

Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con laboratorio mobile

Sito di monitoraggio: **Torchiarolo (BR)**
c/o Scuola Rodari – Via Caneva.

Periodo di osservazione: **03/03/2017 – 01/05/2017**



A cura dell'Ufficio QA di BR-LE-TA del CRA

Richiedente

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata effettuata a seguito di richiesta formulata ad Arpa da parte del Dipartimento Mobilità, Qualità urbana, opere pubbliche e paesaggio della Regione Puglia, che, con nota prot. n. 3011 del 20/10/2016 (acquisita al prot. ARPA n. 62477 del 21/10/2016) trasmetteva bozza di verbale della riunione del tavolo tecnico sulla qualità dell'aria, tenutosi presso la sede del Dipartimento in data 26/09/2016, in cui venivano richieste ad Arpa ulteriori campagne per il monitoraggio della qualità dell'aria con mezzo mobile nel periodo invernale a Torchiarolo (BR).

In data 02/11/16, ARPA ha individuato come primo sito idoneo, a seguito di sopralluogo del personale del CRA congiuntamente al Sindaco, il cortile dell'Istituto Scolastico Valesio (Via Lomarchese) e come secondo sito idoneo il cortile della Scuola dell'Infanzia G. Rodari, in Via Caneva, già oggetto di indagini da parte di ARPA in anni pregressi. L'Agenzia si è avvalsa di un laboratorio mobile in dotazione al Centro Regionale Aria di Arpa.

Scopo della campagna: fornire elementi utili ad approfondire lo stato della qualità dell'aria nel Comune di Torchiarolo, con particolare attenzione al parametro PM₁₀.

Sito di monitoraggio

Comune di Torchiarolo (BR) all'interno del cortile della Scuola dell'Infanzia G. Rodari, in Via Caneva - Cap: 72020.

Latitudine 40° 29' 07.30" N

Longitudine 18° 02' 59.15" E

Periodo di monitoraggio

03/03/2017 → 01/05/2017

Cronologia della campagna di monitoraggio

Il laboratorio mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria (installato su veicolo FIAT DUCATO) è stato collocato nel sito di monitoraggio alcuni giorni prima dell'inizio effettivo della campagna. Nelle giornate successive gli strumenti sono stati attivati e calibrati dai tecnici della Project Automation S.p.A.

Il primo giorno di raccolta di dati validi è stato il 03/03/2017, l'ultimo giorno di campionamento utile è stato il 01/05/2017. In complesso, la campagna è durata 60 giorni.

Gruppo di lavoro

Il laboratorio mobile è in dotazione ad Arpa Puglia-CRA. I dati sono stati gestiti, validati dai tecnici P. Caprioli, M. Ricci e dott. D. Cornacchia secondo il protocollo interno di ARPA Puglia, elaborati dal dott. D. Cornacchia e dalla dott.ssa A. Nocioni, in servizio presso l'ufficio CRA di Arpa – Struttura QA di Brindisi-Lecce-Taranto. La presente relazione contiene, in aggiunta, il contributo della dott.ssa A. Morabito e della dott.ssa F. Intini dell'Ufficio Modellistica del CRA per gli aspetti relativi alla georeferenziazione.

Le attività si sono svolte con il coordinamento del dott. Roberto Giua, Direttore del Centro Regionale Aria di ARPA Puglia.

Indice

Indice	3
1. Relazione Tecnica.....	4
1.1. Premessa.....	4
1.2. Inquinanti monitorati.....	4
1.3. Parametri meteorologici rilevati	4
1.4. Riferimenti normativi.....	4
1.5 Tabella meteo.....	5
2. Misure di PM ₁₀ presso “RODARI” e confronto con gli altri siti in Torchiarolo.	7
2.1. Caratteristiche dei siti dove è misurato il PM ₁₀ in Torchiarolo.	8
2.2. Dati di PM ₁₀ registrati nel periodo 03/03/2017 – 01/05/2017.....	9
3. Andamento degli altri inquinanti	14
3.1. Grafico della concentrazione massima della media mobile sulle 8 ore di O ₃ (µg/m ³)	14
3.2. Grafico della concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO ₂ (µg/m ³)	15
3.3. Grafico della concentrazione di SO ₂ – Massimo orario (µg/m ³).....	16
3.4. Grafico della concentrazione di CO - Media mobile sulle 8 ore (mg/m ³)	17
3.5. Grafico della concentrazione di benzene – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere (µg/m ³).....	18
3.6. Grafico della concentrazione di H ₂ S – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere (µg/m ³)	19
4. Giorni tipo di NO ₂ , PM ₁₀ biorario, CO, O ₃ , benzene, SO ₂ , H ₂ S.	20
4.1. NO ₂	20
4.2. PM ₁₀	20
4.3. CO.....	21
4.4. O ₃	21
4.5. Benzene	22
4.6. H ₂ S.....	22
4.7 SO ₂	23
5. Conclusioni	24
Allegato I - Efficienza di campionamento	25
Allegato II - Informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie di analisi.....	26

1. Relazione Tecnica

1.1. Premessa

Nella nota trasmessa dal Dipartimento Mobilità, Qualità urbana, opere pubbliche e paesaggio della Regione Puglia avente prot. n. 3011 del 20/10/2016 (acquisita al prot. ARPA n. 62477 del 21/10/2016) di trasmissione della bozza di verbale della riunione del tavolo tecnico sulla qualità dell'aria, tenutosi presso la sede del Dipartimento in data 26/09/2016, venivano richieste ad Arpa ulteriori campagne per il monitoraggio della qualità dell'aria con mezzo mobile nel periodo invernale. Arpa rammenta, inoltre, che un mezzo mobile era già stato utilizzato da Arpa nel periodo gennaio-aprile 2016 per una campagna di monitoraggio in affiancamento alla centralina RRQA posta in P.za Don Minzoni.

Il 2 novembre 2016 personale dell'Ufficio QA di BR-LE-TA del CRA ha effettuato, congiuntamente al Sindaco del Comune di Torchiarolo (BR) e a personale dell'Ufficio Tecnico dello stesso Comune, un sopralluogo nell'area urbana per l'individuazione di siti ove installare il mezzo mobile di qualità dell'aria, di tipologia simile a quella del sito dove ricade la cabina di Don Minzoni, ai fini dello svolgimento di nuove campagne di qualità dell'aria nel periodo invernale/primaverile, così come richiesto dagli uffici della Regione nel corso dell'incontro sopra citato.

Oltre al primo sito, all'interno del cortile dell'Istituto Scolastico Valesio, via Lomarchese, è stato individuato come secondo sito il cortile del plesso scolastico della Scuola dell'Infanzia G. Rodari, in Via Caneva, già oggetto di indagini da parte di ARPA in anni pregressi. Tale sito è stato ritenuto idoneo ai requisiti richiesti da parte dei tecnici di ARPA Puglia per una campagna di monitoraggio ed il mezzo è stato collocato il 2 marzo 2017.

1.2. Inquinanti monitorati

Il laboratorio mobile è dotato di analizzatori automatici per il campionamento e la misura in continuo degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente in materia, ovvero: monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO₂), ozono (O₃), benzene, PM₁₀.

1.3. Parametri meteorologici rilevati

Il laboratorio mobile permette anche la misurazione dei seguenti parametri meteorologici: temperatura (°C), Direzione Vento (DV), Velocità Vento (VV, m/s), Umidità relativa (%), Pressione atmosferica (mbar), Radiazione solare globale (W/m²), Pioggia (mm).

1.4. Riferimenti normativi

Si fa riferimento al D. Lgs. 155/2010 e smi per SO₂, NO₂/NO_x, PM₁₀, benzene, CO, ozono. Tale decreto stabilisce sia valori limite annuali per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, sia valori limite giornalieri o orari. Questi ultimi limiti, detti short – term, sono volti a contenere episodi acuti di inquinamento: a essi è infatti associato sia un numero massimo di superamenti da registrare nel corso dell'anno, sia un margine di tolleranza che decresce gradualmente fino al raggiungimento del valore fissato.

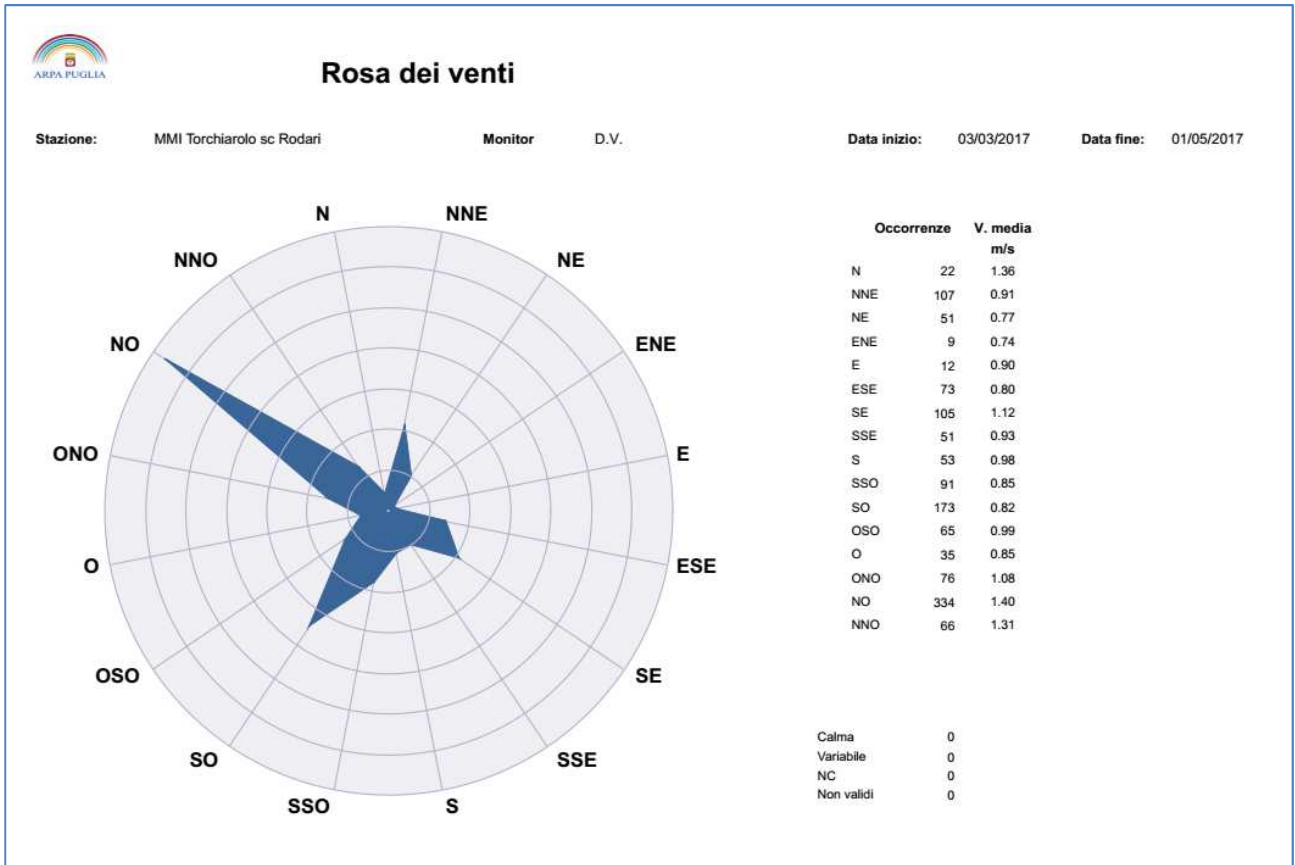
1.5 Tabella meteo

Nel periodo monitorato non si sono avuti giorni piovosi (PIOGGIA > 0,20 mm di acqua). La quantità di pioggia accumulata in mm (somma relativa alla giornata), le temperature medie in °C, ed altri parametri meteo (valori medi giornalieri) misurati nel periodo del monitoraggio sono riportati nella tabella seguente.

Giorno	D.V. SETTORE	V.V. m/s	TEMP gradi C.	UMR %	PIOGGIA mm	PRESS mbar
03/03/2017	SO	0,5	11,7	75	0,0	1036
04/03/2017	S	0,7	13,3	76	0,0	1034
05/03/2017	S	0,9	14,8	77	0,0	1033
06/03/2017	SSO	1,2	14,2	70	0,0	1029
07/03/2017	ESE	1,0	12,3	81	0,0	1017
08/03/2017	NNO	1,2	12,5	86	0,0	1022
09/03/2017	NO	3,4	13,4	80	0,0	1029
10/03/2017	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
11/03/2017	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
12/03/2017	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
13/03/2017	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
14/03/2017	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
15/03/2017	ONO	1,1	12,1	66	0,0	1040
16/03/2017	NO	1,4	12,8	66	0,0	1037
17/03/2017	NO	1,3	12,6	61	0,0	1035
18/03/2017	SSO	0,9	14,6	59	0,0	1032
19/03/2017	SO	0,5	14,9	66	0,0	1030
20/03/2017	SO	0,5	15,6	75	0,0	1030
21/03/2017	NE	0,5	15,1	82	0,0	1029
22/03/2017	SO	0,5	16,1	78	0,0	1031
23/03/2017	SO	0,5	15,7	79	0,0	1035
24/03/2017	NNE	0,6	14,6	86	0,0	1038
25/03/2017	NNE	0,7	15,1	86	0,0	1038
26/03/2017	NO	1,2	15,6	81	0,0	1033
27/03/2017	NO	1,1	14,3	64	0,0	1035
28/03/2017	NNE	1,6	14,6	62	0,0	1037
29/03/2017	NO	1,9	14,0	75	0,0	1037
30/03/2017	NO	2,1	16,9	57	0,0	1037
31/03/2017	NO	1,4	17,2	61	0,0	1038
01/04/2017	SSO	0,7	17,1	65	0,0	1035
02/04/2017	SE	1,1	17,6	70	0,0	1033
03/04/2017	ESE	1,2	13,4	81	0,0	1032
04/04/2017	ESE	0,7	13,2	91	0,0	1033
05/04/2017	OSO	0,4	13,2	90	0,0	1033
06/04/2017	OSO	0,8	14,1	85	0,0	1031
07/04/2017	NO	1,3	13,4	69	0,0	1034
08/04/2017	NO	1,4	13,8	70	0,0	1037
09/04/2017	NNE	0,7	15,4	74	0,0	1040
10/04/2017	NE	0,6	15,3	67	0,0	1038
11/04/2017	SO	0,6	16,5	66	0,0	1034
12/04/2017	NO	1,1	16,2	73	0,0	1033
13/04/2017	NE	0,5	17,1	64	0,0	1030
14/04/2017	SO	0,6	17,9	72	0,0	1030
15/04/2017	SE	0,7	19,2	68	0,0	1030
16/04/2017	SE	0,7	16,5	89	0,0	1027
17/04/2017	NO	1,2	13,9	83	0,0	1028
18/04/2017	SO	0,6	16,0	75	0,0	1028
19/04/2017	NO	1,2	12,1	77	0,0	1029
20/04/2017	ONO	2,3	10,0	63	0,0	1035
21/04/2017	NO	1,9	10,4	54	0,0	1040
22/04/2017	NO	1,4	11,5	55	0,0	1038
23/04/2017	SO	0,7	14,5	63	0,0	1035
24/04/2017	SO	0,8	16,0	73	0,0	1037
25/04/2017	SE	0,7	16,7	71	0,0	1035
26/04/2017	SE	0,7	18,1	66	0,0	1034
27/04/2017	SE	0,6	19,9	55	0,0	1032
28/04/2017	SE	0,7	21,0	47	0,0	1030
29/04/2017	NO	1,6	16,5	71	0,0	1029
30/04/2017	NO	2,7	15,6	65	0,0	1028
01/05/2017	NO	1,2	17,2	58	0,0	1016

NOTA: N.D.= dato non disponibile

Di seguito è riportato il grafico della rosa dei venti rilevati nel corso della campagna di monitoraggio; si è osservata una prevalenza di venti settentrionali, in particolare da NO e, in misura minore, da SO/SO.

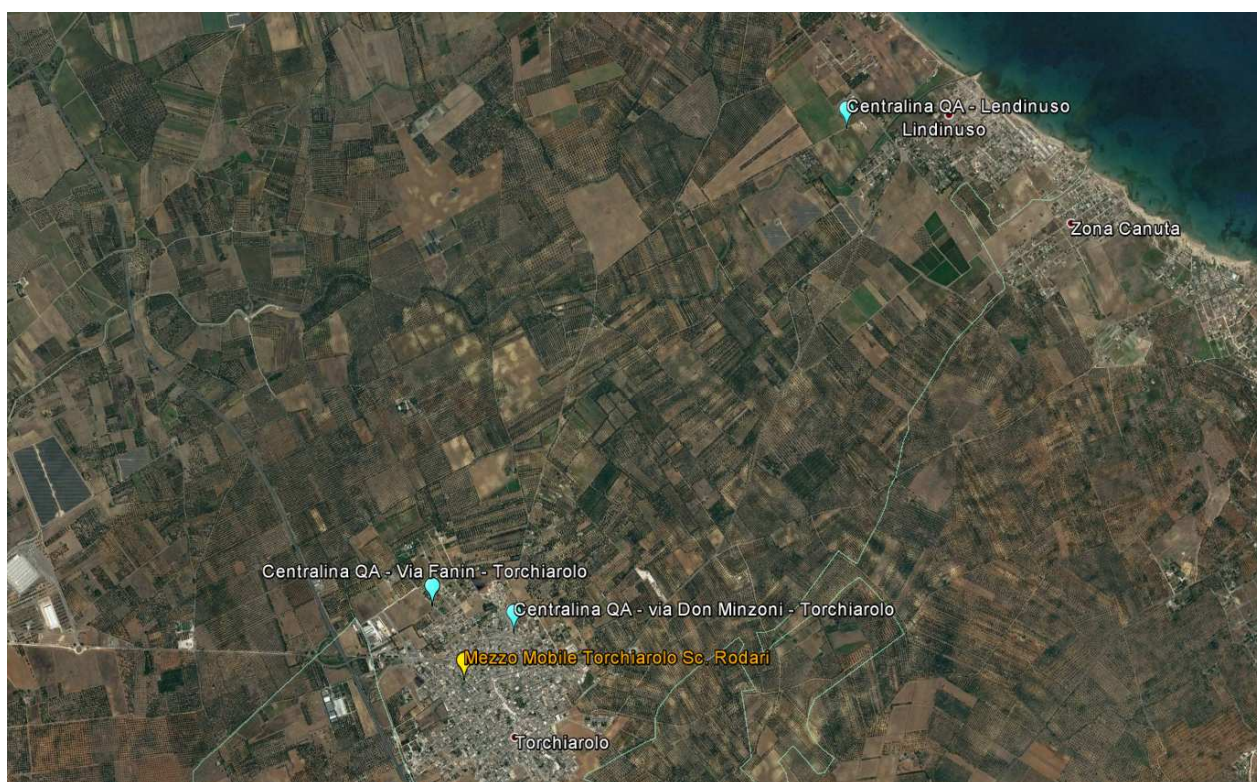


2. Misure di PM₁₀ presso “RODARI” e confronto con gli altri siti in Torchiarolo.

PM10		
NORMATIVA RIFERIMENTO	DI	LIMITI VIGENTI
D. Lgs. 155/2010	50µg/m ³	Valore limite giornaliero da non superare per più di 35 volte nell'anno
	40µg/m ³	Valore limite annuale

Si riportano di seguito le elaborazioni dei dati di PM₁₀ registrati nell'area del territorio comunale di Torchiarolo (BR) nel periodo fra il 03/03/2017 ed il 01/05/2017 dall'analizzatore di PM₁₀ presente nel mezzo mobile installato nel sito denominato “RODARI” (all'interno della Scuola G. Rodari – via Caneva).

Le misure di PM₁₀ per il monitoraggio della Qualità dell'Aria sono state acquisite contemporaneamente al mezzo mobile, come sempre fatto, anche presso le 3 stazioni fisse, facenti parte della RRQA. Delle postazioni fisse, due sono situate a Torchiarolo, in Via Don Minzoni ed in Via Fanin, mentre una si trova nella frazione di Torchiarolo denominata Lendinuso, come mostrato nella figura seguente. Si fa presente che presso la stazione di via Don Minzoni sono presenti due analizzatori di polveri (SWAM bicanale e SHARP con frequenza di acquisizione oraria) che misurano in parallelo la concentrazione del PM₁₀.



Come già detto, il sito in cui è stato allocato il laboratorio mobile, è stato scelto in modo da avere caratteristiche simili a quello in cui è ubicata la centralina fissa, sita in Via Don Minzoni.

Particolare attenzione è stata quindi data alla presenza di comignoli in prossimità dei siti esaminati.

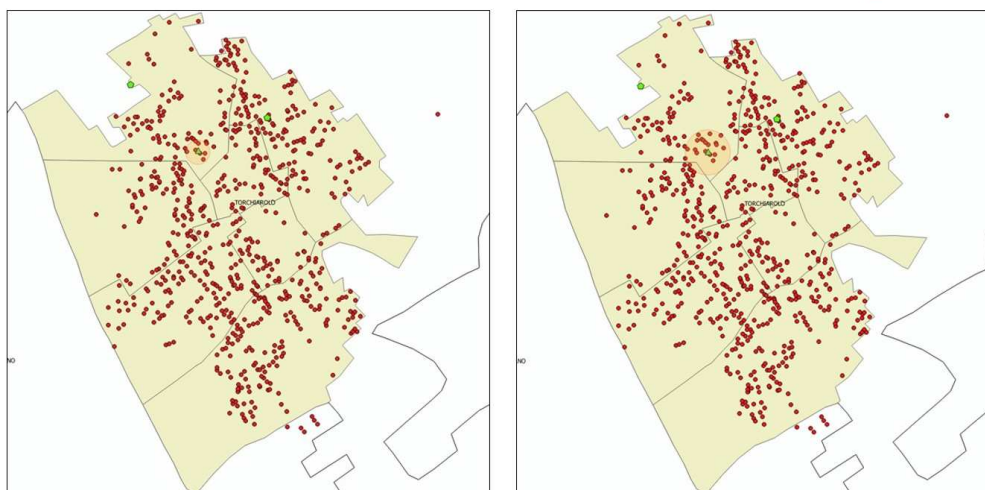
2.1. Caratteristiche dei siti dove è misurato il PM₁₀ in Torchiarolo.

A fine di confronto fra i siti oggetto della presente indagine, nelle figure successive si mostra il numero di comignoli (identificati tramite fotointerpretazione) ricadenti in N.2 buffer, di raggio rispettivamente pari a 50 e 100 metri, centrati sulle postazioni delle centraline fisse “Via Don Minzoni” e “Via Fanin” e nella postazione “RODARI”, nella quale è stato posizionato il laboratorio mobile.

I siti “Via Don Minzoni” e “RODARI” presentano in entrambi i buffer un numero confrontabile di comignoli e pertanto si possono ritenere potenzialmente¹ simili.

TORCHIAROLO – centralina Mobile ARPA (Scuola RODARI)

● Centralina ARPA
● comignolo
▲ Centralina Mobile ARPA

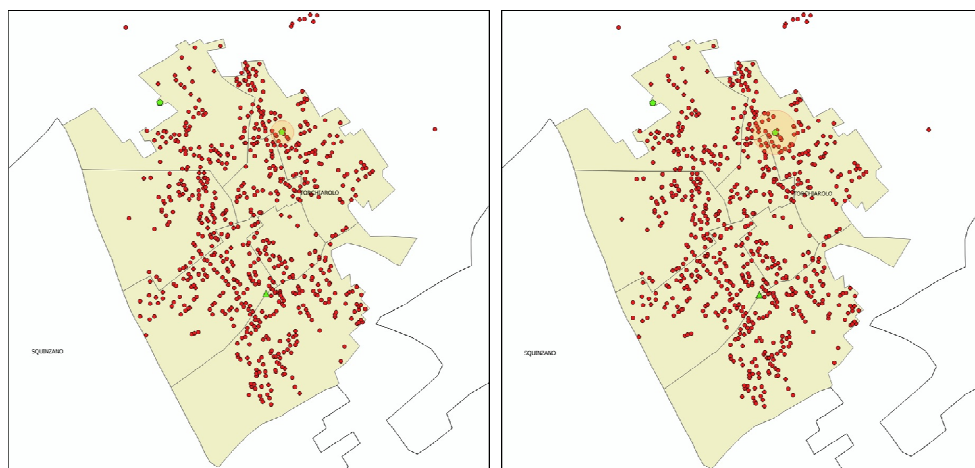


**N. 7 comignoli in un buffer con raggio pari a 50 m
intorno alla centralina mobile**

**N. 20 comignoli in un buffer con raggio 100 m
intorno al laboratorio mobile**

TORCHIAROLO – centralina RRQA Don Minzoni

● Centralina ARPA
● comignolo
▲ Centralina Mobile ARPA



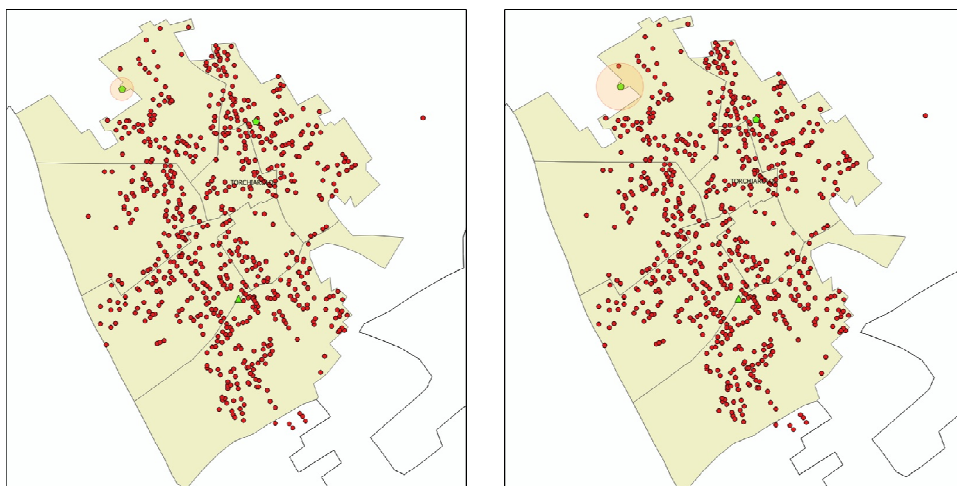
**N. 8 comignoli in un buffer con raggio pari a 50 m
intorno alla centralina mobile**

**N. 31 comignoli in un buffer con raggio 100 m
intorno al laboratorio mobile**

¹ Tale valutazione non consente di concludere che i due siti siano influenzati da un corrispondente analogo carico emissivo locale, poiché non è noto quanti e quali siano i comignoli realmente attivi. Inoltre l'emissione prodotta dai singoli comignoli può essere fortemente variabile a seconda del reale utilizzo.

TORCHIAROLO – centralina RRQA – Via FANIN

- Centralina ARPA
- comignolo
- ▲ Centralina Mobile ARPA



**N. 0 comignoli in un buffer con raggio pari a 50 m
intorno alla centralina mobile**

**N. 1 comignolo in un buffer con raggio 100 m
intorno al laboratorio mobile**

È, inoltre, in corso una valutazione modellistica alla microscala, il cui obiettivo è ricostruire ad una risoluzione spaziale di 3 m, nel periodo compreso tra il 1/12/2016 ed il 13/12/2016, sull'intera area urbana del comune di Torchiarolo, i campi di concentrazione al suolo prodotti dalle emissioni inquinanti provenienti dai caminetti a legna.

L'identificazione e la conseguente geolocalizzazione dei suddetti punti emissivi è avvenuta tramite foto-interpretazione a partire dalle immagini satellitari ad alta risoluzione di Google Earth, utilizzando la funzionalità "Street View".

2.2. Dati di PM₁₀ registrati nel periodo 03/03/2017 – 01/05/2017.

La determinazione della concentrazione di PM₁₀ presso "Rodari" durante la campagna di monitoraggio è stata realizzata mediante un analizzatore ENVIRONNEMENT installato sul mezzo mobile, che fornisce letture biorarie di concentrazione di polveri al fine di osservare l'andamento nell'arco della giornata. La tabella seguente, che riporta i valori medi giornalieri rilevati nel periodo di monitoraggio, a confronto con quelli misurati in tutti i siti fissi di monitoraggio QA presenti a Torchiarolo, dà evidenza dei superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ indicando i dati in rosso. Nella normativa vigente il parametro PM₁₀ ha limite giornaliero pari a 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile.

La normativa di riferimento prescrive, inoltre, come limite annuale per la protezione della salute umana per il PM₁₀ il valore di 40 µg/m³. Anche se il periodo di campionamento non ha coperto l'intero anno, è possibile effettuare un confronto, seppur relativo, con tale media annuale; le concentrazioni medie di PM₁₀ nell'intero periodo di monitoraggio, riportate in Tabella 1, per tutti i siti di monitoraggio sono risultate inferiori al limite annuale. La concentrazione media di PM₁₀ nel sito **Rodari-Torchiarolo** è stata pari a 24 µg/m³ quindi inferiore al limite annuale, con 1 superamento del VL sulla media giornaliera. Nella stazione

fissa in **P.za Don Minzoni-Torchiarolo** (analizzatore SWAM bicanale utilizzato per i conteggi) la media dello stesso periodo è stata di 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi inferiore al limite annuale, con 2 superamenti del VL sulla media giornaliera. Dai dati riportati si evince un significativo contributo antropico alle concentrazioni di PM_{10} nei due sopraccitati siti, anche in considerazione dei dati registrati presso **Lendinuso-Torchiarolo** (media periodo: 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e nessun superamento) e **Via Fanin-Torchiarolo** (media periodo: 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e nessun superamento).

Tabella 1. Confronto fra medie giornaliere di PM_{10} dal 03/03/2017 al 01/05/2017 misurate nei siti di monitoraggio presenti nell'area di Torchiarolo.

MEDIE GIORNALIERE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
DATA	Torchiarolo- Via Fanin	Torchiarolo – Lendinuso	Torchiarolo Don Minzoni (SWAM)	Torchiarolo Don Minzoni (SHARP)	MM_ Torchiarolo sc RODARI
3-mar-17	17	22	52	55	54
4-mar-17	29	22	31	27	31
5-mar-17	24	14	24	22	21
6-mar-17	15	12	30	34	16
7-mar-17	12	15	28	29	26
8-mar-17	19	15			46
9-mar-17	17	22			37
10-mar-17	22	24	22		
11-mar-17	18	22	24	25	
12-mar-17	17	19	31	29	
13-mar-17	16	14	31	31	
14-mar-17	15	15	31	29	
15-mar-17	19	22	32	30	40
16-mar-17	22	19	26	28	37
17-mar-17	21	18	47	41	38
18-mar-17	23	23	39	41	32
19-mar-17	27	22	37	38	27
20-mar-17	22	24	38	47	32
21-mar-17	29	18	27	34	21
22-mar-17	18	19	30	39	23
23-mar-17	20	16	30	38	24
24-mar-17	22	22	30	48	32
25-mar-17	32	20	35	52	28
26-mar-17	27	21	27	25	28
27-mar-17	25	18	23	20	26
28-mar-17	16	16	23	19	26
29-mar-17	16	20	25	28	28
30-mar-17	21	20	26	28	24
31-mar-17	25	22	35	41	29
1-apr-17	23	27	37	38	34
2-apr-17	28	24	25	21	18
3-apr-17	21	13	16	18	14
4-apr-17	16	8	16	20	16

MEDIE GIORNALIERE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
DATA	Torchiarolo- Via Fanin	Torchiarolo – Lendinuso	Torchiarolo Don Minzoni (SWAM)	Torchiarolo Don Minzoni (SHARP)	MM_ Torchiarolo sc RODARI
5-apr-17	11	6	24	31	20
6-apr-17	12	12	22	31	22
7-apr-17	14	13	22	23	21
8-apr-17	15	12	19	18	22
9-apr-17	13	13	20	29	19
10-apr-17	12	11	20	24	16
11-apr-17		14	20	25	16
12-apr-17		17	23		23
13-apr-17		13	22		14
14-apr-17	17	19	25	22	21
15-apr-17	23	15	23	28	16
16-apr-17	18	17	18		17
17-apr-17	18	8	11		12
18-apr-17	7	8	18		12
19-apr-17	11	13			23
20-apr-17	17	10	16	12	16
21-apr-17	11	9	14	19	20
22-apr-17	8	13	22	25	19
23-apr-17	12	16	21	23	17
24-apr-17	16	17	24	24	22
25-apr-17	20	12	18	18	14
26-apr-17	15	16	24	22	19
27-apr-17	18	14	19	18	15
28-apr-17	16	15	23	17	19
29-apr-17	16	16	17	18	17
30-apr-17	17	13	18	14	17
1-mag-17	13	17	18	22	
MEDIA PERIODO	18	16	25	28	24
n. Superamenti	0	0	1	2	1
%Dati Disp.	97	100	95	91	93

Sebbene le concentrazioni giornaliere di PM_{10} riportate in figura 1 mostrino trend simili, i valori di concentrazione registrati nei siti via Don Minzoni/Rodari tendono a discostarsi maggiormente da quelli dei siti via Fanin/Lendinuso nell'ultimo periodo invernale, mentre convergono su valori confrontabili nel periodo primaverile, all'aumentare delle temperature. Si richiama che le tipologie dell'area in cui sono posizionate le centraline sono "suburbana" nel caso di **Don Minzoni, Rodari e Fanin** e "rurale" nel caso di **Lendinuso**.

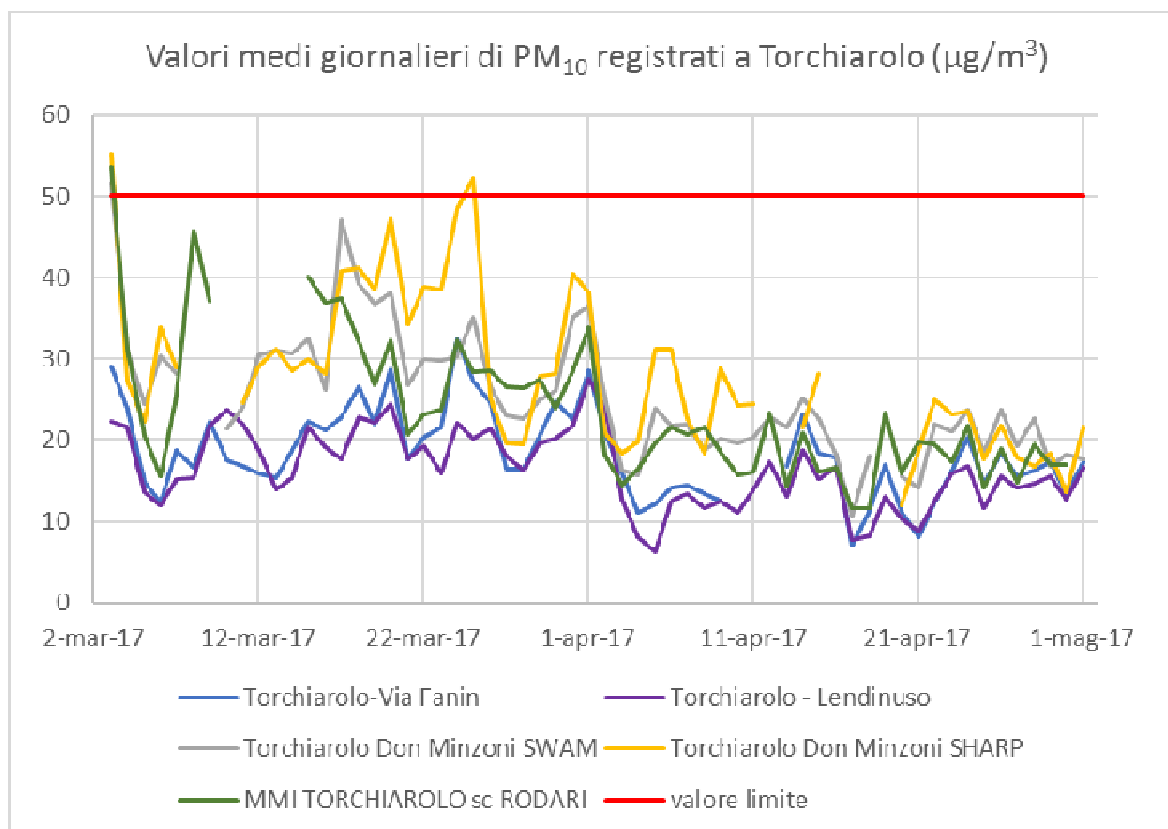


Figura 1. Andamenti giornalieri del PM₁₀ misurato su 4 siti a Torchiarolo nel periodo 03/03/17 ÷ 01/05/17.

La tabella che segue riporta i coefficienti di correlazione di Pearson fra i dati di PM₁₀ dei 4 siti (e 5 analizzatori) nel periodo relativo alla prima parte della campagna. I coefficienti sono stati calcolati secondo la seguente formula:

$$\text{Correlazione}(X, Y) = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

Tabella 2. Coefficienti di correlazione di Pearson fra le concentrazioni di PM₁₀ rilevate presso i 4 siti. Periodo: 03/03/2017 – 01/05/2017.

coefficienti di correlazione	Torchiarolo-Via Fanin	Torchiarolo - Lendinuso	Torchiarolo Don Minzoni SWAM	Torchiarolo Don Minzoni SHARP	MMI Torchiarolo sc RODARI
Torchiarolo-Via Fanin	1,00				
Torchiarolo - Lendinuso	0,86	1,00			
Torchiarolo Don Minzoni SWAM	0,76	0,66	1,00		
Torchiarolo Don Minzoni SHARP	0,71	0,55	0,85	1,00	
MMI TORCHIAROLO sc RODARI	0,68	0,66	0,84	0,69	1,00

I dati riportati in tabella 2 mostrano l'esistenza di una discreta correlazione ($0,3 < \text{coefficiente} < 0,7$) fra tutti i siti.

I dati mostrano una forte correlazione (coefficiente $> 0,70$) fra le concentrazioni misurate nel sito **Don Minzoni** con analizzatore SWAM e quelle misurate presso la scuola **RODARI** (coefficiente 0,84), che conseguentemente indica l'esistenza di un contributo comune al fenomeno emissivo. Buona correlazione esiste anche fra i dati di **Via Fanin** e tutti gli altri siti (coefficiente fra 0,68 e 0,86). Tali dati indicano, inoltre, per il sito di **via Fanin** caratteristiche più simili al sito di **Lendinuso** rispetto agli altri due. Quest'ultimo sito, difatti, correla più debolmente con gli altri set di dati. Correlazioni con coefficiente superiore a 0,7 suggeriscono che le sorgenti emissive prevalenti all'origine siano sostanzialmente le stesse, sebbene con impatti differenti in termini di valore assoluto di concentrazioni.

Per completezza di informazione, si riferisce che un campionatore sequenziale portatile monocanale di polveri è stato affiancato al mezzo mobile nella scuola RODARI e avviato il 03/03 per la raccolta di filtri di PM_{10} da sottoporre a successiva analisi di Metalli e IPA presso il DAP Arpa di Brindisi.

3. Andamento degli altri inquinanti

Per gli inquinanti Benzene, NO₂, CO, SO₂, non sono stati registrati superamenti dei limiti di legge. Per l'O₃ si sono avuti alcuni valori medi (massimi giornalieri su 8h) superiori al valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, come previsto dalla normativa vigente, pari a 120 µg/m³.

È stato inoltre monitorato l'acido solfidrico (H₂S), non normato, ma per il quale esiste una concentrazione soglia di riferimento, pari a 7 µg/m³, che rappresenta la sua soglia olfattiva.

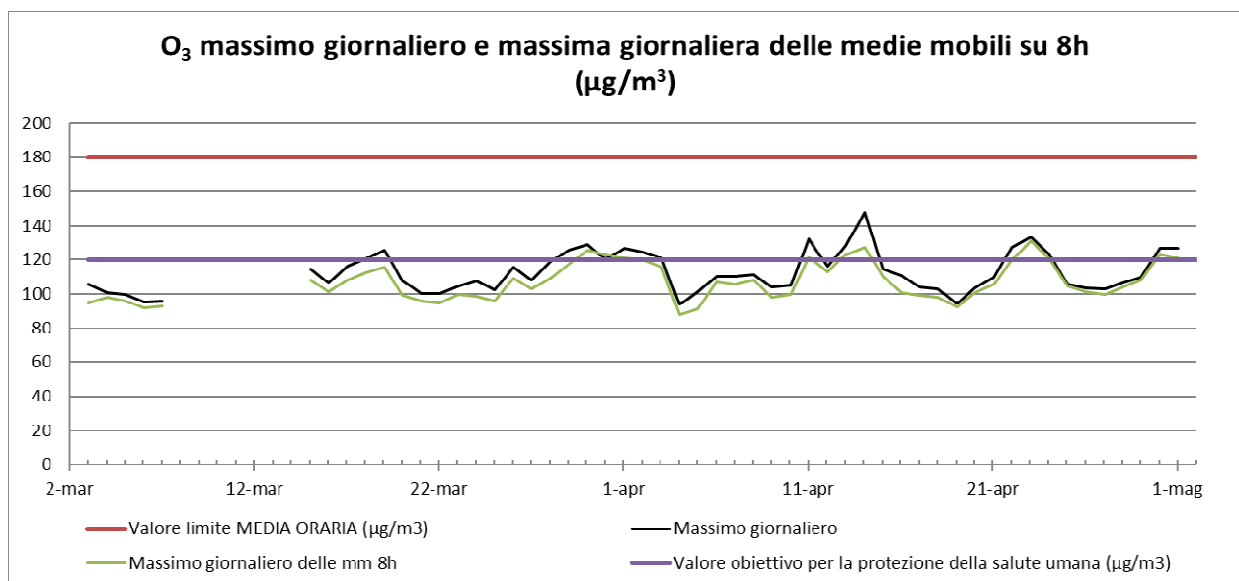
3.1. Grafico della concentrazione massima della media mobile sulle 8 ore di O₃ (µg/m³)

A causa di possibili impatti sulla salute umana, l'ozono, assieme all'NO₂ ed al PM₁₀, è uno gli inquinanti di maggiore rilevanza. Esso non ha sorgenti dirette ma si forma all'interno di un ciclo di reazioni di tipo fotochimico che coinvolgono in particolare gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili. La concentrazione in atmosfera dell'ozono, inoltre, risente dell'influenza di vari fattori quali, ad esempio, la persistenza di periodi di elevata insolazione, di alta temperatura, elevata pressione atmosferica.

O ₃		
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	CONCENTRAZIONE LIMITE	LIMITI VIGENTI
D. Lgs. 155/2010	120µg/m ³ massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore, da non superarsi piu' di 25 volte per anno civile, come media su tre anni	Valore obiettivo
	120 µg/m ³ , media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno	Obiettivo a lungo termine
	180 µg/m ³ (media oraria)	Soglia di informazione
	240 µg/m ³ (media oraria, per tre ore consecutive)	Soglia di allarme

Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione oraria di ozono, rilevati durante tutto il periodo della campagna di monitoraggio. I dati rilevati confermano un andamento tipico del periodo, con i livelli crescenti verso la seconda parte della campagna, in periodo primaverile, caratterizzato da maggiore irraggiamento solare.

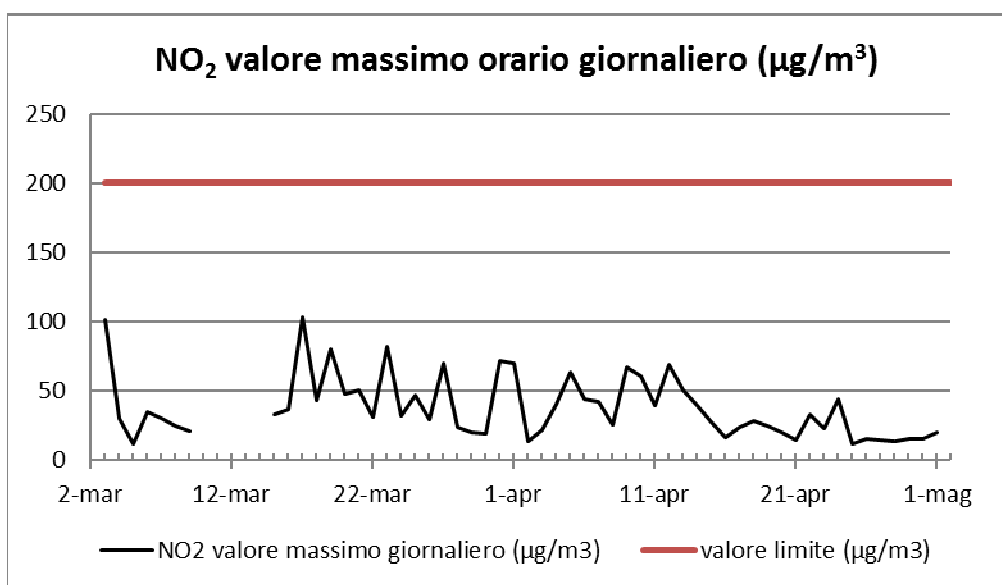
Non sono stati rilevati superamenti del valore limite, calcolato come massimo orario e pari a 180 µg/m³.



3.2. Grafico della concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO₂ (µg/m³)

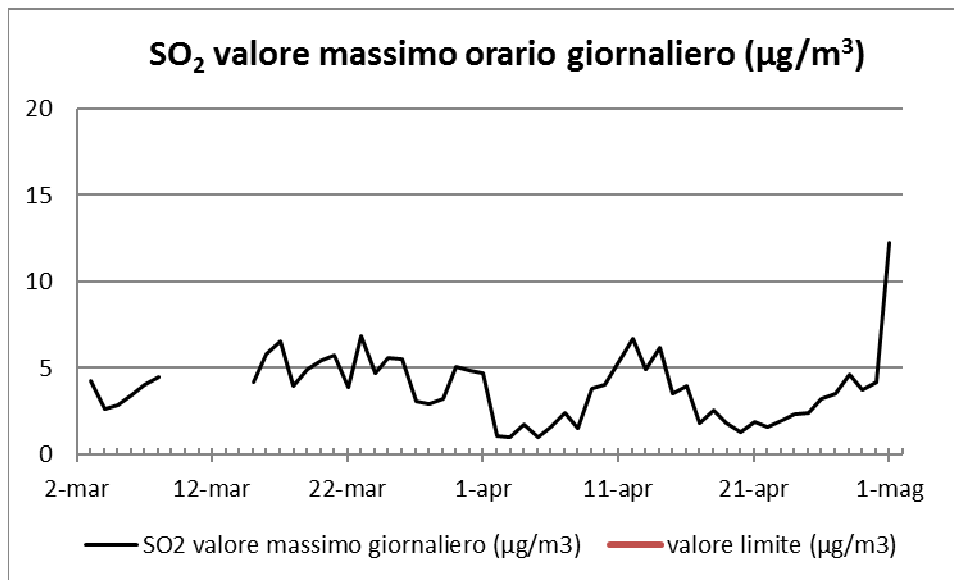
Tutti gli ossidi di azoto, NO, NO₂, N₂O, ecc. sono generati in tutti i processi di combustione. Tra tutti, il biossido di azoto (NO₂), è da ritenersi il maggiormente pericoloso perché costituisce il precursore di una serie di reazioni di tipo fotochimico che portano alla formazione del cosiddetto "smog fotochimico".

Nel grafico di seguito sono riportati i valori del massimo orario giornaliero registrati durante la campagna di monitoraggio. Da esso si evince chiaramente che non si è verificato nessun superamento del valore limite di 200 µg/m³ calcolato come massimo orario. I livelli delle concentrazioni registrate sono risultati relativamente bassi.



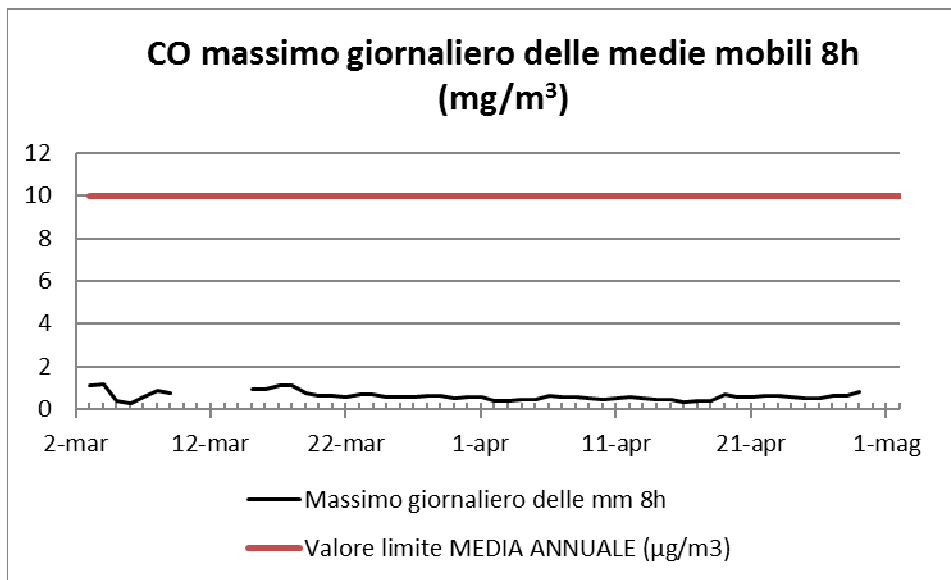
3.3. Grafico della concentrazione di SO₂ – Massimo orario (µg/m³)

Nel grafico di seguito è riportato il valore del massimo orario giornaliero della concentrazione di SO₂ rilevato nel periodo di osservazione. Le concentrazioni risultano ampiamente al di sotto dei valori limite imposti dalla normativa vigente (D.Lgs 155/2010). Si ricorda che il valore limite orario per la protezione della salute umana è pari a 350 µg/m³ mentre il valore limite calcolato come media delle 24 ore è pari a 125 µg/m³.



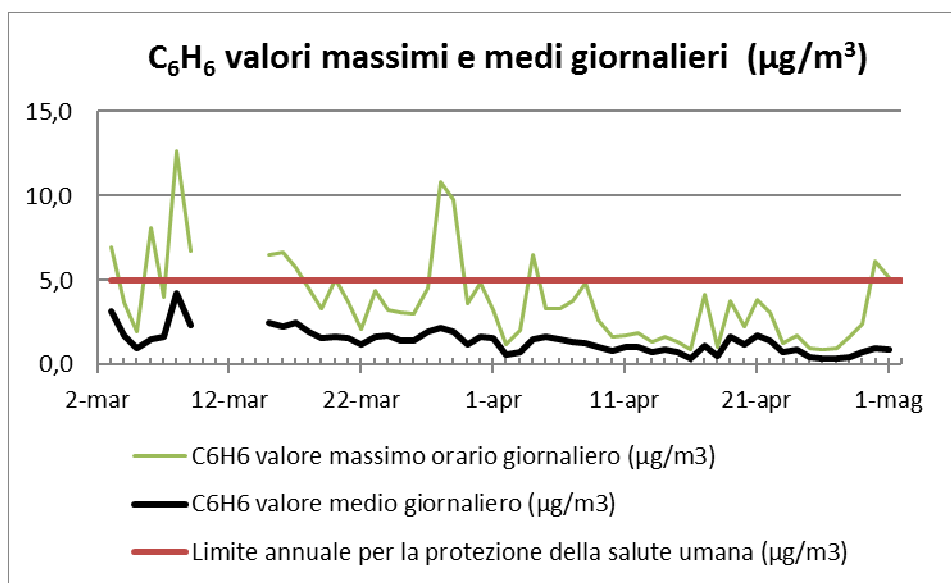
3.4. Grafico della concentrazione di CO - Media mobile sulle 8 ore (mg/m³)

Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione della media mobile sulle 8 ore di CO. Come si nota chiaramente, durante tutto il periodo di monitoraggio, non è stato mai superato il valore limite definito in base alla normativa vigente, calcolato come massimo orario della media mobile sulle 8 ore, pari a 10 mg/m³. I livelli delle concentrazioni registrate sono risultati molto bassi.



3.5. Grafico della concentrazione di benzene – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Il benzene presente in atmosfera è originato dall'attività umana ed in particolare dall'uso di petrolio, oli minerali e loro derivati. Secondo la normativa vigente, D. Lgs. 155/2010, il valore limite per la protezione della salute umana è fissato a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ su un periodo di mediazione di un anno civile. Durante il periodo di monitoraggio i valori medi giornalieri, sono risultati al di sotto di suddetto limite. I valori medi orari, invece, hanno superato tale soglia in diverse giornate, specialmente durante la parte invernale della campagna.



I picchi di concentrazione di benzene si sono verificati nelle serali/notturne o nelle prime ore mattutine, in condizioni di assenza di vento o vento molto debole.

È di seguito riportato l'elenco delle giornate in cui si sono verificati valori orari di concentrazione di benzene superiori alla soglia sopracitata.

Marzo:

03/03, 06/03, 08/03, 09/03, 14/03, 15/03, 16/03, 17/03, 20/03, 28/03, 29/03.

Aprile:

04/04, 30/04.

Maggio:

01/05.

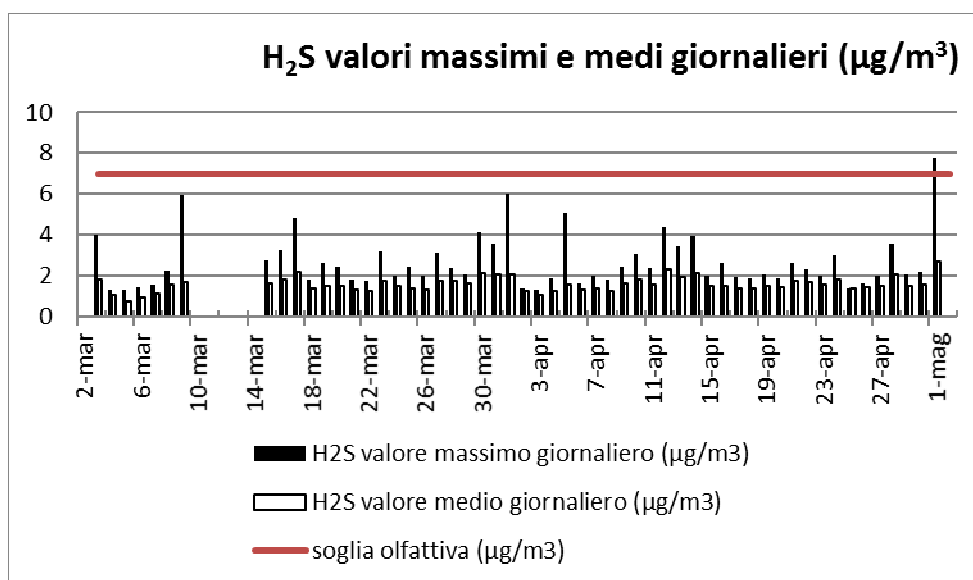
3.6. Grafico della concentrazione di H₂S – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere (µg/m³)

Uno fra i parametri più significativi nella individuazione di possibili fonti di molestie olfattive è rappresentato dall'acido solfidrico (H₂S).

Assumendo come riferimento una concentrazione di H₂S pari a 7 µg/m³ (concentrazione alla quale la totalità dei soggetti ne distingue l'odore caratteristico, se esposti per 30 minuti – WHO 2000), si rileva che in 1 giorno su un totale di 60 giorni di campagna sono stati rilevati uno o più medie orarie superiori a tale soglia olfattiva.

In riferimento alla media oraria, è stato registrato un solo valore di H₂S superiore alla soglia olfattiva di 7 µg/m³ in data 1 maggio. In riferimento alle medie giornaliere, non vi sono stati valori superiori alla soglia olfattiva.

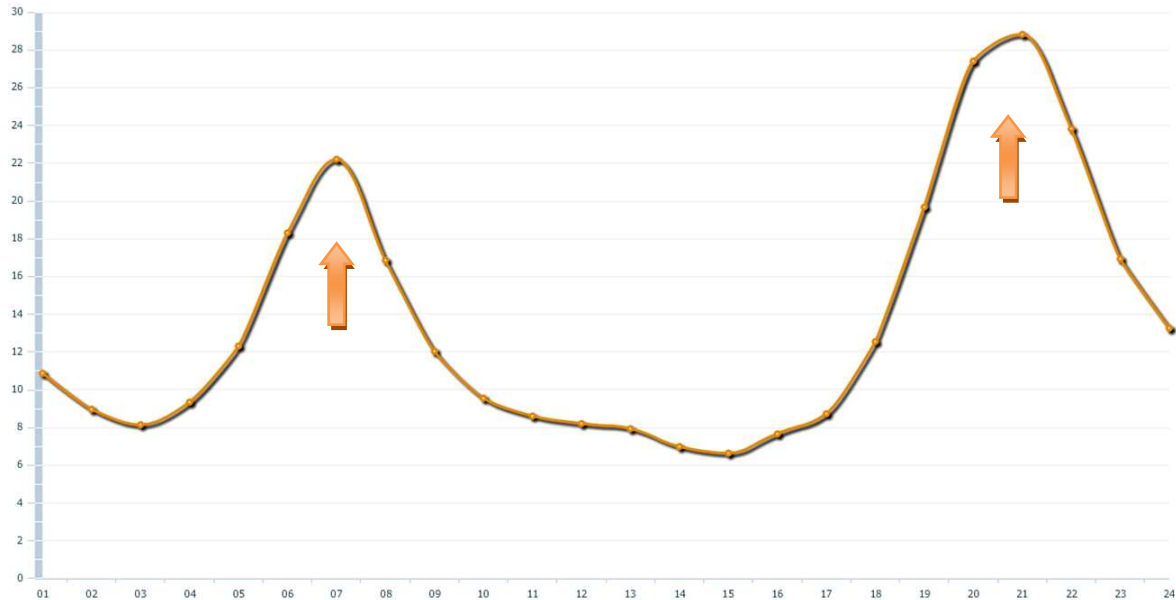
In figura seguente sono riportati i valori massimi orari giornalieri di H₂S in µg/m³ ed i valori medi giornalieri nel periodo in esame.



4. Giorni tipo di NO_2 , PM_{10} biorario, CO , O_3 , benzene, SO_2 , H_2S .

I grafici seguenti mostrano il “giorno tipo” di biossido di azoto (NO_2), materiale particolato (PM_{10}), monossido di carbonio (CO), ozono (O_3), benzene, SO_2 e H_2S .

4.1. NO_2



L' NO_2 ha mostrato, nel corso delle giornate di monitoraggio, un andamento con due massimi orari accentuati, caratterizzato da un picco mattutino (fra le ore 6:00 e le 8:00), un decremento nella parte centrale della giornata, un ulteriore picco in serata (dalle 20:00 alle 22:00) e, infine, un decremento notturno.

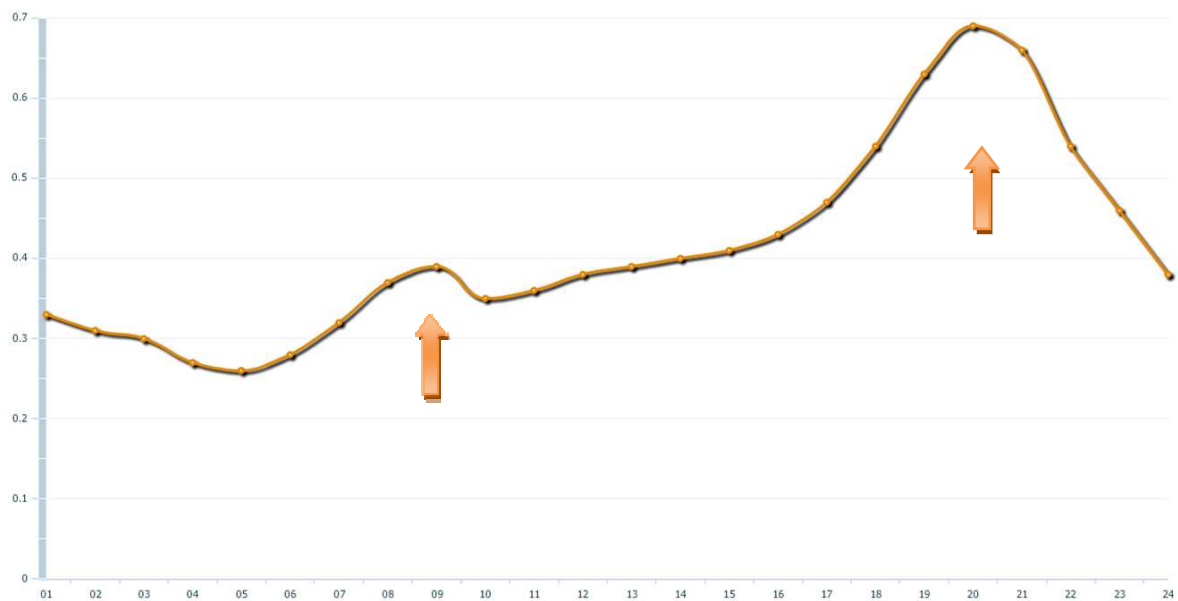
4.2. PM_{10}



Per il PM_{10} , rilevato con frequenza bioraria da un analizzatore con filtro a nastro, l'andamento è non dissimile rispetto a NO_2 , e caratterizzato da due massimi che si presentano 1-2 ore dopo i picchi di NO_2 . I

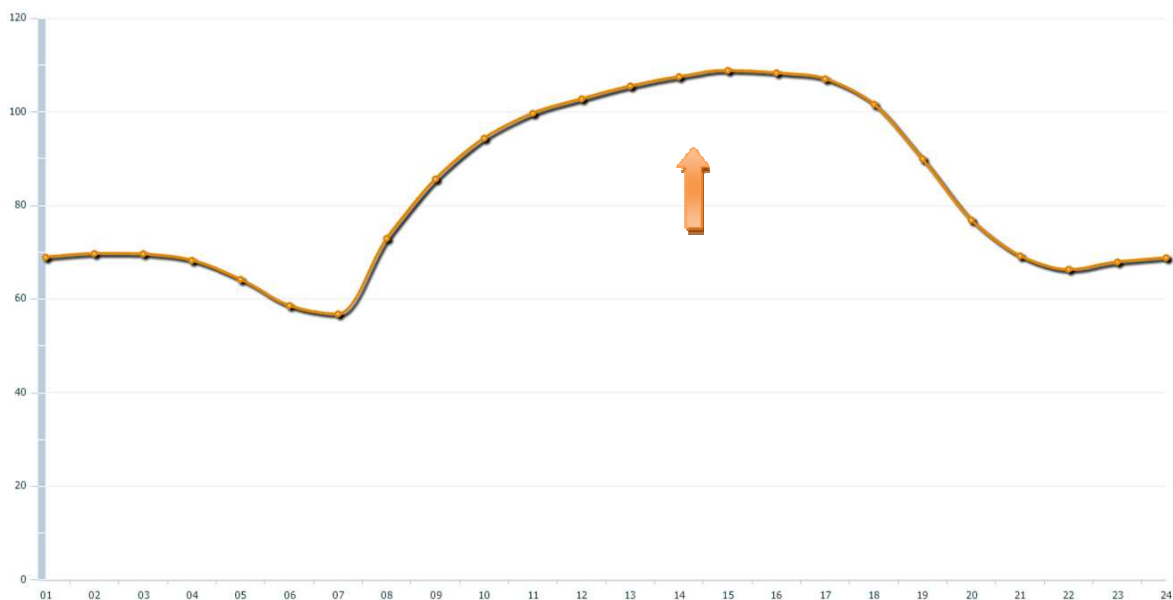
valori più elevati si presentano nelle ore notturne, intorno alle ore 22:00, e nelle ore mattutine, intorno alle 8:00, con un decremento nel corso del pomeriggio.

4.3. CO



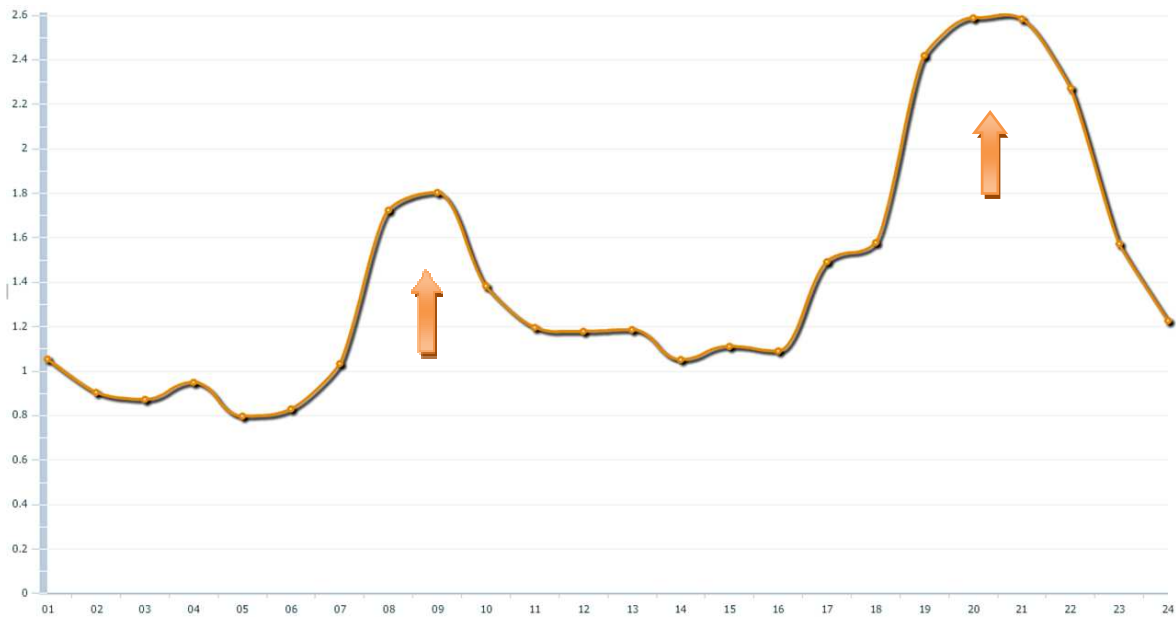
Per il CO l'andamento è, similmente a quello degli ossidi di azoto, caratterizzato da due picchi, di cui però quello serale è più accentuato. Si rileva la presenza di picchi quotidiani nelle ore mattutine (fra le ore 8:00 e le 10:00), ed in serata (dalle 19:00 alle 22:00).

4.4. O₃



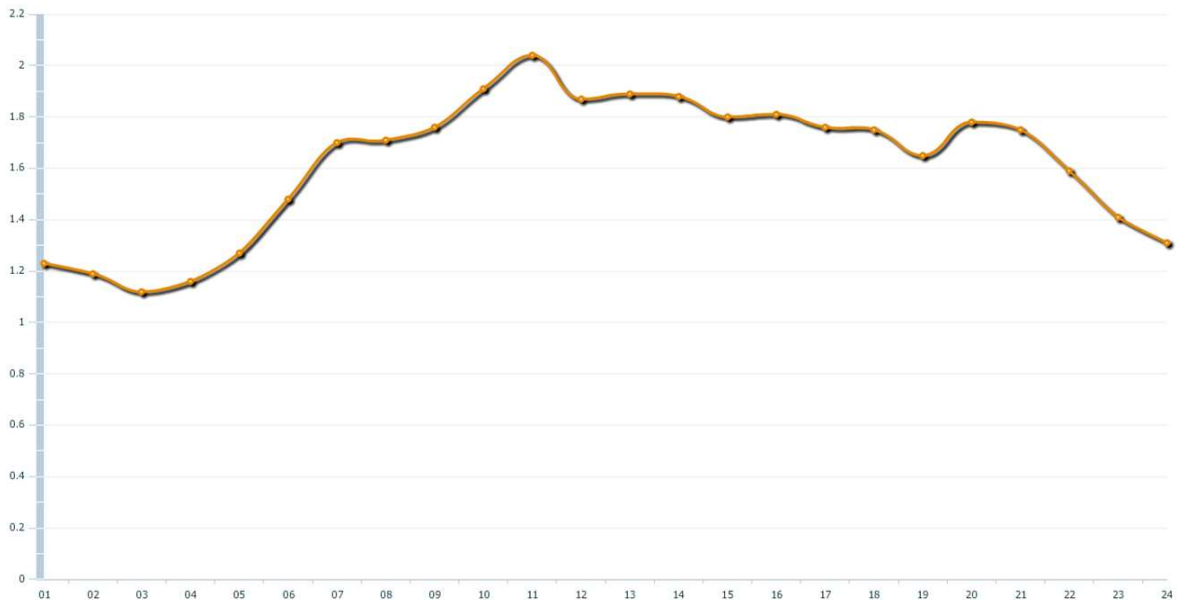
Il grafico dell'ozono rappresenta il giorno tipo caratteristico di questo inquinante e mostra il classico andamento a campana, con i valori massimi nelle ore di maggior irraggiamento.

4.5. Benzene



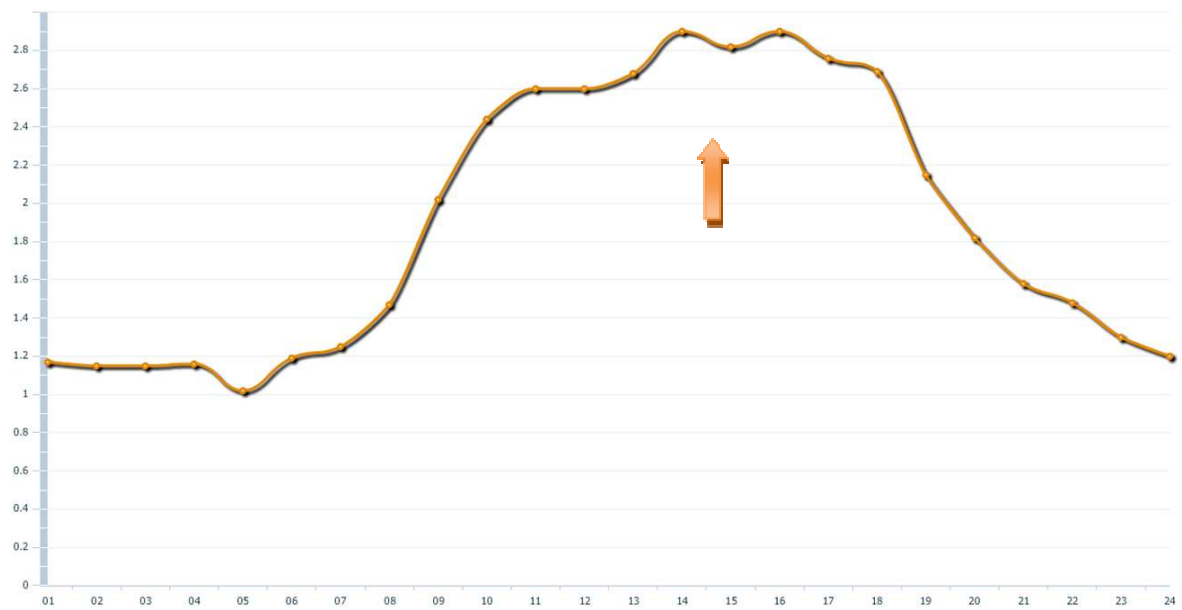
Anche l'andamento del giorno tipo del benzene si presenta molto simile a quello di CO e NO₂, il che suggerisce che il fenomeno emissivo prevalente all'origine sia sostanzialmente lo stesso. L'andamento presenta due massimi (uno intorno alle 8:00 – 9:00 ed uno fra le ore 19:00 e le 21:00) con un decremento nel corso del pomeriggio.

4.6. H₂S



L'H₂S nel periodo di monitoraggio non ha presentato significativi incrementi nel corso delle 24 ore del giorno tipo.

4.7 SO₂



L'SO₂ nel periodo di monitoraggio ha presentato un leggero incremento nel corso delle ore centrali del giorno tipo.

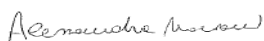
5. Conclusioni

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata effettuata a seguito di richiesta pervenuta ad Arpa da parte del Dipartimento Mobilità, Qualità urbana, opere pubbliche e paesaggio della Regione Puglia, allo scopo di approfondire lo stato della qualità dell'aria nel comune di Torchiarolo in siti differenti da quelli ove già sussistono delle stazioni di rilevamento fisse della qualità dell'aria, nel periodo invernale; Arpa Puglia si è avvalsa di un laboratorio mobile gestito dal Centro Regionale Aria. Durante la campagna di monitoraggio, effettuata nel periodo dal 03/03/2016 al 1/05/2017 in sito suburbano nel comune di **Torchiarolo- Scuola Rodari**, si sono registrati:

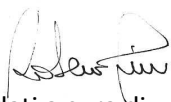
- Per il **PM₁₀**, n. 1 superamento del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ (che non deve essere superato per più di 35 volte in un anno). Il numero di superamenti del VL di PM₁₀ valutati nel sito e la concentrazione media del periodo di monitoraggio sono state confrontate con quelle rilevate nello stesso periodo in altre centraline fisse site nel territorio comunale, gestite da Arpa Puglia (si veda la Tabella 1). Si è potuto dedurre, quindi, che i livelli del PM₁₀ registrati presso la Scuola Rodari appaiono paragonabili a quelli del sito "Don Minzoni", e che gli andamenti delle concentrazioni del periodo sono confrontabili e ben correlate. Nel sito "Rodari" sono inoltre stati registrati valori significativamente più alti sia in termini di concentrazione che di numero superamenti del VL giornaliero rispetto agli altri due siti posti a Torchiarolo, Via Fanin e Lendinuso.
- Per gli altri inquinanti monitorati e normati non si sono registrati superamenti dei limiti previsti dalla normativa vigente.
- Dalla valutazione dei grafici del *giorno-tipo* dei vari inquinanti misurati presso il sito "**Rodari**" emergono andamenti molto simili fra gli inquinanti NO₂, CO, BENZENE e PM₁₀, il che suggerisce per questi l'esistenza di una sorgente comune, verosimilmente collegata a fenomeni di combustione domestica e/o di altra natura. Gli incrementi di questi due inquinanti sono stati rilevati sempre nelle ore notturne e mattutine.

Brindisi, 14 giugno 2017

P.O. Qualità dell'aria BR-LE-TA
Dott.sa Alessandra Nocioni



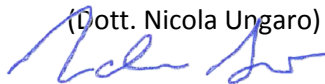
Il Direttore del Centro Regionale Aria
(Dott. Roberto Giua)



Elaborazione dati a cura di:
dott. Daniele Cornacchia

Ufficio QA di BR-LE-TA del CRA
dott. Daniele Cornacchia
dott.sa Alessandra Nocioni
p.ch. Mario Ricci

Il Direttore Scientifico ff
(Dott. Nicola Ungaro)



Allegato I - Efficienza di campionamento

Il D. Lgs. 155/10 (*allegato VII e allegato XI*) stabilisce i criteri utilizzati per la raccolta minima di dati di SO₂, NO_x, PM₁₀, Ozono, Benzene e CO necessaria per raggiungere gli obiettivi per la valutazione della qualità dell'aria, per misurazioni in continuo. La tabella che segue riporta la percentuale di dati orari validi registrati dagli analizzatori presenti nel laboratorio mobile. Si evidenzia che si tratta di un'informazione indicativa del livello di efficienza della strumentazione, non essendo questo dato raffrontabile con alcun parametro normativo.

Tabella: dall' allegato XI del D. Lgs. 155/2010 – paragrafo 2: *Criteri per la verifica dei valori limite*

Parametro	Percentuale richiesta di dati validi
Valori su 1 ora	75 % (ossia 45 minuti)
Valori su 8 ore	75 % dei valori (ovvero 6 ore)
Valore medio massimo giornaliero su 8 ore	75 % delle concentrazioni medie consecutive su 8 ore calcolate in base a dati orari (ossia 18 medie su 8 ore al giorno)
Valori su 24 ore	75 % delle medie orarie (ossia almeno 18 valori orari)
MEDIA annuale	90 % ⁽¹⁾ dei valori di 1 ora o (se non disponibile) dei valori di 24 ore nel corso dell'anno

⁽¹⁾ La prescrizione per il calcolo della media annuale non comprende le perdite di dati dovute alla calibrazione periodica o alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

Di seguito è mostrata la percentuale di validità per gli analizzatori nel periodo considerato. Per i malfunzionamenti strumentali la perdita di un numero più o meno elevato di dati dipende dal tempo che intercorre tra la segnalazione del malfunzionamento e l'intervento di riparazione da parte di Project Automation, società responsabile della manutenzione.

PARAMETRO	PERCENTUALE DI DATI VALIDI (%)
O ₃	90
NO ₂	91
SO ₂	91
CO	89
H ₂ S	91
C ₆ H ₆	92
PM ₁₀	93

Allegato II - Informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie di analisi

Gli analizzatori presenti sul laboratorio realizzano l'acquisizione, la misura e la registrazione dei risultati in modo automatico (gli orari indicati si riferiscono all'ora solare). Le concentrazioni rilevate sono normalizzate ad una temperatura di 20 °C ed un'a pressione di 101,3 kPa ai sensi del D. Lgs. 155/10.

I principi di funzionamento degli analizzatori di cui lo stesso è equipaggiato:

- SO₂: fluorescenza (Modello 101 A, Teledyne API);
- NO_x: chemiluminescenza con generatore di ozono (Teledyne API);
- CO: assorbimento raggi IR con detector al Silicio (modello 300 E, Teledyne API);
- O₃: assorbimento raggi UV con lampada UV come sorgente luminosa (Teledyne API);
- PM₁₀: assorbimento di raggi β con sorgente emettitrice radioattiva al ¹⁴C e rivelatore Geiger con cicli di prelievo di 12 ore su filtri in fibra di vetro (Environment);
- BTX: Gascromatografia con colonna impaccata Tenax e Rilevatore FID (SRI-ORION Mod. 2000);
- H₂S: fluorescenza (Teledyne API).

I metodi di riferimento per l'analisi sono:

- SO₂: UNI EN 14212:2012;
- NO_x: UNI EN 14211:2012;
- CO: UNI EN 14626:2012;
- O₃: UNI EN 14625:2012;
- PM₁₀: UNI EN 12341:2014;
- Benzene: UNI EN 14662:2005, parti 1, 2 e 3