

## Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con laboratorio mobile

Sito di monitoraggio: **Scuola Primaria "Gianni Rodari", via Murge n. 12, Andria (BAT)**

Periodo di osservazione: **24/05/2024 ÷ 19/01/2025**



*A cura dell'Ufficio Qualità dell'Aria del Centro Regionale Aria*

### **Richiedente**

La presente campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata richiesta dal Comune di Andria, nella persona dell'Assessore alla Tutela Ambientale avv. Savino Losappio, con istanza acquisita al protocollo agenziale con n. 39153 del 03/05/2023.

La campagna rientra nell'ambito delle attività di monitoraggio che ARPA Puglia effettua in comuni e/o aree non coperte da stazioni fisse di misura o in zone nelle quali, a causa di particolari esigenze, è richiesto un monitoraggio più esteso dell'inquinamento ambientale; per lo svolgimento di tale attività, ARPA Puglia si è avvalsa di un laboratorio mobile recentemente acquisito dal Centro Regionale Aria con fondi PNRR.

Scopo della campagna: Approfondire le conoscenze sullo stato della qualità dell'aria nel comune di Andria attraverso dati acquisiti in una postazione di misura diversa da quella della centralina fissa appartenente alla Rete Regionale di Qualità dell'Aria (RRQA).

### **Sito di monitoraggio**

Scuola Primaria "Gianni Rodari", via delle Murge, Andria (BAT)

Coordinate:

Latitudine 41° 13'13.40" N

Longitudine 16° 17'53.77" E

### **Periodo di monitoraggio**

24/05/2024 + 19/01/2025

La durata complessiva della campagna è stata di 240 giorni.

### **Cronologia della campagna di monitoraggio**

Il sito in cui svolgere la campagna di monitoraggio fu individuato nell'ambito di un sopralluogo preventivo avvenuto in data 04/03/2024 (rif. pratica 27/CRA/2024 n. prot. 15569 del 11/03/2024); i funzionari del Centro Regionale Aria, col supporto di personale del Comune, verificarono l'idoneità del sito ubicato nel cortile della Scuola Primaria "Gianni Rodari" in via Murge n. 12.

Il laboratorio mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria TG GN746VR (installato su veicolo FIAT DUCATO) è stato collocato nel sito di monitoraggio in data 23/05/2024 ed è stato configurato per la visualizzazione dei dati da remoto.

Il primo giorno utile di raccolta dati validi è stato il 24/05/2024. La campagna di monitoraggio con laboratorio mobile è proseguita ininterrottamente sino al 19/01/2025, giorno in cui è avvenuta la disinstallazione del mezzo mobile con successivo spostamento.

### **Gruppo di lavoro**

Il laboratorio mobile è in dotazione ad ARPA Puglia - CRA. I dati sono stati validati dai dott. Paolo Dambruoso e dott.ssa Livia Trizio, secondo il protocollo interno di ARPA Puglia, ed elaborati dal dott. Valerio Margiotta.

Le attività si sono svolte sotto il coordinamento inizialmente del dott. Lorenzo Angiuli e successivamente della dott.ssa Alessandra Nocioni, T.I.F. Ufficio Qualità dell'Aria della UOC Centro Regionale Aria, il cui Direttore è l'ing. Roberto Primeran.

## Sommario

<b>1. Introduzione alla Relazione Tecnica</b>	<b>4</b>
1.1. Sito di monitoraggio	4
1.2. Inquinanti monitorati	5
1.3. Parametri meteorologici rilevati	5
1.4 Riferimenti normativi	5
<b>2. I livelli di polveri sottili rilevati presso Andria</b>	<b>7</b>
2.1. PM10	7
2.2. PM2.5	10
<b>3. Andamento degli inquinanti gassosi</b>	<b>11</b>
3.1. Grafico della concentrazione massima della media mobile sulle 8 ore di O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	11
3.2. Grafico della concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	13
3.3. Grafico della concentrazione di benzene – Medie giornaliere (µg/m <sup>3</sup> )	14
3.4. Grafico della concentrazione di H <sub>2</sub> S – Medie e massimi giornalieri (µg/m <sup>3</sup> )	15
3.5. Grafico della concentrazione di CO - Media mobile sulle 8 ore (mg/m <sup>3</sup> )	18
<b>4. Giorni tipo di NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, benzene, H<sub>2</sub>S</b>	<b>19</b>
<b>5. Correlazione tra inquinanti</b>	<b>22</b>
<b>6. Conclusioni</b>	<b>23</b>
Allegato I - Efficienza di campionamento	25
Allegato II - Informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie di analisi	26



## 1. Introduzione alla Relazione Tecnica

### 1.1. Sito di monitoraggio

Il sito di monitoraggio è localizzato alle seguenti coordinate: Latitudine 41°13'13.40" NORD Longitudine 16°17'53.77" EST. Il sito presenta caratteristiche analoghe a quelle di una stazione di monitoraggio urbana, come evidenziato dalla ortofoto seguente (figura 1). Il laboratorio mobile è stato posizionato nel sito in data 23/05/2024, al fine di realizzare la campagna di monitoraggio della qualità dell'aria. La figura 1 riporta la posizione del sito di indagine in colore rosa.



**Figura 1:** Ortofoto del comune di Andria da cui si evince la posizione del sito di indagine ubicato presso la Scuola Primaria "Gianni Rodari" in via Murge n. 12.

Il sito di monitoraggio si trova nella porzione meridionale del centro abitato. Nel Comune di Andria (circa 100.000 abitanti), considerate le dimensioni dell'abitato, l'impatto delle attività civili e del trasporto è notevole. Nelle immediate adiacenze del sito di monitoraggio non sono presenti aree industriali o impianti

in grado di produrre emissioni rilevanti. La zona industriale di Andria si trova a nord rispetto al territorio comunale.

La centralina fissa di monitoraggio della qualità dell'aria di Andria – Via Vaccina, facente parte della RRQA, si trova in direzione NNE rispetto al sito di monitoraggio a circa 1,3 km in linea d'aria. I dati sono resi pubblici e consultabili dal portale web di ARPA Puglia (<https://dati.arpa.puglia.it/qaria>).

### 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; nel dettaglio sono stati monitorati: ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), idrogeno solforato (H<sub>2</sub>S), benzene, toluene, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>.

### 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/m<sup>2</sup>), Pioggia (mm).

### 1.4 Riferimenti normativi

Si fa riferimento al D. Lgs. n. 155/2010 e s.m.i. per NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, PM10, PM2.5, Benzene ed O<sub>3</sub>. 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.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore	Tipo di obiettivo ambientale	Da raggiungere
PM10	1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile	Valore limite <sup>(1)</sup>	1/1/2005
	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite <sup>(1)</sup>	1/1/2005
PM2.5	Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite <sup>(1)</sup>	1/1/2015
NO2	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile	Valore limite <sup>(1)</sup>	1/1/2010
	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite <sup>(1)</sup>	1/1/2010
Ozono	1 ora	180 µg/m <sup>3</sup>	Soglia di informazione <sup>(4)</sup>	-

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore	Tipo di obiettivo ambientale	Da raggiungere
	1 ora	240 µg/m <sup>3</sup>	Soglia di allarme <sup>(3)</sup>	-
	Media massima giornaliera su 8 ore (media su tre anni)	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni	Valore obiettivo <sup>(2)</sup>	-
	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup>	Obiettivo a lungo termine <sup>(5)</sup>	-
Benzene	Anno civile	5,0 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite <sup>(1)</sup>	1/1/2010

- (1) *Valore limite: livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e in seguito non deve essere superato;*
- (2) *Valore obiettivo: livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita*
- (3) *Soglia di allarme: livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati;*
- (4) *Soglia di informazione: livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione a breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive;*
- (5) *Obiettivo a lungo termine: livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente;*

**Tabella 1:** Valori limite e valori obiettivo per la protezione della salute umana ai sensi del D. Lgs. n. 155/2010. La tabella include solo gli inquinanti monitorati nell'ambito della presente campagna di monitoraggio.

Di seguito, quindi, si riportano i dati acquisiti dal mezzo mobile, validati ed elaborati dall'Ufficio Qualità dell'aria del CRA ai sensi del D. Lgs. n. 155/2010.



## 2. I livelli di polveri sottili rilevati presso Andria

### 2.1. PM10

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

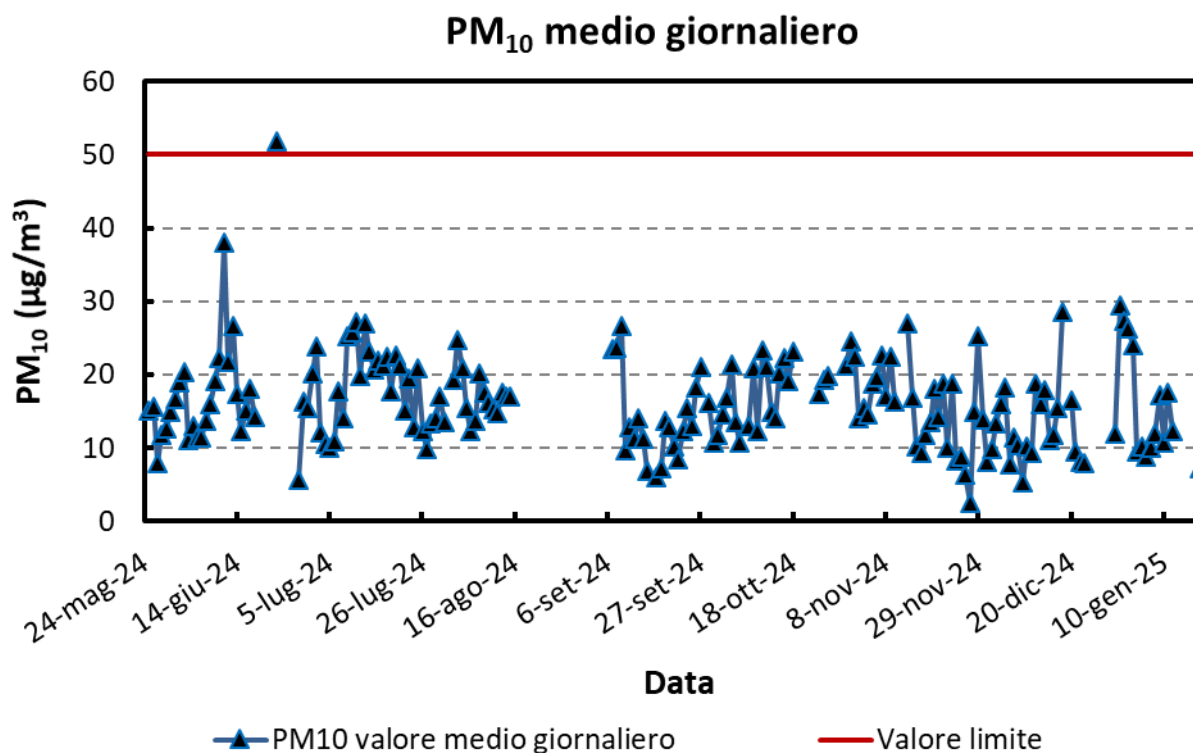
Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso, solido, presente in sospensione nell'aria. La natura delle particelle di cui esso è composto è molto varia: ne fanno parte sia le polveri sospese, materiale di tipo organico disperso dai vegetali (pollini o frammenti di piante), materiale di tipo inorganico prodotto da agenti naturali come vento e pioggia, oppure prodotto dall'erosione del suolo o dei manufatti.

Con il termine PM<sub>10</sub> è definita la frazione totale di particelle aventi diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. Sul mezzo mobile è installato un analizzatore di PM<sub>10</sub> FAI SWAM 5a che fornisce misure di concentrazioni medie giornaliere. Nella normativa vigente, il parametro PM<sub>10</sub> ha limite giornaliero pari a 50 µg/m<sup>3</sup> *da non superare più di 35 volte per anno civile*.

Durante l'intera campagna di monitoraggio è stato registrato un solo superamento di tale limite.

La normativa di riferimento prescrive, inoltre, il valore di 40 µg/m<sup>3</sup> come limite annuale per la protezione della salute umana per il PM<sub>10</sub>. Anche se il periodo di monitoraggio nel sito ha coperto soltanto una frazione di anno, è possibile effettuare un confronto, seppur relativo, con tale media annuale; la media di tutti i dati acquisiti di PM<sub>10</sub> nel periodo di monitoraggio è pari a 16 µg/m<sup>3</sup>, quindi inferiore al limite annuale. Il valore medio misurato nel sito di monitoraggio è decisamente inferiore a quello misurato nella centralina di Andria – Via Vaccina che si è attestato su un valore di 27 µg/m<sup>3</sup>.

Il superamento del valore limite medio giornaliero è stato registrato in data 23/06/2024 nel corso di un evento di avvezione di polveri desertiche dalle regioni del Sahara. Il contributo di *dust* stimato era di 25-40 µg/m<sup>3</sup> sul versante adriatico del Salento con graduale diminuzione verso ovest su tutta la Regione fino a raggiungere concentrazioni di 5 µg/m<sup>3</sup> o inferiori su alta Murgia e sub-appennino dauno. In accordo alla Direttiva sulla Qualità dell'Aria 2008/50/CE, per tali giorni potrà essere effettuato lo scorporo del contributo naturale dalle concentrazioni di PM10 registrate.

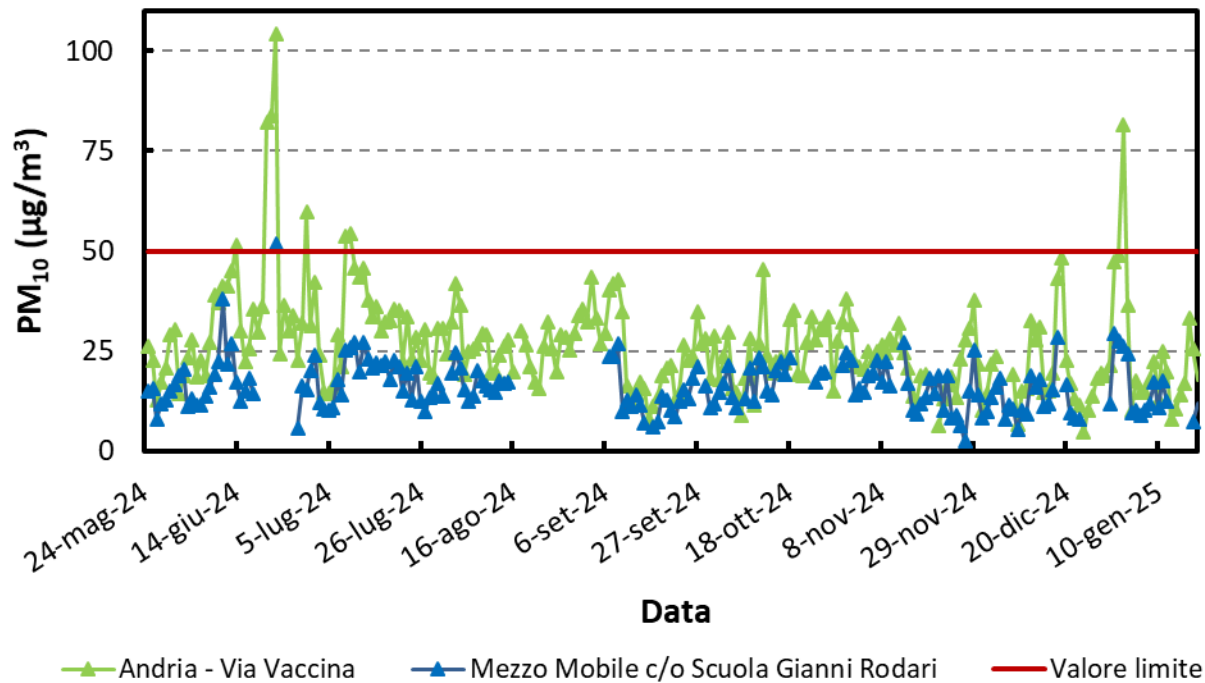


**Figura 2:** Andamento medio giornaliero del PM<sub>10</sub>

Le concentrazioni di PM10 rilevate nel sito di monitoraggio sono state decisamente inferiori a quelle misurate nella centralina di Andria – Via Vaccina la cui media del periodo si è attestata su un valore di 26 µg/m<sup>3</sup>. In figura 3 si confrontano gli andamenti del PM10 nelle due postazioni di misura richiamate sopra.



### PM<sub>10</sub> medio giornaliero

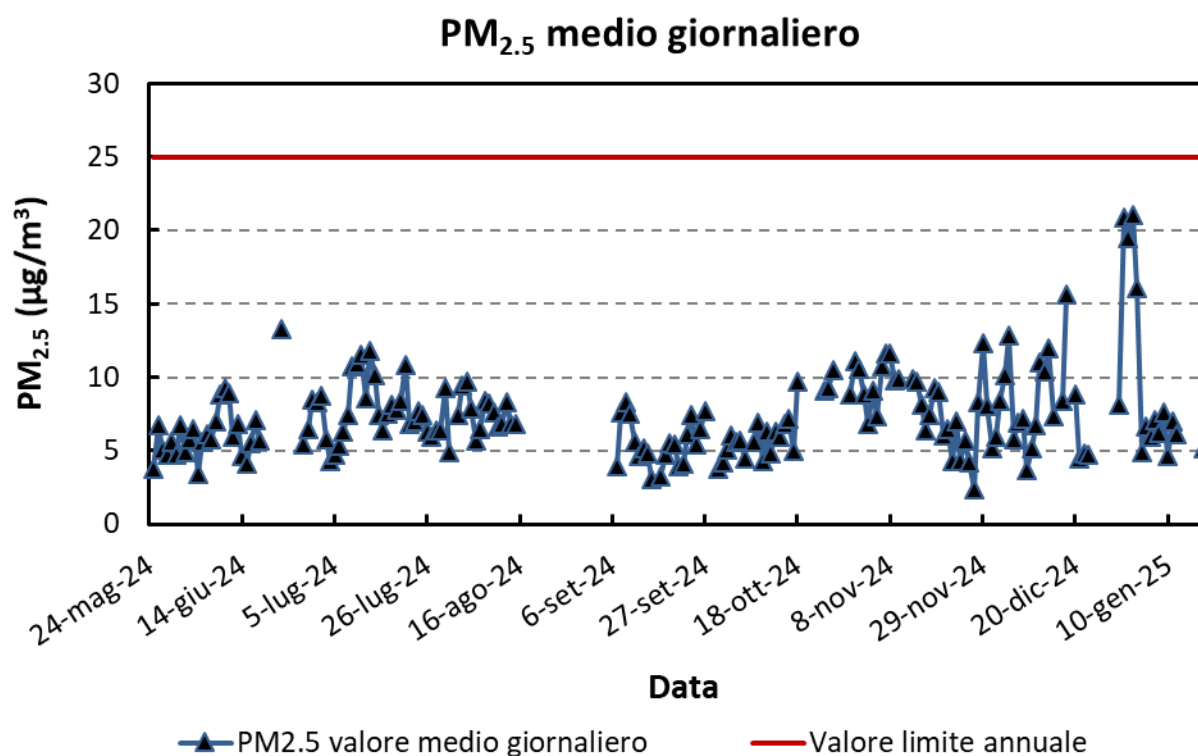


**Figura 3:** Confronto fra i dati di PM10 misurati dal mezzo mobile di via Murge e quelli misurati dalla centralina afferente alla Rete Regionale di Qualità dell'aria di Andria – Via Vaccina.

## 2.2. PM2.5

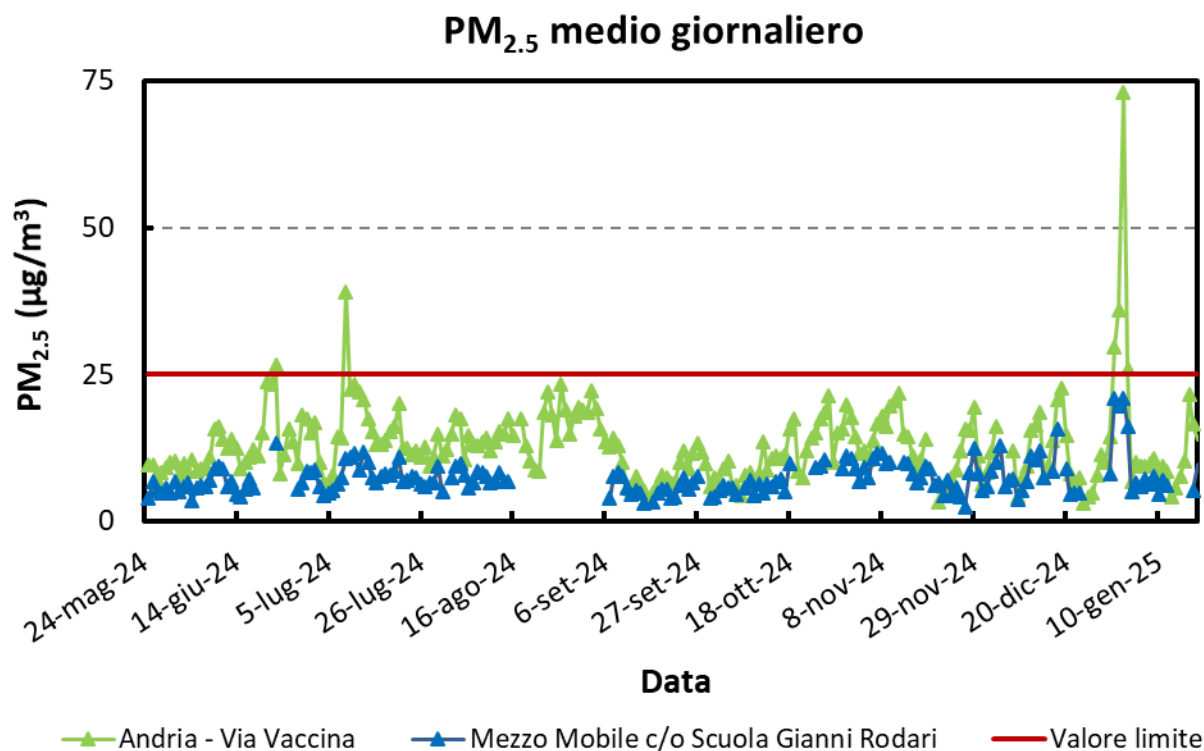
PM2.5		
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	CONCENTRAZIONE LIMITE	LIMITI VIGENTI
D. Lgs. n. 155/2010	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite annuale

La normativa di riferimento prescrive il valore di 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  come limite annuale per la protezione della salute umana per il PM2.5. Anche se il periodo di monitoraggio nel sito ha coperto soltanto una frazione dell'anno, cioè da maggio a dicembre, è possibile effettuare un confronto, seppur relativo, con tale media annuale; la media di tutti i dati acquisiti di PM2.5 nel periodo di monitoraggio è pari a 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi inferiore al limite annuale.



**Figura 4:** Andamento medio giornaliero del PM<sub>2.5</sub>

Le concentrazioni di PM10 rilevate nel sito di monitoraggio sono state decisamente inferiori a quelle misurate nella centralina di Andria – Via Vaccina la cui media del periodo si è attestata su un valore di 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . In figura 5 si confrontano gli andamenti del PM2.5 nelle due postazioni di misura richiamate sopra.



**Figura 5:** Confronto fra i dati di PM<sub>2.5</sub> misurati dal mezzo mobile di via Murge e quelli misurati dalla centralina afferente alla Rete Regionale di Qualità dell'aria di Andria – Via Vaccina.

### 3. Andamento degli inquinanti gassosi

Per gli inquinanti normati Benzene, NO<sub>2</sub>, CO ed O<sub>3</sub> non sono stati registrati superamenti dei limiti di legge. È stato inoltre monitorato l'inquinante acido solfidrico (H<sub>2</sub>S), non normato, ma per il quale esiste una concentrazione soglia di riferimento, pari a 7 µg/m<sup>3</sup>, da calcolare come media su 30 minuti, che rappresenta la soglia olfattiva.

#### 3.1. Grafico della concentrazione massima della media mobile sulle 8 ore di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

A causa di possibili impatti sulla salute umana, l'ozono, assieme all'NO<sub>2</sub> ed al PM<sub>10</sub>, 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.

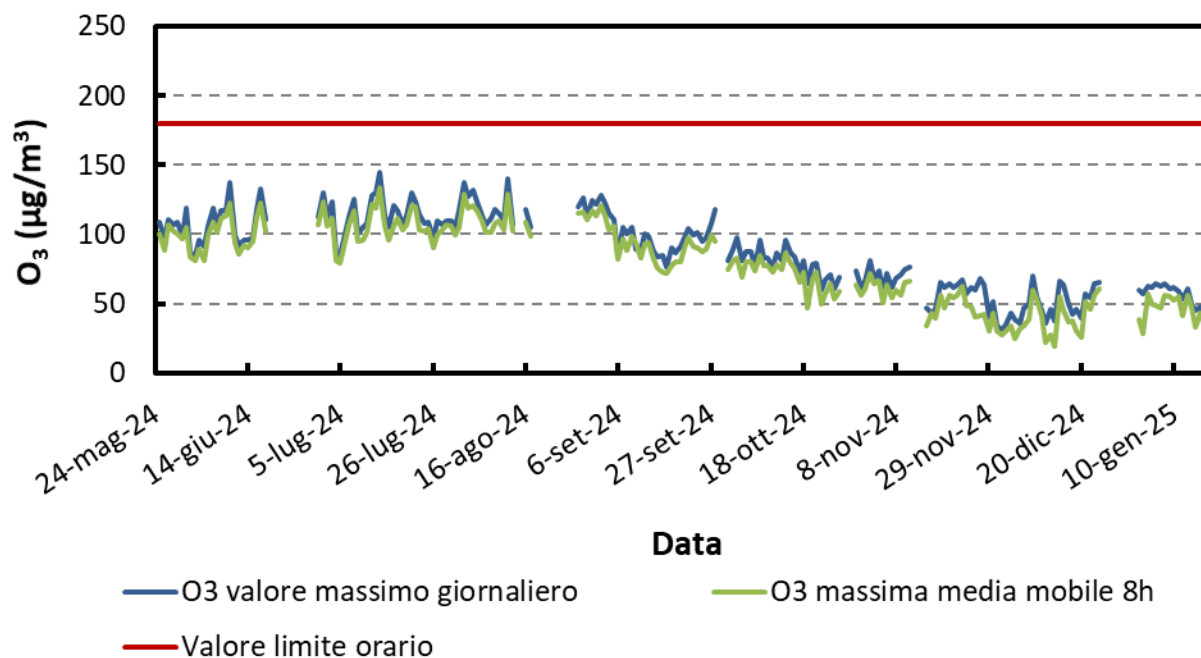
O <sub>3</sub>		
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	CONCENTRAZIONE LIMITE	LIMITI VIGENTI
D. Lgs. n. 155/2010	120 µg/m <sup>3</sup> massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore, da non superarsi più di 25 volte per anno civile, come media su tre anni	Valore obiettivo
	120 µg/m <sup>3</sup> , media massima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

Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione oraria di ozono, ed i massimi giornalieri delle medie mobili sulle 8 ore rilevati durante tutto il periodo della campagna di monitoraggio.

Sono stati rilevati 10 superamenti del valore obiettivo inteso come massima media mobile su 8 ore maggiore di 120 µg/m<sup>3</sup> tutti concentrati nella stagione estiva.



## O<sub>3</sub> massimo giornaliero e massima giornaliera delle medie mobili su 8h

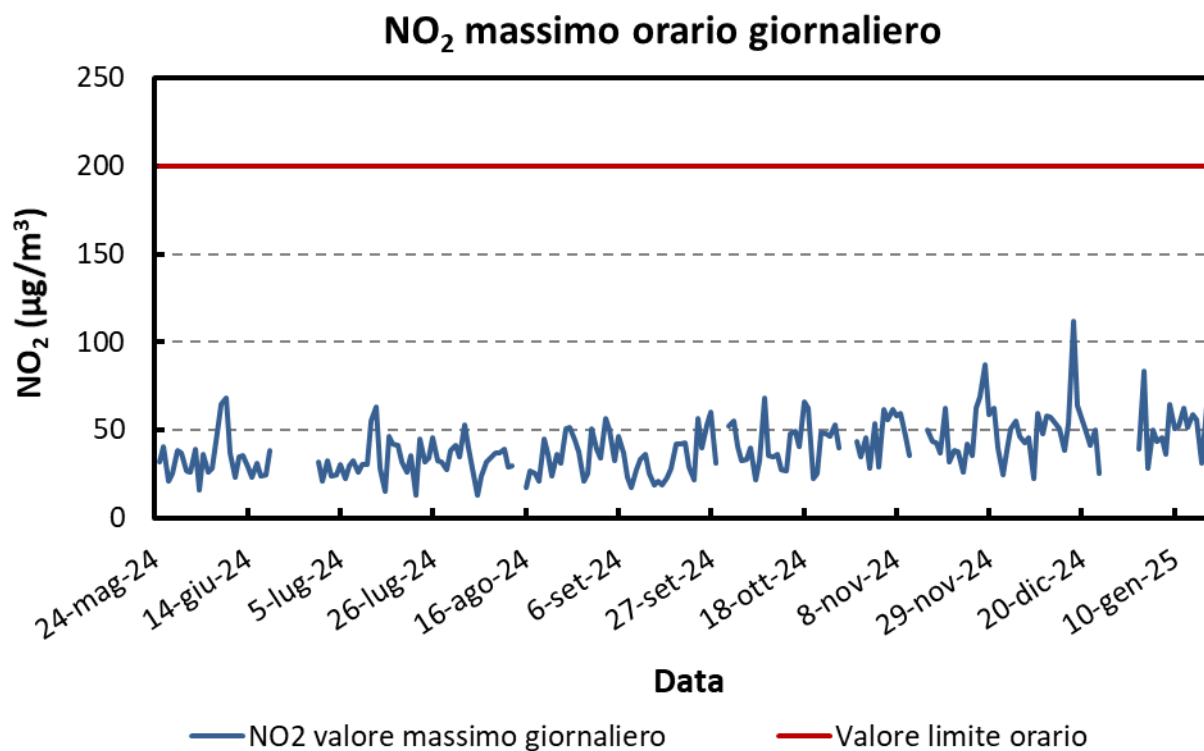


**Figura 6:** Andamento giornaliero del valore massimo e della massima media mobile misurata sulle 8 ore per l'ozono.

### 3.2. Grafico della concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Gli ossidi di azoto, NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, ecc. sono generati in tutti i processi di combustione. Tra tutti, il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), 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/m<sup>3</sup> calcolato come massimo orario. I livelli delle concentrazioni registrate sono risultati generalmente modesti.

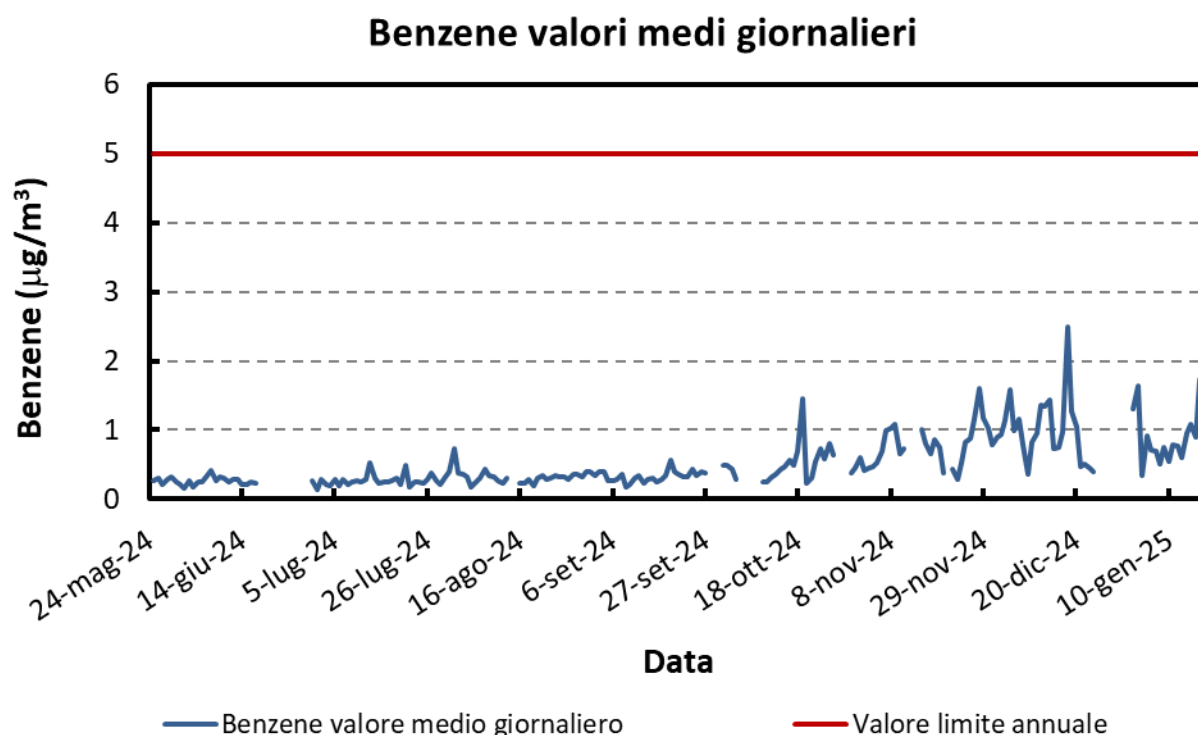


**Figura 7:** Andamento della concentrazione massima oraria giornaliera per il biossido di azoto misurata presso il sito oggetto della campagna.

### 3.3. Grafico della concentrazione di benzene – Medie 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. n. 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 entro suddetto limite.



**Figura 8:** Andamento della concentrazione media e massima giornaliera, per il benzene, misurate presso il sito oggetto della campagna.

### 3.4. Grafico della concentrazione di H<sub>2</sub>S – Medie e massimi giornalieri (µg/m<sup>3</sup>)

Uno fra i parametri più significativi nella individuazione di possibili fonti di molestie olfattive è rappresentato dall'acido solfidrico (**H<sub>2</sub>S**), un gas incolore dall'odore caratteristico di uova marce, tossico a concentrazioni elevate e caratterizzato da una soglia olfattiva molto bassa, che si forma in condizioni di fermentazione batterica anaerobiche.

Relativamente all'**idrogeno solforato** (H<sub>2</sub>S), in assenza di limiti normativi nazionali ed europei, si potrà fare riferimento alle indicazioni della WHO e dell'Agenzia Ambientale statunitense (EPA). La WHO per l'aria ambiente ha elaborato le linee guida per tale inquinante, anche riferendosi ai tempi di esposizione. Per l'H<sub>2</sub>S le linee guida riportano un valore di riferimento pari a 150 µg/m<sup>3</sup> come concentrazione media giornaliera e un valore di 7 µg/m<sup>3</sup> sul breve periodo (30 minuti) per evitare l'insorgenza di odori sgradevoli. La frequenza e l'intensità delle maleodoranze può essere valutata sulla base del numero di ore con concentrazione di H<sub>2</sub>S superiore alla soglia di 7 µg/m<sup>3</sup>, al di sotto della quale non si dovrebbero rilevare lamentele tra la popolazione esposta. La maggior parte dei Paesi extra-europei e istituzioni internazionali riportano per tale sostanza valori di riferimento per l'aria ambiente riferiti al tempo di mediazione di un'ora. I valori di riferimento variano da un minimo di 7 µg/m<sup>3</sup> in Nuova Zelanda ad un massimo di 112 µg/m<sup>3</sup> nel Nevada (USA). La tabella seguente riporta le soglie di riferimento prese in considerazione per H<sub>2</sub>S.

Inquinante	Linee guida di riferimento	Concentrazione di riferimento	Periodo di mediazione
H <sub>2</sub> S	WHO	150 µg/m <sup>3</sup>	Media giornaliera
	WHO	7 µg/m <sup>3</sup>	Media semi-oraria

**Tabella 2:** Valori di riferimento per H<sub>2</sub>S

Di seguito, si riporta uno stralcio del citato Rapporto ISTISAN 16/15.



Rapporti ISTISAN 16/15

La Tabella 2 riporta i valori di riferimento dell'H<sub>2</sub>S in aria ambiente adottati da diversi Stati degli USA (43, 44), dal Canada (45), Nuova Zelanda (46) e da altre organizzazioni e Istituti internazionali. Si osserva che in Nuova Zelanda le linee guida sulla qualità dell'aria prevedono per l'H<sub>2</sub>S una concentrazione pari a 7 µg/m<sup>3</sup> come media su un'ora (46), mentre l'Ontario (Canada) prevede una concentrazione di 7 µg/m<sup>3</sup> come media su 24 ore e una concentrazione di 13 come media di 10 minuti (45).

**Tabella. 2. Valori di guida/riferimento di H<sub>2</sub>S in aria ambiente in alcuni Paesi extra-europei e istituzioni internazionali**

Stato o istituzione	Valore guida/riferimento	Rif.
Canada, Ontario	7 µg/m <sup>3</sup> (4,97 ppbv) media su 24 ore; 13 µg/m <sup>3</sup> (9,75 ppbv) media su 10 min	45
Nuova Zelanda	7 µg/m <sup>3</sup> (4,97 ppmv) media su 1 ora	46
<b>Stati Uniti<sup>1</sup></b>		
Arizona	63 µg/m <sup>3</sup> (45 ppbv) media su 1 ora 37,8 µg/m <sup>3</sup> (27 ppbv) media giornaliera	43
California	42 µg/m <sup>3</sup> (30 ppmv) media su 1 ora	43
Delaware	84 µg/m <sup>3</sup> (60 ppmv) media della concentrazione rilevata ogni 3 min consecutivi 42 µg/m <sup>3</sup> (30 ppmv) media della concentrazione rilevata ogni 60 min consecutivi	43
Minnesota	70 µg/m <sup>3</sup> (05 ppmv) come media su 30 min da non superare più di due volte l'anno 42 µg/m <sup>3</sup> (30 ppbv) media su 30 min che non deve essere superata per più di 2 volte in 5 giorni consecutivi	43
Missouri	70 µg/m <sup>3</sup> (50 ppbv) media su 30 min	43
Montana	70 µg/m <sup>3</sup> (50 ppbv) media su 1 ora che non deve essere superata più di 1 volta l'anno	43
Nevada	112 µg/m <sup>3</sup> (80 ppbv) media su 1 ora	43
New York	14 µg/m <sup>3</sup> (10 ppbv) come media su 1 ora	43
Wisconsin	116,2 µg/m <sup>3</sup> (83 ppbv) media su 24 ore	43
Hawaii	35 µg/m <sup>3</sup> (25 ppbv) media su 1 ora	47
ATSDR	MRL <sup>2</sup> livelli di rischio minimo: 98 µg/m <sup>3</sup> (70 ppbv) per inalazione acuta 28 µg/m <sup>3</sup> (20 ppbv) per inalazione intermedia	43
EPA	RfC: 2 µg/m <sup>3</sup> (1,42 ppbv) per inalazione cronica	44
NRC	LOA ( <i>Level of Distinct Odor Awareness</i> ): 14 µg/m <sup>3</sup> (9,94 ppbv)	42
IVHHN	35 µg/m <sup>3</sup> (25 ppbv) media su 1 ora	48
WHO	150 µg/m <sup>3</sup> (106,5 ppbv) media giornaliera 7 µg/m <sup>3</sup> (4,97 ppmv) media breve periodo (30 min) per evitare l'insorgenza di odore sgradevoli 100 µg/m <sup>3</sup> (71 ppbv) concentrazione tollerabile in aria per esposizione di breve periodo 20 µg/m <sup>3</sup> (14,2 ppbv) concentrazione tollerabile in aria per esposizione di medio periodo	40, 41

IVHHN International Volcanic Health Hazard Network; NRC National Research Council of the National Academies

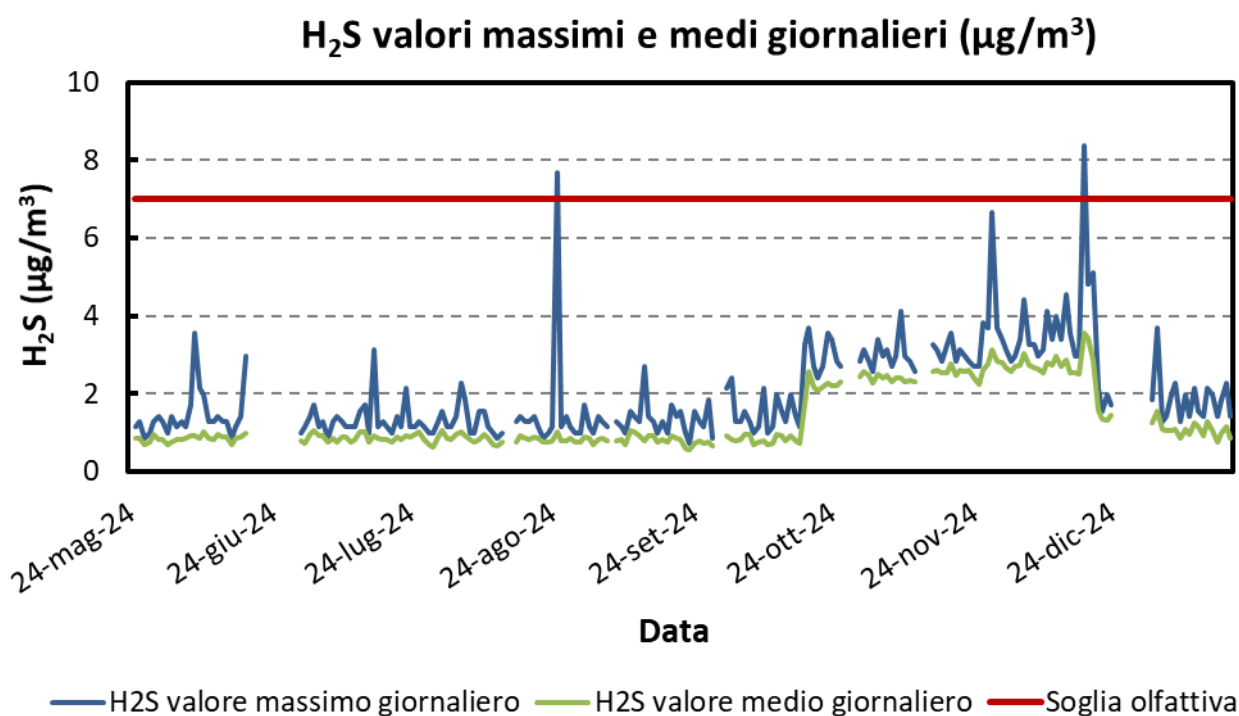
<sup>1</sup> I fattori di conversione utilizzati per l'H<sub>2</sub>S in aria, (alla temperatura di 20°C e alla pressione di 101,3 kPa) sono i seguenti: 1 mg/m<sup>3</sup> = 0,71 ppm; 1 ppm = 1,4 mg/m<sup>3</sup> (41).

<sup>2</sup> MRL: stima dell'esposizione umana giornaliera a una sostanza pericolosa che è probabile che non mostri apprezzabile rischio sulla salute per effetti avversi non tumorali nel periodo di esposizione e secondo uno specifico percorso.

**Figura 9 - Valori di guida/riferimento di H<sub>2</sub>S in aria ambiente in alcuni paesi extra-europei**

Nella figura seguente sono riportati i valori massimi orari giornalieri di  $\text{H}_2\text{S}$  in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ed i valori medi giornalieri nel periodo in esame.

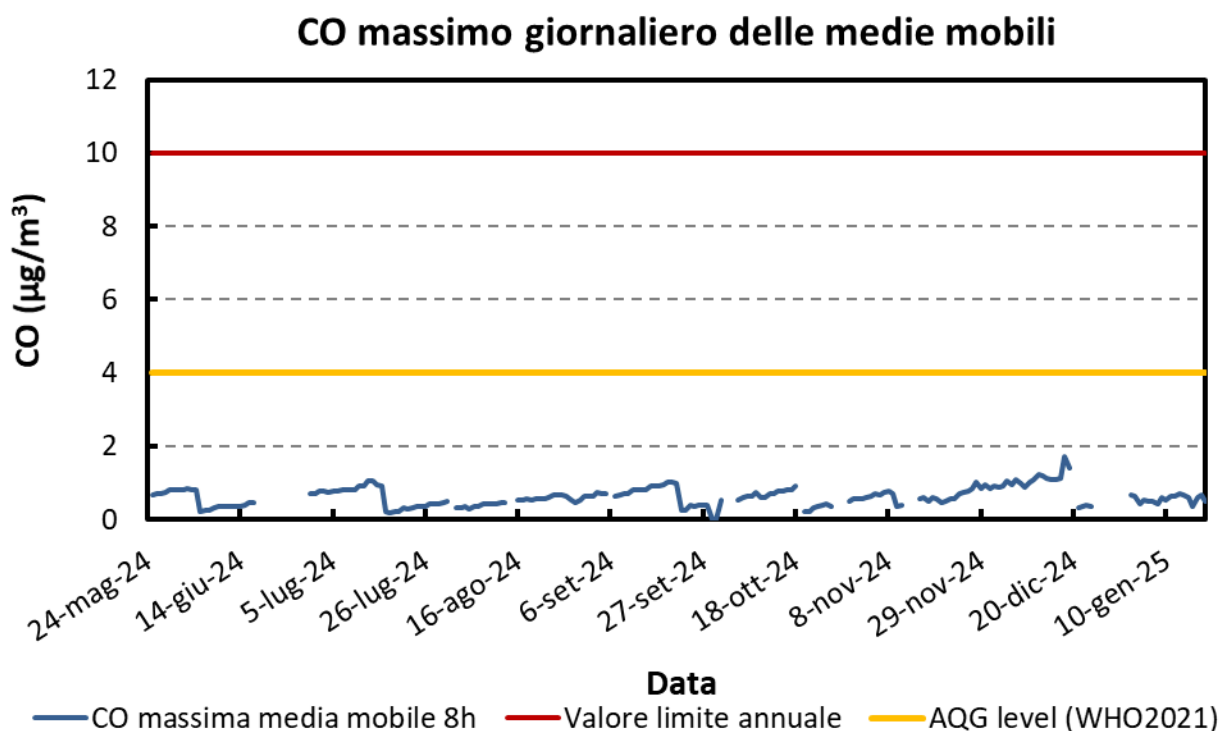
Nell'intero periodo monitorato, la soglia olfattiva di  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  è stata superata solamente in due eventi, nello specifico si tratta di 2 dati orari registrati uno in data 25/08/2024 e l'altro in data 18/12/2024.



**Figura 10:** Andamento della concentrazione media e massima giornaliera, per l'acido solfidrico, misurate presso il sito oggetto della campagna.

### 3.5. Grafico della concentrazione di CO - Media mobile sulle 8 ore (mg/m<sup>3</sup>)

Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione della media mobile sulle 8 ore di CO, dal quale si evince che, 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/m<sup>3</sup>.

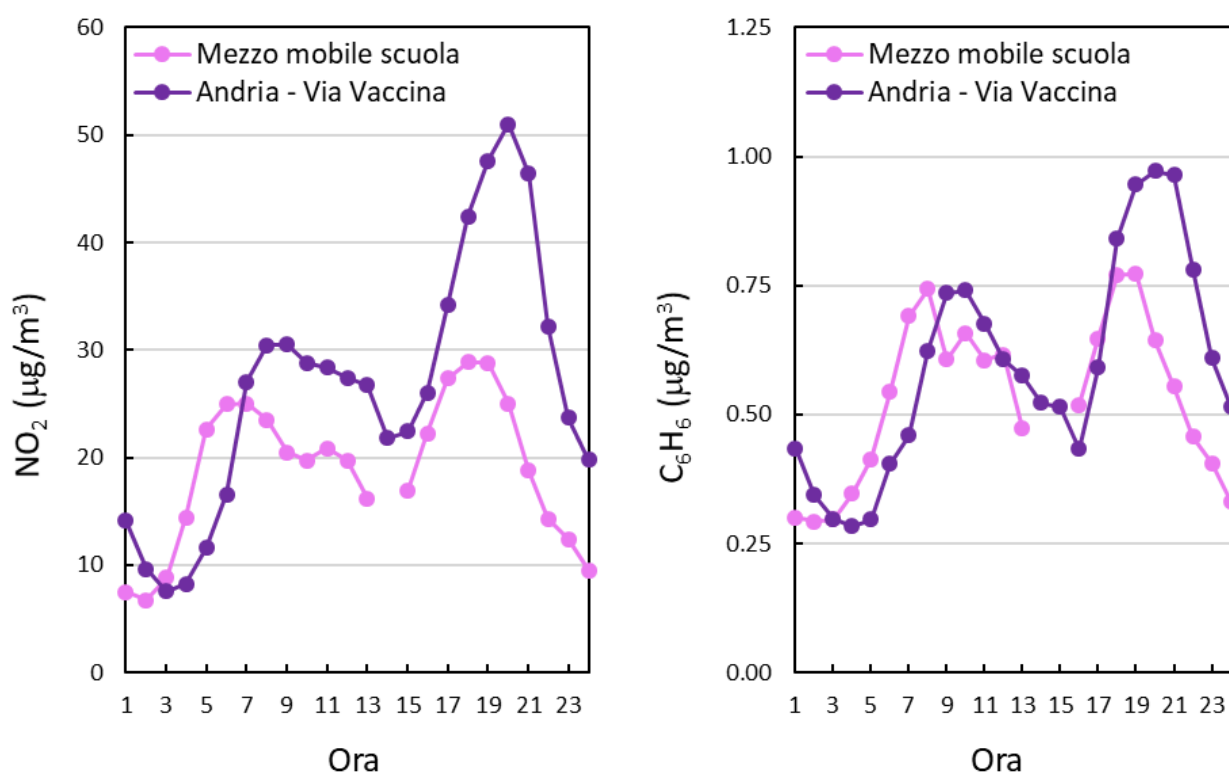


**Figura 11:** Andamento della media mobile su 8 ore massima giornaliera, per il monossido di carbonio (mg/m<sup>3</sup>), misurata presso il sito oggetto della campagna

#### 4. Giorni tipo di $\text{NO}_2$ , $\text{O}_3$ , benzene, $\text{H}_2\text{S}$

I grafici seguenti mostrano il *giorno tipo*, ossia l'andamento tipico quotidiano nel periodo della campagna di misura, delle concentrazioni degli inquinanti gassosi: biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ), monossido di carbonio (CO), ozono ( $\text{O}_3$ ), benzene ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) ed acido solfidrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Ove possibile i dati sono stati confrontati con l'analoga elaborazione ottenuta dai valori della centralina della RRQA di Andria – Via Vaccina.

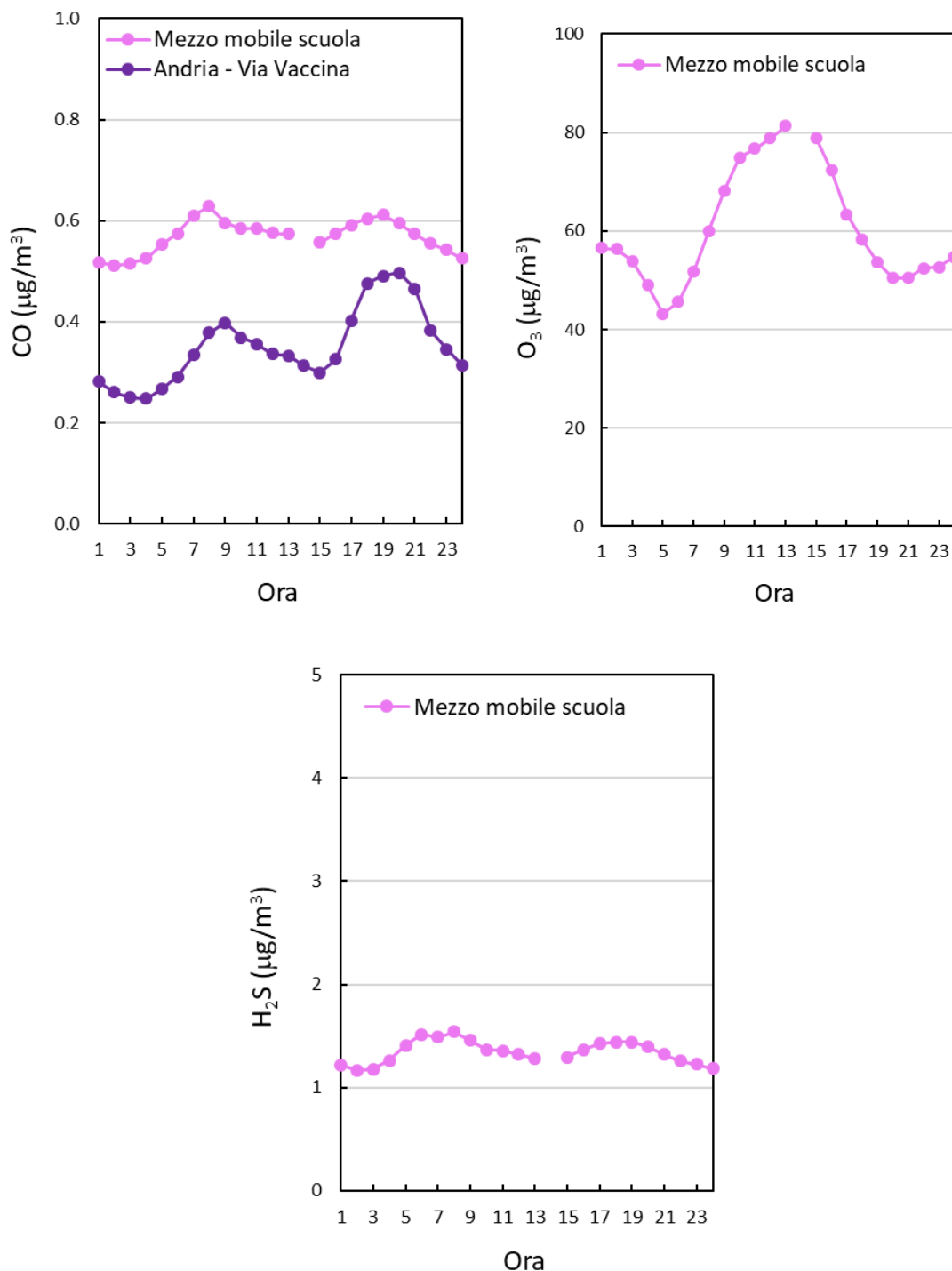
Per il biossido di azoto ed il benzene si osservano due picchi ben definiti nelle prime ore del mattino e nel tardo pomeriggio con i massimi centrati alle 08:00 ed alle 20:00 circa. I dati della centralina di via Vaccina sono sistematicamente più alti del mezzo mobile perché situata in una zona nevralgica del comune di Andria, adiacente alla stazione, che risente sia del traffico veicolare che di quello ferroviario.



**Figura 12:** Grafici del giorno tipo per gli inquinanti  $\text{NO}_2$  (sinistra) e benzene (destra) nel periodo compreso fra il 24/05/2024 ed il 19/01/2025.

Nel corso delle giornate di monitoraggio, l'analizzatore di CO ha registrato in media un andamento con un rialzo nelle ore serali e scarse variazioni nella restante parte della giornata. 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. Infine, l'analizzatore di  $\text{H}_2\text{S}$  ha registrato in media un andamento al di sotto della soglia olfattiva, senza variazioni significative nel corso della giornata.





**Figura 13:** Grafici del giorno tipo per gli inquinanti CO (in alto a sinistra), ozono (in alto a destra) e H<sub>2</sub>S (in basso) nel periodo compreso fra il 24/05/2024 ed il 19/01/2025.



Per alcuni inquinanti (ad es. CO e benzene), dall'elaborazione dei grafici dei giorni tipo, si osservano chiaramente netti incrementi delle concentrazioni nelle ore serali della giornata. Tali incrementi possono essere dovuti ad un aumento delle emissioni nel periodo serale e/o all'innescarsi di condizioni meteorologiche favorevoli nelle zone urbane all'accumulo degli inquinanti immessi in prossimità del suolo. Nelle ore serali, notturne e nelle prime ore del giorno si possono verificare, infatti, più frequentemente condizioni di calma di vento ed inversioni termiche negli strati più bassi dell'atmosfera. Il fenomeno si produce quando uno strato d'aria calda, più leggera, spesso associata ad alta pressione atmosferica, scorre al di sopra di uno strato freddo e pesante, impedendone l'elevazione e la dispersione: tale fenomeno può essere legato, ad esempio, al rapido raffreddamento della superficie terrestre e dello strato di aria immediatamente al di sopra di questa che si verifica durante le notti limpide in condizione di alta pressione (inversione termica di tipo radiativo).

## 5. Correlazione tra inquinanti

Di seguito sono riportati i coefficienti di correlazione di Pearson calcolati usando i valori orari (o biorari per il PM10) dei vari inquinanti:

	PM <sub>10</sub>	NO <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S
PM <sub>10</sub>	1	0.03	0.02	-0.04	0.15	-0.09
NO <sub>2</sub>		1	0.59	0.29	-0.49	0.50
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>			1	0.35	-0.55	0.50
CO				1	-0.25	0.32
O <sub>3</sub>					1	-0.63
H <sub>2</sub> S						1

I coefficienti indicano una buona correlazione per la coppia di inquinanti NO<sub>2</sub> e benzene che evidentemente provengono dalla medesima sorgente (traffico veicolare). Come evidenziato dai grafici dei giorni tipo, CO, NO<sub>2</sub> e benzene mostrano un andamento comune caratterizzato da un deciso aumento nelle ore serali. Inoltre, i suddetti inquinanti mostrano anti-correlazione con l'ozono poiché questi decresce sempre nelle ore serali quando cala la radiazione solare.

## 6. Conclusioni

La presente campagna di monitoraggio è stata effettuata al fine di approfondire le conoscenze sulla qualità dell'aria nel Comune di Andria (BAT), specialmente alla luce delle richieste dell'assessorato alla tutela ambientale. ARPA Puglia, per lo svolgimento di tale attività, si è avvalsa di un laboratorio mobile in dotazione al Centro Regionale Aria ed acquisito con fondi PNRR (Targato GN746VR).

Il primo giorno utile di raccolta dati validi è stato il 24/05/2024. La campagna di monitoraggio con laboratorio mobile è proseguita ininterrottamente sino al 19/01/2025, giorno in cui è avvenuta la disinstallazione del mezzo mobile con successivo spostamento.

Il sito presenta caratteristiche analoghe a quelle di una stazione di monitoraggio *urbana*, sita nella porzione meridionale del centro abitato. Si è fatto riferimento al D. Lgs. n. 155/2010 e s.m.i. per la valutazione dello stato della qualità dell'aria. Tale decreto stabilisce valori limite annuali sia per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, sia valori limite giornalieri o orari per i seguenti inquinanti: NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> benzene, CO, O<sub>3</sub>. Dall'analisi dei dati validi acquisiti dal mezzo mobile per il periodo di monitoraggio è emerso che:

- Per il PM<sub>10</sub>, è stato registrato un solo superamento del valore limite medio giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> (che non deve essere superato per più di 35 volte in un anno) e si è verificato nel corso di un evento di avvezione di polveri desertiche. I livelli giornalieri di PM<sub>10</sub> rilevati nel periodo di monitoraggio, posti a confronto con quelli della centralina fissa della rete regionale di Andria – Via Vaccina, sono risultati sistematicamente inferiori. La normativa di riferimento prescrive, inoltre, il valore di 40 µg/m<sup>3</sup> come limite annuale per la protezione della salute umana per il PM<sub>10</sub>; nell'intero periodo di monitoraggio la media è stata pari a 16 µg/m<sup>3</sup>, quindi inferiore a tale soglia. Durante la campagna si sono verificati alcuni eventi di avvezione di polveri naturali come dettagliato al paragrafo 3 del presente report; tali fenomeni possono contribuire, anche in modo significativo, all'incremento delle concentrazioni di PM<sub>10</sub>. L'unico superamento del limite giornaliero è occorso proprio in occasione di un fenomeno di questo tipo.
- Per il PM<sub>2.5</sub>, la normativa prescrive un valore limite annuale di concentrazione pari a 25 µg/m<sup>3</sup>. Anche se il monitoraggio non si è protratto per un intero anno, è possibile operare un confronto indicativo con tale limite. La concentrazione media registrata durante la campagna è stata di 7 µg/m<sup>3</sup>, quindi inferiore al valore limite. I livelli giornalieri di PM<sub>2.5</sub> rilevati nel periodo di monitoraggio, posti a confronto con quelli della centralina fissa della rete regionale di Andria – Via Vaccina, sono risultati sistematicamente inferiori.
- Per tutti gli inquinanti gassosi misurati, ARPA non ha registrato superamenti dei valori obiettivo/limite previsti dalla normativa di riferimento D. Lgs. n. 155/2010.
- Nel sito di monitoraggio è emerso un andamento correlato per la coppia di inquinanti NO<sub>2</sub> e benzene. Si può ipotizzare l'esistenza di una sorgente emissiva comune per i due parametri, verosimilmente legata al traffico veicolare. Per NO<sub>2</sub>, benzene e CO i grafici del giorno tipo mostrano chiaramente incrementi delle concentrazioni nelle ore serali della giornata. Tali incrementi possono essere dovuti ad un aumento delle emissioni nel periodo serale e/o all'innescarsi di condizioni





meteorologiche favorevoli nelle zone urbane all'accumulo degli inquinanti immessi in prossimità del suolo. Nelle ore serali, notturne e nelle prime ore del giorno si possono infatti verificare più frequentemente condizioni di calma di vento ed inversioni termiche negli strati più bassi dell'atmosfera.

Infine, si rappresenta che il rispetto dei limiti di qualità dell'aria previsti dalla normativa italiana (il citato D. Lgs. n. 155/2010), recepimento di analoga normativa europea, sono riferiti esclusivamente alla valutazione di aspetti di carattere ambientale e che la presente relazione non contiene elementi di valutazioni di carattere sanitario, che restano di esclusiva competenza delle Aziende Sanitarie Locali.

Il Direttore del Centro Regionale Aria

Dott. Ing. Roberto Primerano

T.I.F. Ufficio Qualità dell'aria  
Dott.ssa Alessandra Nocioni

Elaborazione dati a cura di:  
Dott. Valerio Margiotta

Validazione dati a cura di  
Dott. Paolo Dambruoso, dott.ssa Livia Trizio

## Allegato I - Efficienza di campionamento

Il D. Lgs. n. 155/10 (*allegato VII e allegato XI*) stabilisce i criteri utilizzati per la raccolta minima di dati di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, 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. n. 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 % <sup>(1)</sup> dei valori di 1 ora o (se non disponibile) dei valori di 24 ore nel corso dell'anno

<sup>(1)</sup> 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 (%)
PM <sub>10</sub>	77
PM <sub>2,5</sub>	76
O <sub>3</sub>	83
NO <sub>2</sub>	87
CO	89
H <sub>2</sub> S	87
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	81

## ***Allegato II - Informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie di analisi***

Gli analizzatori installati nel laboratorio mobile 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 una pressione di 101,3 kPa ai sensi del D. Lgs. n. 155/10.

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

- SO<sub>2</sub>: fluorescenza (Modello 101 A, Teledyne API);
- NO<sub>x</sub>: chemiluminescenza con generatore di ozono (Modello T200, Teledyne API);
- CO: assorbimento raggi IR con detector al Silicio (Modello T300, Teledyne API);
- O<sub>3</sub>: assorbimento raggi UV con lampada UV come sorgente luminosa (Modello T400, Teledyne API);
- PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub>: assorbimento di raggi β con sorgente emettitrice radioattiva al <sup>14</sup>C e rivelatore Geiger con cicli di prelievo di 24 ore su filtri in fibra di vetro/quarzo;
- BTX: Desorbimento termico seguito da gascromatografia con rivelatore FID (Modello AirToxic, AIRMOTEC);
- H<sub>2</sub>S: fluorescenza (Modello T101, Teledyne API).

I metodi di riferimento per l'analisi sono:

- SO<sub>2</sub>: UNI EN 14212:2012;
- NO<sub>x</sub>: UNI EN 14211:2012;
- CO: UNI EN 14626:2012;
- O<sub>3</sub>: UNI EN 14625:2012;
- PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>: UNI EN 12341:2023;
- Benzene: UNI EN 14662:2015, parti 1, 2 e 3.