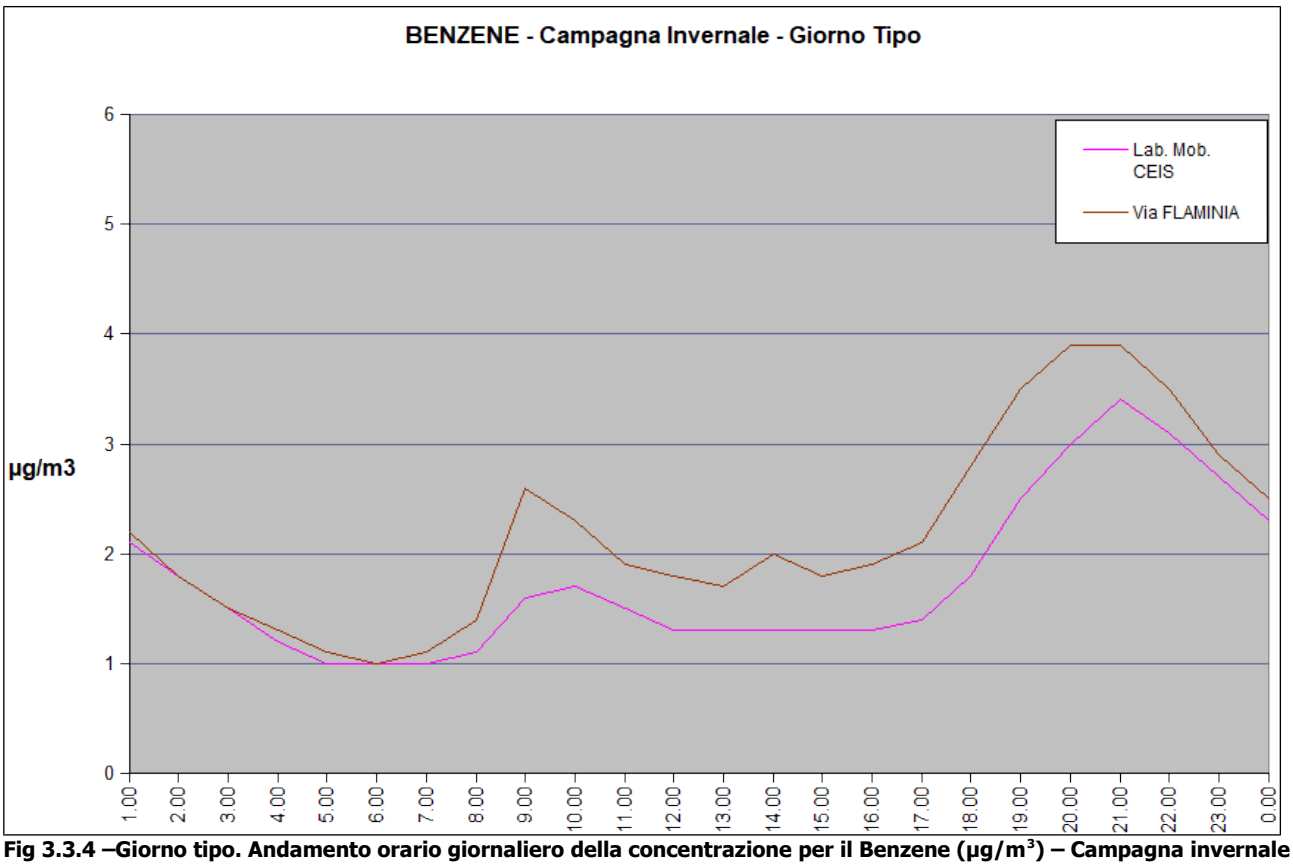


Fig 3.3.4 –Giorno tipo. Andamento orario giornaliero della concentrazione per il Benzene (µg/m³) – Campagna invernale

Nelle tabelle 3.3.2 e 3 viene riportato l'andamento dell'indice di Pearson R, calcolato sui valori medi orari del giorno tipo tra le due postazioni di misura.

Tab 3.3.2 - Correlazione di Pearson tra i valori orari del giorno tipo del Benzene - Campagna Estiva

	Lab. Mob. CEIS	Via FLAMINIA
Lab. Mob. CEIS	1,00	**0,66**
Via FLAMINIA		1,00

Tab 3.3.3 - Correlazione di Pearson tra i valori orari del giorno tipo del Benzene - Campagna Invernale

	Lab. Mob. CEIS	Via FLAMINIA
Lab. Mob. CEIS	1,00	**0,93**
Via FLAMINIA		1,00

Valutazione dei dati rilevati.

Andando a confrontare i dati rilevati con il L.M. con quelli registrati dalla postazione di misura Via Flaminia si riscontra che i profili delle concentrazioni medie orarie rilevate mostrano andamenti simili, seppure in Via Flaminia generalmente si rilevino concentrazioni e valori di picco più alti rispetto a quelli registrati presso il L.M.. Dall'analisi dei dati orari rilevati nel periodo "estivo", sia presso il L.M. che in Via Flaminia, si vede chiaramente che l'inquinamento da Benzene presenta solo qualche picco nei valori medi orari superiore al valore limite previsto per la media annuale (5 $\mu g/m^3$). Nel periodo invernale sia presso il L.M. che in Via Flaminia si rilevavano invece numerosi picchi con valori medi orari superiori a questo limite (vedi Figg. 3.3.1 e 2).

Come era percepibile anche dall'andamento dei grafici, ad eccezione di qualche episodio, in entrambe i periodi di campionamento, sia i valori massimi riscontrati sia i valori medi risultano essere più bassi per il L.M. rispetto a Via Flaminia. In entrambe i siti di misura i valori medi rilevati nei periodi oggetto di monitoraggio mostrano valori compatibili con il valore limite di 5 $\mu g/m^3$ previsto dal 2010 (vedi Tab. 3.3.1).

Dai dati statistici risulta che, come avviene generalmente per tutti gli altri inquinanti primari, il periodo invernale è caratterizzato da concentrazioni più elevate rispetto a quello estivo (vedi report RRQA anni 2013-14-15-16 e 17).

Il profilo degli andamenti orari per il giorno tipo rilevati sia presso il L.M. che in Via Flaminia registra aumenti di concentrazione nelle ore successive ai momenti di traffico più intenso. Durante il periodo "estivo" sia presso il L.M. che in Via Flaminia si osservano aumenti della concentrazione anche in parti centrali della giornata, presso il L.M. si osserva un aumento delle concentrazioni anche in tarda serata. Nel perodo invernale l'innalzamento delle concentrazioni nelle ore centrali della giornata si ricontra solo presso via Flaminia. Si rileva sempre la tendenza all'aumento delle concentrazioni dell'inquinante durante l'arco della giornata e una sua diminuzione nelle ore notturne e nelle prime ore del mattino (vedi Figg. 3.3.3 e 4).

I dati rilevati presso il L.M. nel periodo "estivo" non presentano una particolare correlazione con i dati registrati presso Via Flaminia. Nel periodo invernale, che è il periodo più critico per questo inquinante, la correlazione tra i dati rilevati nelle due postazioni è ottima (vedi Tabb. 3.3.2 e 3).

In ogni caso da tutti i dati e dai grafici si nota chiaramente che il L.M. mostra generalmente concentrazioni di Benzene minori a quelle di Via Flaminia in tutti gli intervalli orari, sia nel periodo estivo che invernale.

Riguardo a tutte le considerazioni fatte in questo paragrafo per il Benzene, in esito ai dati rilevati durante questi monitoraggi, sono stati rilevati comportamenti analoghi a quanto riscontrato per il CO, commentato nel paragrafo successivo (Par. 3.4).

Conclusioni

- In definitiva, constatato che i dati rilevati negli intervalli di tempo in cui sono stati effettuati i campionamenti presso il CEIS a Rimini nel periodo "estivo" non presentano una particolare correlazione con i dati rilevati in Via Flaminia, mentre nel periodo invernale presentano una ottima correlazione con i dati rilevati presso questa postazione, visto che sia nel periodo

"estivo" che invernale presso il L.M. vengono rilevati andamenti analoghi a Via Flaminia ma con concentrazioni generalmente più basse, tenuta anche nella dovuta considerazione che i due periodi di monitoraggio sono rappresentativi dei relativi andamenti dell'inquinante, stimiamo comunque l'andamento del Benzene presso il CEIS presenti questo grado di correlazione e similitudine con i dati rilevati a Via Flaminia durante tutto l'anno. Considerato che l'ambito in cui è stato effettuato il campionamento è rappresentativo di questa zona del Comune di Rimini, è verosimile che questa tipologia di sito sia caratterizzato da profili di concentrazioni simili a quelli riscontrati in Via Flaminia e, in particolare, per quanto riguarda i valori delle concentrazioni, con livelli più bassi rispetto a quelli rilevati in questa postazione caratterizzata da un forte carico antropico da traffico urbano e densità abitativa.

- Per quanto riguarda il rispetto dell'attuale limite normativo (Valore medio calcolato sull'anno civile), considerando la rappresentatività dei dati richiamata sopra, possiamo stimare quanto segue. I dati rilevati per il Benzene durante i campionamenti con il L.M. sicuramente permettono il mantenimento del valore medio annuo al di sotto di quanto richiesto attualmente dalla norma. Infatti se l'andamento rilevato consente il rispetto del limite previsto dal 2010 nella postazione di misura Via Flaminia (vedi report RRQA anni 2013-14-15-16 e 17) a maggior ragione lo consente anche per la postazione presso il CEIS, dove vengono registrati sempre valori di concentrazione più bassi.

3.4 - Monossido di carbonio (CO)

Il CO (Monossido di Carbonio) è un tipico prodotto derivante dalla combustione; è incolore e inodore. Il Monossido di Carbonio si forma durante la combustione in difetto di aria e, cioè, quando il quantitativo di ossigeno non è sufficiente per ossidare completamente le sostanze organiche.
A bassissime dosi il CO non è pericoloso, ma già a livelli di concentrazione nel sangue pari al 10-20% il soggetto avverte i primi sintomi dovuti all'esposizione di monossido di carbonio, quali lieve emicrania e stanchezza.
La principale sorgente di CO è storicamente rappresentata dal traffico veicolare (circa l'80% delle emissioni a livello mondiale), essendo presente, in particolare, nei gas di scarico dei veicoli a benzina.
La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore al minimo e in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato. La continua evoluzione delle tecnologie utilizzate ha comunque permesso di ridurre al minimo la presenza di questo inquinante in aria.

LIMITI NORMATIVI - D.Lgs. 155 13/08/2010

Valore Limite	massima media mobile di 8 ore giornaliere	**10 mg/m^3**

Qui di seguito vengono riportati gli andamenti dei valori della media mobile su 8 ore rilevati, durante i due periodi di monitoraggio, con il L.M. posizionato presso il CEIS e l'unica stazione della RRQA dotata di analizzatore per questo inquinante, Via Flaminia (vedi Figg. 3.4.1 e 2).

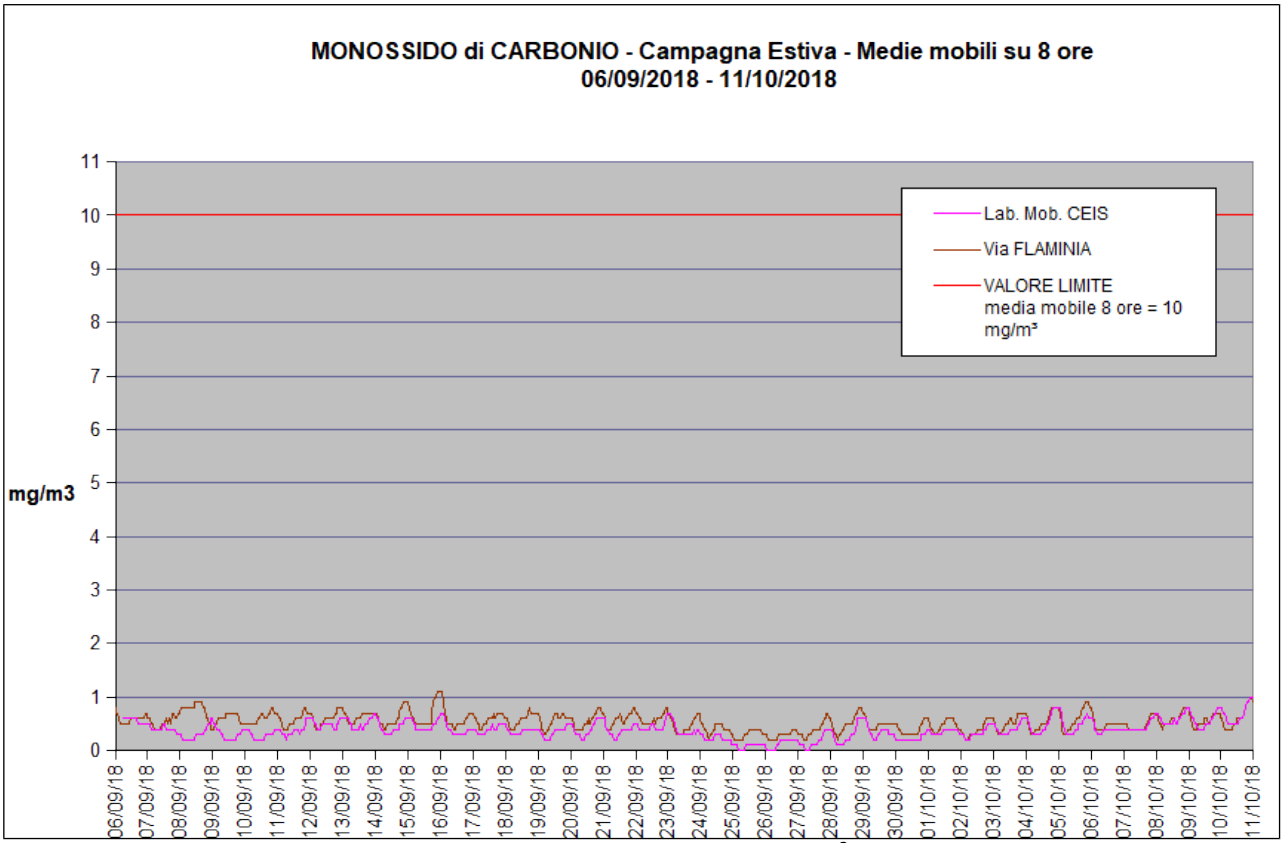


Fig. 3.4.1 - Medie mobili sulle 8 ore registrate con il laboratorio mobile (mg/m³) - Campagna Estiva

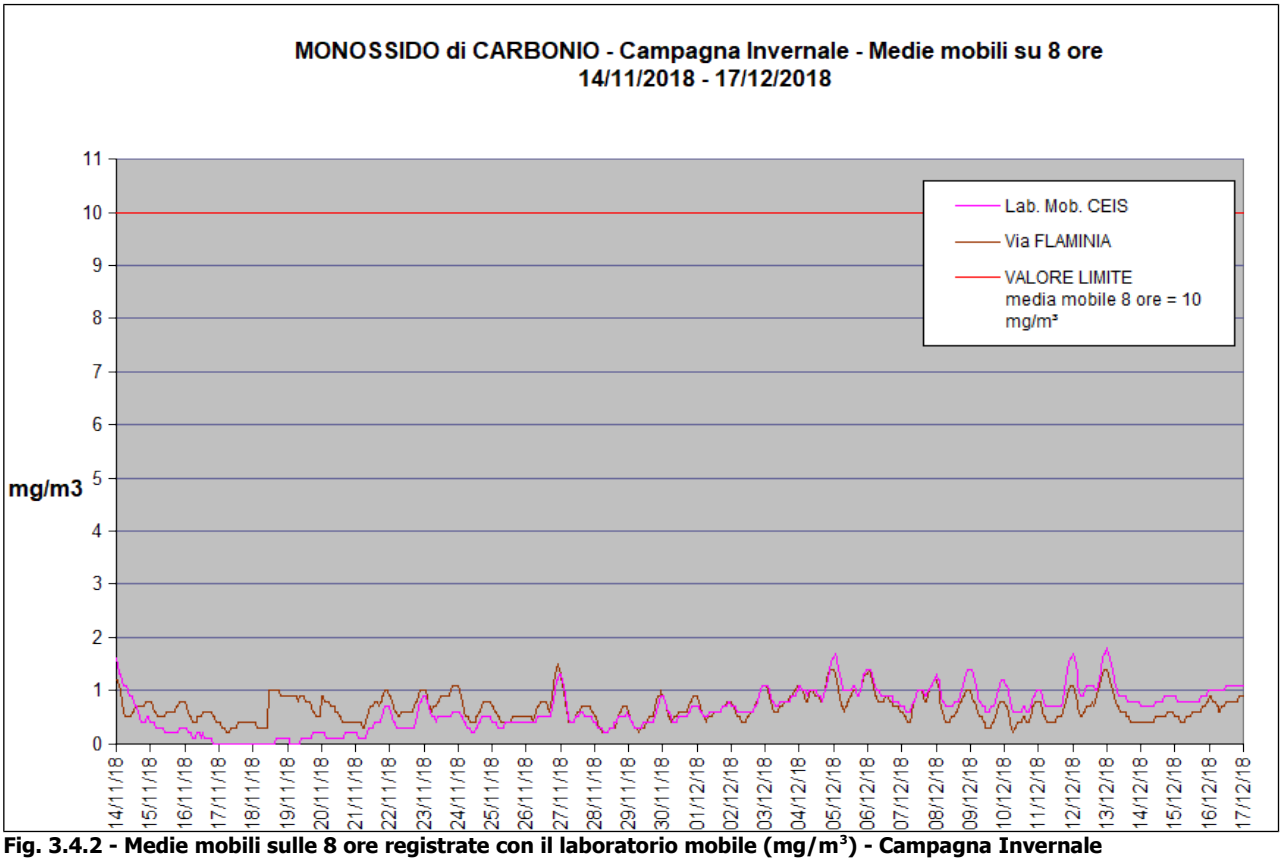


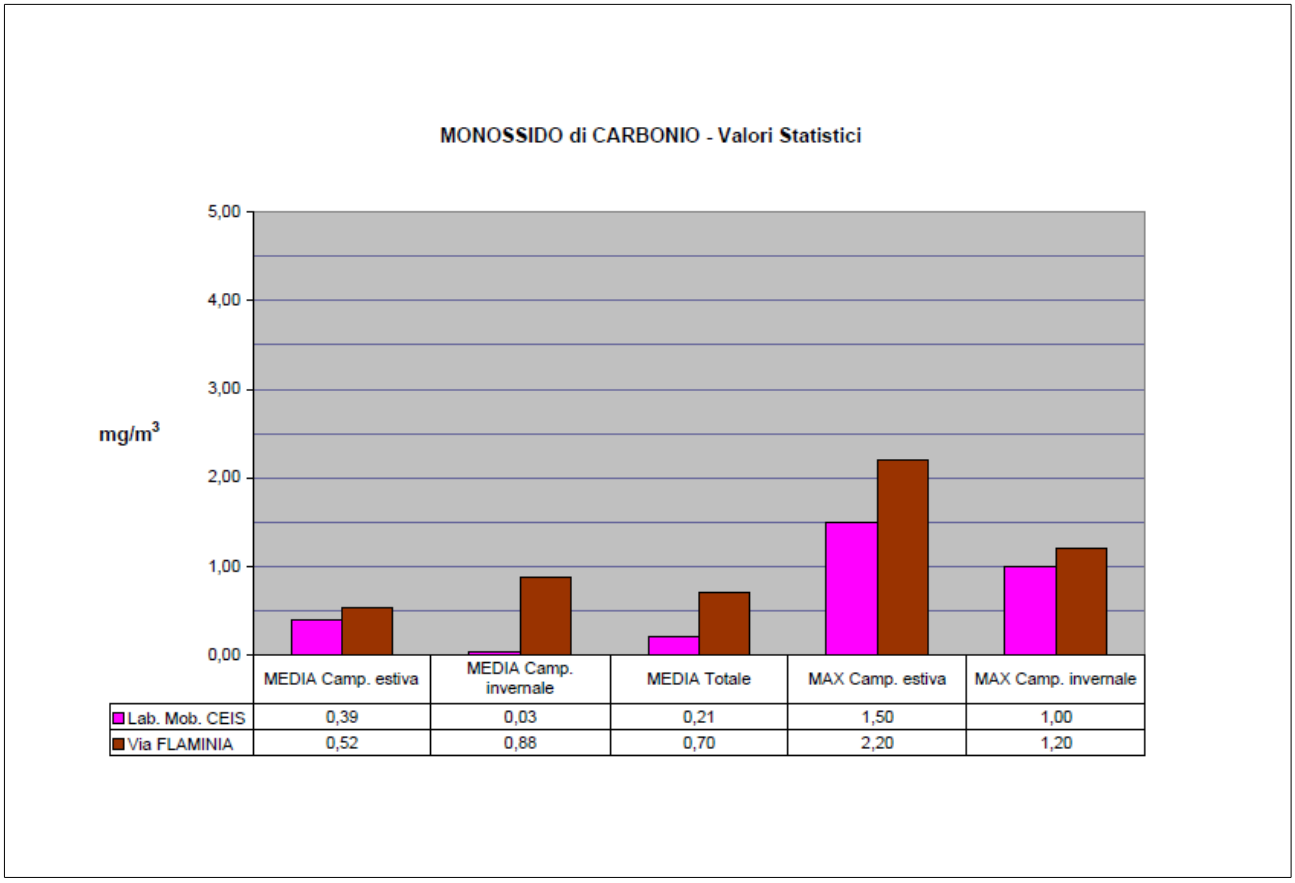
Fig. 3.4.2 - Medie mobili sulle 8 ore registrate con il laboratorio mobile (mg/m³) - Campagna Invernale

Nelle tabelle successive (Tabb. 3.4.1 e 2) vengono riportati i parametri statistici relativi alla media massima giornaliera su 8 ore, ai valori medi stagionali e alle medie orarie, riscontrate con il L.M. presso il CEIS e in Via Flaminia nei periodi in cui sono stati condotti i monitoraggi.

Tab. 3.4.1 - Parametri statistici per la media massima giornaliera su 8 ore del CO (mg/m³)

	Estate L.M. CEIS	Estate Via Flaminia	Inverno L.M. CEIS	Inverno Via Flaminia
Media massima giornaliera su 8 ore rilevata (mg/m³)	1.1	1.1	1.8	1.5

Tab. 3.4.2 - Parametri statistici per le medie orarie del CO (mg/m³)



Nelle figure 3.4.3 e 4, relativamente ai periodi di monitoraggio, sono riportati gli andamenti della concentrazione per il giorno tipo estivo ed invernale.

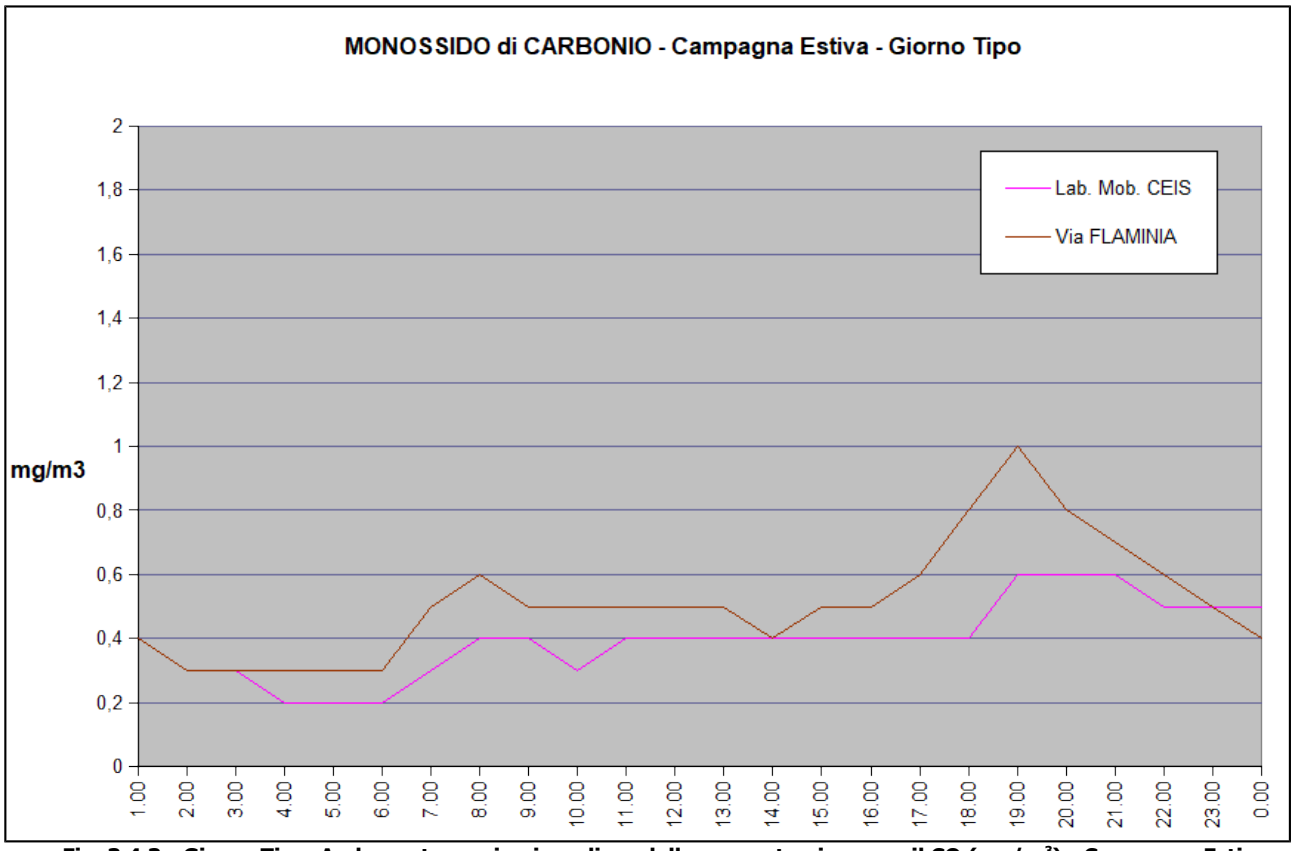


Fig. 3.4.3 - Giorno Tipo. Andamento orario giornaliero della concentrazione per il CO (mg/m^3) - Campagna Estiva

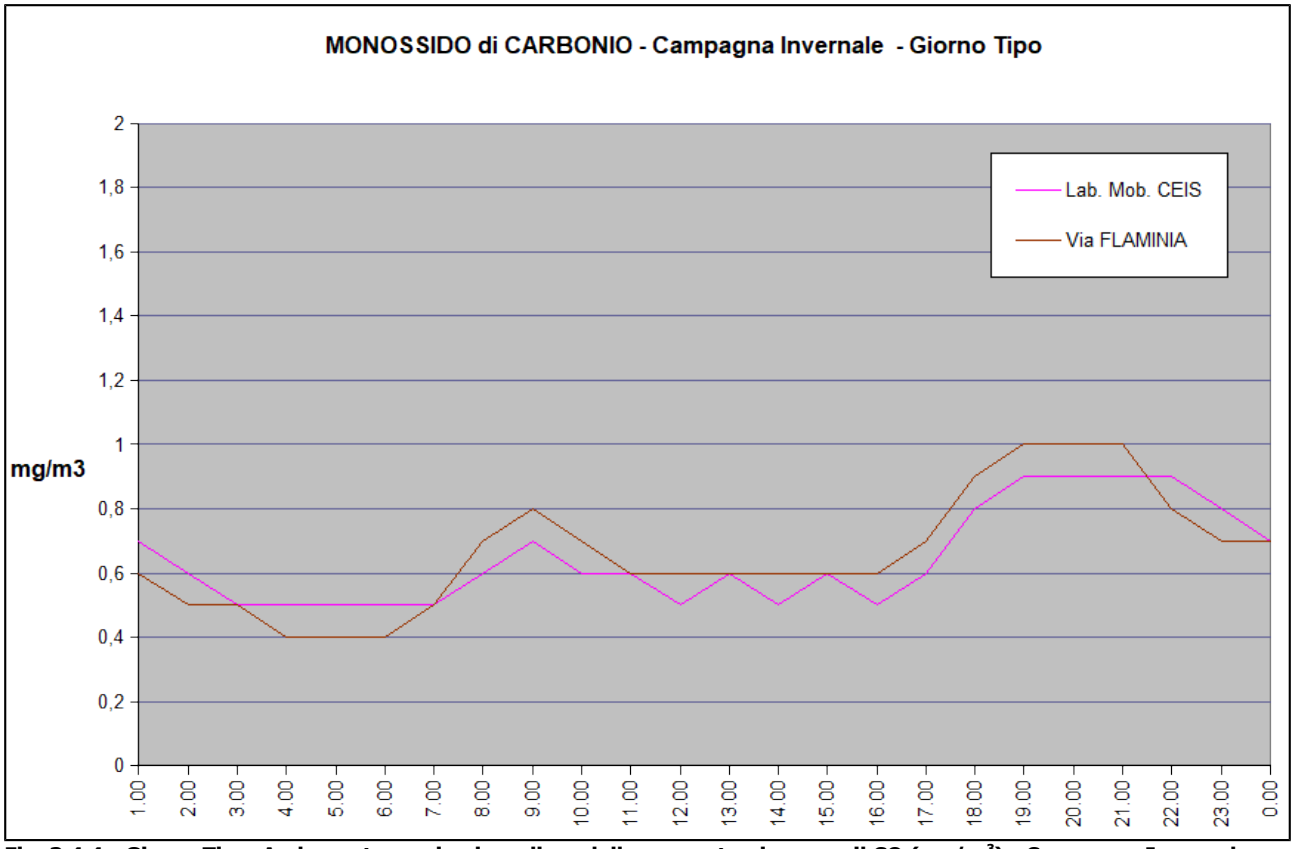


Fig. 3.4.4 - Giorno Tipo. Andamento orario giornaliero della concentrazione per il CO (mg/m^3) - Campagna Invernale

Nelle tabelle 3.3.3 e 4 viene riportato l'andamento dell'indice di Pearson R, calcolato sui valori medi orari del giorno tipo tra le due postazioni di misura.

Tab.3.4.3 - Correlazione di Pearson tra i valori orari del giorno tipo del Monossido di Carbonio - Campagna Estiva

	Lab. Mob. CEIS	Via FLAMINIA
Lab. Mob. CEIS	1.00	**0.36**
Via FLAMINIA		1.00

Tab 3.4.4 - Correlazione di Pearson tra i valori orari del giorno tipo del Monossido di Carbonio - Campagna Invernale

	Lab. Mob. CEIS	Via FLAMINIA
Lab. Mob. CEIS	1.00	**0.86**
Via FLAMINIA		1.00

Valutazione dei dati rilevati.

Dall'analisi dei dati rilevati dal L.M. presso il CEIS si vede chiaramente che l'inquinamento da monossido di carbonio si mantiene ampiamente al di sotto del valore limite dei 10 mg/m^3 riferito alla media massima giornaliera sulle 8 ore. Andando ad analizzare i dati rilevati presso Via Flaminia negli stessi intervalli di tempo si riscontra una situazione analoga (vedi Figg. 3.4.1 e 2).

Sia nel periodo "estivo" che invernale i valori medi e le medie orarie massime riscontrate presso il L.M sono inferiori a quelli rilevati in Via Flaminia. Per quanto riguarda invece il valore massimo della media su 8 ore durante la campagna invernale il valore è maggiore presso il L.M., mentre per la campagna "estiva" i due valori coincidono (vedi Tabb. 3.4.1 e 2).

Dai dati statistici risulta che, come avviene generalmente per tutti gli altri inquinanti primari, il periodo invernale è caratterizzato da concentrazioni più elevate rispetto a quello "estivo" (vedi report RRQA anni 2013-14-15-16 e 17).

Il profilo degli andamenti orari per il giorno tipo rilevati sia presso il L.M. che in Via Flaminia registrano aumenti di concentrazione nelle ore successive ai momenti di traffico più intenso. Generalmente il L.M. presenta andamenti delle concentrazioni più bassi di Via Flaminia sia nel periodo invernale che estivo. Si rileva sempre la tendenza all'aumento delle concentrazioni dell'inquinante durante l'arco della giornata e una sua diminuzione nelle ore notturne e nelle prime ore del mattino (vedi Figg. 3.4.3 e 4).

I dati rilevati presso il L.M. nel periodo estivo non presentano un buon grado di correlazione con i dati registrati presso Via Flaminia. Nel periodo invernale invece la correlazione tra i dati rilevati nelle due postazioni è decisamente buona (vedi Tabb. 3.4.3 e 4).

Riguardo a tutte le considerazioni fatte in questo paragrafo per Monossido di carbonio, in esito ai dati rilevati durante questi monitoraggi, sono stati rilevati comportamenti analoghi a quanto riscontrato per il Benzene, commentato nel paragrafo precedente (Par. 3.3).

Conclusioni

- In definitiva, constatato che i dati rilevati negli intervalli di tempo in cui sono stati effettuati i campionamenti presso il CEIS nel periodo "estivo" non mostrano correlazione con i dati rilevati nella postazione della RRQA Via Flaminia, mentre nel periodo invernale viene riscontrata una buona correlazione, visto che sia nel periodo "estivo" che invernale presso il L.M. vengono rilevati andamenti analoghi a Via Flaminia ma con concentrazioni generalmente più basse, tenuto in considerazione che i due periodi di monitoraggio "estivo" ed invernale sono rappresentativi dei relativi andamenti dell'inquinante in queste diverse stagionalità, stimiamo che l'andamento del CO presenti questo grado di correlazione con i dati rilevati a Via Flaminia e questa similitudine nell'andamento delle concentrazioni durante tutto l'anno. Considerato che l'ambito in cui è stato effettuato il campionamento è rappresentativo di questa zona del Comune di Rimini, è verosimile che questa tipologia di sito sia caratterizzato da profili di concentrazioni simili a quelli riscontrati in Via Flaminia e, in particolare, per quanto riguarda i valori delle concentrazioni, con livelli più bassi rispetto a quelli rilevati in questa postazione caratterizzata da un forte carico antropico da traffico urbano e densità abitativa.

- Per quanto riguarda il rispetto dell'attuale limite normativo (Media massima giornaliera su 8 ore) presso il CEIS, considerando la rappresentatività dei dati richiamata sopra, è evidente che per questo inquinante esso viene ampiamente rispettato. Infatti, se l'andamento rilevato consente il rispetto del limite previsto dal I° Gennaio 2005 nella postazione di misura Via Flaminia (vedi report RRQA anni 2013-14-15-16 e 17), a maggior ragione. lo consente anche presso il CEIS dove vengono registrati valori di concentrazione generalmente più bassi.

3.5 – Ozono (O3)

L'ozono è un componente gassoso dell'atmosfera, molto reattivo e aggressivo. Negli strati alti dell'atmosfera terrestre (stratosfera) è di origine naturale e aiuta a proteggere la vita sulla terra, creando uno scudo protettivo che filtra i raggi ultravioletti del sole. Invece, negli strati bassi dell'atmosfera terrestre (troposfera) è presente a concentrazioni elevate a seguito di situazioni d'inquinamento e provoca disturbi irritativi all'apparato respiratorio e danni alla vegetazione.
Oltre che in modo naturale, per interazione tra i composti organici emessi in natura e l'ossigeno dell'aria sottoposti all'irradiamento solare, l'ozono si produce anche per effetto dell'immissione di solventi e ossidi di azoto da parte delle attività umane. L'immissione di inquinanti primari (prodotti dal traffico, dai processi di combustione, dai solventi delle vernici, dall'evaporazione di carburanti etc.) favorisce quindi la produzione di un eccesso di ozono rispetto alle quantità altrimenti presenti in natura durante i mesi estivi.

LIMITI NORMATIVI - D.Lgs. 155 13/08/2010

Protezione della salute umana		
Soglia di Informazione	media oraria	**180 µg/m³**
Soglia di Allarme	media oraria da non superare per più di **3 ore consecutive**	**240 µg/m³**
Valore Obiettivo	massimo giornaliero della media mobile su 8 ore da non superare più di **25 volte/anno civile come media su tre anni**	**120 µg/m³**
Protezione della vegetazione		
Valore Obiettivo	AOT40 * (calcolata sulla base dei valori di 1 ora) da maggio a luglio come **media su 5 anni**	**18000 µg/m³*h**

*Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le ore 8:00 e le 20:00 nel periodo maggio- luglio

In considerazione degli intervalli di tempo in cui è stato svolto il monitoraggio e della tipologia del sito di campionamento, proponiamo valutazioni sui dati rilevati esclusivamente rispetto alla media massima giornaliera su 8 ore (120 µg/m^3) "Valore obiettivo e Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana" e ai valori medi orari di 180 e 240 µg/m^3 previsti rispettivamente come "Soglia di informazione" e "Soglia di allarme".

Qui di seguito vengono riportati gli andamenti dei valori medi orari rilevati, durante i due periodi di monitoraggio, con il L.M. posizionato a Rimini presso il CEIS e la postazioni di misura della RRQA dotate di analizzatore per questo inquinante. Zona "Pianura EST" (Parco Marecchia, Verucchio e San Clemente) e Zona "Appennino" (San Leo) (vedi Figg. 3.5.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8).

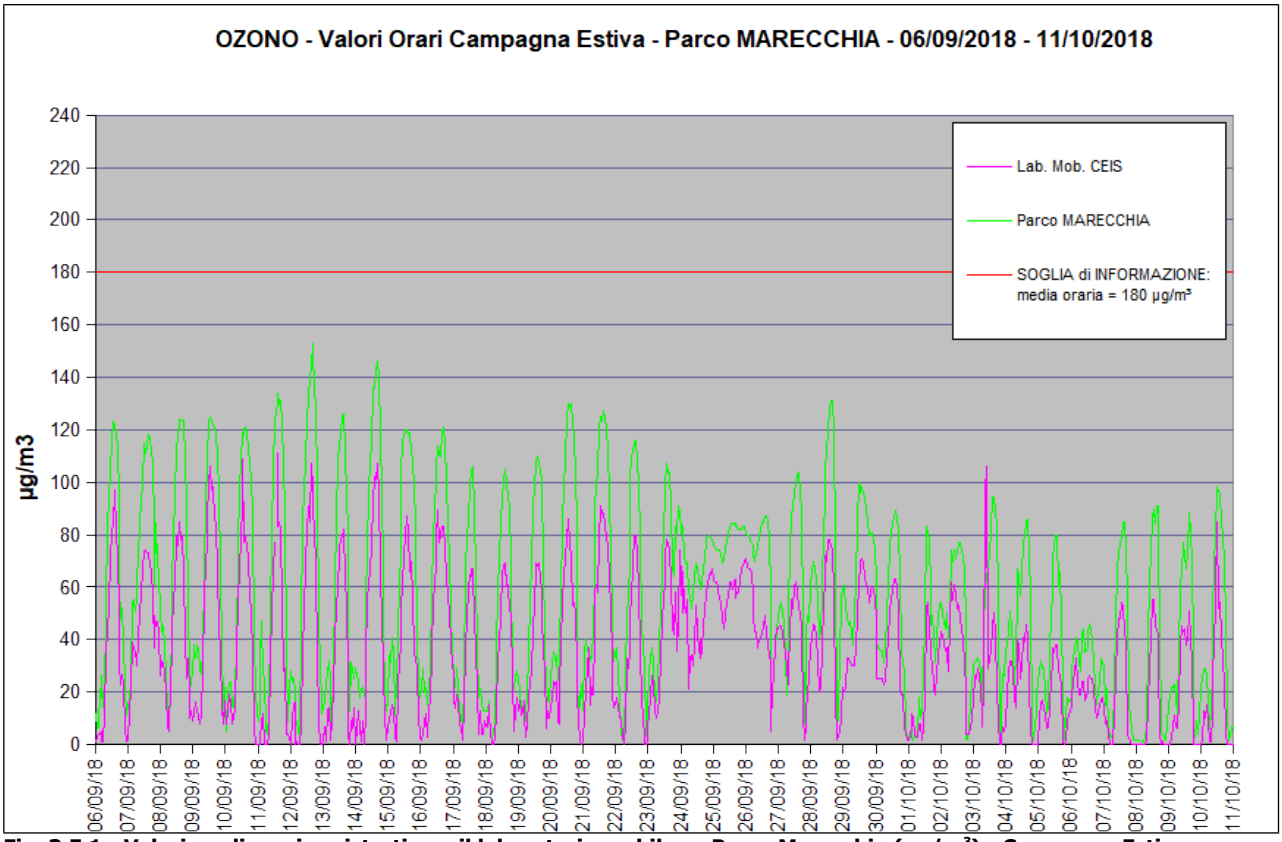


Fig. 3.5.1 - Valori medi orari registrati con il laboratorio mobile vs Parco Marecchia (µg/m³) - Campagna Estiva

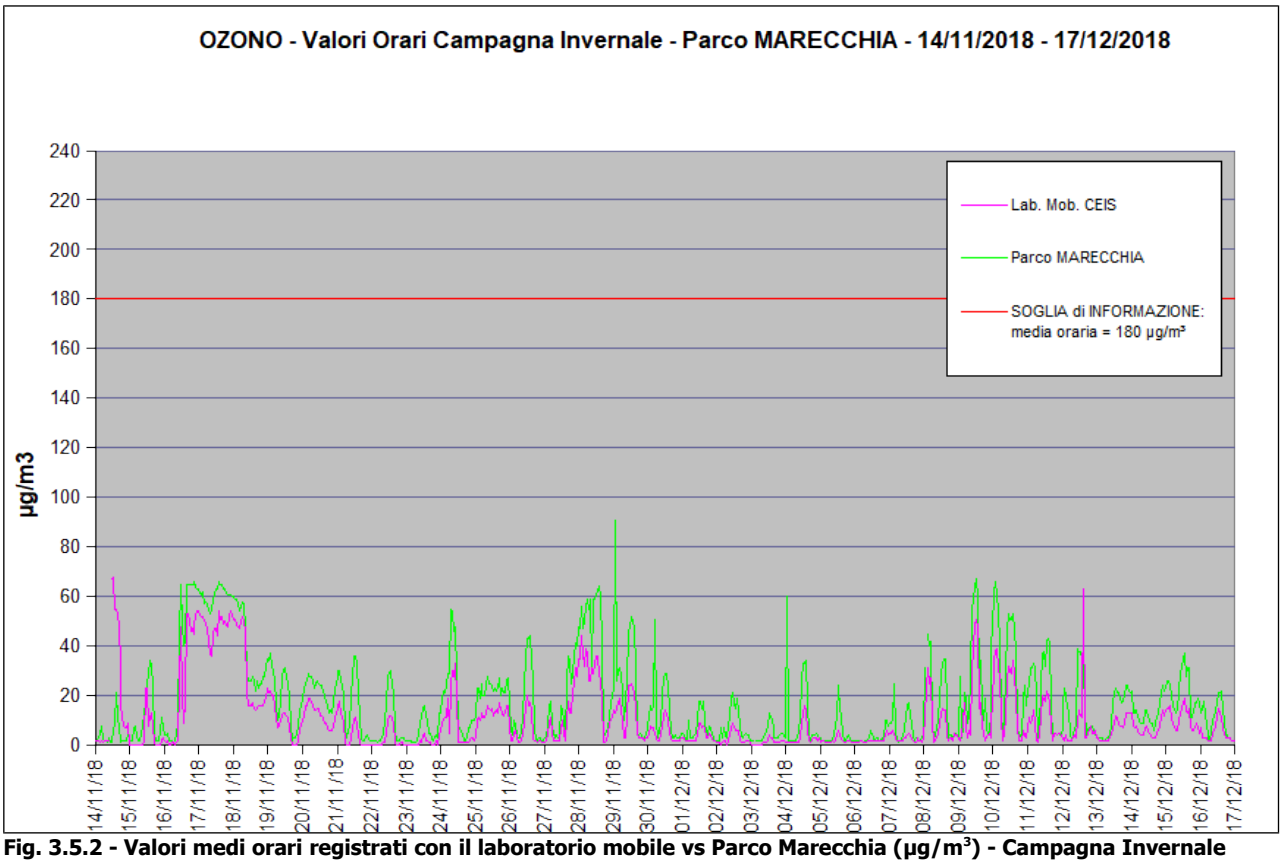


Fig. 3.5.2 - Valori medi orari registrati con il laboratorio mobile vs Parco Marecchia (µg/m³) - Campagna Invernale

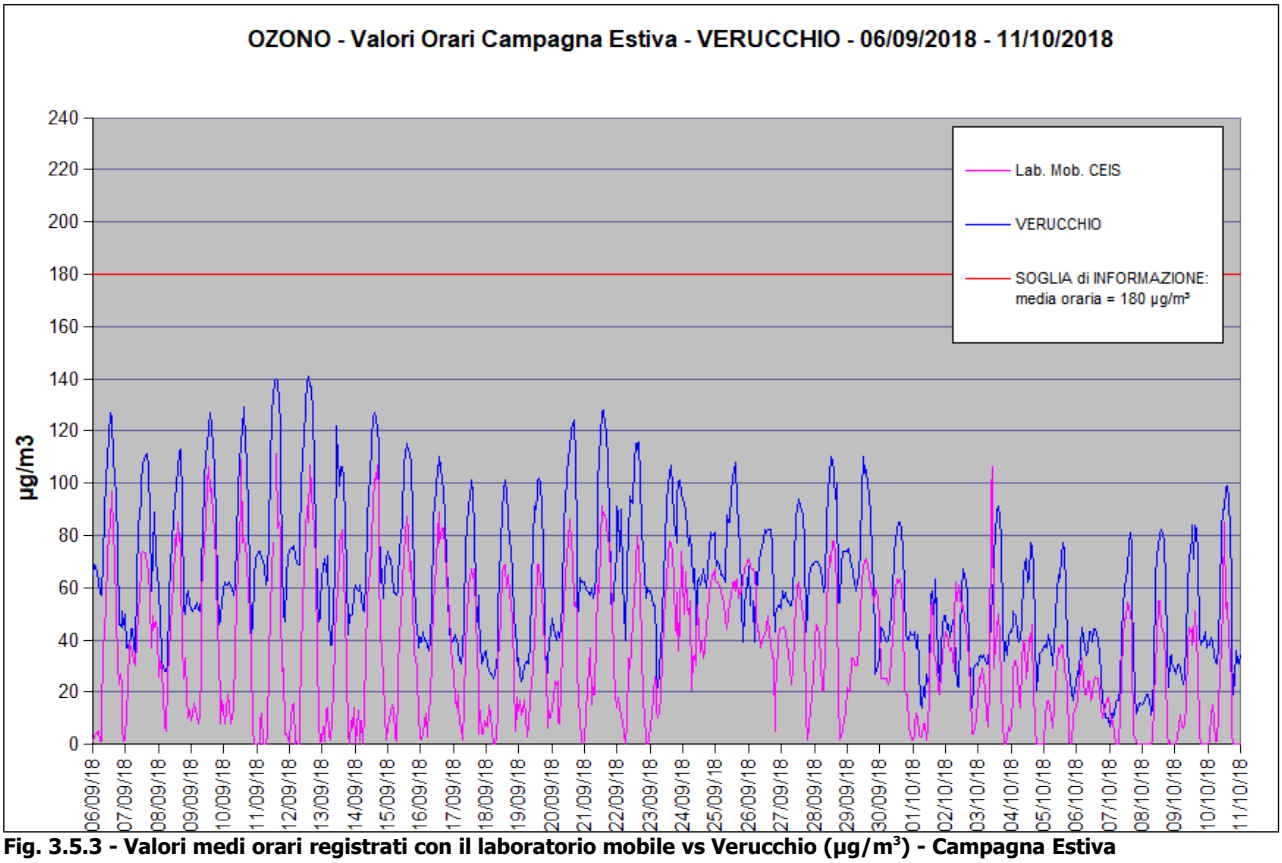


Fig. 3.5.3 - Valori medi orari registrati con il laboratorio mobile vs Verucchio (µg/m³) - Campagna Estiva

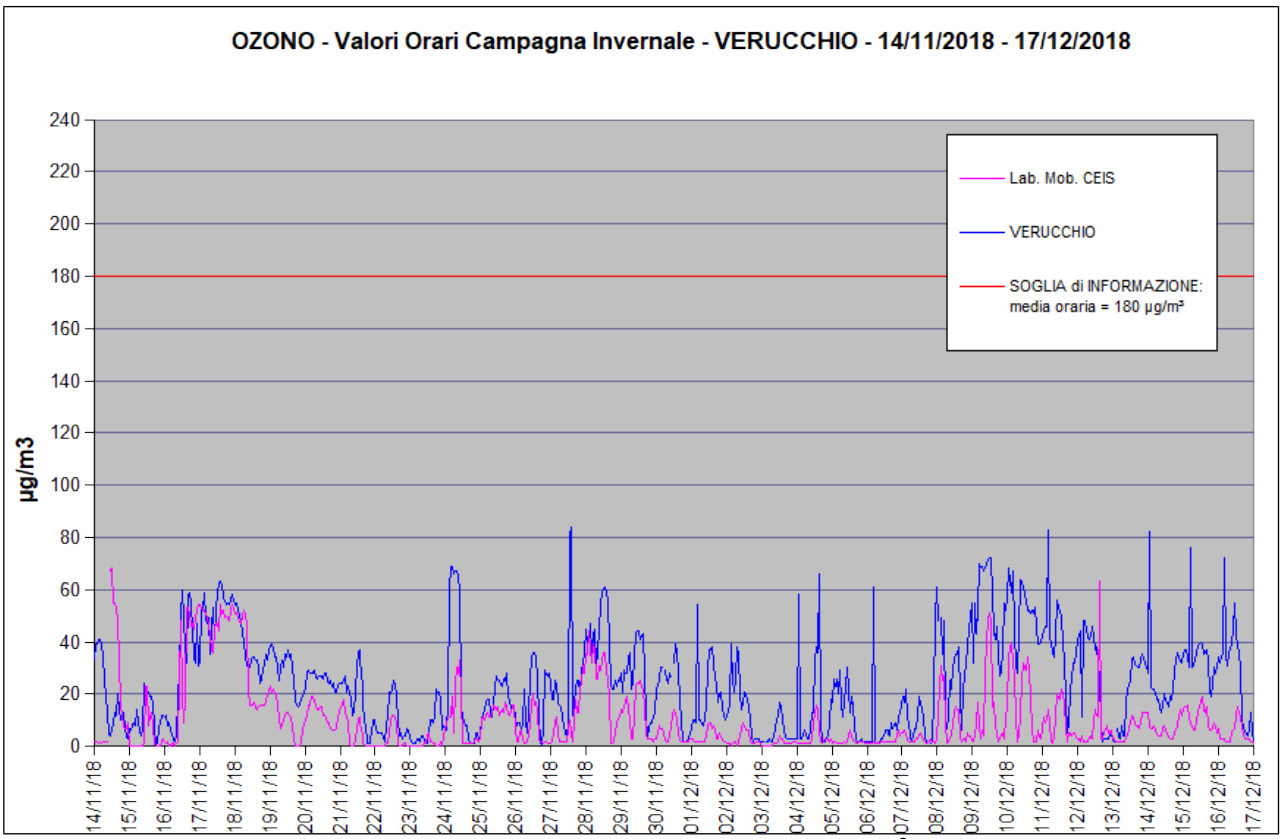


Fig. 3.5.4 - Valori medi orari registrati con il laboratorio mobile vs Verucchio (µg/m³) - Campagna Invernale

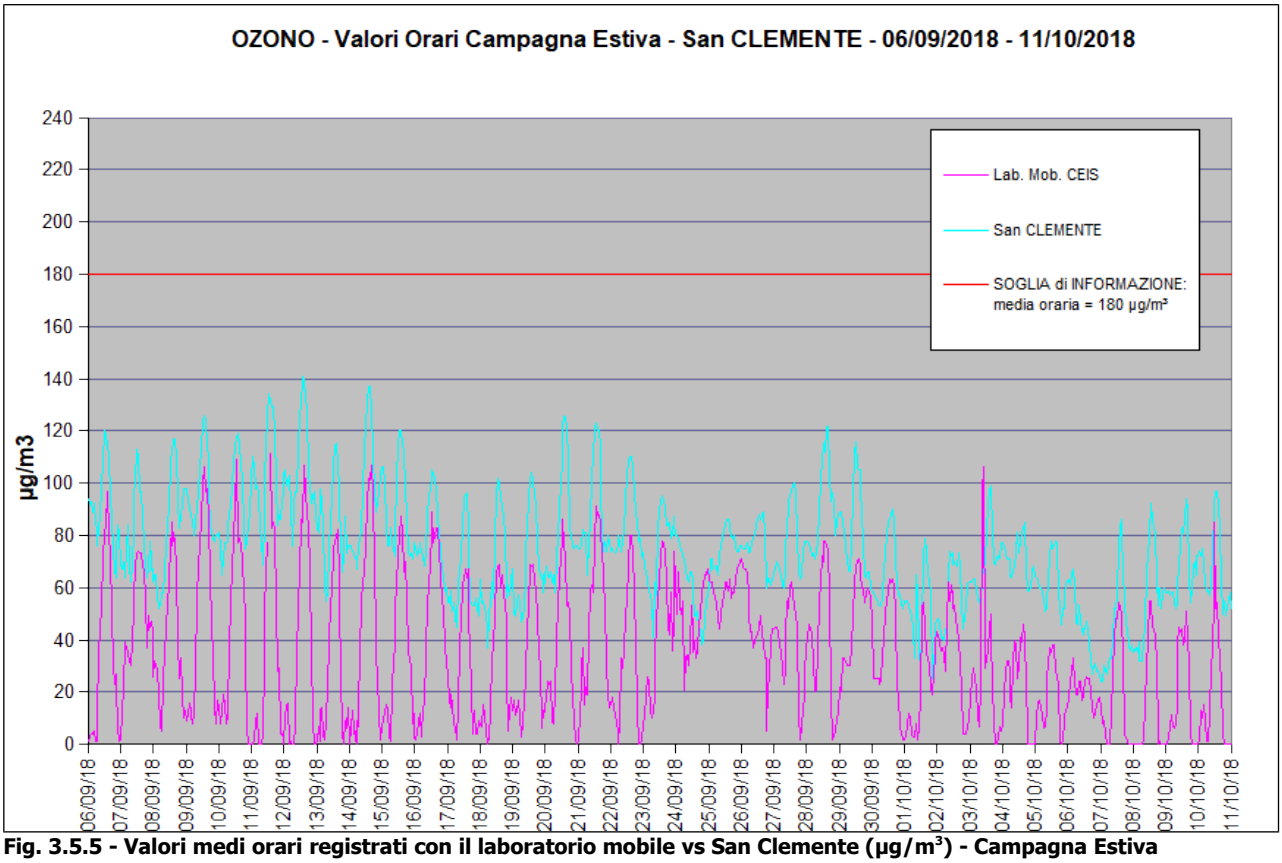


Fig. 3.5.5 - Valori medi orari registrati con il laboratorio mobile vs San Clemente (µg/m³) - Campagna Estiva

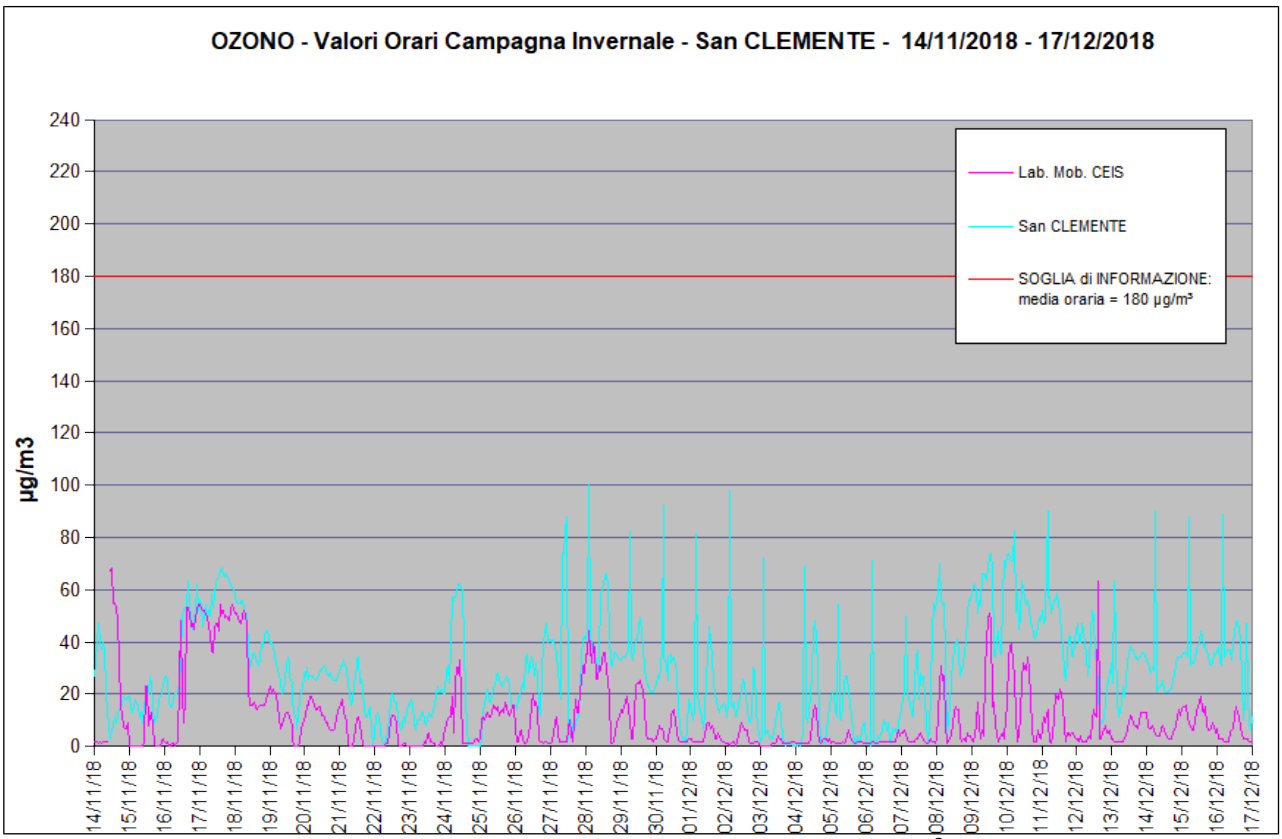


Fig. 3.5.6 - Valori medi orari registrati con il laboratorio mobile vs San Clemente (µg/m³) - Campagna Invernale

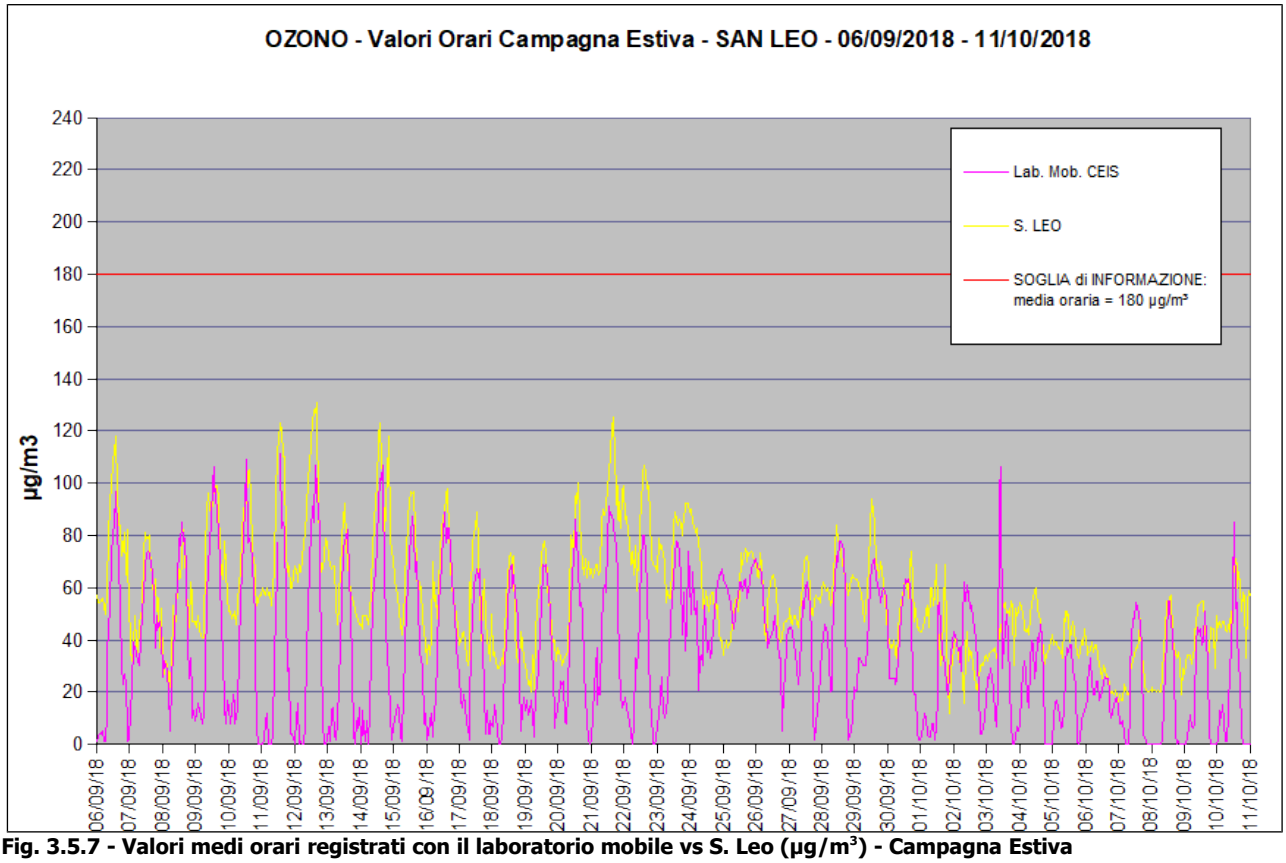


Fig. 3.5.7 - Valori medi orari registrati con il laboratorio mobile vs S. Leo (µg/m³) - Campagna Estiva

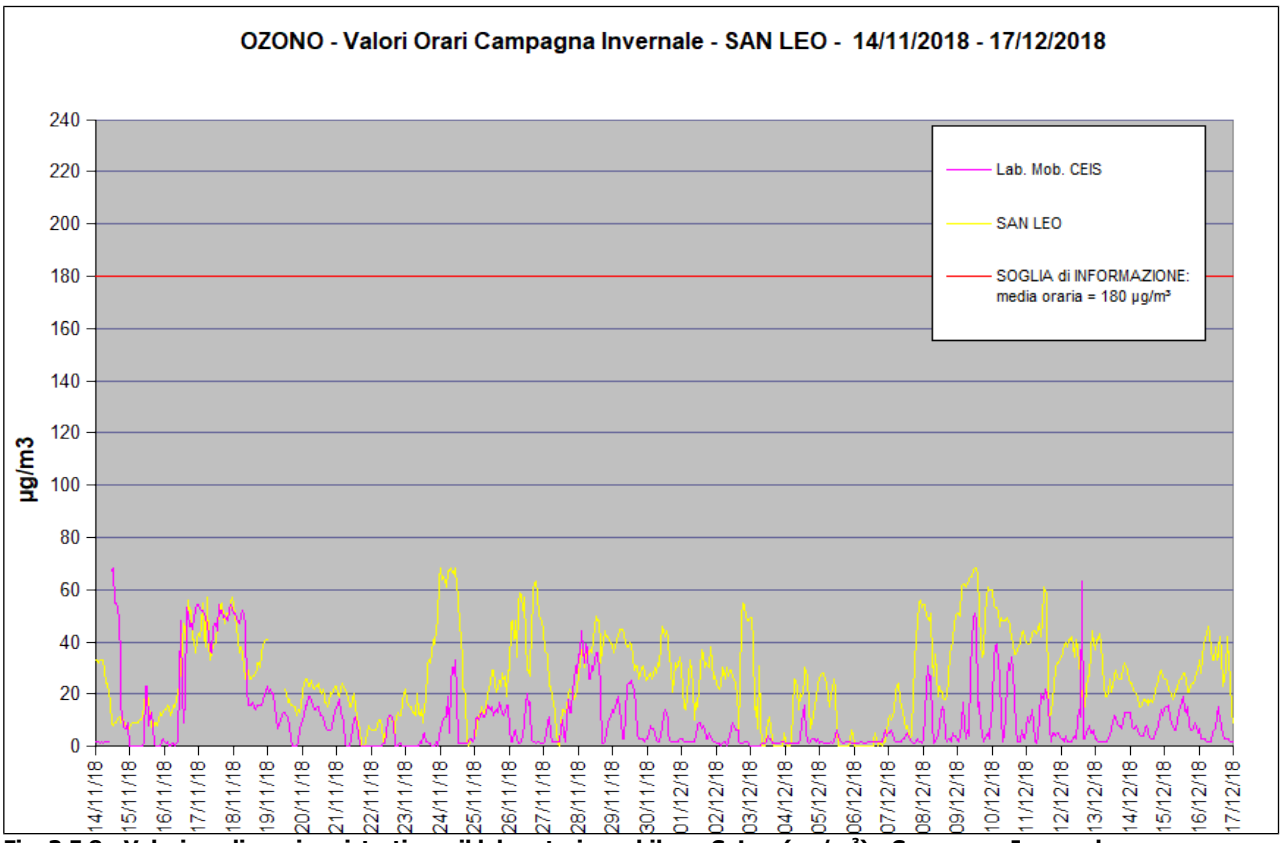


Fig. 3.5.8 - Valori medi orari registrati con il laboratorio mobile vs S. Leo (µg/m³) - Campagna Invernale

Come risulta evidente dai grafici, anche a causa del periodo tardo in cui è stato condotto il monitoraggio "estivo", non si sono registrati superamenti della "Soglia di informazione" ne presso il L.M. ne presso le altre stazioni dell RRQA.

Nelle figure 3.5.9, 10, 11 e 12 vengono riportati gli andamenti delle medie mobili su 8 ore rilevate con il Laboratorio Mobile presso il CEIS, confrontati rispettivamente con quelli riscontrati presso le postazioni della RRQA in Zona "Pianura EST" e in Zona "Appennino".

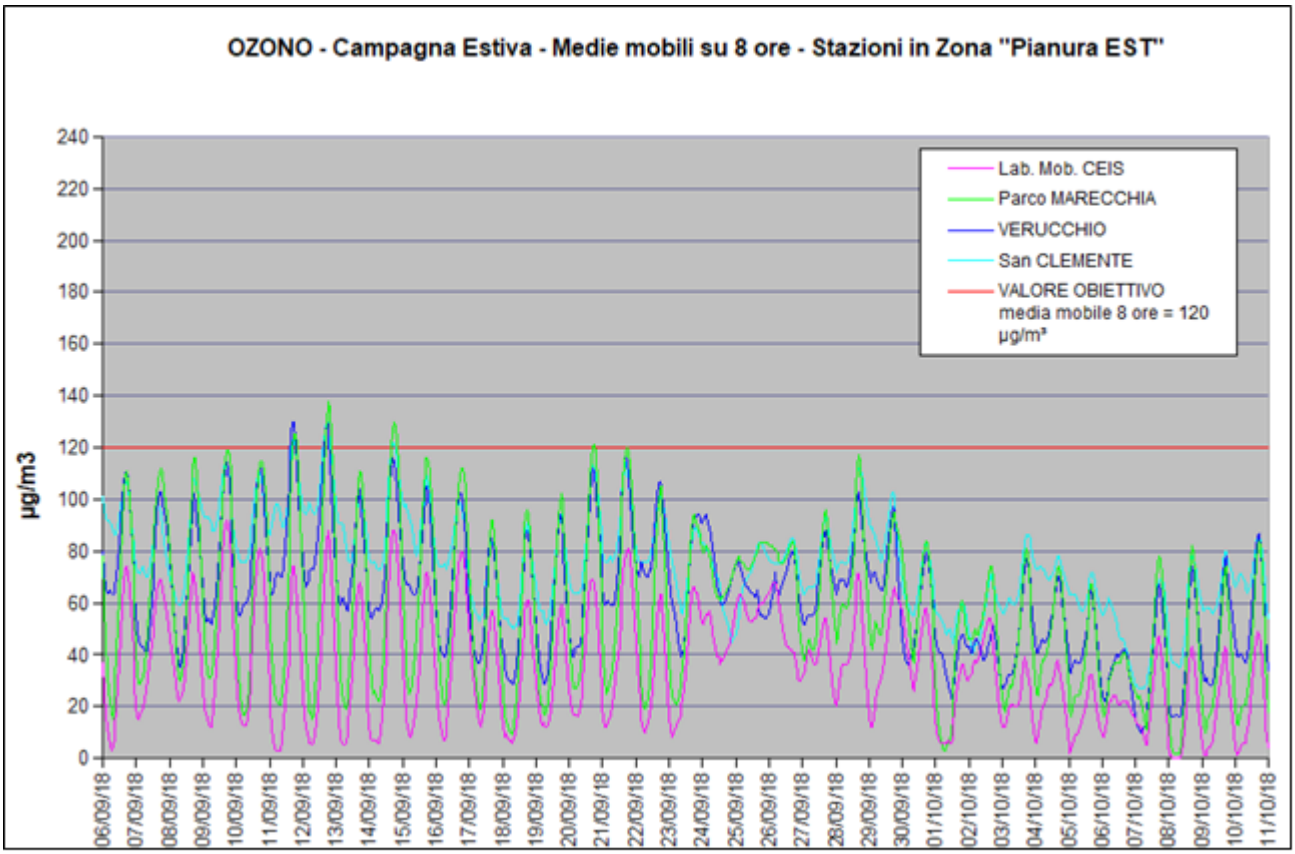


Fig. 3.5.9 - Valori media mobile sulle 8 ore registrati con il laboratorio mobile (µg/m³) - Campagna Estiva. Confronto con stazioni in Zona "Pianura EST"

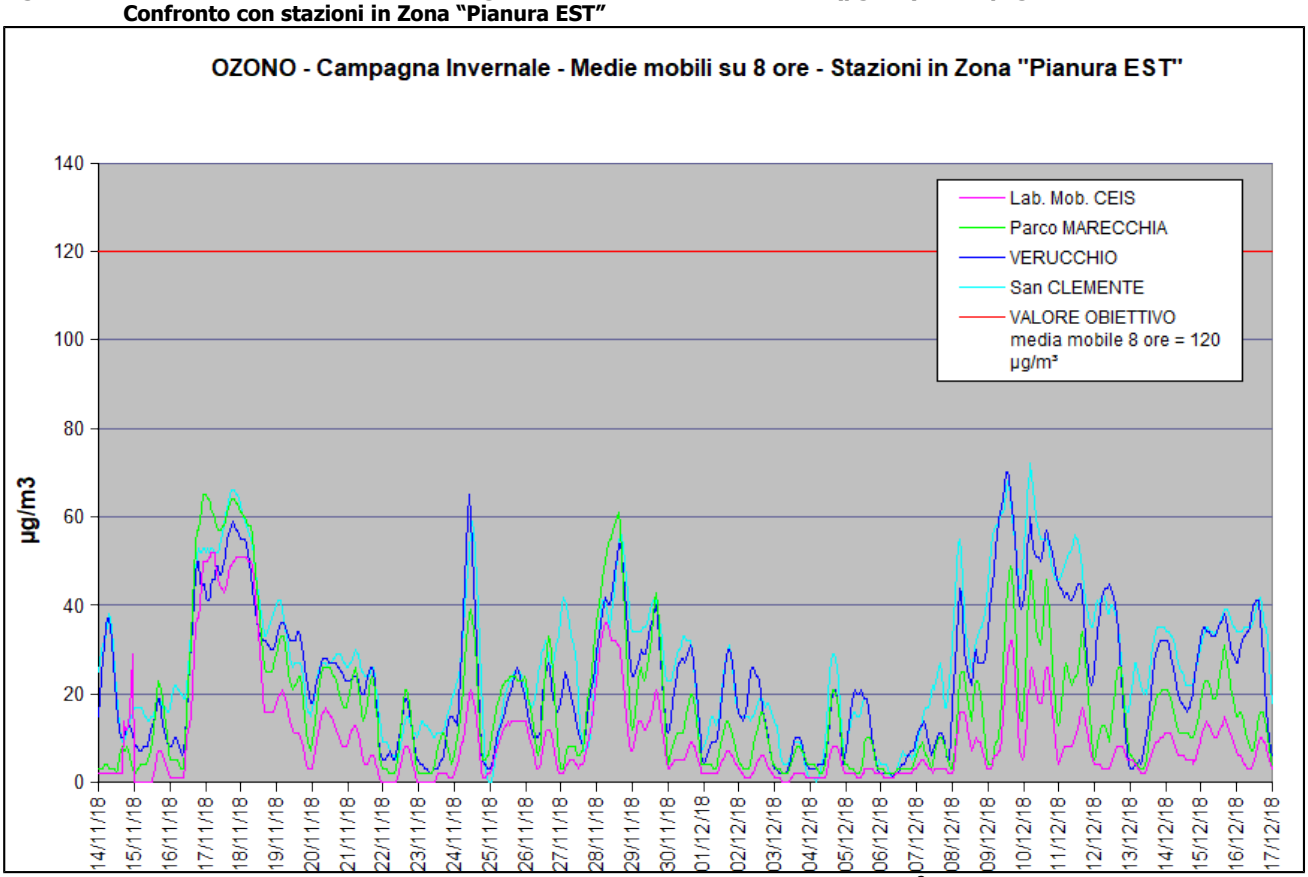


Fig. 3.5.10 - Valori media mobile sulle 8 ore registrati con il laboratorio mobile (µg/m³) - Campagna Invernale. Confronto con stazioni in Zona "Pianura EST"

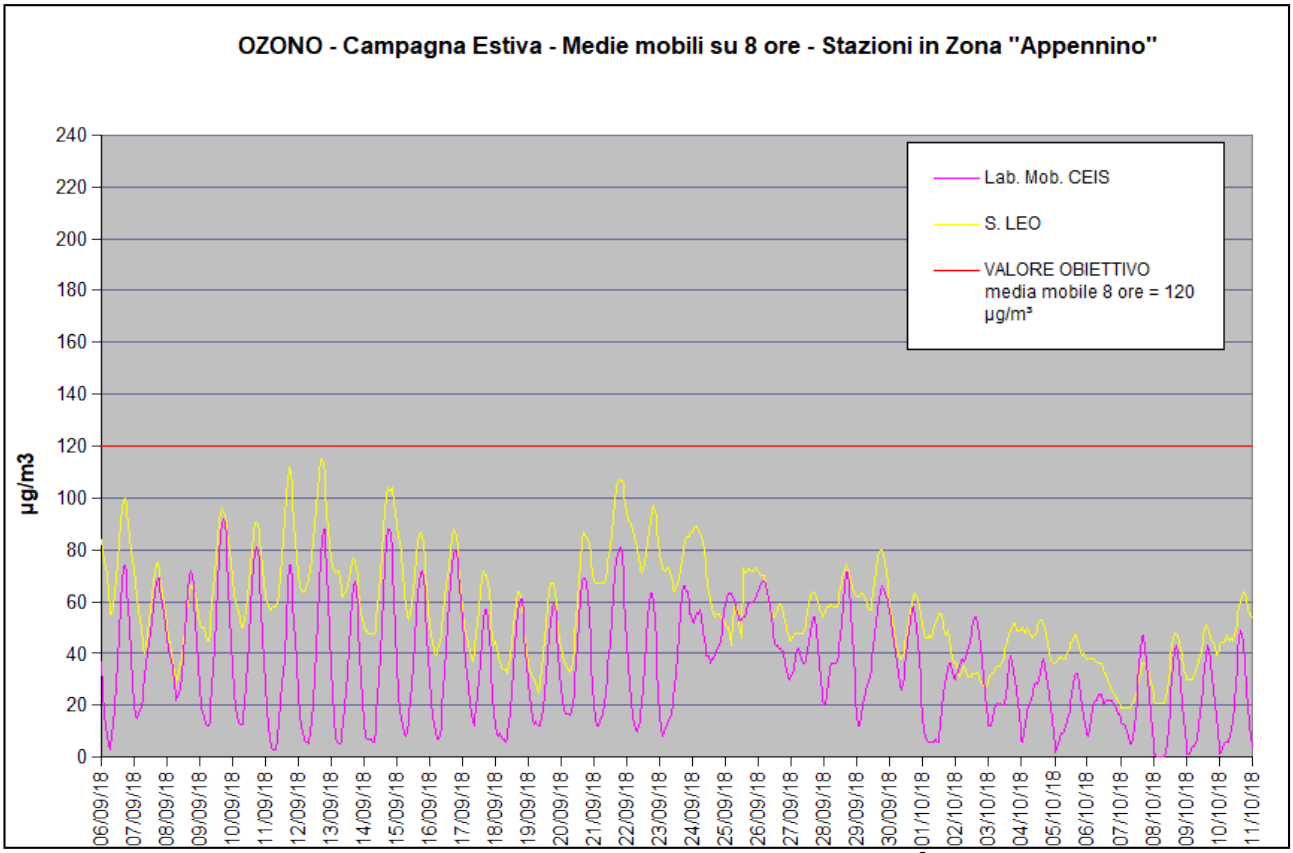


Fig. 3.5.11- Valori media mobile sulle 8 ore registrati con il laboratorio mobile (µg/m³) - Campagna Estiva. Confronto con stazioni in Zona "Appennino"

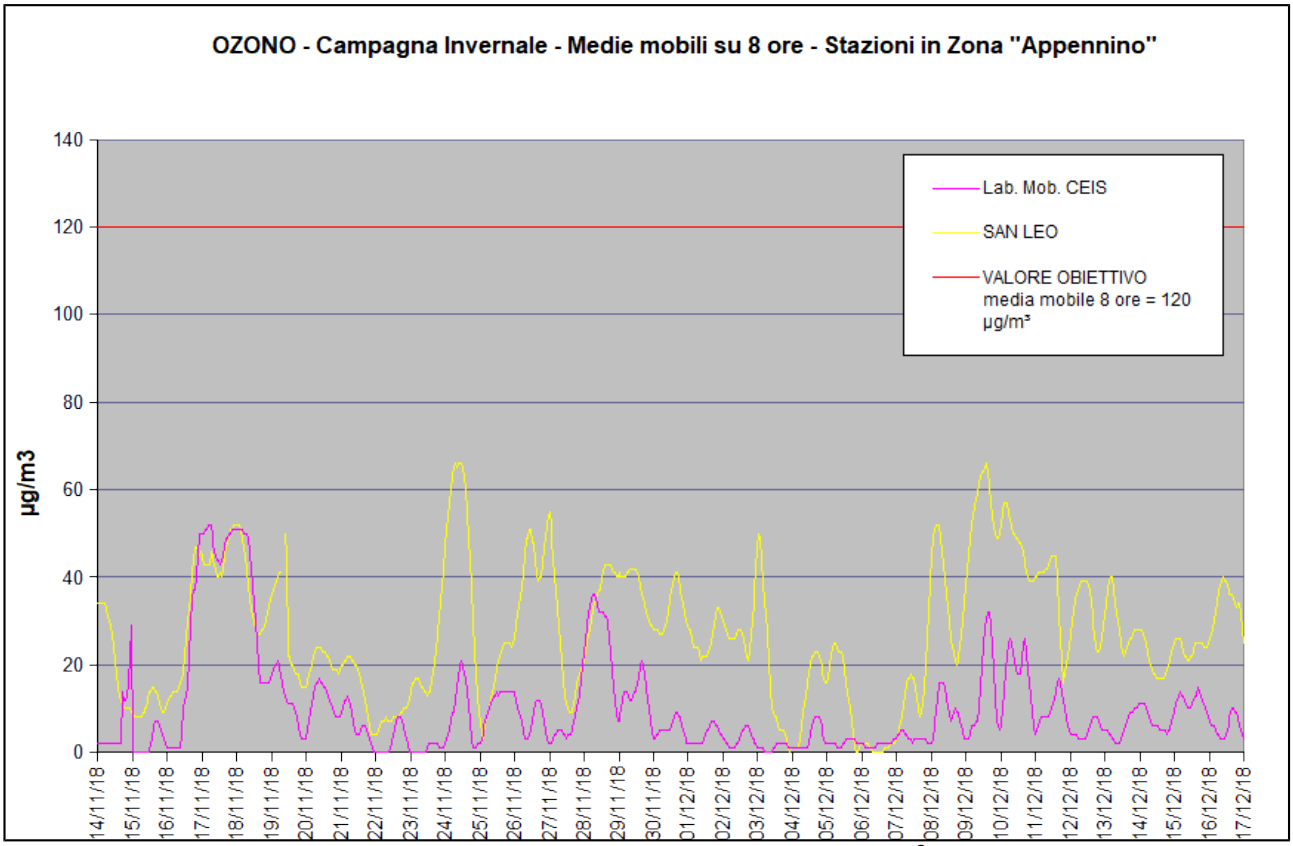


Fig. 3.5.12 - Valori media mobile sulle 8 ore registrati con il laboratorio mobile (µg/m³) - Campagna Invernale. Confronto con stazioni in Zona "Appennino"

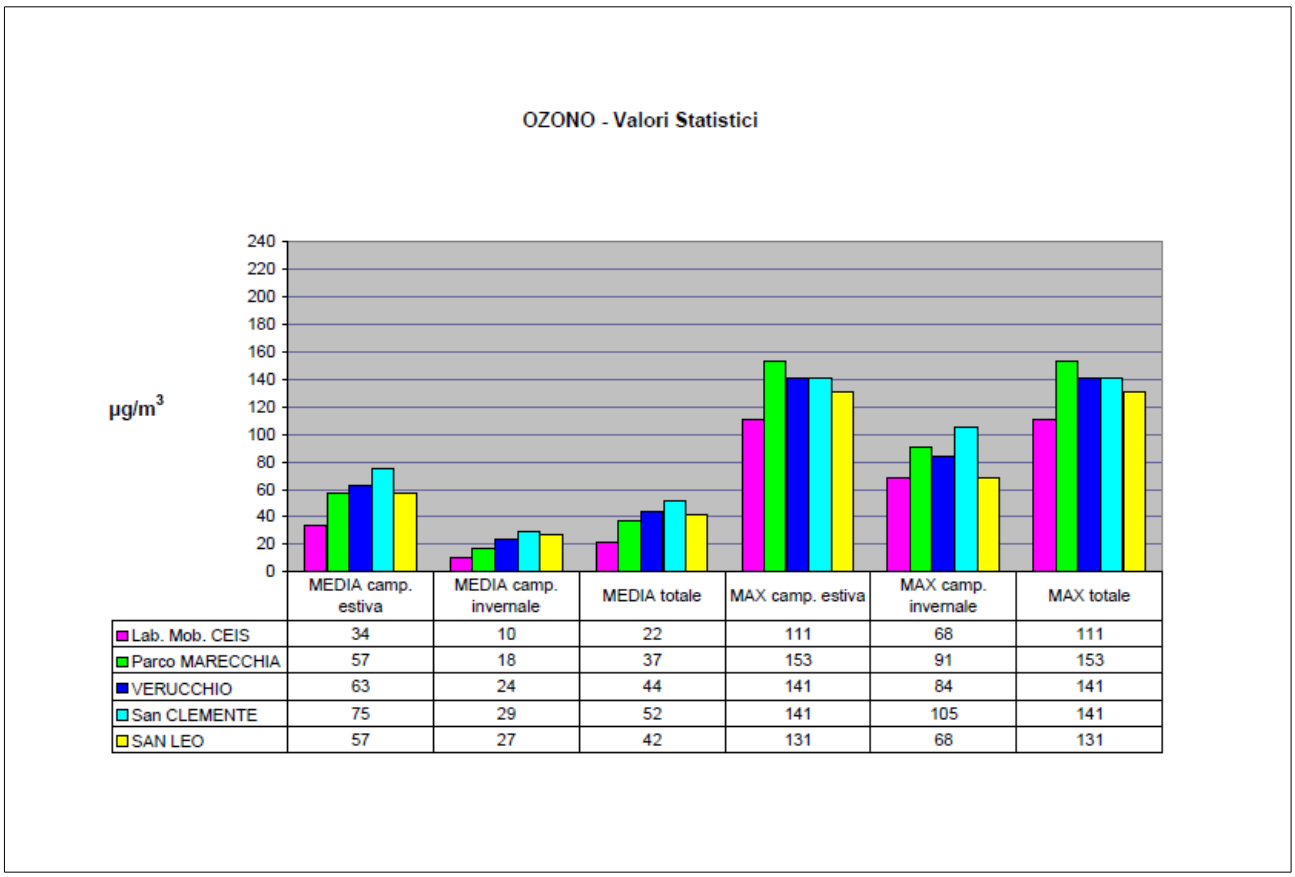
Nella tabella 3.5.1 vengono riportate le ore di superamento del limite per il "Valore Obiettivo / Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana" (120 µg/m³ come media mobile su 8 ore) rilevate con il Laboratorio Mobile e presso le postazioni della RRQA dotate di questo analizzatore, verificatesi esclusivamente nel periodo "estivo".

Tab. 3.5.1 - Ore di superamento del limite per il "Valore Obiettivo / Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana" (120 µg/m³ come media mobile massima giornaliera su 8 ore). Concentrazione in µg/m³ Campagna estiva

Data - Ora	Lab. Mob. CEIS	Parco MARECCHIA	VERUCCHIO	San CLEMENTE	S. LEO
05/09/2018 16.00	94	147	139	134	91
05/09/2018 17.00	93	145	135	134	87
05/09/2018 18.00	86	140	128	129	89
05/09/2018 19.00	77	134	121	117	83
05/09/2018 20.00	69	124	115	105	85
11/09/2018 16.00	66	110	119	125	107
11/09/2018 17.00	74	120	123	130	112
11/09/2018 18.00	74	125	123	130	110
11/09/2018 19.00	68	125	119	123	104
11/09/2018 20.00	60	121	115	112	99
12/09/2018 15.00	66	109	123	119	109
12/09/2018 16.00	77	123	127	126	115
12/09/2018 17.00	84	131	131	130	115
12/09/2018 18.00	88	136	130	129	113
12/09/2018 19.00	88	138	127	124	109
12/09/2018 20.00	82	135	122	115	102
12/09/2018 21.00	72	124	116	104	95
14/09/2015 17.00	88	127	122	116	104
14/09/2015 18.00	88	130	122	115	103
14/09/2015 19.00	86	128	119	110	103
14/09/2015 20.00	80	123	115	104	104
20/09/2018 18.00	68	121	112	110	85
Totale giorni di superamento VM 8 ore = 120 µg/m3	**0**	**5**	**4**	**3**	**0**

Nella tabella 3.5.2 vengono riportati alcuni parametri statistici relativi ai valori orari riscontrati presso il L.M. e presso le postazioni di misura della RRQA.

Tab.3.5.2 - Parametri statistici medie orarie per O3 (µg/m3)



	MEDIA camp. estiva	MEDIA camp. invernale	MEDIA totale	MAX camp. estiva	MAX camp. invernale	MAX totale
Lab. Mob. CEIS	34	10	22	111	68	111
Parco MARECCHIA	57	18	37	153	91	153
VERUCCHIO	63	24	44	141	84	141
San CLEMENTE	75	29	52	141	105	141
SAN LEO	57	27	42	131	68	131

Nelle figure 3.5.13 e 14, relativamente ai periodi di monitoraggio, sono riportati gli andamenti della concentrazione per il giorno tipo del periodo estivo ed invernale.

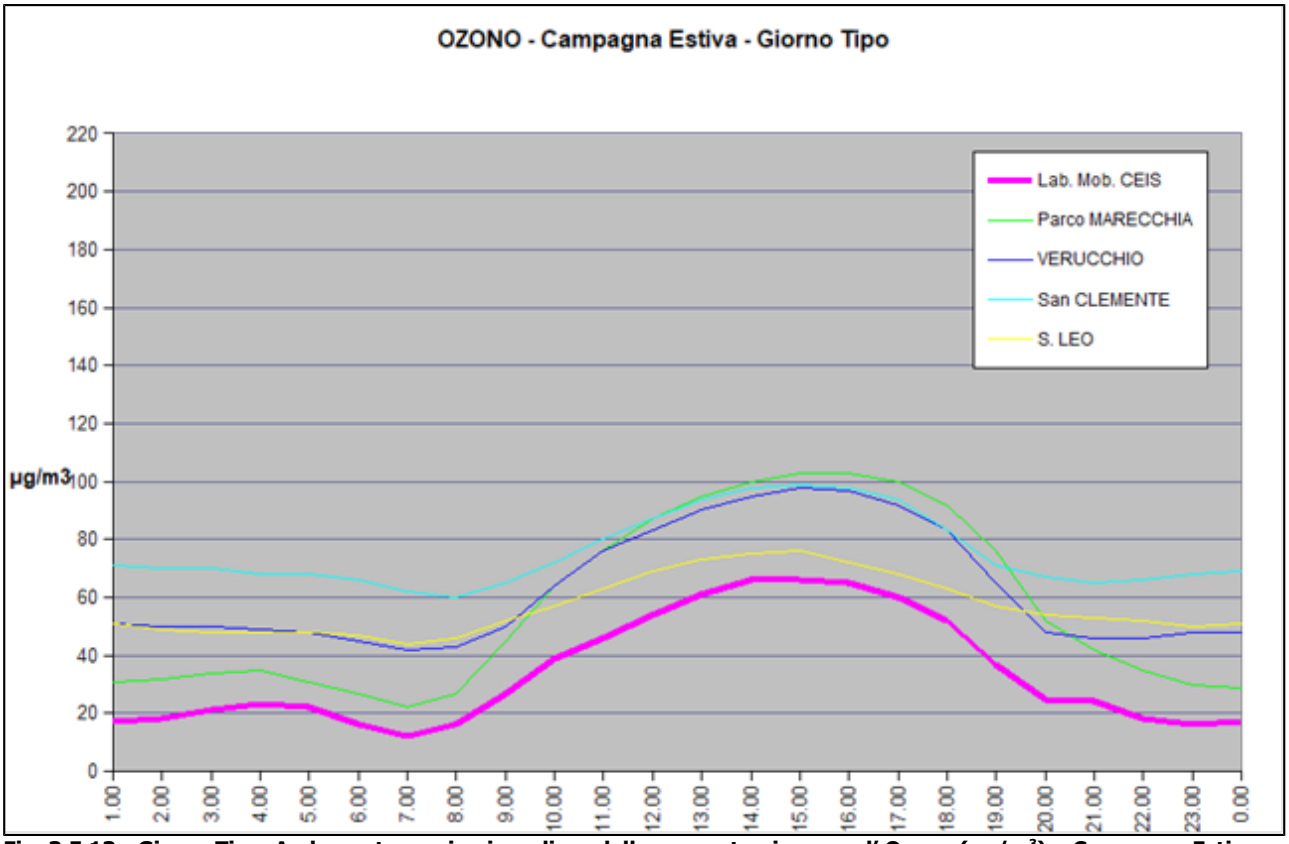


Fig. 3.5.13 - Giorno Tipo. Andamento orario giornaliero della concentrazione per l' Ozono (µg/m³) – Campagna Estiva

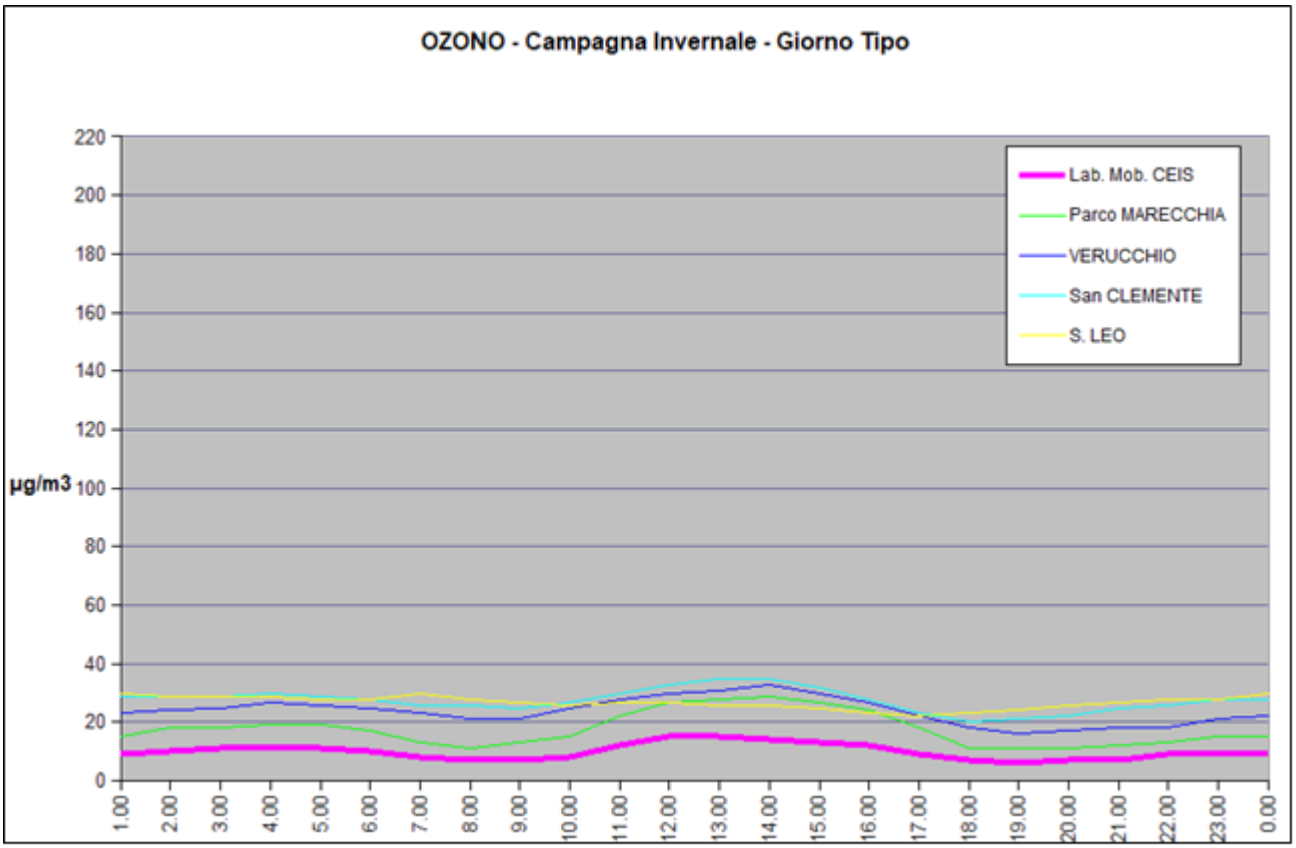


Fig. 3.5.14 - Giorno Tipo. Andamento orario giornaliero della concentrazione per l' Ozono (µg/m³) – Campagna Invernale

Nelle successive tabelle 3.5.3 e 4 viene riportato l'andamento dell'indice di Pearson R, calcolato sui valori medi orari del giorno tipo per il L.M. e le postazioni di misura della RRQA.

Tab. 3.5.3 - Correlazione di Pearson tra i valori orari del giorno tipo nelle postazioni di misura dell'Ozono Campagna Estiva

	Lab. Mob. CEIS	Parco MARECCHIA	VERUCCHIO	SAN CLEMENTE	SAN LEO
Lab. Mob. CEIS	1,00	**0,99**	**0,99**	**0,95**	**0,98**
Parco MARECCHIA		1,00	**0,97**	**0,92**	**0,96**
VERUCCHIO			1,00	**0,98**	**0,97**
SAN CLEMENTE				1,00	**0,96**
SAN LEO					1,00

Tab. 3.5.4 - Correlazione di Pearson tra i valori orari del giorno tipo nelle postazioni di misura dell'Ozono Campagna Invernale

	Lab. Mob. CEIS	Parco MARECCHIA	VERUCCHIO	SAN CLEMENTE	SAN LEO
Lab. Mob. CEIS	1,00	**0,97**	**0,92**	**0,90**	**-0,01**
Parco MARECCHIA		1,00	**0,93**	**0,86**	**-0,17**
VERUCCHIO			1,00	**0,91**	**0,04**
SAN CLEMENTE				1,00	**0,32**
SAN LEO					1,00

Valutazione dei dati rilevati.

Dall'analisi dei dati orari rilevati dal L.M. presso il CEIS si rileva che durante il periodo "estivo", che è il più critico per questo inquinante, non si sono verificati superamenti ne della "Soglia di Allarme" ne della "Soglia di informazione". Andando ad analizzare i dati rilevati nelle postazioni della RRQA dotate di questo analizzatore riscontriamo situazioni analoghe. Questo provabilmente è dovuto al periodo tardo in cui è stato condotto questo monitoraggio. In particolare poi l'andamento delle concentrazioni registrato presso il L.M. e le diverse stazioni della RRQA risulta alquanto simile (vedi Figg. 3.5.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8). Per quanto riguarda invece i valori di concentrazione raggiunti, il L.M. registra valori più bassi di tutte le altre stazioni.

Nel periodo di monitoraggio "estivo"presso alcune delle postazioni di misura della RRQA si sono registrati alcuni superamenti del limite per il "Valore Obiettivo / Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana". Presso il L.M. questo superamento non si è verificato. Nella tabella 3.5.1 vengono riportati, per i giorni in cui è stato superato questo limite (120 $\mu g/m^3$ come media mobile massima giornaliera su 8 ore)", i valori registrati per questo parametro. Come è visibile sia dai grafici che dalle tabelle dei dati i raggiungimenti dei massimi della media mobile si manifestano negli stessi intervalli orari. Il superamento dell' "Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana" non si è mai verificato presso il L.M., si è verificato circa con la stessa numerosità a Parco Marecchia, Verucchio e San Clemente e mai a San Leo.

Il profilo degli andamenti orari per il giorno tipo rilevati sia presso il L.M. che presso le stazioni della RRQA, sia nel periodo estivo che invernale, registra aumenti di concentrazione nelle ore centrali del pomeriggio, successive ai momenti di maggiore irraggiamento solare. I valori di concentrazione raggiunti dal L.M. sia nel periodo estivo che invernale sono inferiori a quelli rilevati dal resto della RRQA. L'andamento orario delle concentrazioni nei due periodi di campionamento è analogo ma con valori di concentrazione decisamente più elevati nel periodo "estivo" rispetto a quello invernale (vedi Figg. 3.5.13 e 14).

Durante il periodo "estivo" è evidente l'ottima correlazione tra i dati rilevati dal L.M. e dalle postazioni di misura della RRQA e tra i dati rilevati dalle stazioni stesse. Nel periodo invernale, ad eccezione di San Leo, la correlazione tra i dati rilevati dal L.M. e le stazione della RRQA è sempre

molto buona, seppure con valori leggermente inferiori, come lo è anche tra i dati rilevati dalle stazioni stesse (vedi Tabb. 3.5.3 e 4).

Dall'analisi dei dati, oltre che dagli indici di correlazione di Pearson R, si vede chiaramente la similitudine degli andamenti riscontrati per l'ozono nei due periodi di monitoraggio con il L.M. presso il CEIS e le postazioni fisse della RRQA.

Conclusioni

- In definitiva, constatato che i dati rilevati nei periodi di tempo in cui sono stati effettuati i campionamenti con il L.M. presso il CEIS nel periodo "estivo" mostrano sempre una ottima correlazione con i dati rilevati nelle postazioni di misura della RRQA, così come quelli rilevati da queste postazioni di misura tra di loro, nel periodo invernale, che è il meno critico per questo inquinante, sebbene inferiore, esiste sempre una certa correlazione. Tenuto anche nella dovuta considerazione che il periodo "estivo" non è fortemente rappresentativo dell'andamento dell'inquinante in questa stagionalità, stimiamo che l'andamento dell'O_3 presso il CEIS presenti questo grado di correlazione e analogia con i dati rilevati presso le stazioni della RRQA durante tutto l'anno. Considerato che l'ambito in cui si sono svolti i monitoraggi è rappresentativo di questa zona del Comune di Rimini, è verosimile che questa tipologia di sito sia caratterizzata da profili di concentrazioni analoghi a quelli riscontrati nelle altre postazioni della RRQA e, in particolare, per quanto riguarda i livelli di concentrazione con valori inferiori a quelli rilevati presso la RRQA, sia nel periodo estivo che invernale. Nel caso dell'O_3 va detto che questa correlazione tra i dati rilevati non è generata tanto da condizioni locali specifiche simili tra loro ma dal fatto che questo inquinante, vista la sua origine fotochimica, si manifesta con andamenti simili su vaste aree del territorio.
- Per quanto riguarda il rispetto degli attuali limiti normativi rileviamo quanto segue. I dati rilevati per l'O_3 durante la campagna con il L.M. mostrano che per questo inquinante, durante il periodo "estivo" di monitoraggio, non sono stati superati i valori della "Soglia di allarme" e della "Soglia di informazione", anche presso le postazioni di misura della RRQA, sebbene si registrino valori di concentrazione più alti, questi valori non sono stati raggiunti. Questa situazione è dovuta al fatto che il campionamento nel periodo "estivo", che è quello più critico per questo inquinante, è stato effettuato in un periodo che non è fortemente rappresentativo di questa stagionalità. Viste le correlazioni riscontrate tra i dati rilevati nella varie postazioni, se il monitoraggio fosse ricaduto in un periodo in cui si fossero manifestati fenomeni di inquinamento da O_3, con la registrazione di superamenti del limite sopra richiamato presso le postazioni della RRQA, cosa che ogni tanto avviene durante il periodo estivo, tali superamenti non si sarebbero potuti escludere presso la postazione del L.M., sebbene che in questo sito la concentrazione dell'Ozono per la campagna "estiva" presenti valori inferioria quelli di altre stazioni della RRQA dove questo superamento in passato è stato registrato (vedi Report RRQA 2013-14-15-16 e 17). Inoltre, durante i campionamenti "estivi", presso le postazioni della RRQA e' stato superato il limite per il "Valore obiettivo per la protezione della salute umana". Anche per i valori registrati relativamente a questo parametro possiamo fare le stesse considerazioni del punto precedente. Quindi, per quanto riguarda la stima del rispetto dei limiti normativi presso la postazione L.M., viste le correlazioni riscontrate tra i dati rilevati nella varie postazioni, andando anche a confrontare i dati con quelli rilevati nel corso del quinquennio precedente nelle postazioni di misura fisse (vedi Report RRQA 2013-14-15-16 e 17) che, in funzione di quanto detto sopra, possono fornire indicazioni in merito all'area di nostro interesse, valutiamo che attualmente viene rispettata la "Soglia di allarme", non può essere garantito il rispetto della "Soglia di informazione", tanto meno il rispetto dell' "Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana" e del "Valore Obiettivo per la protezione della salute umana al 2010".

4 - Dati Meteorologici

A completamento dell'analisi dei dati rilevati si è stimata la rappresentatività delle condizioni meteo rilevate presso il L.M. posizionato presso il CEIS a Rimini durante i due periodi di campionamento.
A questo scopo si è proceduto alla estrazione dei dati relativi alle principali variabili meteorologiche rilevate dai sensori meteo installati sul L.M.. Quindi sono stati acquisiti (tramite interfaccia DEXTER) i dati meteo rilevati dalla postazione di misura della rete di "Meteorologia Urbana" gestita da Arpae SIMC, che è posizionata sopra l'edificio delle scuole medie Panzini, in p.zza Gramsci a Rimini.

Nelle figure che seguono (Fig. 4.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) vengono riportati gli andamenti della pioggia, dei venti, della radiazione solare, della temperatura e della pressione atmosferica, nelle due postazioni.

Data la vicinanza del L.M. alla postazione di misura della rete di "Meteorologia Urbana", a parte la rosa dei venti, per i parametri rilevati si rilevano andamenti molto simili.

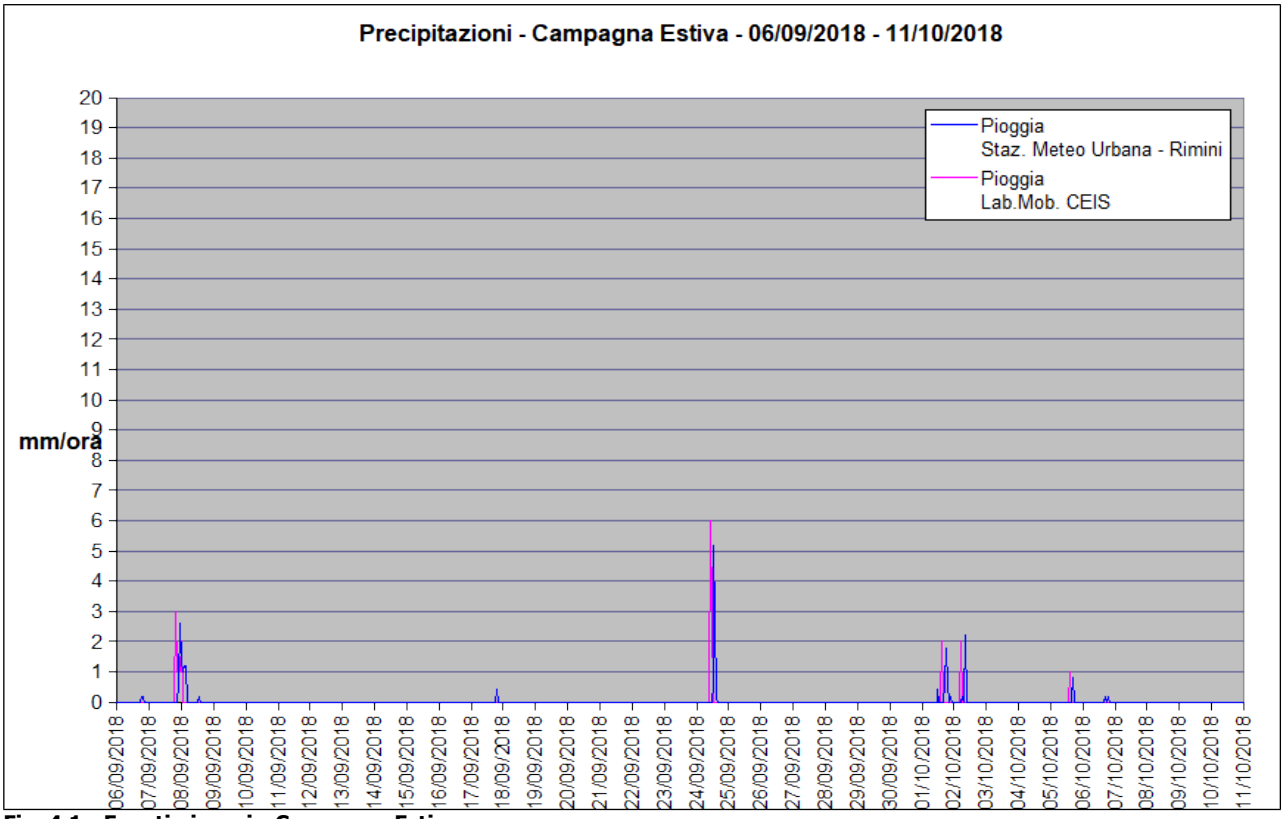


Fig. 4.1 - Eventi piovosi - Campagna Estiva

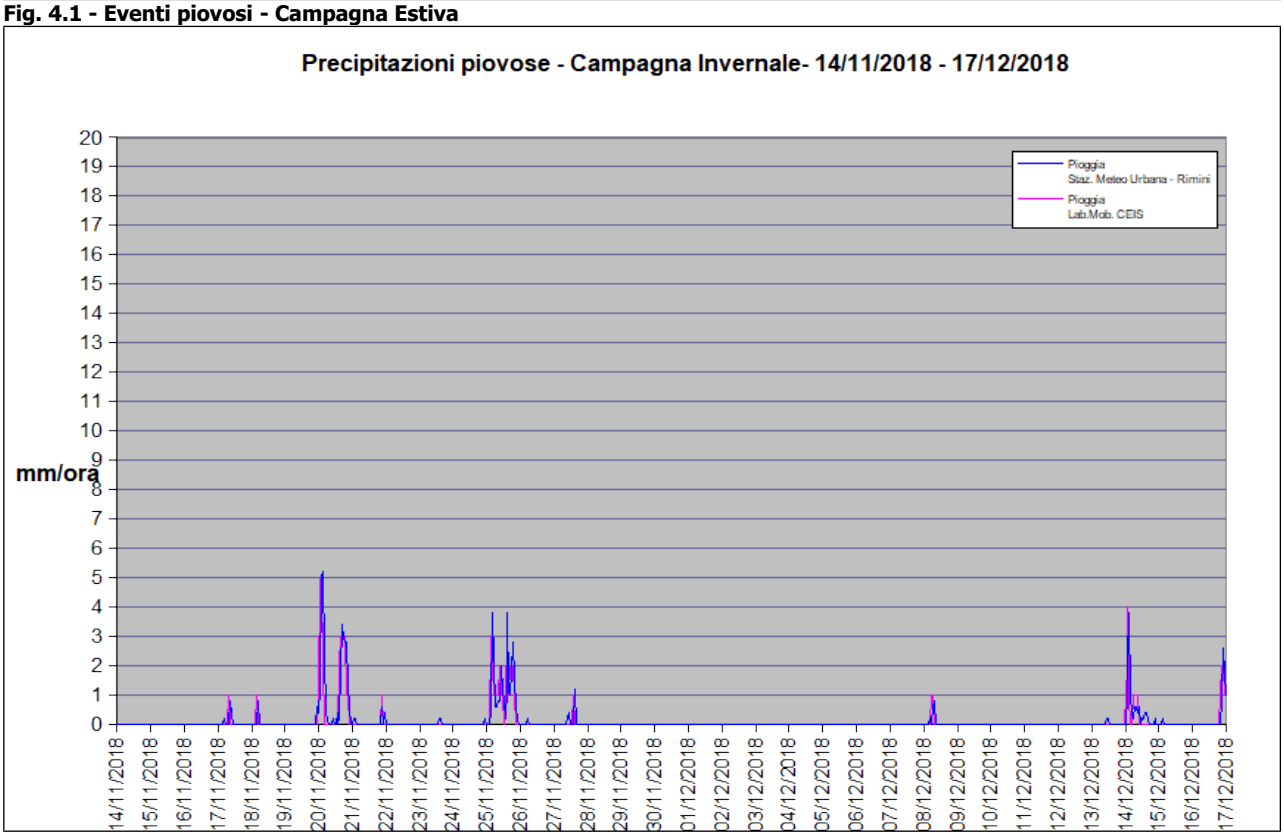


Fig. 4.2 - Eventi piovosi - Campagna Invernale

Presso entrambe le postazioni di misura si rileva che sia il periodo “estivo” che invernale sono stati caratterizzati da alcune precipitazioni di moderata intensità.

È da notare l’abbassamento delle concentrazioni del PM_{10} che si sono sempre registrate successivamente al manifestarsi degli eventi piovosi.

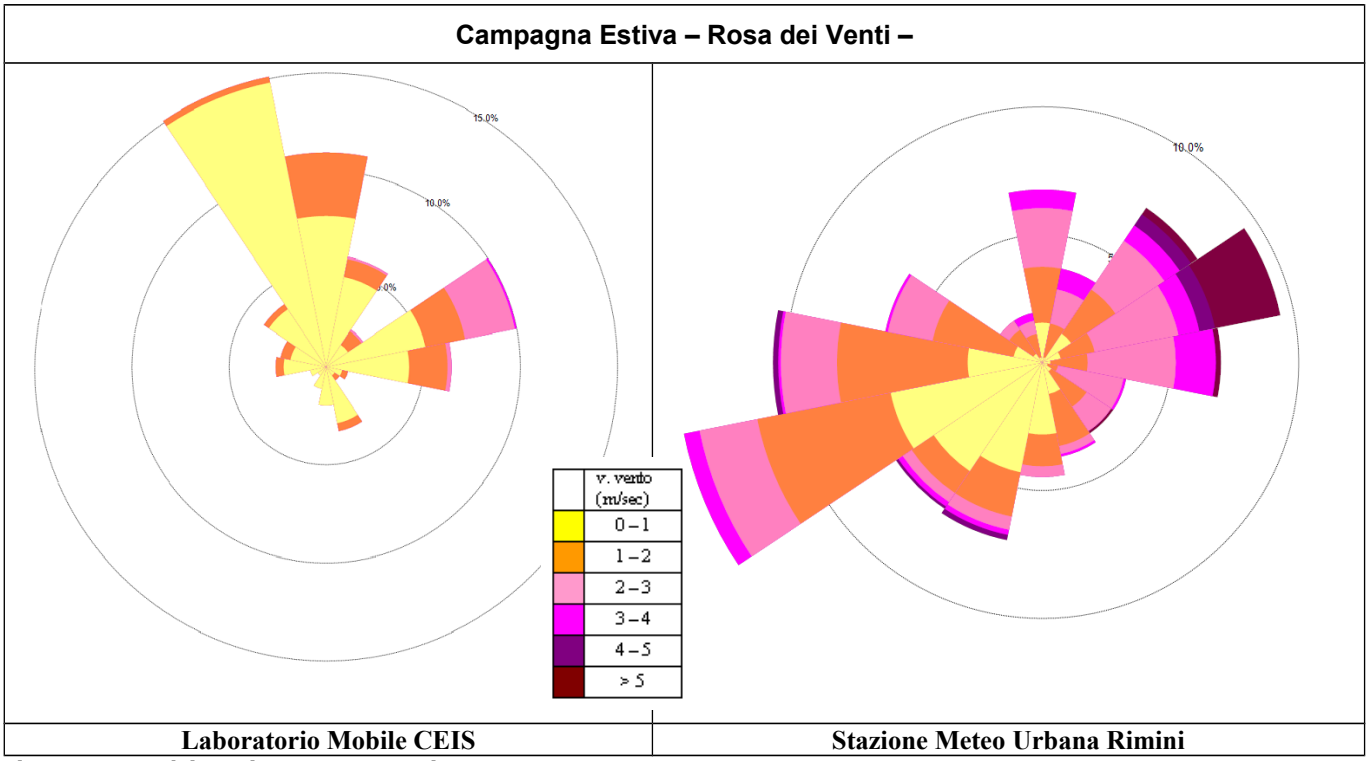


Fig. 4.3 - Rose dei venti - Campagna Estiva

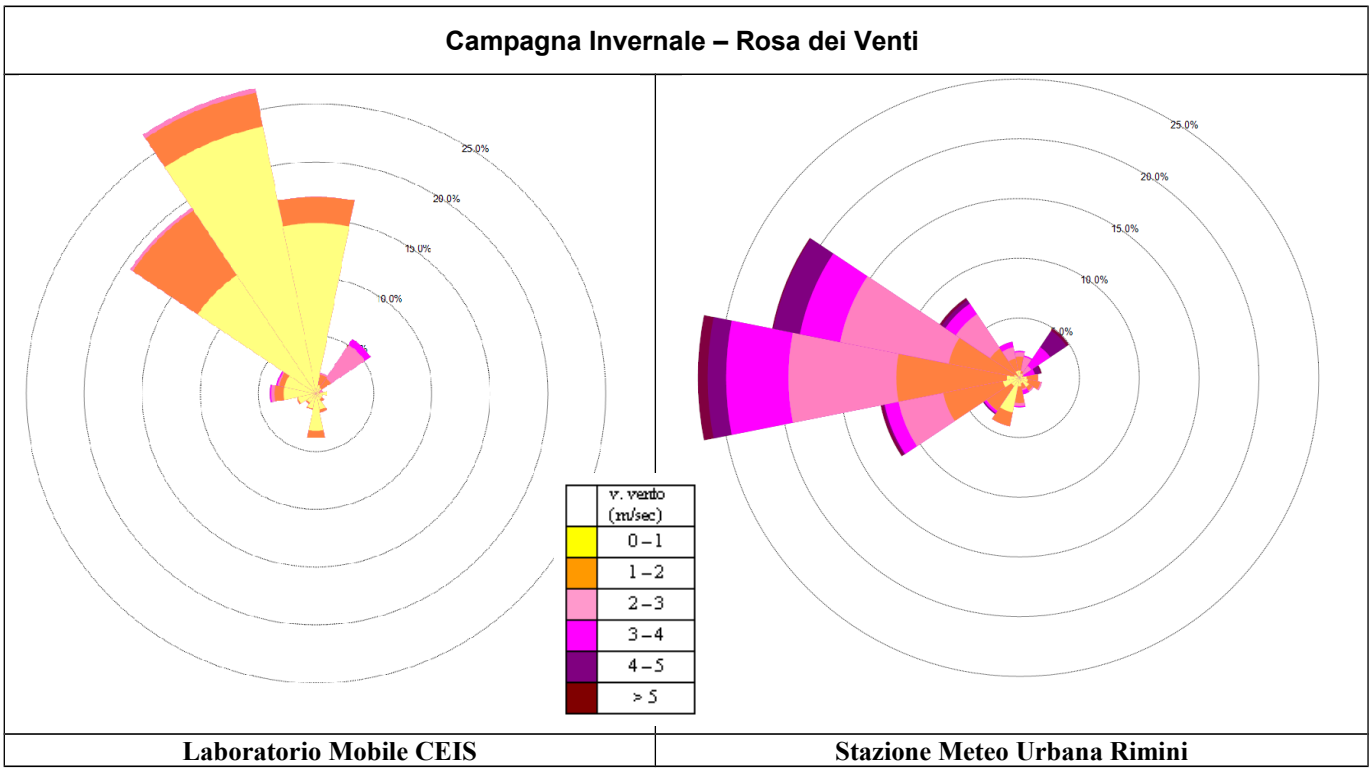


Fig. 4.4 – Rosa dei venti - Campagna Invernale

Per quanto riguarda le rose dei venti nel periodo "estivo" la postazione di Rimini presenta picchi di popolazione principalmente da Est - Nord Est, Ovest - Sud Ovest e Ovest, e di intensità principalmente da Est - Nord Est e Nord Est . Mentre la postazione del L.M. presenta picchi di popolazione principalmente da Nord - Nord Ovest, Nord e Est - Nord Est e sempre di scarsa intensità. Nel periodo invernale la postazione in p.zza Gramsci a Rimini presenta picchi di popolazione principalmente da Ovest e Ovest - Nord Ovest e di intensità dalle stesse direzioni mentre il L.M.presenta picchi di popolazione da Nord - Nord Ovest, Nord Ovest e Nord e di scarsa intensità dalle stesse direzioni.

L’andamento della rosa dei venti di Piazzale Gramsci risulta alquanto differente da quella del L.M. posizionato presso il CEIS, in particolare nel periodo estivo. Nella stazione di “Meteorologia Urbana” si assiste ad uno sparpagliamento nella direzione di provenienza dei venti. Risulta anche evidente l’influenza della conformazione dell’edificato circostante e della corte di alberi presente vicino al L.M. posizionato presso il CEIS che si manifesta come un riparo dello stesso dall’intensità dei venti.

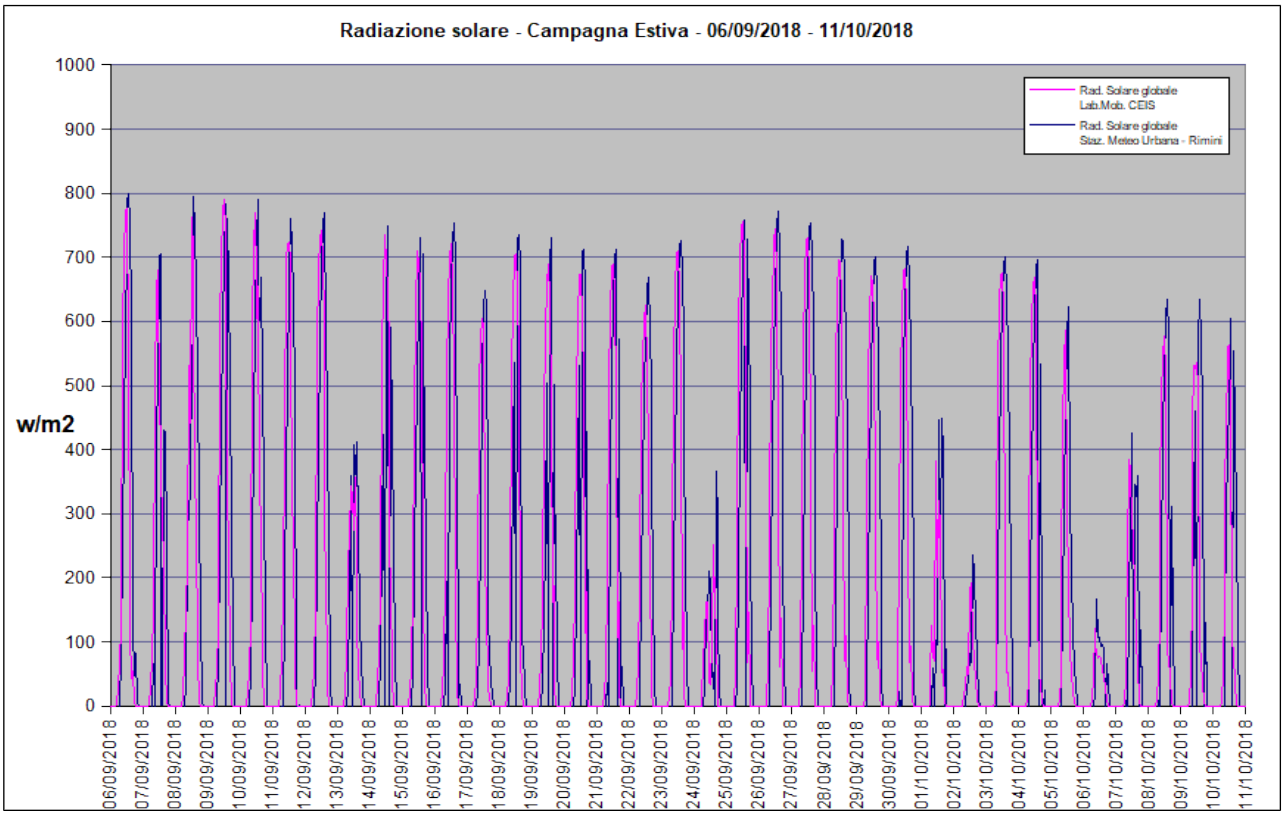


Fig. 4.5 - Radiazione solare - Campagna Estiva

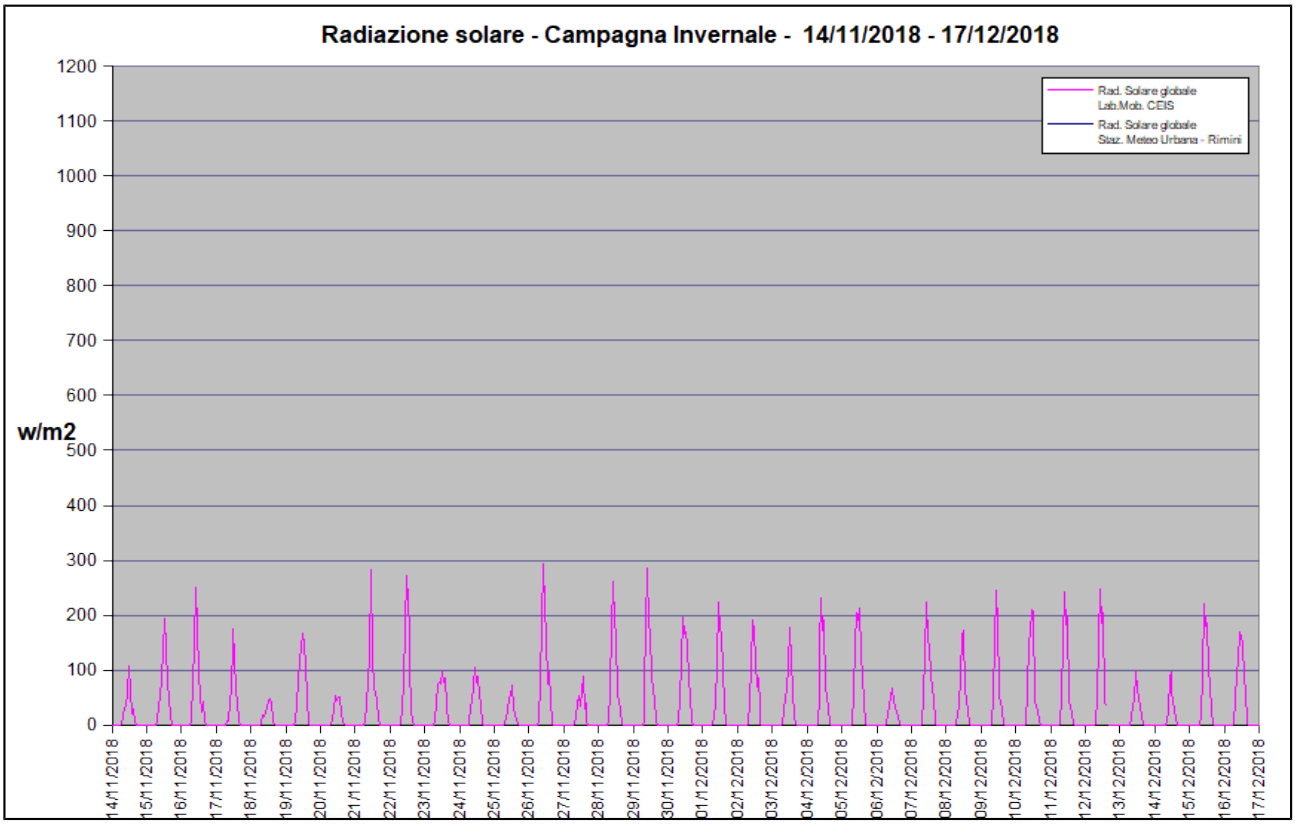


Fig. 4.6 - Radiazione solare - Campagna Invernale

La radiazione solare nel periodo “estivo” ha un andamento molto simile fra le due postazioni, nel periodo invernale il sensore presente presso la stazione di Meteorologia Urbana non era funzionante. Per questo parametro si rilevano sempre valori inferiori ai valori medi nei periodi caratterizzati da pioggia. Durante i fenomeni piovosi la presenza delle nuvole impedisce alla radiazione solare di raggiungere il suolo e gli strati bassi dell’atmosfera.

Il valore relativamente basso della radiazione solare per il periodo “estivo” è all’origine dei valori abbastanza bassi registrati per la concentrazione dell’Ozono che hanno generato solo alcuni superamenti del “Valore Obiettivo/Obiettivo a Lungo termine per la protezione della salute umana” e non hanno portato al superamento della “Soglia di informazione”. In particolare poi si possono verificare i dati di concentrazione più bassa rilevata per l’ O_3 nei periodi in cui sono stati registrati valori molto bassi per la radiazione solare.

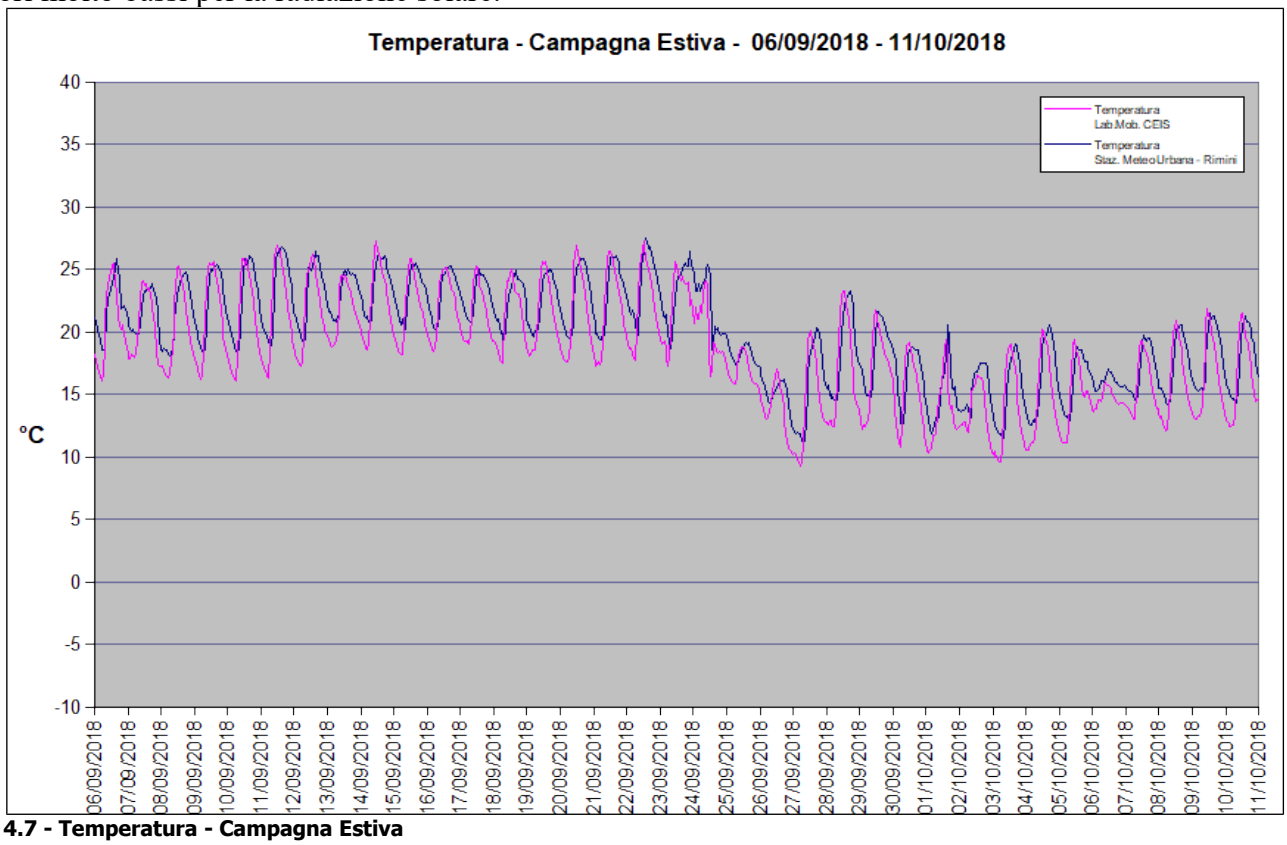


Fig. 4.7 - Temperatura - Campagna Estiva

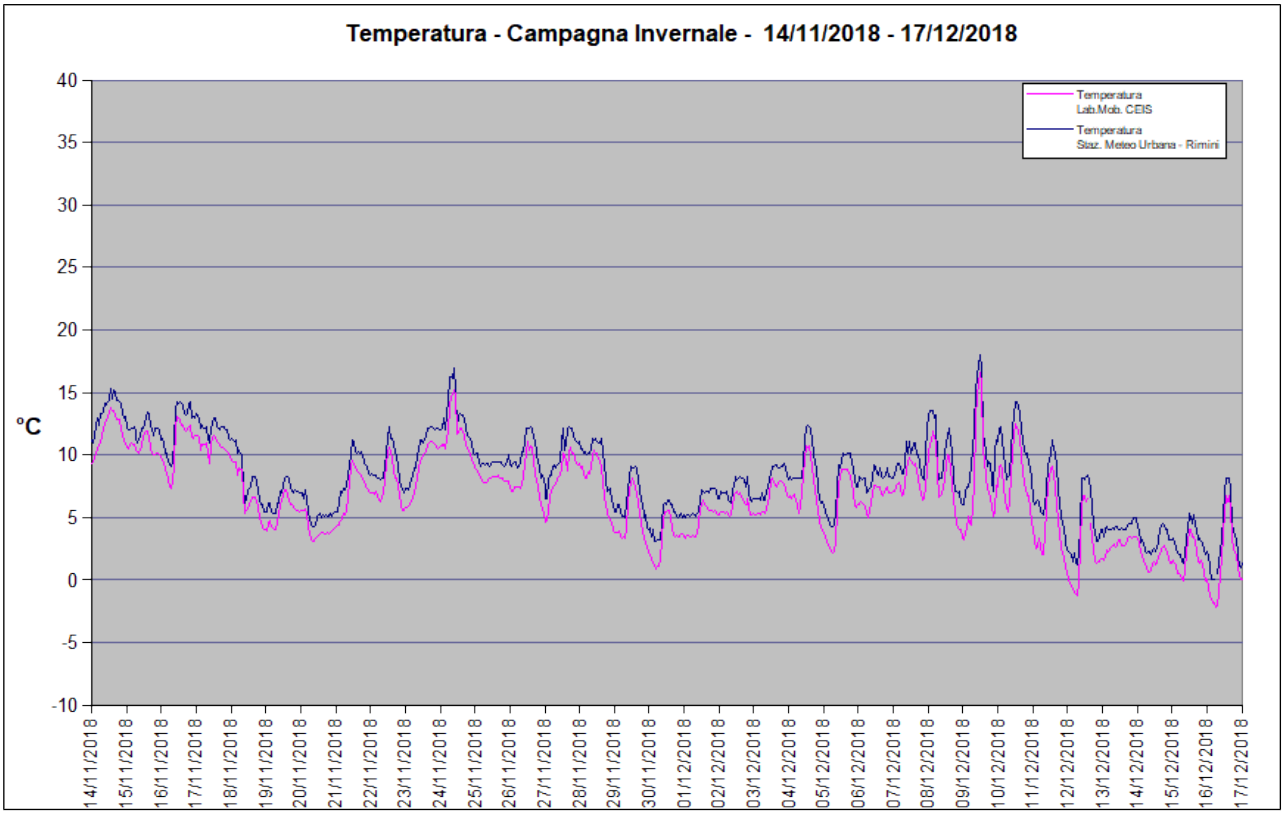


Fig. 4.8 - Temperatura - Campagna Invernale

Nei dati di temperatura rilevati sia durante il periodo "estivo" che invernale, si osserva la presenza di un ciclo dì/notte.

In entrambe i periodi i valori di temperatura rilevati dal L.M. presso il CEIS, in modo particolare quelli di minima notturna, sono sempre inferiori a quelli osservati dalla postazione di Meteorologia Urbana di Rimini. Questo è probabilmente dovuto al fatto che questa zona urbana del centro di Rimini è maggiormente cementificata e ciò comporta un maggiore assorbimento di radiazione solare durante le ore di sole e conseguentemente un maggiore rilascio di calore durante le ore notturne. In entrambe i periodi si sono sempre registrate temperature maggiori nella postazione di Meteorologia Urbana di Rimini rispetto alla postazione del L.M., sia durante le ore diurne che notturne. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che nel centro della città, rispetto a questa zona, l'effetto dell' "isola di calore" è maggiore.

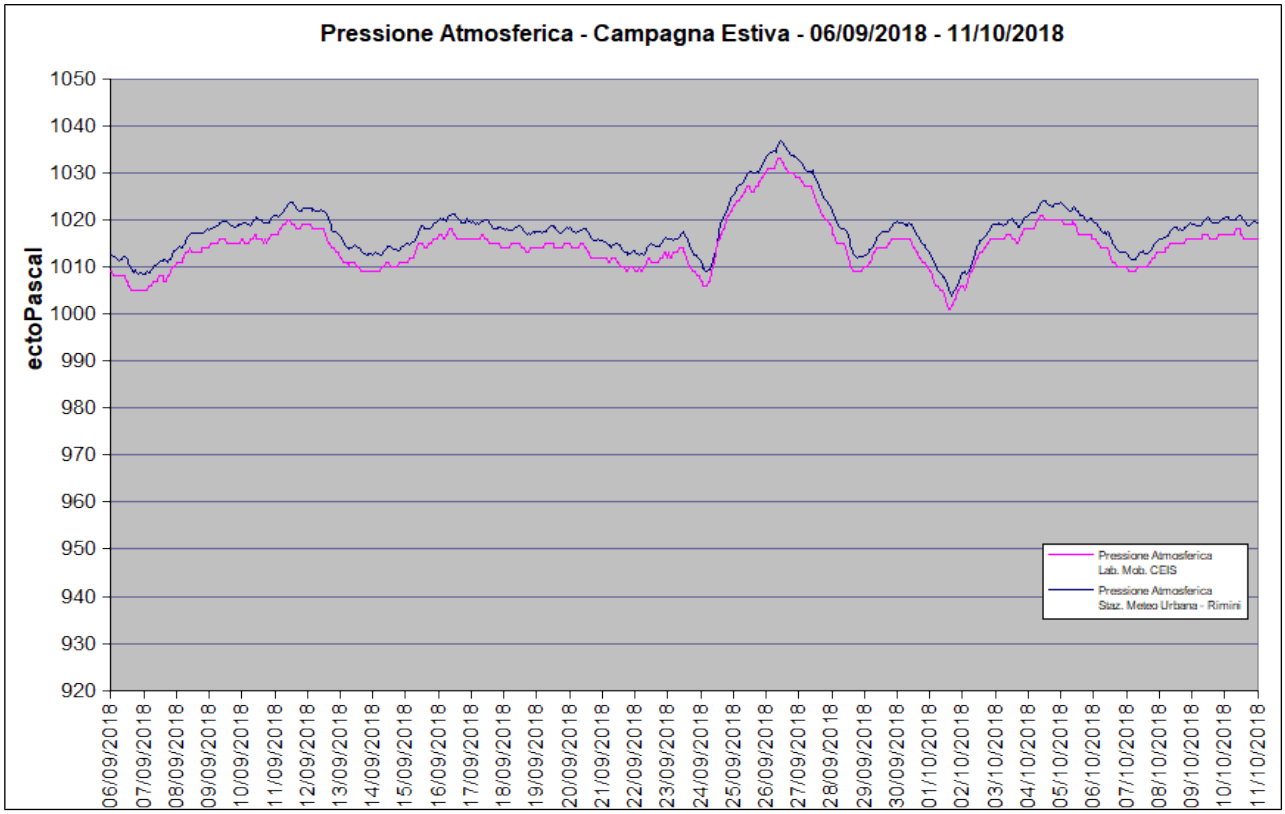


Fig. 4.9 - Pressione Atmosferica - Campagna Estiva

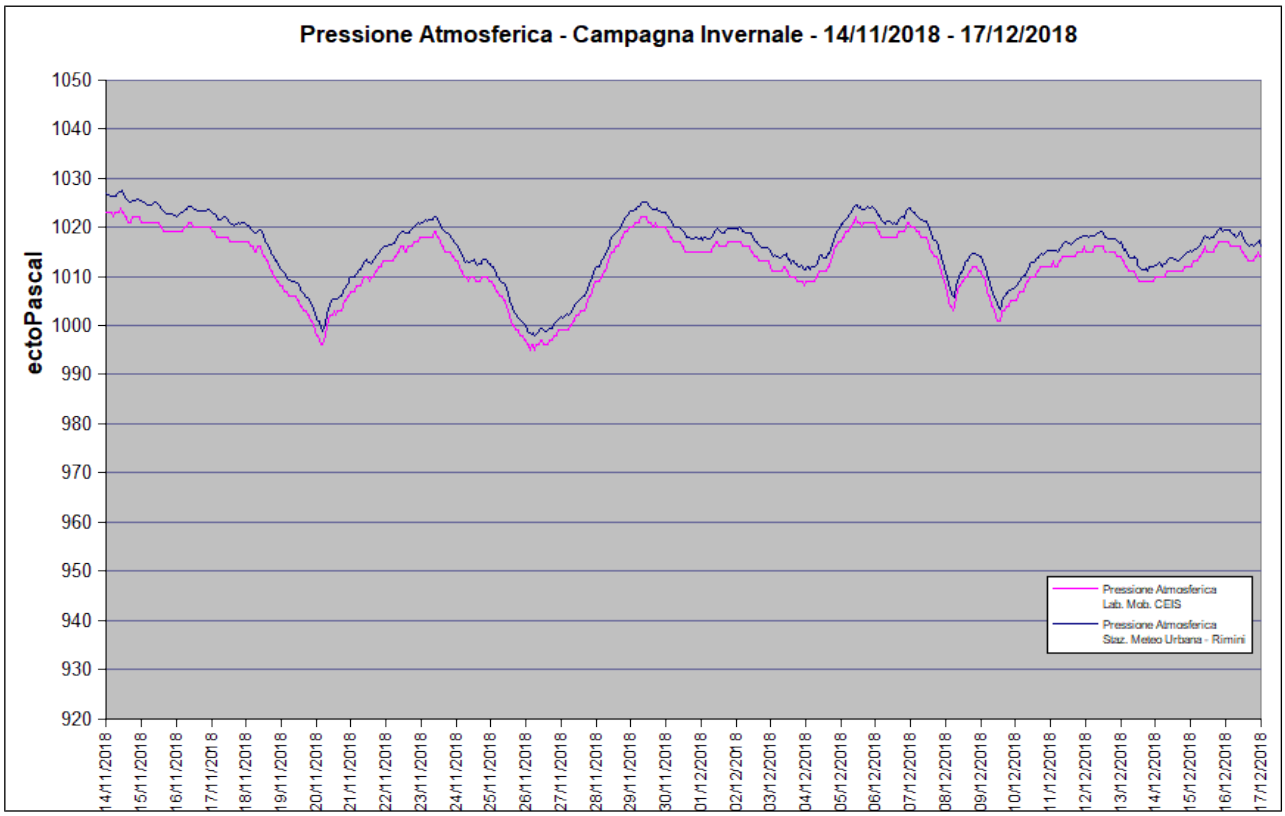


Fig. 4.10 – Pressione Atmosferica - Campagna Invernale

5 - Conclusioni

Considerando gli aspetti tecnici richiamati nel Par. 2, esaminiamo la validità delle campagne condotte ai fini della valutazione dell'aria ambiente nel sito in cui sono stati condotti i monitoraggi e stimiamo le eventuali criticità relative al rispetto dei limiti previsti dal D.Lgs. n° 115 del 2010.

Al fine di stimare la validità dei monitoraggi eseguiti ai fini della caratterizzazione della qualità dell'aria nel sito si riporta quanto indicato all'Art. 2 del D.Lgs. relativamente all'utilizzo di misurazioni indicative.

u) misurazioni indicative. Misurazioni dei livelli degli inquinanti, basate su obiettivi di qualità meno severi di quelli previsti per le misurazioni in siti fissi, effettuate in stazioni ubicate presso siti fissi di campionamento o mediante stazioni di misurazioni mobili.

Quindi la norma conferma la validità delle campagne condotte con stazioni di rilevamento mobili e, nell'Allegato I, ne indica gli obiettivi di qualità al pari di quanto previsto per le misurazioni in siti fissi. Vengono infatti riportati anche i periodi di copertura temporale necessari per il monitoraggio degli inquinanti. Per i diversi inquinanti sono previsti monitoraggi in giorni fissi o variabili all'interno in ogni settimana dell'anno, in modo tale che le misurazioni siano uniformemente distribuite nell'arco dell'anno. Oppure sono previste misurazioni effettuate per 8 settimane equamente distribuite nell'arco dell'anno. Questo fino a garantire una copertura temporale pari al 14% dei dati. Solo per l'Ozono è prevista una copertura del 10% dei dati annui riferita al periodo estivo. Quindi, relativamente gli obiettivi di qualità dei dati raccolti, l'effettuazione di due campagne di campionamento, una riconducibile a un periodo tipicamente invernale e l'altra a uno "estivo", della durata minima di 4 settimane quella invernale e superiore a 36 giorni quella estiva è un compromesso valido a soddisfare i requisiti di raccolta minima dei dati e periodo di copertura, previsti per le misurazioni indicative nell'All. I del D.L. 155/10.

Richiamando brevemente anche quanto riportato nella Tab. 1.2 a pag 3, in relazione alla caratteristiche delle postazioni di misura della RRQA, riportiamo quanto segue.

Per il PM_{10}, in entrambe le campagne, rispetto ai valori registrati presso le postazioni della RRQA posizionate nell'area urbanizzata della Zona "Pianura EST", presso il L.M. si sono rilevati in assoluto valori leggermente inferiori a quelli di Via Flaminia (TU) e superiori a quelli di Parco Marecchia (BU). I valori registrati invece sono molto superiori a quelli rilevati presso la stazione di Verucchio (BS) e San Leo (BRe) (vedi Tab. 3.1.3). Per l'NO_2, in entrambe le campagne, rispetto ai valori registrati presso le postazioni della RRQA posizionate nell'area urbanizzata della Zona "Pianura EST" si sono rilevati in assoluto valori leggermente inferiori a quelli di Via Flaminia (TU) e superiori a quelli Parco Marecchia (BU) e poi via via sempre più alti rispetto al Verucchio (BS), San Clemente (BRu) e San Leo (BRe) (vedi Tab. 3.2.1). Per il C_6H_6 e il CO le concentrazioni rilevate sono inferiori rispetto a quelle rilevate in Via Flaminia, unica centralina di confronto attrezzata per il rilevamento di questi inquinanti (vedi Tabb. 3.3.1 e 3.4.2). Infine per l'O_3 le concentrazioni rilevate, sia nel periodo "estivo" che invernale, sono inferiori a quelle registrate presso tutte le altre stazioni della RRQA (vedi Tab. 3.5.2).

Per quanto riguarda invece gli andamenti delle concentrazioni degli inquinanti, quelli rilevati dal Laboratorio Mobile presso il CEIS, per il PM_{10}, fatta eccezione per San Leo e Verucchio relativamente al periodo "estivo", mostrano generalmente andamenti ben correlati con quelli rilevati presso tutte le postazioni della RRQA (vedi Tabb. 3.1.5 e 6), per l'NO_2 nel periodo estivo la correlazione è presente verso via Flaminia, Verucchio e San Clmente mentre nel periodo invernale verso tutte le stazioni ad eccezione di San Leo (vedi Tabb. 3.2.2 e 3). Per il Benzene-e il Monossido di Carbonio, l'unica centralina di confronto è Via Flaminia e verso di questa è sta rilevata una buona correlazione nel periodo invernale (vedi Tabb. 3.3.2 e 3 e Tabb. 3.4.3 e 4). Infine per l'O_3, nel periodo "estivo"esiste una ottima correlazione verso tutte le postazioni di misura della rete fissa e per queste postazioni tra di loro, anche nel periodo invernale, ad esclusione di San Leo, la correlazione è sempre buona (vedi Tabb. 3.5.3 e 5).

Poi il D.Lgs. all'Art. 2 riporta le definizioni relative alle soglie di valutazione superiore ed inferiore, associandole al tipo di misurazioni che possono essere condotte in queste condizioni.

z) soglia di valutazione superiore: livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con misurazioni indicative o tecniche di modellizzazione e per l'arsenico, il cadmio, il nichel, e il benzo(a) pirene, livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con tecniche di modellizzazione.
aa) soglia di valutazione inferiore: livello al di sotto del quale è previsto, anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva.

Nell'Allegato II, vengono indicati i valori di concentrazione relativi alle soglie di valutazione superiore ed inferiore dei singoli inquinanti. Questi valori vengono riportati nelle seguenti tabelle (Tabb. 5.1 a, b, c e d).

Tabb. 5.1 (a, b, c e d) - DL 155/10. Soglie di valutazione superiore e inferiore per Biossido di Azoto, Monossido di Carbonio, Benzene e PM_{10}

a) Materiale Particolato (PM10)

	Media su 24 ore	Media annuale
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (35 $\mu g/m^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile)	70% del valore limite (28 $\mu g/m^3$)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (25 $\mu g/m^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile)	50% del valore limite (20 $\mu g/m^3$)

b) Biossido di Azoto

	Protezione della salute umana	Protezione della salute umana
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite orario (140 $\mu g/m^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile)	80% del valore limite annuale (32 $\mu g/m^3$)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite orario (100 $\mu g/m^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile)	65% del valore limite annuale (26 $\mu g/m^3$)

c) Benzene

	Media annuale
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (3.5 $\mu g/m^3$)
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite (2 $\mu g/m^3$)

d) Monossido di carbonio

	Media su 8 ore
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (7 mg/m^3)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (5 mg/m^3)

Presso il CEIS a Rimini limitatamente ai due periodi in cui sono stati condotti i campionamenti, per gli inquinanti monitorati abbiamo rilevato i seguenti valori:

- Materiale Particolato (PM_{10}): Valore medio Annuale = 33 $\mu g/m^3$;
- Materiale Particolato (PM_{10}): numero di superamento del valore di 35 e 25 $\mu g/m^3$ per il valore medio giornaliero, rispettivamente 22 e 43;
- Biossido di Azoto: Valore medio Annuale = 37 $\mu g/ m^3$;
- Biossido di Azoto: Valore orario massimo rilevato = 134 $\mu g/ m^3$; quindi nessun superamento del valore di 140 $\mu g/ ^3$ per il valore medio orario, ma 6 superamenti dei 100 $\mu g/ m^3$;
- Benzene: Valore medio Annuale = 1,5 $\mu g/ m^3$;
- Monossido di Carbonio: Valore massimo della Media sulle 8 ore = 1,8 mg/m^3;

Quindi per i parametri associati agli inquinanti di cui all'Art.1, comma 2, lettera a), b), c) e d), per la media annuale del PM_{10} e dell' per l'NO_2 siamo al di sopra della "soglia di valutazione

superiore", per la media giornaliera del PM_{10} ci troviamo tra la "soglia di valutazione superiore e quella inferiore. Per i Benzene e il Monossido di Carbonio la concentrazione e' inferiore alla "soglia di valutazione inferiore". Quindi dal punto di vista della valutazione della qualità dell'aria questa area del territorio presenta caratteristiche omogenee a quanto riscontrato nelle aree densamente urbanizzate e interessate da traffico urbano del territorio provinciale attualmente in "Zona Pianura Est" (vedi Report RRQA anni 2013-14-15-16 e 17). Visti gli andamenti degli inquinati relativamente alle soglie di valutazione superiore e inferiore, in questa zona per il PM_{10} e per l'NO_2 sono obbligatorie le misurazioni in siti fissi (Via Flaminia). Per gli altri inquinanti è previsto, anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva.

Per il PM_{10} dobbiamo fare alcune considerazioni ulteriori in quanto, considerando che le problematiche relative al superamento del "Valore medio su 24 ore" si manifestano quasi esclusivamente all'interno del periodo invernale, la valutazione per questo parametro del rispetto delle soglie di valutazione superiore o inferiore richiederebbe che il parametro fosse rilevato almeno per tutto il periodo invernale. Resta comunque il fatto che durante i monitoraggi sono accaduti alcuni fenomeni di inquinamento acuto da PM_{10}. Il confronto dell'andamento dei dati rilevati presso il CEIS a Rimini rispetto a quelli della RRQA durante questi episodi, se da un lato potrebbe consentire il rispetto del "Valore limite sulla media annuale", dall'altro non può garantire anche il rispetto del numero di superamenti previsti per il "Valore limite sulla media giornaliera". Anche per i superamenti del "Valore limite orario per la Protezione delle Salute Umana" da parte dell'NO_2, nel caso, questi si dovrebbero presentare nel periodo invernale. Resta il fatto che questo inquinante non ha mai superato questo parametro nel nostro territorio provinciale (vedi Report RRQA anni 2013-14-15-16 e 17), pertanto relativamente a questo limite, riteniamo più che sufficiente il monitoraggio invernale dell'NO_2 limitatamente a questo periodo di tempo.

Tutto quanto sopra riportato ci permette di considerare i risultati delle campagne condotte con il L.M., in relazione ai dati rilevati dalle postazioni fisse della RRQA, sufficienti ad una adeguata conoscenza dell'andamento di questi due ultimi parametri nell'area oggetto di monitoraggio.

Per quanto riguarda il rispetto dei limiti attualmente previsti dalla normativa, è stata valutata la possibilità di rispetto e/o superamento dei valori richiesti per ogni inquinante monitorato.

- Materiale Particolato (PM_{10}). Presenta criticità. Se da un lato non può essere garantito il rispetto del "Valore limite sulla media annuale", dall'altro è provabile il verificarsi di un numero di superamenti del "Valore limite sulla media giornaliera" maggiore a quello consentito dalla norma (35).
- Biossido di Azoto (NO_2). Possono presentarsi criticità. Risulta evidente che, se da un lato viene rispettato il valore richiesto per la media oraria (Valore limite 200 $\mu g/m^3$), dall'altro non può essere garantito che si verifichi anche la conformità al valore medio annuale (Valore limite 40 $\mu g/m^3$), limiti entrambe in vigore dal 2010.
- Benzene (C_6H_6). Non esistono criticità. Stimiamo che la concentrazione media sull'anno civile sia inferiore al valore limite previsto già dal 2010 (Valore limite 5 $\mu g/m^3$). Ricordiamo comunque che per il Benzene, sostanza cancerogena, non è stata individuata alcuna soglia minima al di sotto della quale non esiste pericolo per la salute umana.
- Monossido di Carbonio (CO). Non esistono criticità. La media massima giornaliera calcolata su 8 ore risulta essere sempre abbondantemente sotto al valore limite previsto già dal 2005 (Valore limite 10 mg/m^3).
- Ozono (O_3). Potrebbero manifestarsi criticità. Nonostante sia rispettata la "Soglia di allarme" e non sia stato registrato il superamento della "Soglia di informazione" e dell' "Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana", non possiamo escludere che la conduzione del monitoraggio in un periodo "estivo", più adatto all'innesco delle reazioni fotochimiche che ne sono all'origine, avrebbe registrato il superamento degli ultimi due dei parametri sopra richiamati.

In definitiva, dalla presente campagna di monitoraggio, per il sito in oggetto, emerge una situazione analoga rispetto a quanto riscontrato dalla valutazione annuale dei dati rilevati dalle

postazioni della RRQA attualmente posizionate all'interno delle aree urbanizzate della Zona "Pianura EST", in particolare quella caratterizzata da traffico intenso come Via Flaminia. Siamo in presenza di un'area del territorio dove possono presentarsi criticità per il PM_{10}, per il quale non può essere garantito il rispetto del "Valore limite sulla media annuale", dall'altro non può essere garantito che si verifichi anche la conformità al valore medio annuale. Allo stesso modo per l'NO_2 non può essere garantito il rispetto del "Valore limite sulla media annuale". Infine esistono criticità anche per l'O_3, per il quale valutiamo che attualmente non può essere garantito il rispetto della "Soglia di informazione" e dell'"Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana", mentre potrebbe verificarsi il rispetto del "Valore Obiettivo per la protezione della salute umana al 2010".

Per i primi due parametri le criticità sono associabili alle particolari condizioni che si registrano nell'area oggetto di indagine e alla presenza dell'inquinante nell'ambito delle aree urbanizzate caratterizzate da traffico intenso delle Zona "Pianura EST", mentre per l'O_3 le criticità sono associate a quelle presentate dall'inquinante su una scala territoriale più vasta.