REPORT CAMPAGNE DI MONITORAGGIO CON MEZZO MOBILE

Sora (FR)

ARPALAZIO

AGENZIA REGIONALE PROTEZIONE AMBIENTALE DEL LAZIO

1 Posizione, data e luogo del monitoraggio

Comune	Sora (FR)
Località	Piazzale San Domenico
Coordinate	Latitudine: 41.697209° Longitudine: 13.579200°
Durata Campagne	I° dal 30 gen. al 15 mar. 2021 II° dal 28 mag. al 27 giu. 2021
Mezzo mobile utilizzato	I° Mezzo Mobile 88 - 3 II° Mezzo Mobile 70 - 1
Redazione documento	Marzo 2022

Figura 1: Posizionamento del laboratorio mobile nel Comune

2 Scopo del monitoraggio

Il monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Lazio viene realizzato impiegando congiuntamente l'insieme degli strumenti previsti dalla normativa (d.lgs. 155/2010 e s.m.i.):

la rete fissa di monitoraggio;

le catene modellistiche

le misure indicative;

i metodi oggettivi di tipo statistico.

Le misure indicative vengono realizzate attraverso il monitoraggio effettuato con i mezzi mobili che sono dotati degli stessi analizzatori installati presso le stazioni della rete fissa.

Il monitoraggio realizzato con i mezzi mobili viene effettuato per indagare porzioni di territorio più o meno distanti dai punti fissi di misura con lo scopo di aumentare e migliorare la conoscenza dello stato della qualità dell'aria sul territorio regionale.

La differenza sostanziale tra le misure della rete di monitoraggio fissa e le misure indicative la continuità temporale. Nel primo caso la copertura temporale continua (ad eccezione di problemi strumentali), nel secondo caso inevitabilmente legata alla durata della campagna di misura che, nell'arco di 1 anno civile, deve coprire almeno il 14 %.

Le campagne hanno quindi generalmente una durata media di circa due mesi (suddivisi tra il periodo invernale e quello estivo), e sono realizzate in base ad una programmazione annuale, che talvolta deve essere rivista alla luce di eventuali richieste da parte di altre amministrazioni, dell'autorità giudiziaria e del verificarsi di emergenze ambientali quali ad esempio gli incendi.

Nella Tabella 1 sono riportate le dotazioni strumentali del laboratorio mobile.

Tabella 1: Dotazione strumentale utilizzata per la campagna di misura

Strumento	Modello	Principio Chimico-Fisico	M.M.
NO_X	API 200 E	Chemiluminescenza	X⁺
SO_2	API 100 E	Fluorescenza UV	X⁺
POLVERI PM10	FAI SWAM 5a Dual Channel	Det. grav. att. β	X⁺⁺
POLVERI PM2.5	FAI SWAM 5a Dual Channel	Det. grav. att. β	X⁺⁺
POLVERI PM10	ENVEA MP101M + OPM	Det. grav. att. β	X⁺⁺⁺
POLVERI PM2.5	FAI SWAM 5a	Det. grav. att. β	X⁺⁺⁺
O_3	API 400 E	Fotometria UV	X⁺⁺
CO	API 300 E	Assorbimento IR	X⁺⁺

⁺ Analizzatore presente su entrambi i mezzi mobili

⁺⁺ Analizzatore presente solo sul mezzo mobile 70-1

⁺⁺⁺ Analizzatore presente solo sul mezzo mobile 88-3

3 Inquadramento meteorologico

Si riportano nelle schede seguenti i parametri meteorologici registrati durante le campagne di monitoraggio che costituiscono elementi a supporto dell'analisi dei dati di inquinamento misurati.

I° Campagna

ANAGRAFICA
zona: Mezzo Mobile 3
periodo: dal 2021-01-29 al 2021-03-16
giorni di monitoraggio TOTALI: 47
giorni di monitoraggio COMPLETI: 45

----------CALCOLI

SEGUENTI ESEGUITI SU GIORNI COMPLETI

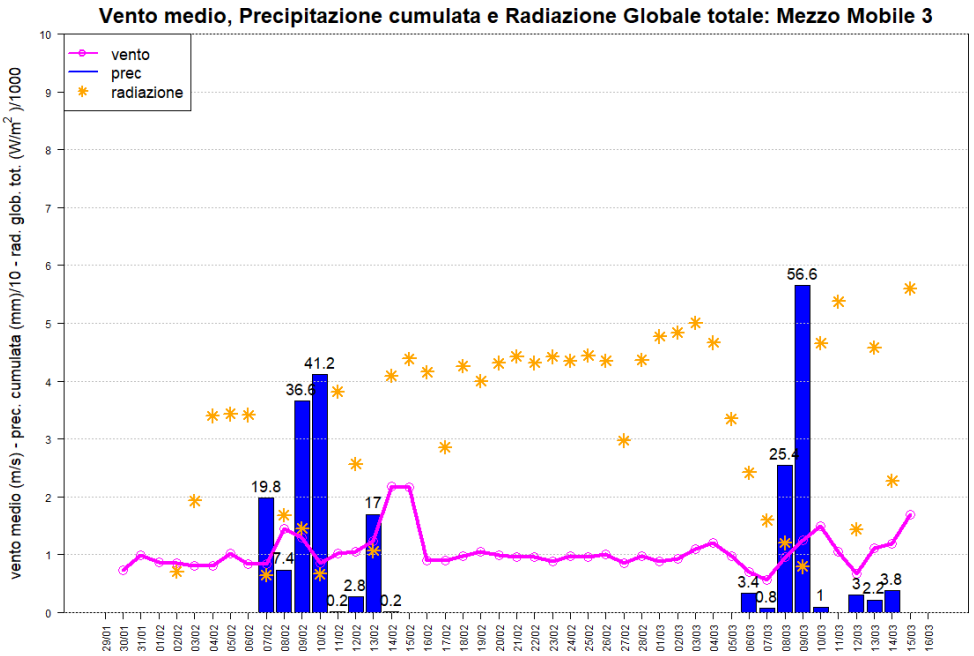
PRECIPITAZIONI
cumulata totale campagna: 221.4 (mm)
giorno maggiormente piovoso - cumulata: 2021-03-09 - 56.6 (mm)
giorni senza pioggia: 32
giorni con pioggia: 13
perc. giorni piovosi: 28.9 %

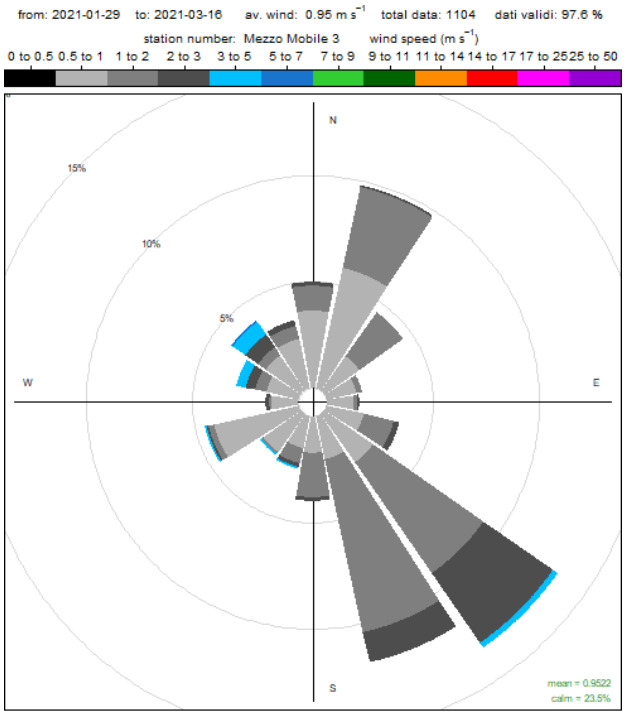
UMIDITA' RELATIVA
umidita' massima: 99.2 %
umidita' minima: 15.2 %

VENTO
vento medio: 0.95 (m/s)
vento massimo: 2021-02-14 11:00 - 6.26 (m/s)
settore prevalente: SE
vento medio settore prevalente: 1.58 (m/s)

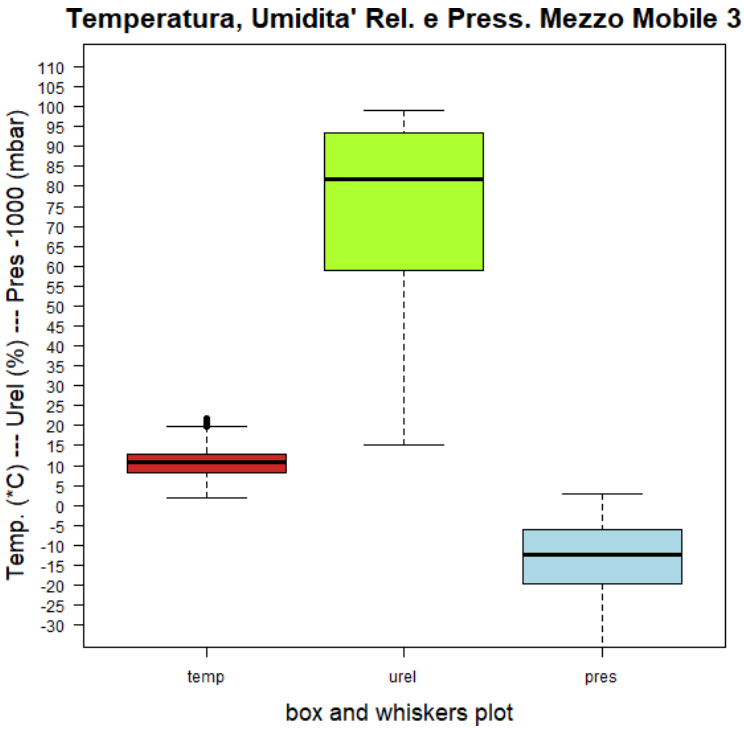
RADIAZIONE
integrale radiazione massima: 2021-03-15 - 5601 (W/m^2)integrale
radiazione minima: 2021-02-07 - 649 (W/m^2)

PRESSIONE
pressione massima: 2021-02-23 - 1002.8 (mbar)
pressione minima: 2021-01-31 - 963.1 (mbar)


Vento medio, Precipitazione cumulata e Radiazione Globale totale: Mezzo Mobile 3
vento
prec
radiazione
vento medio (m/s) - prec. cumulata (mm)/10 - rad. glob. tot. (W/m2)/1000
19.8
7.4
41.2
36.6
0.2
2.8
17
0.2
3.4
0.8
25.4
56.6
1
3.2
2.2
3.8



Frequency of counts by wind direction (%)



II° Campagna

ANAGRAFICA
zona: vedi pg. 2
periodo: dal 2021-05-28 al 2021-06-28
giorni di monitoraggio TOTALI: 32
giorni di monitoraggio COMPLETI: 31

----------CALCOLI

SEGUENTI ESEGUITI SU GIORNI COMPLETI

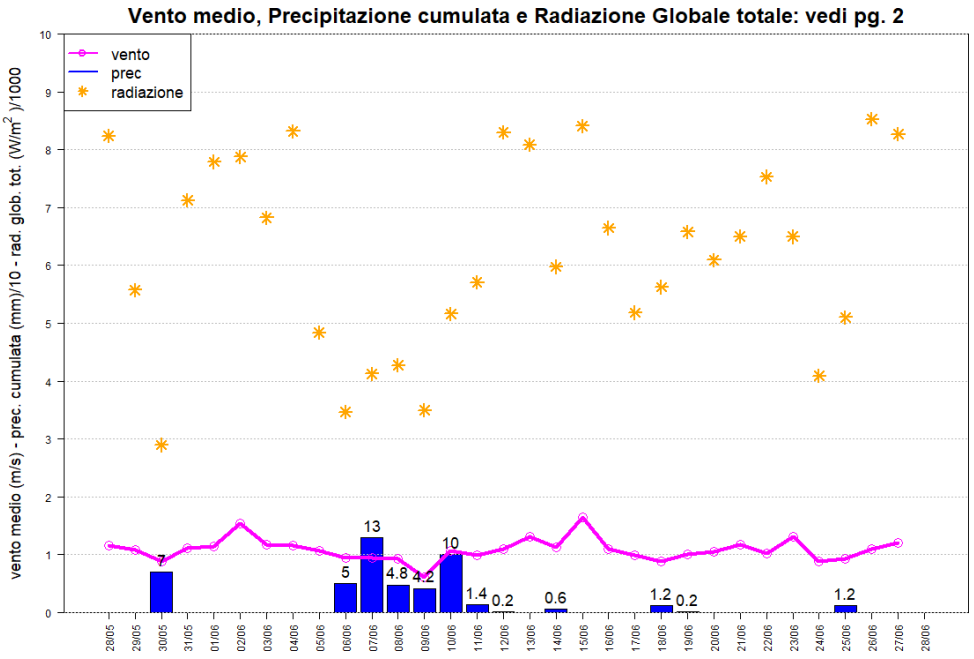
PRECIPITAZIONI
cumulata totale campagna: 48.8 (mm)
giorno maggiormente piovoso - cumulata: 2021-06-07 - 13 (mm)
giorni senza pioggia: 22
giorni con pioggia: 9
perc. giorni piovosi: 29 %

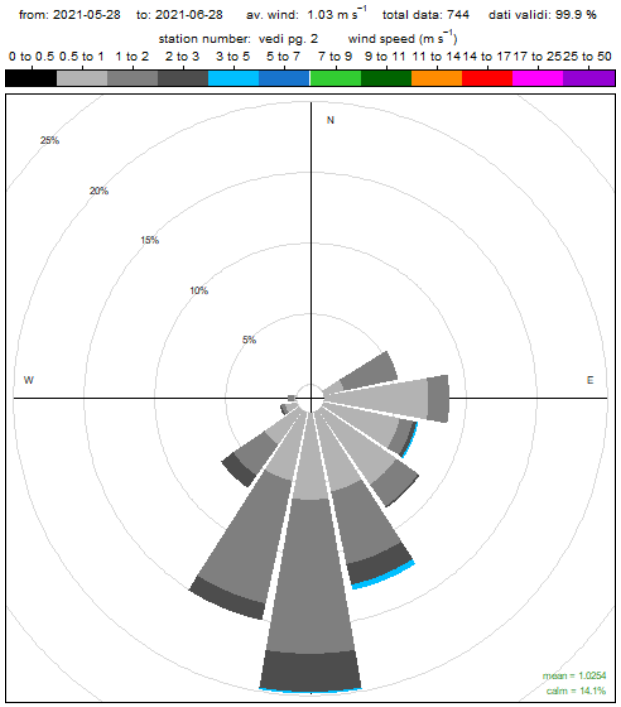
UMIDITA' RELATIVA
umidita' massima: 97.7 %
umidita' minima: 22.1 %

VENTO
vento medio: 1.03 (m/s)
vento massimo: 2021-06-10 14:00 - 4.09 (m/s)
settore prevalente: S
vento medio settore prevalente: 1.28 (m/s)

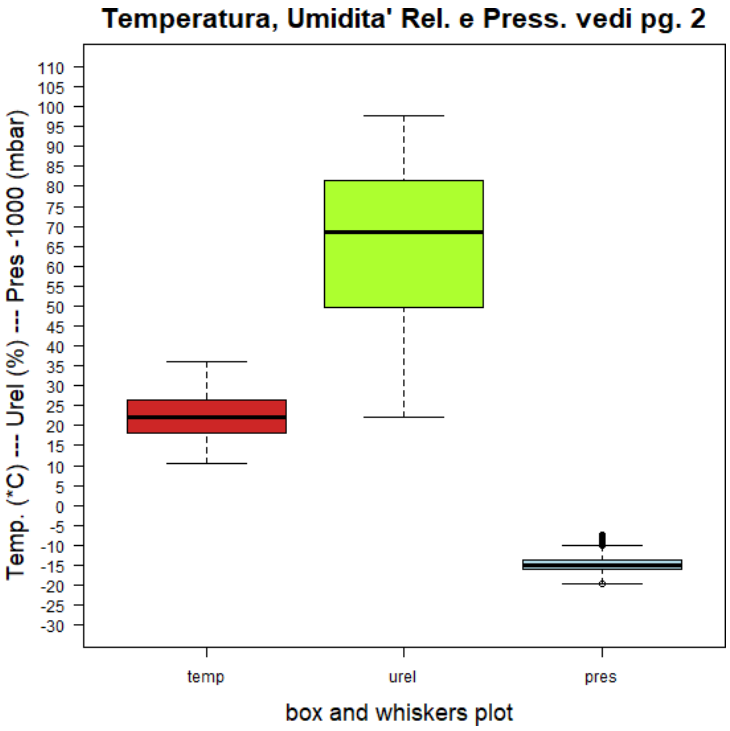
RADIAZIONE
integrale radiazione massima: 2021-06-26 - 8527 (W/m^2)integrale
radiazione minima: 2021-05-30 - 2897 (W/m^2)

PRESSIONE
pressione massima: 2021-06-04 - 992.6 (mbar)
pressione minima: 2021-06-22 - 980.2 (mbar)


Vento medio, Precipitazione cumulata e Radiazione Globale totale: vedi pg. 2
vento
prec
radiazione
vento medio (m/s) - prec. cumulata (mm)/10 - rad. glob. tot. (W/m2)/1000
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
7
5
13
4.8
4.2
10
1.4
0.2
0.6
1.2
0.2
1.2
28/05
29/05
30/05
31/05
01/06
02/06
03/06
04/06
05/06
06/06
07/06
08/06
09/06
10/06
11/06
12/06
13/06
14/06
15/06
16/06
17/06
18/06
19/06
20/06
21/06
22/06
23/06
24/06
25/06
26/06
27/06
28/06



Frequency of counts by wind direction (%)



4 Risultati delle campagne

Vengono riportati di seguito i risultati delle campagne di monitoraggio ed i valori limiti previsti dalla normativa per la protezione della salute umana.

E' necessario evidenziare che tutti i valori limite stabiliti dal d.lgs. 155/2010 si riferiscono sempre ad un arco temporale pari ad 1 anno civile, mentre la campagna ha una durata inferiore (Tabella 2).

Per completezza, di seguito sono riportati i valori limiti per la protezione della salute umana stabiliti dal d.lgs. 155/2010 (2008/50/CE).

Tabella 2: Valori limite per d.lgs.155/2010

Limiti della protezione della salute umana d.lgs. 155/2010	
PM10	Valore limite di 50 $\mu g/m^3$ sui livelli medi giornalieri da non superare più di 35 volte per anno civile
	Valore limite 40 $\mu g/m^3$ sulla media annuale
PM2.5	Valore limite 25 $\mu g/m^3$ sulla media annuale
NO_2	Valore limite di 200 $\mu g/m^3$ sui livelli orari di concentrazione da non superare più di 18 volte per anno civile
	Valore limite 40 $\mu g/m^3$ sulla media annuale
O_3	Valore limite di 180 $\mu g/m^3$ e 240 $\mu g/m^3$ sui livelli orari di concentrazione rispettivamente soglia di informazione e di allarme
	Valore limite di 120 $\mu g/m^3$ come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore da non superare più di 25 volte nell'anno civile
SO_2	Valore limite 350 $\mu g/m^3$ sui livelli orari
	Valore limite 125 $\mu g/m^3$ sulla media giornaliera da non superare più di 3 volte per anno civile
CO	Valore limite di 10 mg/m^3 come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore

Le misure istantanee di concentrazione delle specie gassose (NO_X, SO_2, O_3, ...), congruentemente con quanto stabilito dalla normativa (direttiva 2008/50/CE e d.lgs. 155/2010e s.m.i), sono state mediate a livello orario, mentre le misure di particolato sottile (PM10 e PM2.5) sono state effettuate in modo da rappresentare le concentrazioni medie giornaliere.

Tabella 3: Inquinanti atmosferici e rispettivi tempi di mediazione

Inquinanti (Mezzo mobile)	Tempo di mediazione	Unit di misura
NO	1 ora	$\mu g/m^3$
NO_2	1 ora	$\mu g/m^3$
NO_X	1 ora	$\mu g/m^3$
CO	1 ora	mg/m^3
O_3	1 ora	$\mu g/m^3$
SO_2	1 ora	$\mu g/m^3$
PM10	24 ore	$\mu g/m^3$
PM2.5	24 ore	$\mu g/m^3$

4.1 Particolato atmosferico PM10

Valore limite di 50 $\mu g/m^3$ per le concentrazioni medie giornaliere da non superare per pi di 35 volte nell'anno civile anno;

I° Campagna

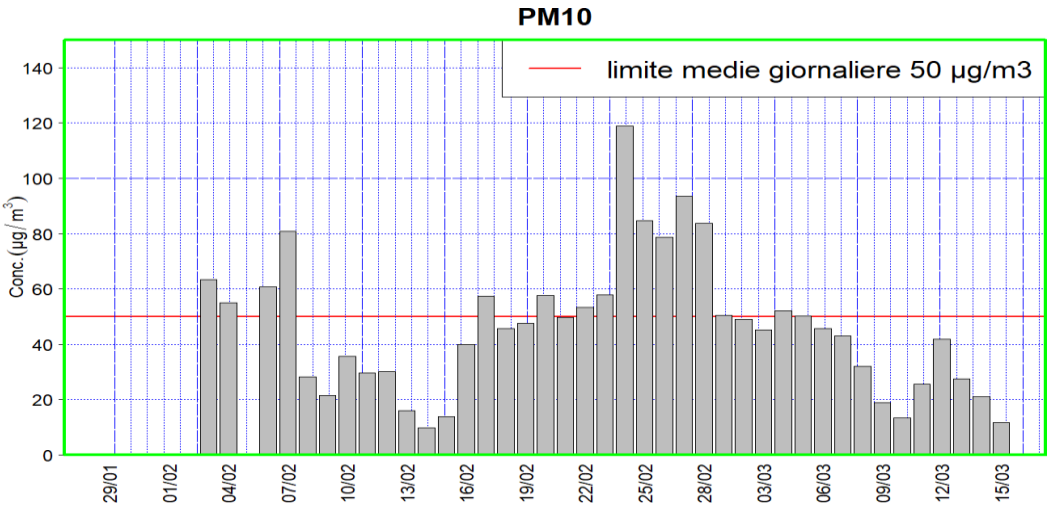


Figura 2: Valori giornalieri di PM10 nel periodo suddetto (I° campagna)

II° Campagna

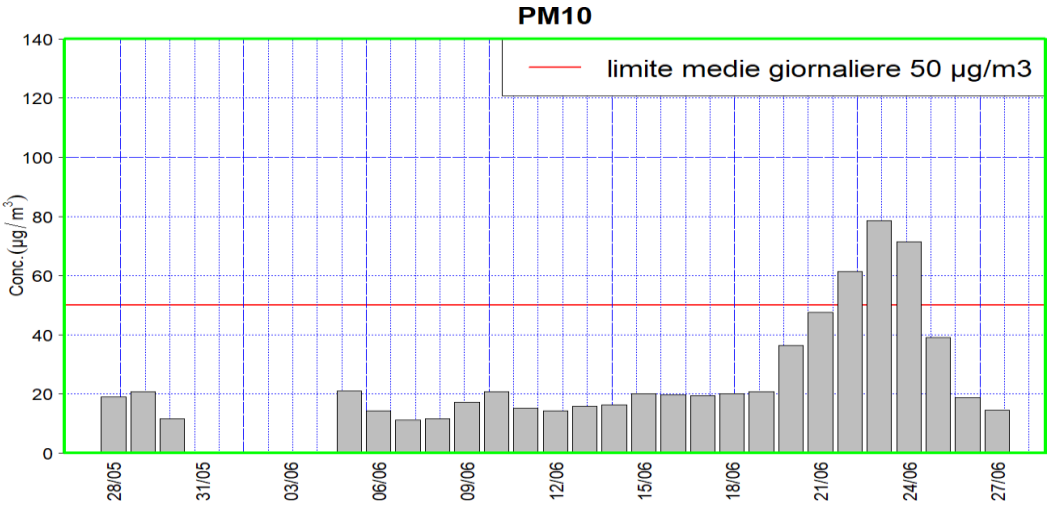


Figura 3: Valori giornalieri di PM10 nel periodo suddetto (II° campagna)

4.2 Particolato atmosferico PM2.5

I° Campagna

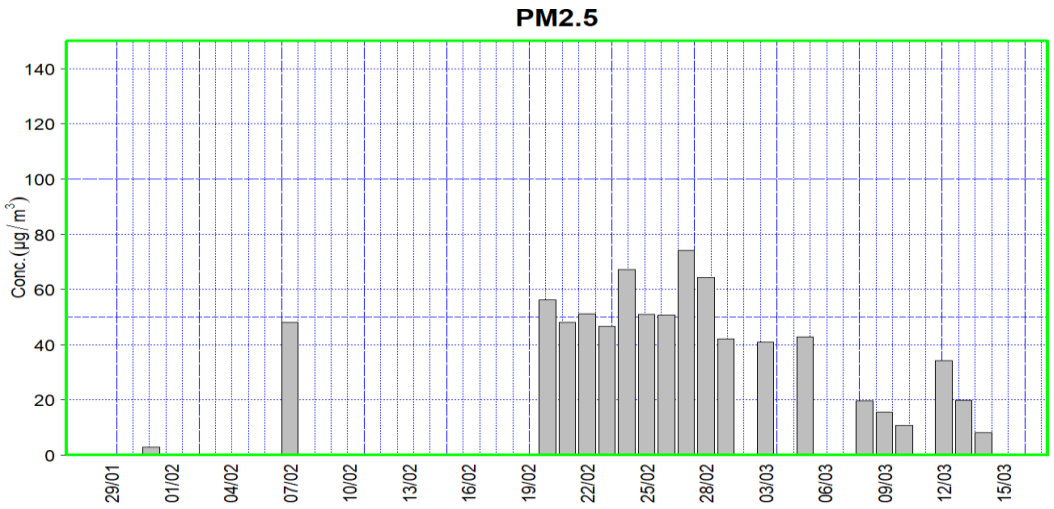


Figura 4: Valori giornalieri di PM2.5 nel periodo suddetto (I° campagna)

II° Campagna

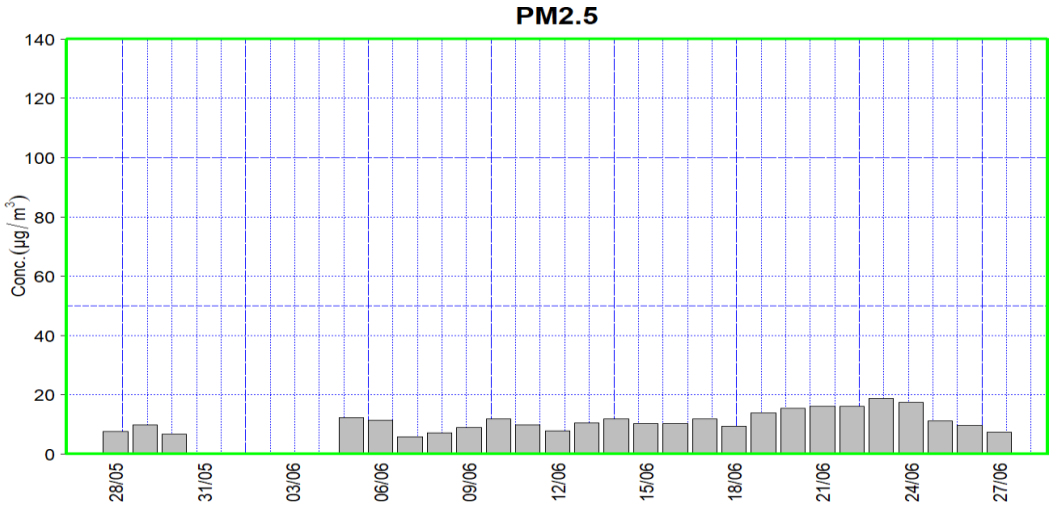


Figura 5: Valori giornalieri di PM2.5 nel periodo suddetto (II° campagna)

4.3 Biossido d'azoto NO_2

Valore limite di 200 $\mu g/m^3$ per le concentrazioni medie orarie da non superare più di 18volte nell'anno civile;

I° Campagna

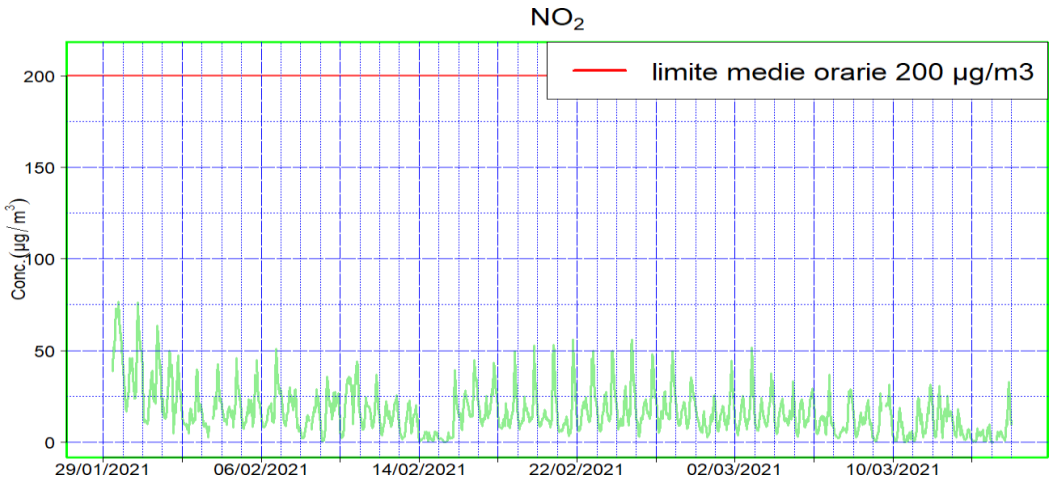


Figura 6: Valori orari di NO_2 nel periodo suddetto (I° campagna)

II° Campagna

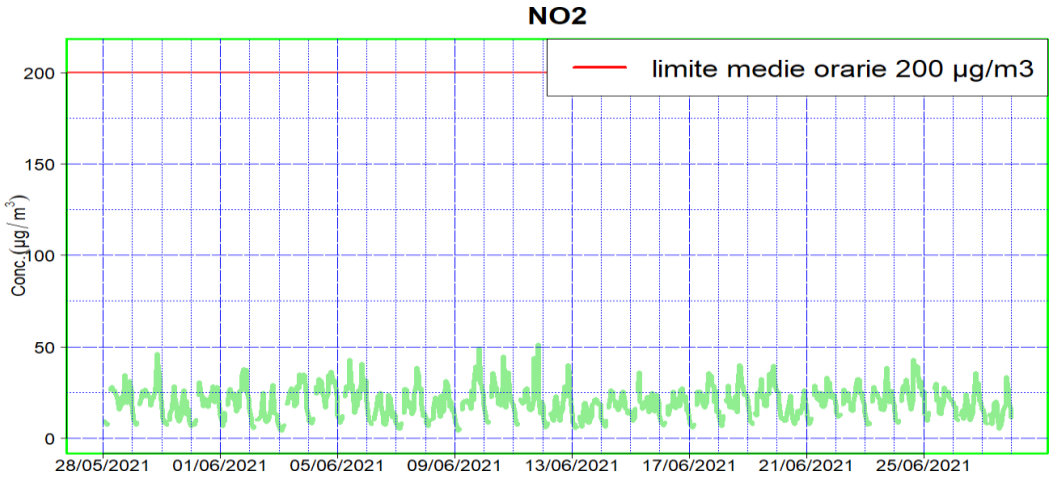


Figura 7: Valori orari di NO_2 nel periodo suddetto (II° campagna)

4.4 Ozono O_3

Valore limite di 180 μg/m^3 e 240 μg/m^3 per la concentrazione media oraria che rappresentano rispettivamente soglia di informazione e di allarme;

I° Campagna

Il mezzo mobile utilizzato per la I° campagna non è dotato di analizzatore di ozono.

II° Campagna

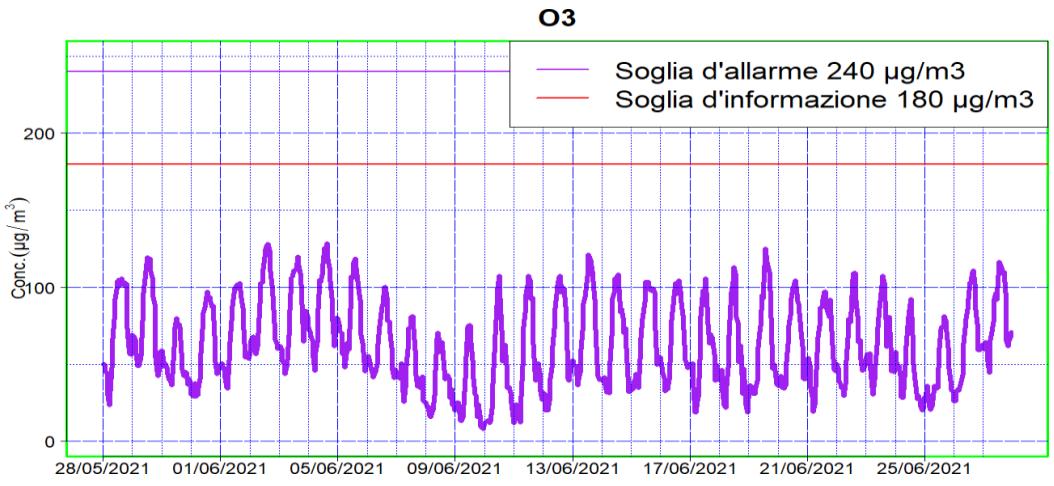


Figura 8: Valori orari di O_3 nel periodo suddetto (II° campagna)

4.5 Anidride solforosa SO_2

Valore limite 350 μg/m^3 delle concentrazioni medie orarie;

I° Campagna

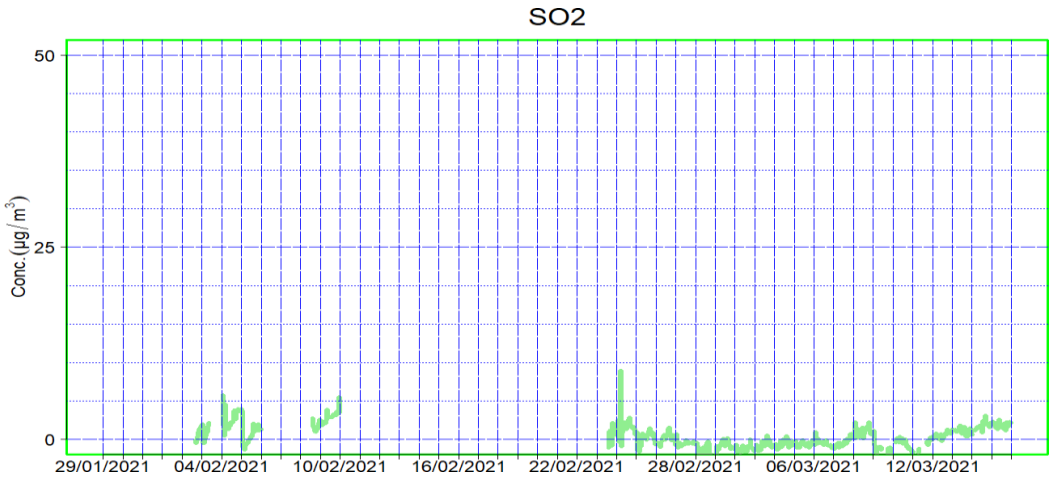


Figura 9: Valori orari di SO_2 nel periodo suddetto (I° campagna)

II° Campagna

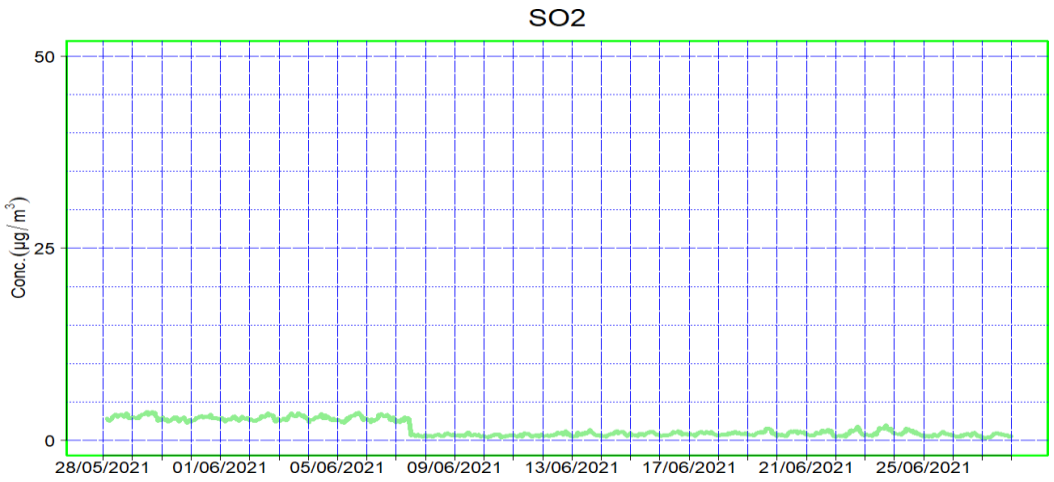


Figura 10: Valori orari di SO_2 nel periodo suddetto (II° campagna)

4.6 Monossido di carbonio CO

1° Campagna (Invernale)

Il mezzo mobile utilizzato per la I° campagna non è dotato di analizzatore per il monossido di carbonio.

.

2° Campagna (Primavera - Estate)

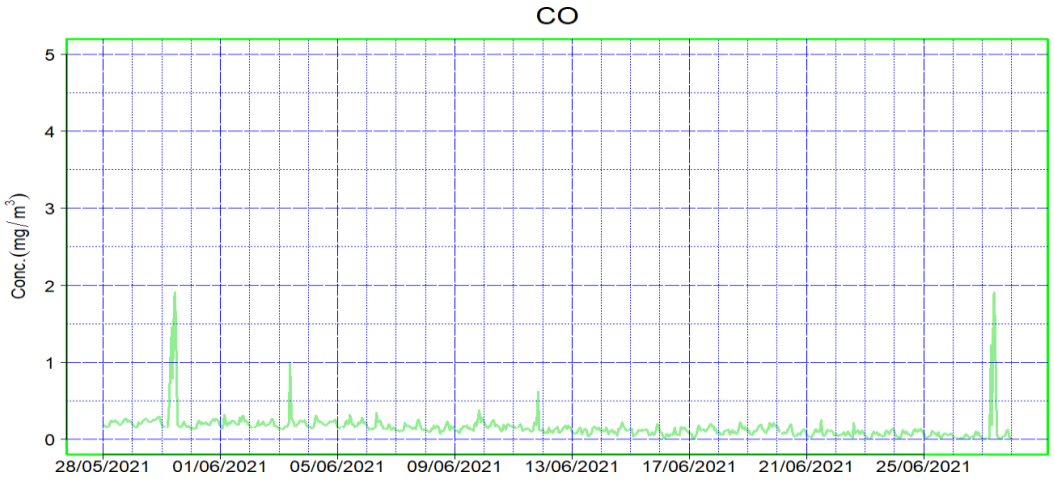


Figura 11: Valori orari di CO nel periodo suddetto (2° campagna)

5 Analisi dei dati del monitoraggio

Le concentrazioni delle diverse sostanze inquinanti rilevate durante le due campagne svolte nel 2021 sono state elaborate statisticamente nel loro complesso, individuando alcuni indicatori. In particolare sono stati evidenziati, per ogni sostanza inquinante, il numero totale di misure disponibili, il valore massimo e minimo riscontrato per tutte queste sostanze inquinanti, il loro valore medio, la mediana ed i percentili 95° e 5°.

Tabella 4: Statistica dei risultati

Inquinanti	dati	Max	Min	Media	5° PERC.*	50° PERC.*	95° PERC.*
NO	1790	139.3	-0.3	12.1	0.3	7.3	43.4
NO_2	1790	76.5	0	17.7	2.6	16.1	38.7
NO_X	1790	255.6	-1.6	36.2	4.2	29	99.8
O3	744	128.8	7.7	63.1	22	59	110.1
PM10	71	118.8	0	35.5	0	28.2	82.3
PM2.5	47	74.2	0	23.1	0	12.2	61.9
SO_2	1272	8.9	-3	1	-1.2	0.8	3.2
CO	737	1.9	0	0.2	0	0.1	0.3

Nella tabella soprastante la colonna dati esprime il numero totali dei dati come somma delle due campagne, anche le colonne successive esprimono i valori per le due campagne e l'unità di misura in $\mu g/m^3$, tranne che per il CO in mg/m^3.

6 Conclusioni

La durata limitata della campagna di misura effettuata (inferiore ad 1 anno) non consentedi effettuare il calcolo degli standard di qualità dell'aria secondo la normativa. In ogni caso al fine di fornire alcuni elementi indicativi si riporta di seguito il confronto tra i valori misuratinel periodo della campagna e gli standard previsti dalla normativa.

Tabella 5: Confronto standard di qualità dell'aria e misure mezzo mobile

	PM10		PM2,5	NO_2		SO_2		CO	O_3		
Campagna⁺	Media periodo [µg/m³]	Numero di superamenti valore limite giornaliero 50 [µg/m³] *	Media periodo [µg/m³]	Media periodo [µg/m³]	Numero di superamenti orari di 200 [µg/m³] *	Numero di superamenti valore limite giornaliero 125 [µg/m³] *	Numero di superamenti valore limite orario di 350 [µg/m³]	Numero di superamenti di 10 [mg/m³] come massimo su media mobile 8 ore *	Numero di superamenti orari di 180 [µg/m³] *	Numero di superamenti orari di 240 [µg/m³] *	Valore limite di 120 [µg/m³] come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore *
I	40.9	16	37.9	16.5	0	0	0	-	-	-	-
II	26.1	3	11.1	19.4	0	0	0	-	0	0	0
T	**35.5**	**19**	**23.1**	**17.7**	**0**	**0**	**0**	**-**	**-**	**-**	**-**

* Numero si superamenti riferiti solo al periodo della campagna

** Valori misurati dal mezzo mobile nel periodo indicato a pagina 2 alla voce durata campagna.

⁺ I (I campagna); II (II campagna); T (Totale Campagne);

Dalle misure e solo per le due campagne di monitoraggio risulta che nel punto descritto a pagina 2 risulta che:

Numero	19	superamenti di PM10 giornalieri sono stati registrati.
Numero	0	superamenti di NO_2 orari sono stati registrati.
Numero	0	superamenti di SO_2 valori limite giornalieri sono stati registrati.
Numero	0	superamenti di SO_2 valori limite orario sono stati registrati.

Misure indicative PM10

Le campagne di monitoraggio, effettuate con il laboratorio mobile, generalmente, hanno un periodo di tempo limitato tipicamente (15-60 giorni nell'arco di 1 anno), e costituiscono il punto di partenza per una corretta gestione della qualità dell'aria ambiente che non si esaurisce con il termine delle indagini sperimentali ma che rientra in un contesto più ampio che coinvolge diversi strumenti di valutazione della qualità dell'aria.

L'utilizzo del laboratorio mobile (focalizzato in un punto preciso del territorio con più campagne durante l'anno) può dare informazioni più dettagliate ma comunque, non sufficienti per coprire un intero anno di misura cosi come per una stazione di monitoraggio fissa.

D'altra parte la normativa di riferimento nazionale per la qualità dell'aria, il d.lgs. 155/2010, individua le misure indicative, e quindi le campagne di monitoraggio, come un possibile strumento di valutazione della qualità dell'aria a patto di rispettare i requisiti, che riguardano soprattutto la durata delle campagne stesse.
In particolare, i risultati di una generica campagna di monitoraggio possono essere utilizzati a ni legislativi (verifica del rispetto dei valori limite) solamente se la durata del periodo di misura copre almeno il 14% dell'arco temporale di 1 anno civile, circa 8 settimane equamente distribuite durante l'anno.

Uno degli strumenti chiave che la normativa ci o re per poter interpretare a ni legislativi una misura discontinua nel tempo, come le misure effettuate tramite un mezzo mobile, legato all'applicazione di tecniche di stima oggettiva. L'obiettivo di tali tecniche (geo)statistiche la ricostruzione di serie temporali annuali a partire da misure discontinue e limitate nel tempo.

Il metodo applicato un modello geostatistico lineare che in grado di fornire la stima, ed il relativo errore, della concentrazione media giornaliera di PM10 nel punto in cui posizionato il laboratorio mobile in funzione dei livelli di concentrazione di PM10 misurati in un sottoinsieme di stazioni fisse appartenenti alla rete regionale di monitoraggio di qualità dell'aria [1].

[1] Sozzi R., Bolignano A, Ceradini S., Morelli M., Petenko I., Argentini S.; Quality control and gap- lling of PM10 daily mean concentrations with the best linear unbiased estimator, Environmental Monitoring and Assessment; 2017 Oct 15;189(11):562. doi: 10.1007/s10661-017-6273-z

Bolignano A, Sozzi R., Morelli M., Di Giosa A.D., Ceradini S., Sacco F., Di Giulio A.; Stimatorestatistico lineare per la stima della concentrazione media giornaliera di PM10; BEA-UNIDEA; 2013/03

Ricostruzione Modellistica e stima dei livelli di PM10 per l'anno 2021

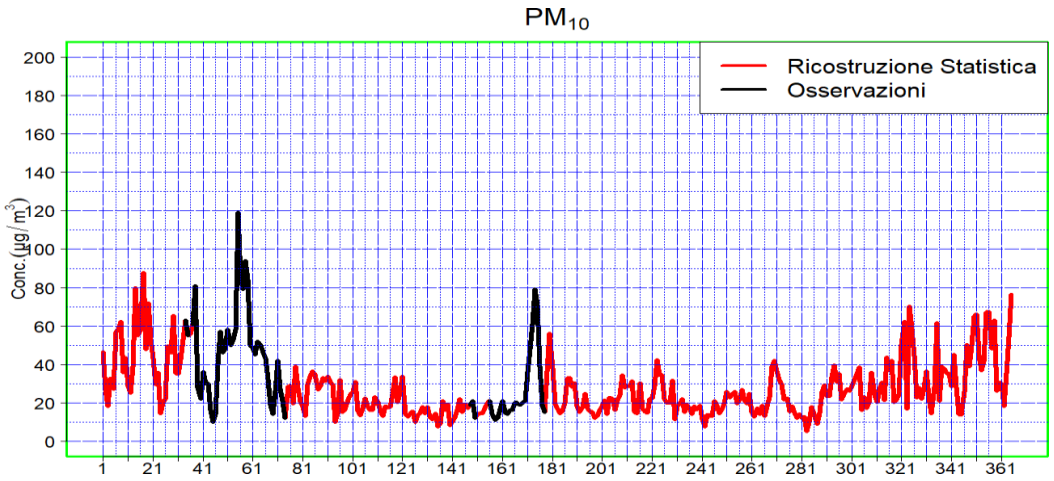


Figura 14: Valori di PM10 (μg/m^3) ricostruiti nel 2021 in rosso, mentre in nero i valori osservati

La media annuale di PM10 dalla ricostruzione statistica 29 μg/m^3, mentre sono43 i superamenti giornalieri. Bisogna per precisare che, la valutazione della qualità dell'aria (per misurazioni effettuate in periodi limitati dell'anno) sul PM10 viene effettuata calcolando il 90.4 percentile di tutte le misure realizzate durante l'anno, come indicato dal d.lgs. 155/2010 (allegato 1, tabella1).
Per valutare il rispetto del valore limite del PM10 nell'anno occorre che il 90.4 percentile sia inferiore o uguale a 50 µg/m^3.
Il 90.4 percentile di PM10 delle due campagne per il 2021 pari a 55 µg/m^3, dalla misura indicativa si evidenzia un superamento del valore limite di PM10 per il 2021.