

Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con laboratorio mobile

Sito di monitoraggio: **Area di Micorosa (BR) - Confine Ovest
c/o Area Industriale di Brindisi**

Periodo di osservazione: **maggio 2023 –luglio 2023**



1 di 38

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

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150

www.arpa.puglia.it

C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200

e-mail: aria@arpa.puglia.it

Richiedente

La presente campagna di monitoraggio della qualità dell'aria si inserisce nel contesto più ampio delle attività previste da una convenzione (Del. DG Arpa n. 148/2018) sottoscritta fra ARPA Puglia e Comune di Brindisi nell'ambito dell'Accordo di Programma Quadro relativo agli interventi di messa in sicurezza e bonifica della falda del SIN di Brindisi – Area Micorosa. L'intervento, approvato dal MATTM con Decreto d'urgenza per l'avvio dei lavori in data 01/07/2014 e con decreto direttoriale di approvazione in data 14/11/2014, prevede tra l'altro l'esecuzione di un Piano di Monitoraggio Ambientale al fine di verificare l'efficacia delle misure poste in opera, di minimizzare i possibili impatti negativi che si potrebbero avere sull'ambiente circostante durante l'esecuzione dello stesso, mettendo in atto, se del caso, apposite azioni, e di verificare l'efficacia di queste ultime. In particolare, l'art.1, lettera g, del decreto MATTM 5455/TRI/DI/B del 14/11/2014 prevede che *“deve essere predisposto un adeguato piano di gestione, manutenzione e monitoraggio, da concordare con ARPA Puglia, al fine di garantire l'isolamento permanente degli ammassi contaminati”*. Pertanto, il monitoraggio *ante operam*, in corso d'opera e *post operam* dovrà verificare il raggiungimento di tali obiettivi.

Con la convenzione sottoscritta in data 22/02/2018, il Comune di Brindisi ha affidato all'Agenzia la realizzazione dell'intervento definito “Attuazione del Piano di Monitoraggio”; l'ARPA si impegna ad effettuare le attività di monitoraggio e controllo ambientale secondo quanto previsto dal Piano di Monitoraggio Ambientale approvato sia nella fase *ante operam* che *in corso d'opera* e *post operam*. La scheda 4, allegata alla suddetta convenzione sottoscritta, prevedeva per la matrice Aria anche campagne di 30 giorni per ciascuna delle fasi “in corso d'opera” da effettuarsi mediante acquisizione automatica delle misure per il monitoraggio dei parametri previsti. Di queste, una era da realizzarsi mediante centralina fissa a cura di Syndial, l'altra mediante laboratorio mobile in dotazione ad ARPA Puglia.

Scopo della campagna: monitoraggio della qualità dell'aria nell'Area di Micorosa. Le attività di bonifica della parte pubblica sono state sospese dal mese di aprile 2020, come da verbale registrato al Protocollo ARPA n. 17561 del 19/03/2020. La ripresa delle attività di cantiere è avvenuta in data 03/02/2021 così come acclarato nella nota del Comune di Brindisi n.17914 del 22/02/2021 acquisita al Protocollo ARPA con n. 13045 il 23/02/2021. Pertanto, nel periodo oggetto del presente monitoraggio, da maggio 2023 a luglio 2023, il cantiere della bonifica era attivo.

2 di 38

Sito di monitoraggio

Area di Micorosa (BR) - Confine Ovest c/o zona industriale di Brindisi.

Coordinate:

Latitudine 40° 37' 33.80" N

Longitudine 18° 0' 15.88" E

Periodo di monitoraggio

01/05/2023 → 31/07/2023

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Cronologia della campagna di monitoraggio

Il personale del CRA di ARPA Puglia presso la sede di Brindisi aveva preventivamente effettuato nel mese di aprile 2018, col supporto del RUP per il Comune di Brindisi, un sopralluogo propedeutico all'individuazione di un sito idoneo al monitoraggio. Tale sito era stato individuato nelle vicinanze dell'area di Micorosa, in particolare nella zona a sud del Petrolchimico, nei pressi di Enipower e vicino al perimetro dello stabilimento; tale sito, recintato, era stato proposto sia da Enipower che da Syndial, in una zona di pertinenza di Syndial. Si è poi atteso alcuni giorni perché fosse effettuata la predisposizione di idoneo allaccio elettrico alla rete.

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 prima campagna *ante operam*.

In data 30/09/2020 è stata sospesa l'erogazione di energia elettrica al laboratorio, così come comunicato da Eni Rewind con nota PM CENSU/080/AC_SO/P del 29/09/2020 recepita da ARPA Puglia con nota prot. 64871 del 30/09/2020. Successivamente, il mezzo mobile è stato collocato in una nuova posizione e l'acquisizione dei dati è ripresa in data 16/11/2020.

Il presente report si riferisce alla fase di ripresa delle attività di cantiere, secondo quanto previsto dalle schede allegare alla convenzione e dal cronoprogramma coordinato dei lavori acquisito da ARPA con n. prot. 16552 del 08/03/2021.

Nel complesso, la campagna è durata 3 mesi.

3 di 38

Gruppo di lavoro

Il laboratorio mobile è in dotazione ad ARPA Puglia - CRA. I dati sono stati gestiti e validati dal sig. Pietro Caprioli, dott. Daniele Cornacchia e dott. Aldo Pinto, secondo il protocollo interno di ARPA Puglia, ed elaborati dal dott. Valerio Margiotta, in servizio presso l'ufficio CRA di ARPA – Struttura QA di Brindisi-Lecce-Taranto.

Le attività si sono svolte con il coordinamento della dott.ssa Alessandra Nocioni, T.I.F. dell'Ufficio Qualità dell'Aria area BR-LE-TA.

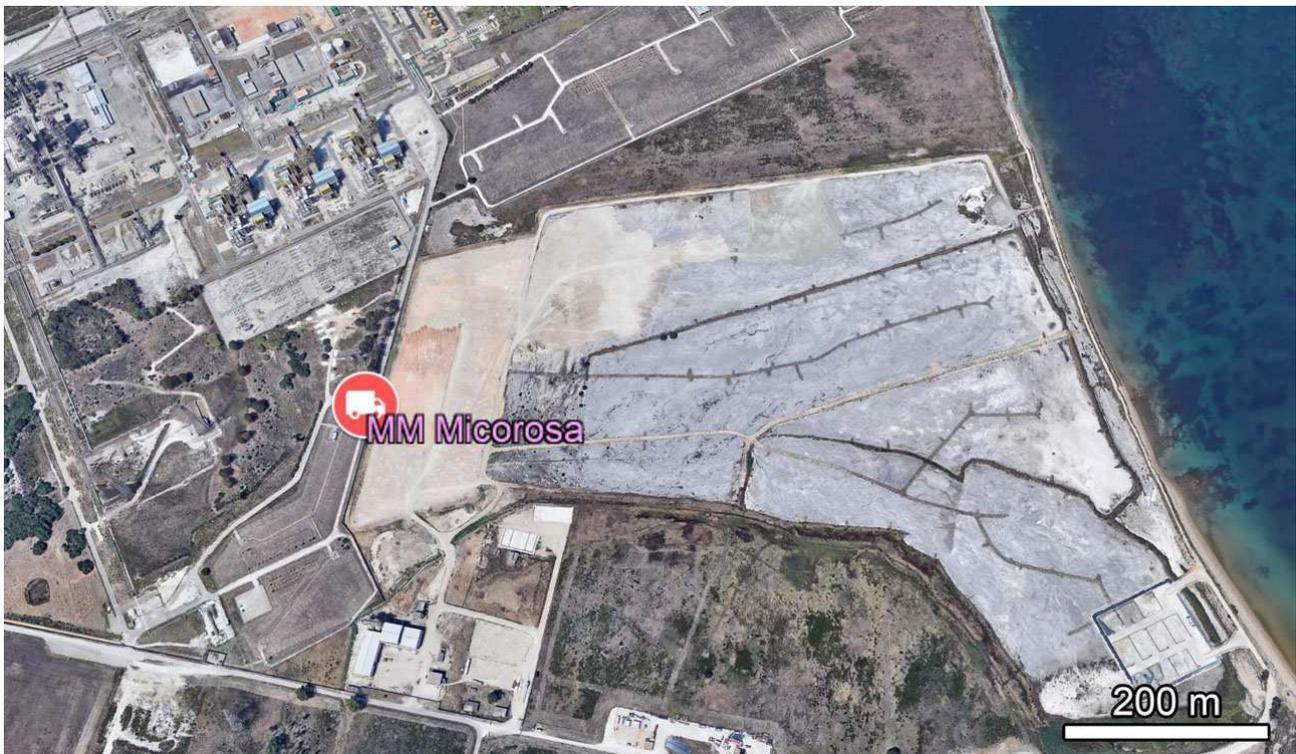
Sommario

1. Introduzione alla Relazione Tecnica	5
1.2. Inquinanti monitorati	8
1.3. Parametri meteorologici rilevati.....	8
1.4. Riferimenti normativi	8
1.5. Dati meteorologici	10
2. I livelli delle Polveri Sottili rilevate nel sito di monitoraggio a Micorosa e confronto con altri siti della provincia di Brindisi.	11
2.1. PM10	11
2.2. PM2,5.....	14
3. Andamento degli inquinanti gassosi	15
3.1. Grafico della concentrazione massima della media mobile sulle 8 ore di O ₃ (µg/m ³).....	15
3.2. Grafico della concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO ₂ (µg/m ³)	17
3.3. Grafico della concentrazione di SO ₂ – Massimo orario (µg/m ³)	18
3.4. Grafico della concentrazione di CO - Media mobile sulle 8 ore (mg/m ³)	19
3.5. Grafico della concentrazione di benzene – Medie giornaliere (µg/m ³).....	20
3.6. Grafico della concentrazione di H ₂ S – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere (µg/m ³)	22
3.7. Grafico della concentrazione di IPA totali – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere (ng/m ³)	24
4. Giorni tipo di NO₂, PM10 biorario, CO, O₃, benzene, SO₂, H₂S, IPATOT	26
4.1. PM10	26
4.2. NO ₂	27
4.3. CO.....	28
4.4. O ₃	29
4.5. Benzene.....	30
4.6. SO ₂	31
4.7. Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA totali)	32
4.8. H ₂ S.....	33
5. Correlazione tra inquinanti	34
6. Conclusioni	35
Allegato I - Efficienza di campionamento	37
Allegato II - Informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie di analisi.....	38

1. Introduzione alla Relazione Tecnica

1.1. Sito di monitoraggio

Il sito di monitoraggio è localizzato alle seguenti coordinate: Latitudine 40° 37' 33.80" NORD Longitudine 18° 0' 15.88" EST al margine occidentale dell'area denominata Micorosa (BR), al perimetro dello Stabilimento del Petrolchimico di Brindisi, in zona prossima a Enipower ma di pertinenza di Syndial. Il sito presenta caratteristiche analoghe a quelle di una stazione di monitoraggio *industriale*, come evidenziato dalla ortofoto seguente (figura 1). Il laboratorio mobile è stato posizionato nel sito nella seconda metà di luglio 2019, al fine di realizzare la campagna di monitoraggio della fase in corso d'opera "movimentazione terra e impermeabilizzazione superficiale – 480 gg".



5 di 38

Figura 1: Posizione del sito di monitoraggio in relazione allo stabilimento petrolchimico di Brindisi.

In data 30/09/2020 è stata sospesa l'erogazione di energia elettrica al laboratorio mobile, così come comunicato da Eni Rewind con nota PM CENSU/080/AC_SO/P del 29/09/2020 recepita da ARPA Puglia con n. prot. 64871 del 30/09/2020. Successivamente, il mezzo mobile è stato collocato in una nuova posizione e l'acquisizione dei dati è ripresa in data 16/11/2020.

Il nuovo punto di collocazione del mezzo mobile dista poche decine di metri dal precedente come mostrato in figura 2:



Figura 2: Visione di dettaglio del nuovo posizionamento del laboratorio mobile di ARPA Puglia.

Nell'area denominata Micorosa, l'impatto delle attività e dei trasporti civili è relativamente modesto. Per la sua vicinanza all'area industriale, a nord-ovest rispetto al sito di monitoraggio, si ritiene che la principale fonte di inquinamento sia quella legata alle attività delle industrie ivi presenti e alle relative attività di trasporto.

L'area interessata dalla bonifica, invece, si sviluppa per circa 1 km in direzione Est rispetto al sito di monitoraggio.



7 di 38

Figura 3: Posizione del sito di monitoraggio in relazione alle centraline di monitoraggio della rete regionale di qualità dell'aria della città di Brindisi e dell'intera provincia di Brindisi. L'icona cerchiata indica la tipologia della centralina di monitoraggio: albero = fondo, auto = traffico, ciminiera = industriale.

Si riferisce con l'occasione che nell'area di Brindisi, anche nelle vicinanze del sito di monitoraggio mobile della QA di Micorosa, sono attive 7 centraline fisse di monitoraggio della qualità dell'aria facenti parte della RRQA, come indicato in figura 3, denominate *Terminal Passeggeri, via Cappuccini, Casale, Perrino, SISRI, via dei Mille, via Taranto*, che rilevano i seguenti inquinanti: PM10, PM2,5, CO, NO_x, O₃, benzene e SO₂. I dati sono resi pubblici e consultabili dal sito istituzionale di Arpa Puglia alla sezione ARIA link https://www.arpa.puglia.it/pagina2795_aria.html nella sottosezione "Dati qualità dell'aria"

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: monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO₂), ozono (O₃), benzene, idrogeno solforato (H₂S), PM10, PM2,5, IPA totali e ammoniaca.

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

Pur non essendo normativamente applicabile a tutti gli effetti il D. Lgs. n. 155/2010 al sito di monitoraggio di cui al presente report, si confrontano ugualmente i livelli misurati con i valori limite di legge, per fini puramente comparativi. La stazione mobile ricade infatti in area industriale privata, inaccessibile alla popolazione, interna ad ambienti di lavoro dove si svolgono numerosi processi industriali propri della produzione di sostanze chimiche e di energia elettrica.

Si fa riferimento, comunque, al D. Lgs. n. 155/2010 e s.m.i. per SO₂, NO₂, PM10, PM2,5, benzene, CO, O₃. 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: ad essi è infatti associato sia il limite massimo di superamenti da registrare nel corso dell'anno valori limite ed i valori obiettivo per i principali inquinanti nell'aria ambiente definiti dalla normativa sono riportati nella seguente tabella:

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore	Tipo di obiettivo ambientale
PM10	1 giorno	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile	Valore limite ⁽¹⁾
	Anno civile	40 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾
PM2,5	Anno civile	25 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore	Tipo di obiettivo ambientale
NO ₂	1 ora	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile	Valore limite ⁽¹⁾
	Anno civile	40 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾
	Soglia di allarme (valore misurato su 3h consecutive)	400 µg/m ³	Media oraria
CO	1 giorno (media massima su 8 ore)	10 mg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾
SO ₂	1 ora	500 µg/m ³ Su tre ore consecutive	Soglia di allarme ⁽³⁾
	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile	Valore limite ⁽¹⁾
	1 giorno	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile	Valore limite ⁽¹⁾
Benzene	Anno civile	5,0 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾
Benzo(a)pirene	Anno civile	1,0 ng/m ³	Valore obiettivo ⁽²⁾
Arsenico	Anno civile	6,0 ng/m ³	Valore obiettivo ⁽²⁾
Cadmio	Anno civile	5,0 ng/m ³	Valore obiettivo ⁽²⁾
Nichel	Anno civile	20 ng/m ³	Valore obiettivo ⁽²⁾
Piombo	Anno civile	0,5 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾
Ozono	1 ora	180 µg/m ³	Soglia di informazione ⁽⁴⁾
	1 ora	240 µg/m ³	Soglia di allarme ⁽³⁾
	Media massima giornaliera su 8 ore (media su tre anni)	120 µg/m ³ da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni	Valore obiettivo ⁽²⁾
	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 µg/m ³	Obiettivo a lungo termine ⁽⁵⁾

- (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 in 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.

1.5. Dati meteorologici

In figura 4 si riporta il grafico della rosa dei venti rilevati nell'intero periodo della campagna di monitoraggio. Prevalgono abbondantemente i venti dal versante occidentale. Le occorrenze per il trimestre sono dettagliata nella tabella a destra:



Figura 4: Rosa dei venti per il periodo che va dal 01/05/2023 al 31/07/2023, corredato dalla tabella complessiva delle occorrenze.

A causa delle scarse occorrenze di vento da tutti i settori diversi da quello occidentale, le rose dell'inquinamento non sono state elaborate per mancanza di significatività statistica.

2. I livelli delle Polveri Sottili rilevate nel sito di monitoraggio a Micorosa e confronto con altri siti della provincia di Brindisi.

2.1. PM10

PM10		
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	CONCENTRAZIONE LIMITE	LIMITI VIGENTI
D. Lgs. n. 155/2010	50µg/m ³	Valore limite giornaliero da non superare per più di 35 volte nell'anno
	40µg/m ³	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, sia 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 PM10 viene definita la frazione totale di particelle aventi diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. Sul mezzo mobile è installato un analizzatore di PM10 FAI SWAM 5a che fornisce misure di concentrazioni medie giornaliere. Nella normativa vigente, il parametro PM10 ha limite giornaliero pari a 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile.

11di38

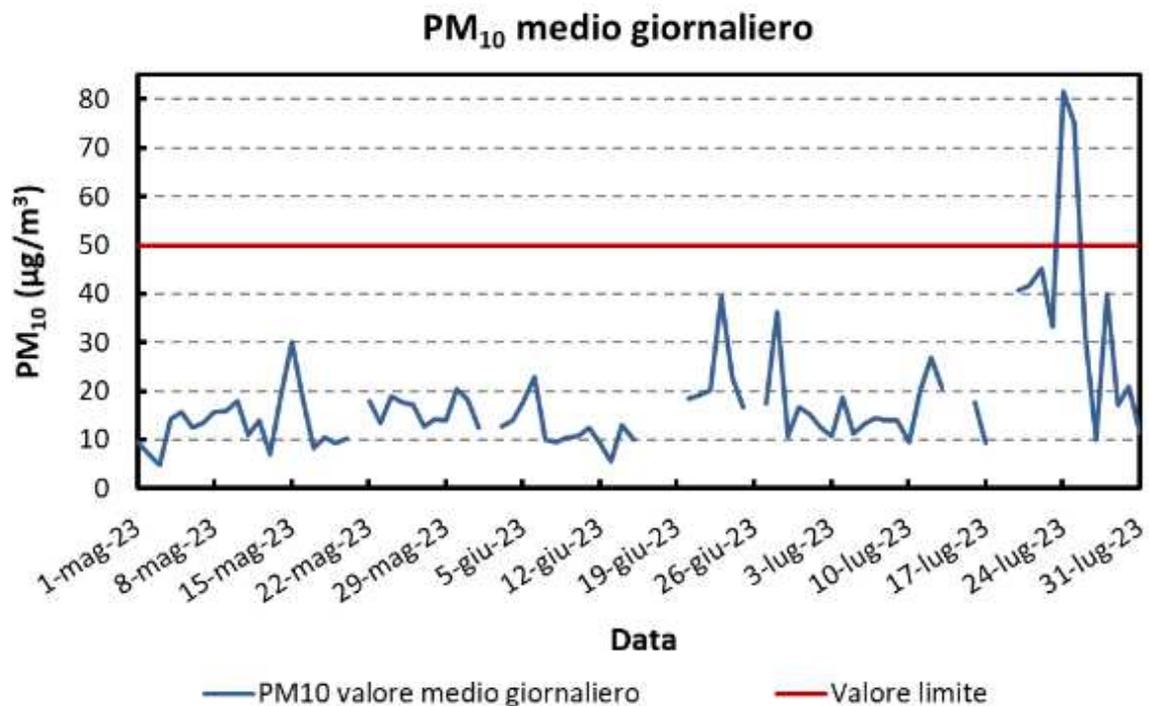


Figura 13: Andamento giornaliero del PM₁₀ (µg/m³) misurato presso il sito oggetto della campagna.

Come si evince dal grafico in Figura 13, nel periodo di monitoraggio sono stati registrati n. 2 superamenti del valore limite giornaliero nei giorni 24 e 25 luglio. Nel periodo 12-30 luglio, la Puglia è stata interessata da ripetuti fenomeni di avvezioni sahariane che hanno portato a superamenti del valore limite giornaliero per il PM₁₀ in quasi tutte le stazioni della Puglia. Gli eventi sono stati individuati mediante le carte elaborate dal modello Prev'Air e le back-trajectories del modello HYSPLIT.

La normativa di riferimento prescrive, inoltre, il valore di 40 µg/m³ come limite annuale per la protezione della salute umana per il PM₁₀. Anche se il periodo di monitoraggio nel sito ha coperto soltanto una frazione dell'anno in corso, è possibile effettuare un confronto, seppur relativo, con tale media annuale; la media di tutti i dati acquisiti di PM₁₀ nell'intero periodo di monitoraggio è pari a 18 µg/m³ e risulta inferiore a suddetto limite annuale.

Il grafico seguente mostra i livelli giornalieri di PM₁₀ rilevati nel periodo di monitoraggio a Micorosa, a confronto con quelli delle altre centraline fisse della rete regionale presenti nel territorio di Brindisi.

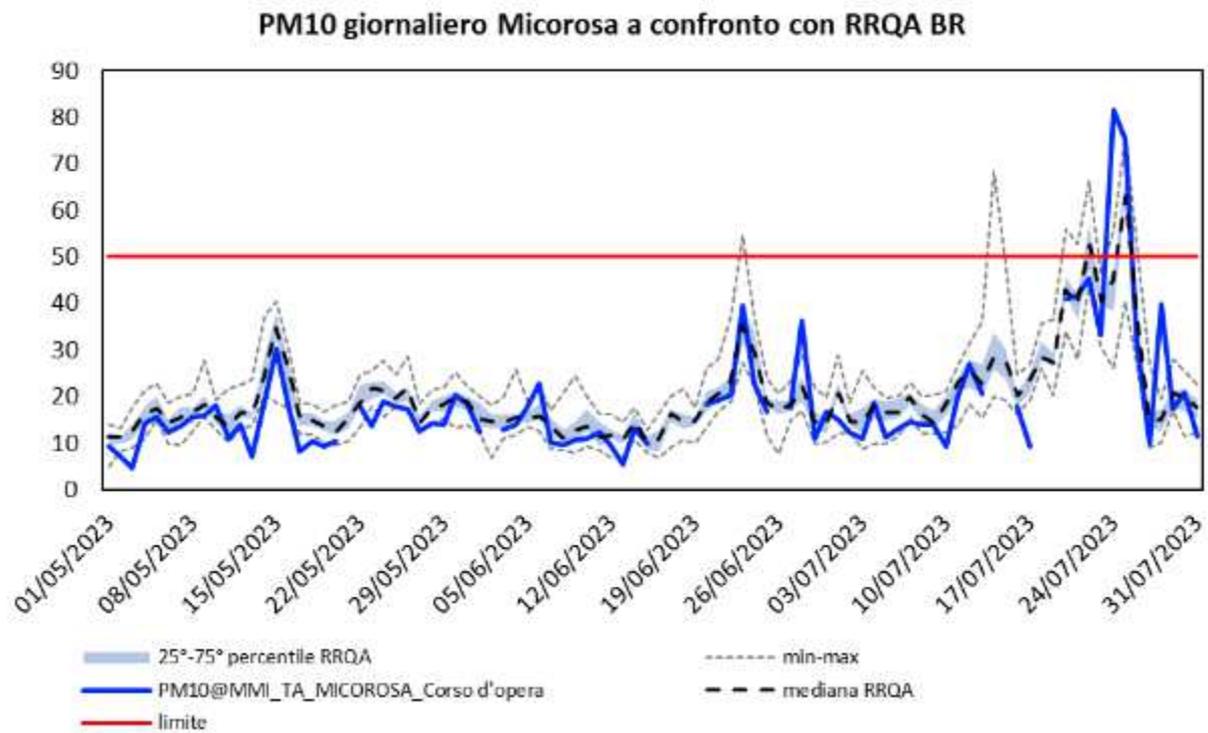


Figura 14: Andamento giornaliero del PM₁₀ (µg/m³) misurato a Brindisi nel periodo oggetto della campagna.

Gli andamenti sono risultati coerenti fra loro e i valori registrati dal mezzo mobile sono spesso inferiori alla mediana.

2.2. PM_{2,5}

Con il termine PM_{2,5} si definisce la frazione totale di particelle aventi diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm. Sul mezzo mobile è installato un analizzatore di PM_{2,5} FAI SWAM 5a che fornisce una concentrazione media giornaliera.

Secondo la normativa vigente, D. Lgs. n. 155/2010 e s.m.i. il valore limite annuale per il PM_{2,5} è fissato a 25 µg/m³ su un periodo di mediazione di un anno civile. Durante il periodo di monitoraggio si è registrato un valore medio pari a 9 µg/m³ e, quindi, inferiore al limite annuale.

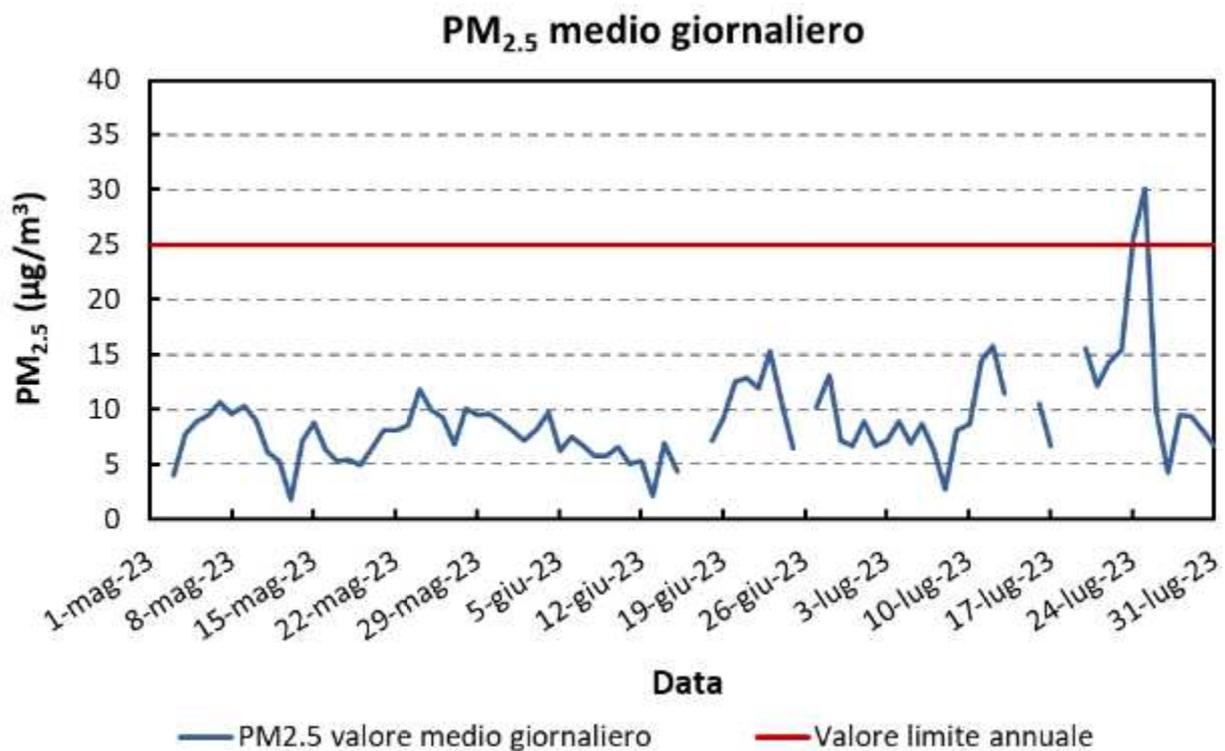


Figura 15: Andamento giornaliero del PM_{2,5} (µg/m³) misurato presso il sito oggetto della campagna.

3. Andamento degli inquinanti gassosi

Per gli inquinanti normati Benzene, NO₂, CO, SO₂, non sono stati registrati superamenti dei limiti di legge. Per l'O₃ il valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, pari a 120 µg/m³, non è stato superato in nessuna occasione.

È stato inoltre monitorato il parametro NH₃ per il quale non sono fissati limiti nell'ambito del D. Lgs n. 155/2010 ma esistono limiti di esposizione professionale, e il parametro idrocarburi policiclici aromatici (IPA_{TOT}) per i quali non esistono limiti di riferimento.

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.

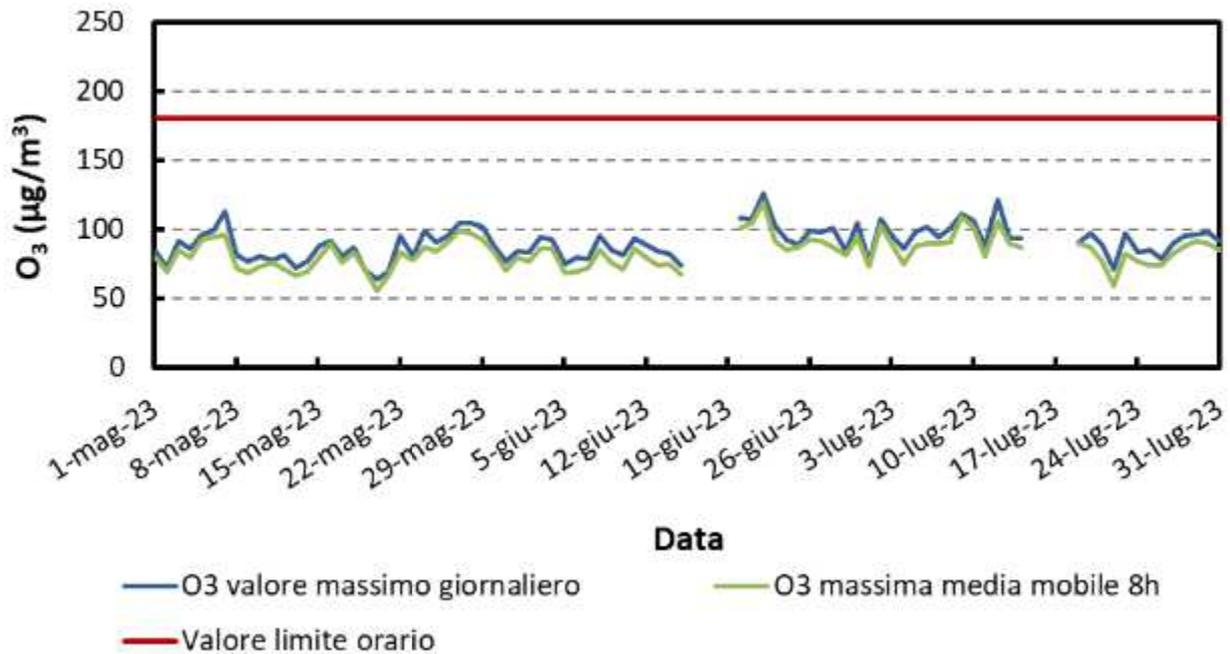
O ₃		
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	CONCENTRAZIONE LIMITE	LIMITI VIGENTI
D. Lgs. n. 155/2010	120 µg/m ³ massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore, da non superarsi più di 25 volte per anno civile, come media su tre anni	Valore obiettivo
	120 µg/m ³ , media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di 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

15 di 38

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

Anche il valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, pari a 120 µg/m³, non è stato superato in nessuna occasione.

O₃ massimo giornaliero e massima giornaliera delle medie mobili su 8h



16 di 38

Figura 16: Andamento giornaliero del valore massimo e della massima media mobile misurata sulle 8 ore per l'inquinante ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

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

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 registrati sono risultati generalmente modesti.

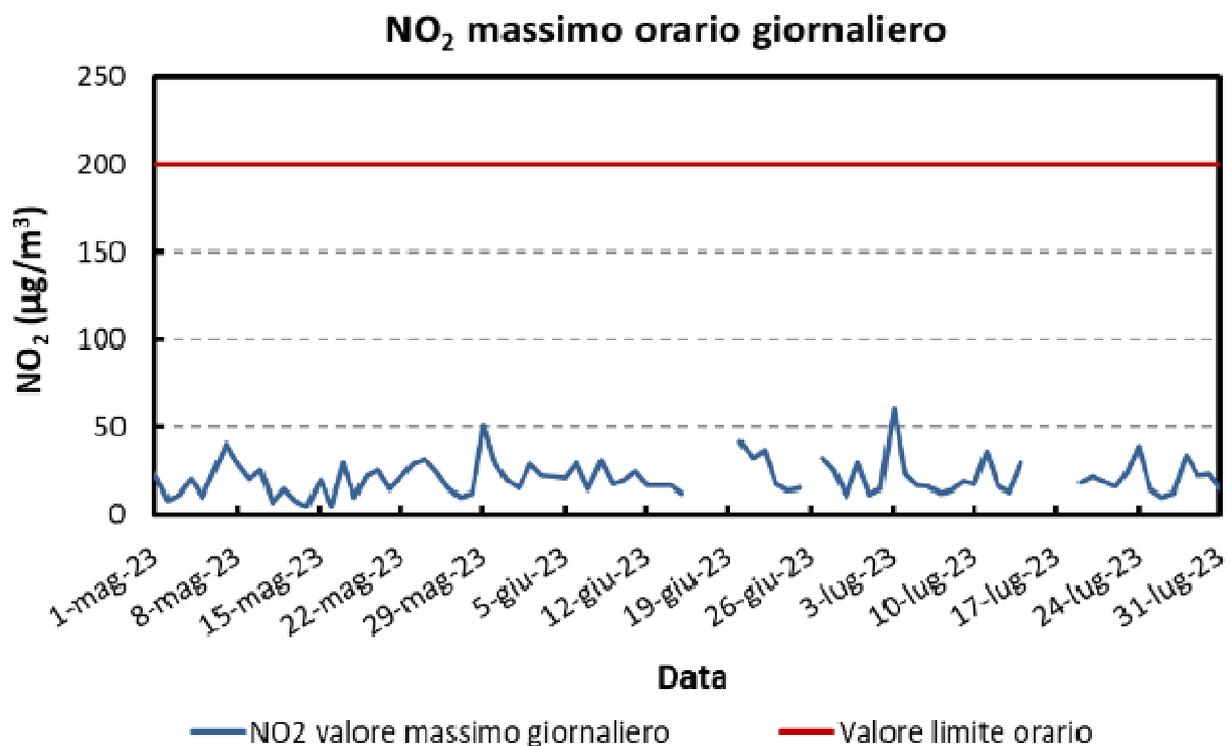


Figura 17: Andamento della concentrazione massima oraria giornaliera per il biossido di azoto (µg/m³) misurata presso il sito oggetto della campagna.

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. n. 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.

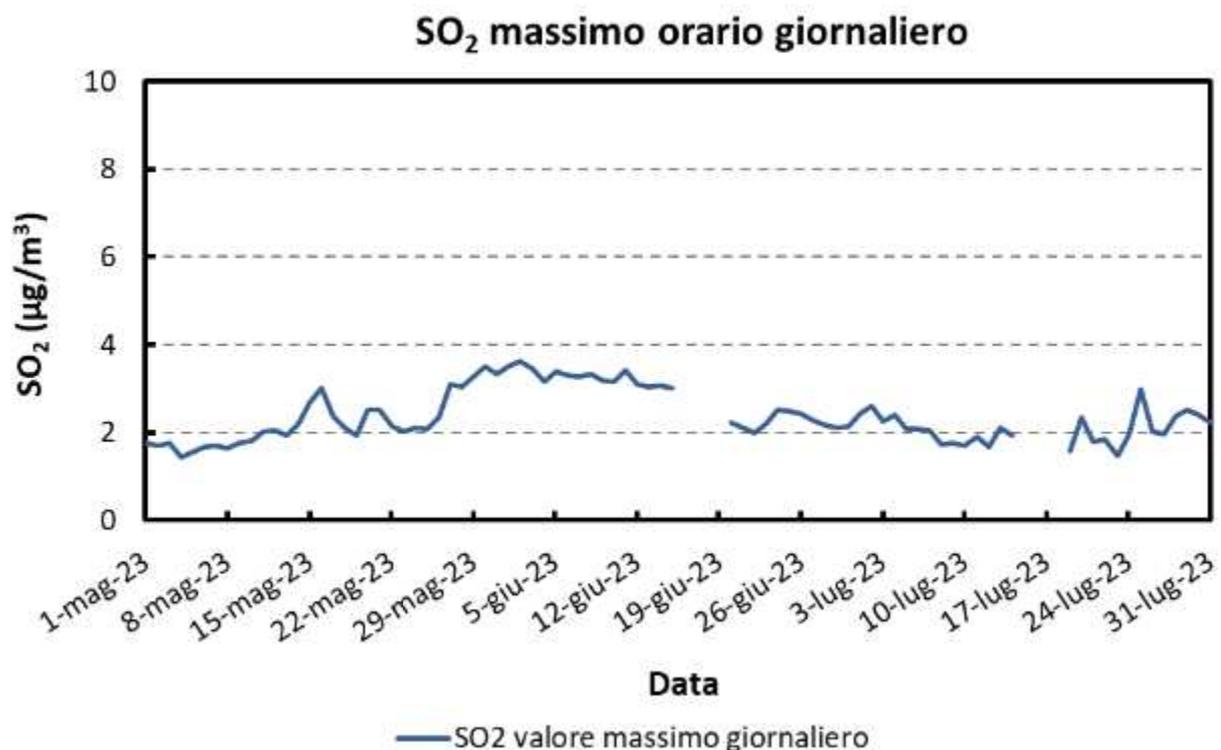


Figura 18: Andamento della concentrazione massima oraria giornaliera per il biossido di zolfo (µg/m³) misurata presso il sito oggetto della campagna.

Non sono stati registrati superamenti dei limiti indicati nel D. Lgs n. 155/2010 ed i livelli sono risultati sempre molto contenuti.

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, 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/m³. Viene riportato per confronto anche il valore riportato nelle nuove linee guida sulla qualità dell'aria "WHO global air quality guidelines" (AQGs 2021) con l'obiettivo di proteggere la salute delle popolazioni. I livelli delle concentrazioni registrati sono risultati modesti.

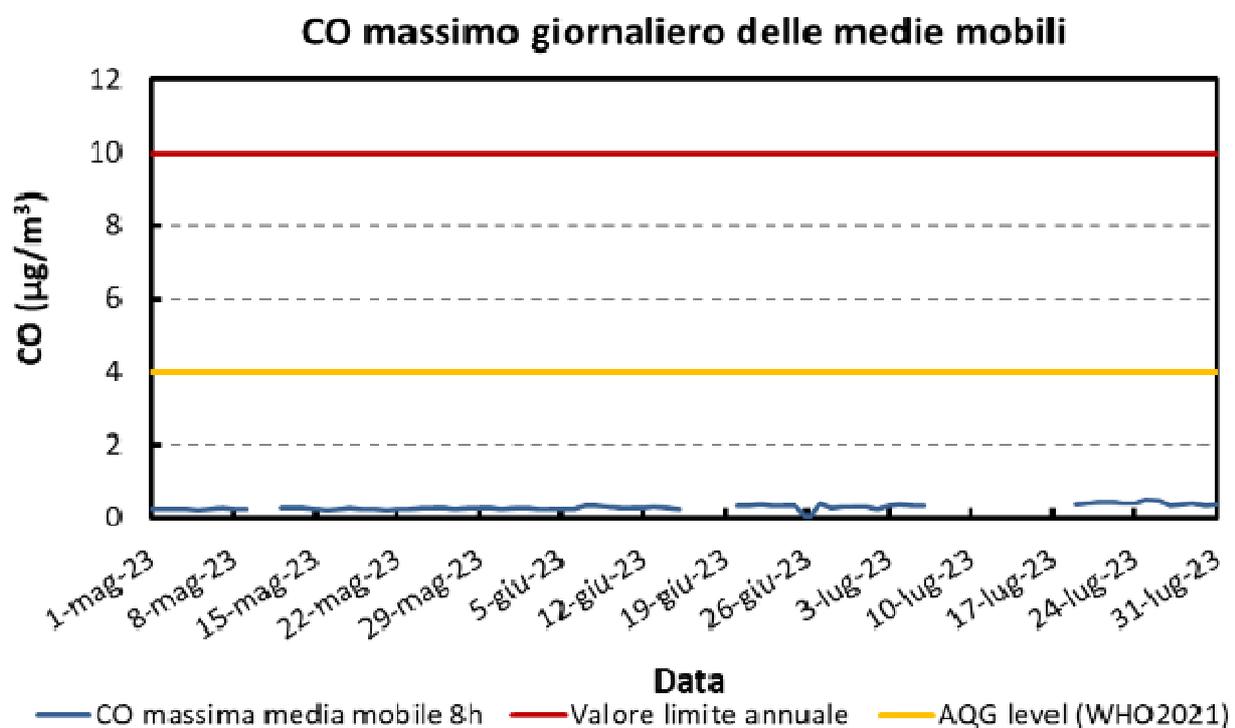


Figura 19: Andamento della media mobile su 8 ore massima giornaliera, per il monossido di carbonio (mg/m³), misurata presso il sito oggetto della campagna.

3.5. 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, tutti i valori medi giornalieri sono risultati entro il suddetto limite.

Ciò premesso si evidenzia che il giorno 4 luglio 2023 è stato riscontrato un picco di valori orari di concentrazione di benzene. I venti spiravano con velocità moderata e provenivano dal quadrante Nord-Ovest rispetto al sito di monitoraggio, sottovento agli impianti presenti nello Stabilimento Petrolchimico di Brindisi. In figura 21 si riporta il valore massimo orario registrato ogni giorno durante il periodo della campagna.

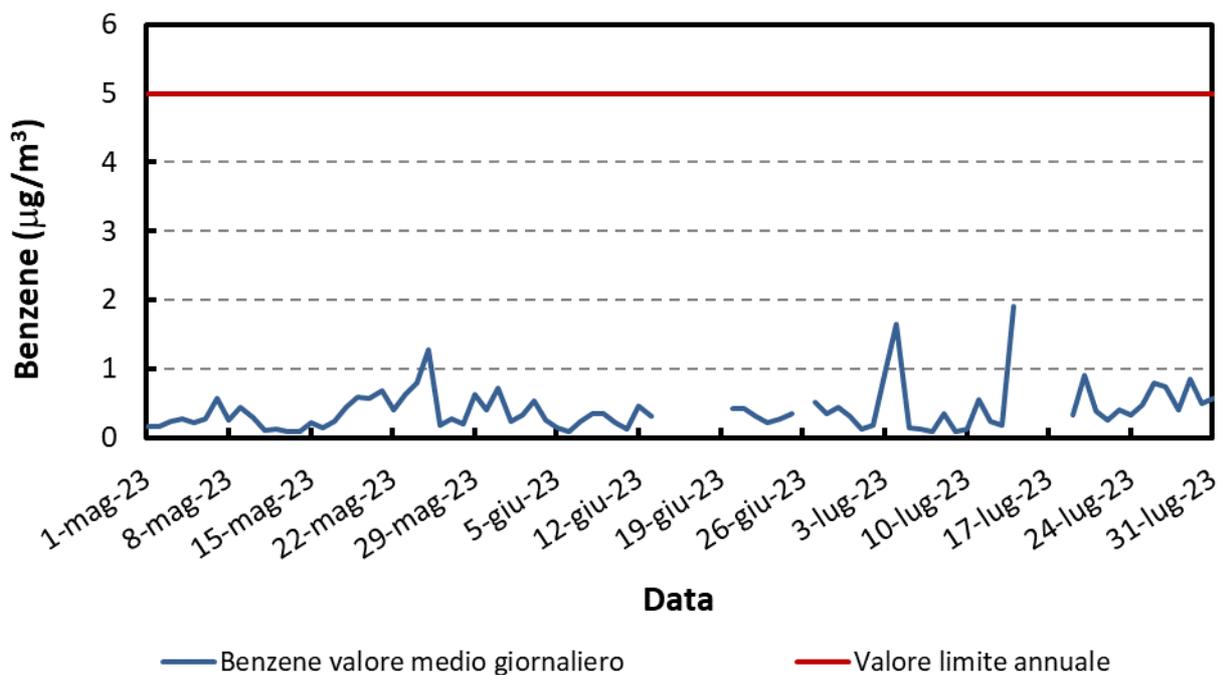


Figura 20: Andamento della concentrazione media giornaliera di benzene misurata presso il sito oggetto della campagna.

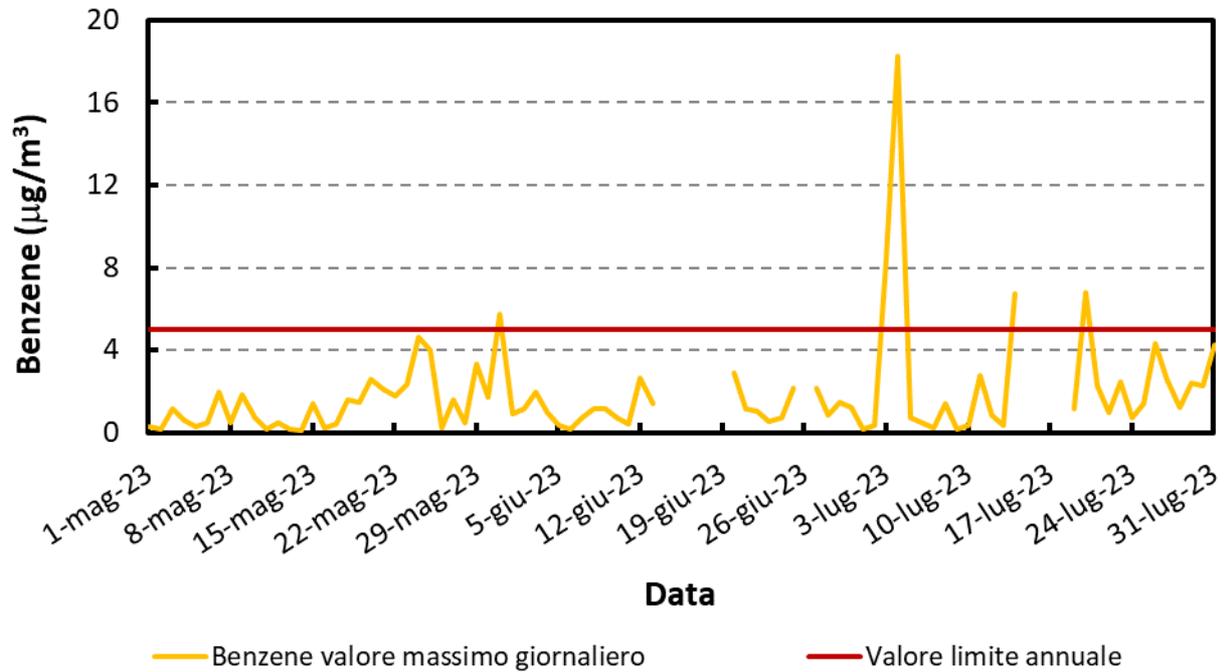


Figura 21: Andamento della concentrazione massima giornaliera di benzene misurata presso il sito oggetto della campagna.

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 nel periodo monitorato sono stati rilevati diversi valori orari superiori a tale soglia olfattiva.

Relativamente all'**idrogeno solforato** (H₂S), in assenza di limiti normativi nazionali ed europei, al fine di dare una valutazione della situazione ambientale, si potrà fare riferimento alle indicazioni della WHO (World Health Organization) e della 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'H₂S le linee guida riportano un valore di riferimento pari a 150 µg/m³ come concentrazione media giornaliera e un valore di 7 µg/m³ 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 H₂S superiore alla soglia di 7 µg/m³, 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/m³ in Nuova Zelanda ad un massimo di 112 µg/m³ nel Nevada (USA).

La Tabella seguente riporta le soglie di riferimento prese in considerazione per metano ed H₂S.

Tabella 1. Valori di riferimento per idrogeno solforato e metano.

Inquinante	Linee guida di riferimento	Concentrazione di riferimento	Periodo di mediazione
H ₂ S	WHO	150 µg/m ³	Media giornaliera
	WHO	7 µg/m ³	Media semi-oraria
CH ₄	<i>Landfill directive LFTGN07</i>	10000 ppm (4,90·10 ⁶ µgC/m ³)	-

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'H₂S 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'H₂S una concentrazione pari a 7 µg/m³ come media su un'ora (46), mentre l'Ontario (Canada) prevede una concentrazione di 7 µg/m³ come media su 24 ore e una concentrazione di 13 come media di 10 minuti (45).

Tabella 2. Valori di guida/riferimento di H₂S in aria ambiente in alcuni Paesi extra-europei e istituzioni internazionali

Stato o istituzione	Valore guida/riferimento	Rif.
Canada , Ontario	7 µg/m³ (4,97 ppbv) media su 24 ore; 13 µg/m³ (9,75 ppbv) media su 10 min	45
Nuova Zelanda	7 µg/m³ (4,97 ppmv) media su 1 ora	46
Stati Uniti¹		
Arizona	63 µg/m³ (45 ppbv) media su 1 ora 37,8 µg/m³ (27 ppbv) media giornaliera	43
California	42 µg/m³ (30 ppmv) media su 1 ora	43
Delaware	84 µg/m³ (60 ppmv) media della concentrazione rilevata ogni 3 min consecutivi 42 µg/m³ (30 ppmv) media della concentrazione rilevata ogni 60 min consecutivi	43
Minnesota	70 µg/m³ (05 ppmv) come media su 30 min da non superare più di due volte l'anno 42 µg/m³ (30 ppbv) media su 30 min che non deve essere superata per più di 2 volte in 5 giorni consecutivi	43
Missouri	70 µg/m³ (50 ppbv) media su 30 min	43
Montana	70 µg/m³ (50 ppbv) media su 1 ora che non deve essere superata più di 1 volta l'anno	43
Nevada	112 µg/m³ (80 ppbv) media su 1 ora	43
New York	14 µg/m³ (10 ppbv) come media su 1 ora	43
Wisconsin	116,2 µg/m³ (83 ppbv) media su 24 ore	43
Hawaii	35 µg/m³ (25 ppbv) media su 1 ora	47
ATSDR	MRL ² livelli di rischio minimo: 98 µg/m³ (70 ppbv) per inalazione acuta 28 µg/m³ (20 ppbv) per inalazione intermedia	43
EPA	RfC: 2 µg/m³ (1,42 ppbv) per inalazione cronica	44
NRC	LOA (<i>Level of Distinct Odor Awareness</i>): 14 µg/m³ (9,94 ppbv)	42
IVHHN	35 µg/m³ (25 ppbv) media su 1 ora	48
WHO	150 µg/m³ (106,5 ppbv) media giornaliera 7 µg/m³ (4,97 ppmv) media breve periodo (30 min) per evitare l'insorgenza di odore sgradevoli 100 µg/m³ (71 ppbv) concentrazione tollerabile in aria per esposizione di breve periodo 20 µg/m³ (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
¹ I fattori di conversione utilizzati per l'H₂S in aria, (alla temperatura di 20°C e alla pressione di 101,3 kPa) sono i seguenti: 1 mg/m³ = 0,71 ppm; 1 ppm = 1,4 mg/m³ (41).

² 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.

Tabella 3: Valori di guida/riferimento di H₂S in aria ambiente in alcuni paesi extra-europei

In figura seguente sono riportati i valori massimi orari giornalieri di H₂S in µg/m³.

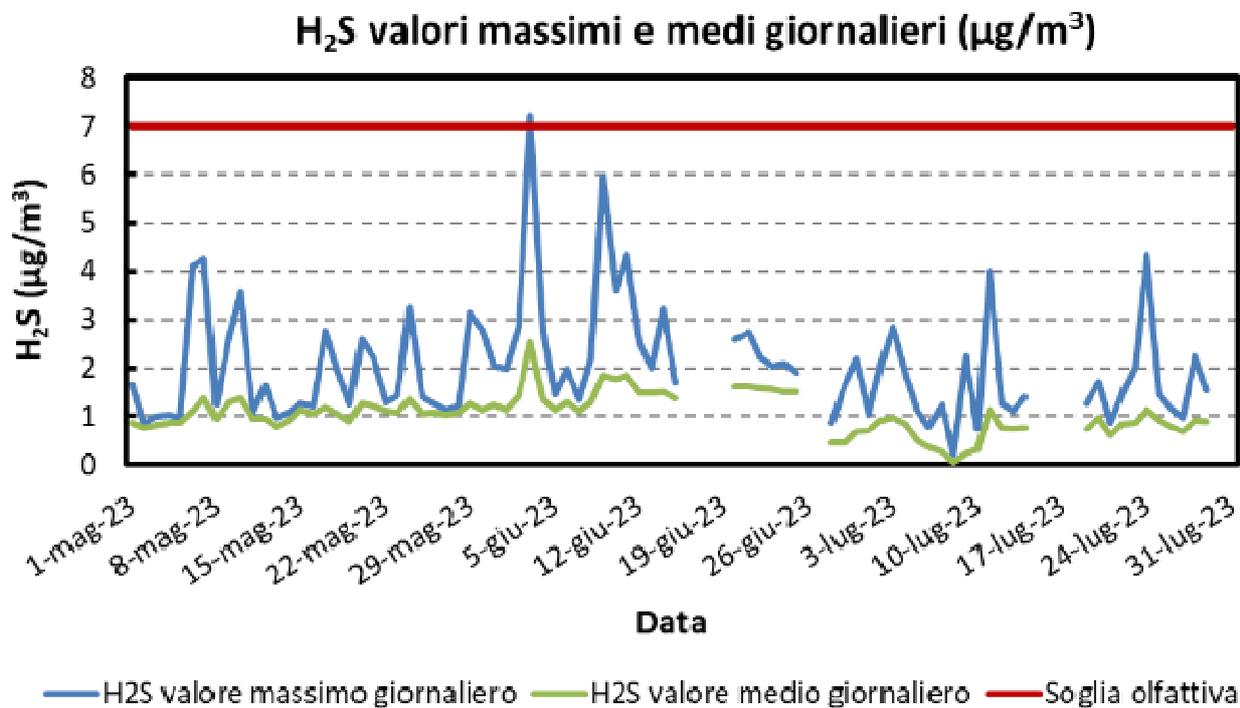


Figura 22: Andamento della concentrazione massima oraria e media giornaliera di H₂S (µg/m³), misurata presso il sito oggetto della campagna.

Durante il periodo oggetto della campagna le concentrazioni orarie di H₂S hanno superato in una sola occasione la soglia olfattiva di 7 µg/m³. La circostanza si è verificata in data 03/06/2023 alle ore 03:00 in presenza di vento da Sud con velocità di 1,5 m/s.

3.7. Grafico della concentrazione di IPA totali – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere (ng/m³)

I valori di Idrocarburi policiclici aromatici totali (di seguito IPA_{TOT}) presenti in aria ambiente sono rilevati con il Monitor ECOCHEM mod. PAS 2000 “Standard Real-Time for Particle-Bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons”, che utilizza il metodo della fotoionizzazione selettiva degli IPA_{TOT}, adsorbiti sulle superfici degli aerosol carboniosi aventi diametro aerodinamico compreso tra 0,01 e 1,5 µm. Il parametro relativo agli IPA_{TOT} in aria ambiente non è normato, mentre il D. Lgs. n. 155/2010 si riferisce unicamente al benzo(a)pirene adsorbito sulla frazione di particolato PM₁₀, indicando un valore obiettivo annuale da non superare pari a 1,0 ng/m³. Le misure di IPA_{TOT}, pertanto, sono da considerarsi puramente indicative. In figura seguente è mostrato il trend delle concentrazioni medie giornaliere di IPA totali nel corso della campagna, risultate piuttosto contenute. Il valore medio degli IPA_{TOT} per l'intera campagna di monitoraggio è risultato pari a 2,1 ng/m³.

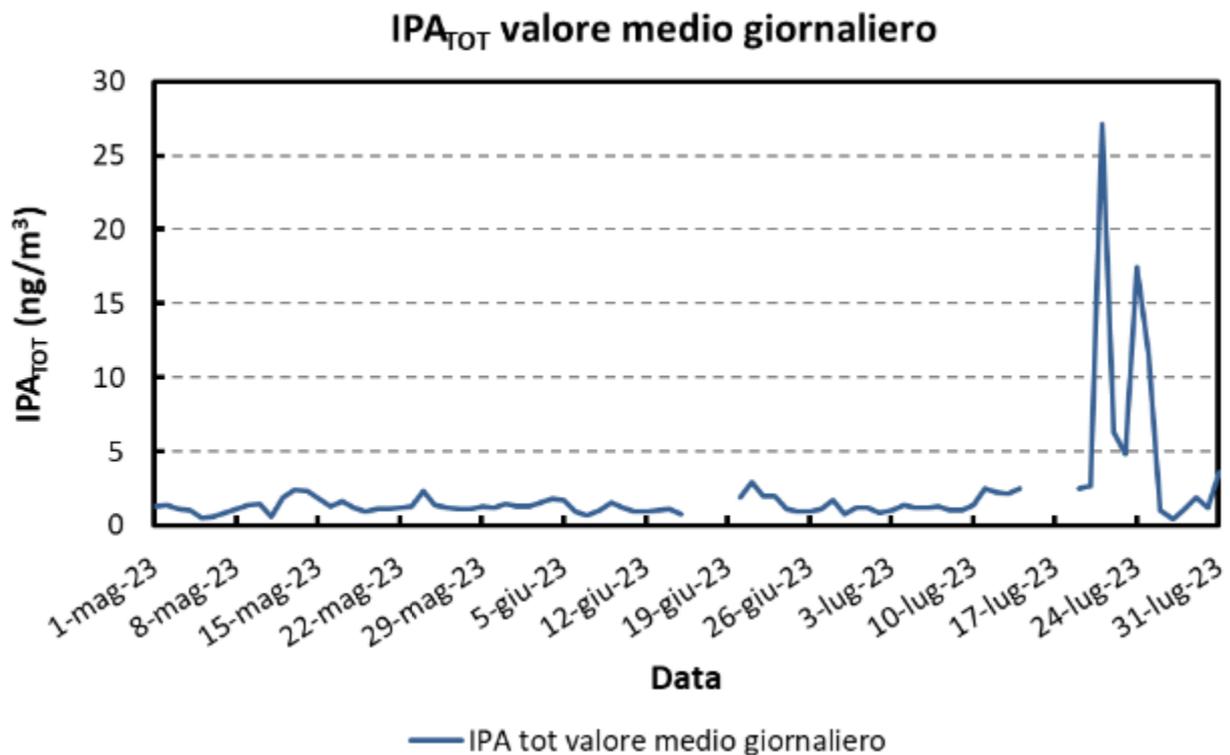


Figura 23: Andamento della concentrazione media giornaliera, per gli idrocarburi policiclici aromatici (ng/m³), misurata presso il sito oggetto della campagna.

Le concentrazioni maggiori di IPA sono state registrate il 21 e 24 luglio, giorni nei quali sono stati raggiunti valori massimi orari rispettivamente pari a 27 e 18 ng/m³.

4. Giorni tipo di NO₂, PM10 biorario, CO, O₃, benzene, SO₂, H₂S, IPATOT

I grafici seguenti mostrano il *giorno tipo*, ossia l'andamento tipico quotidiano nel periodo della campagna di misura, delle concentrazioni dei principali inquinanti: biossido di azoto (NO₂), materiale particolato (PM10), monossido di carbonio (CO), ozono (O₃), benzene, anidride solforosa (SO₂), idrocarburi policiclici aromatici totali (IPA_{TOT}) ed acido solfidrico (H₂S).

4.1. PM10

In figura 5 è rappresentato il *giorno tipo* del PM10 che mostra un andamento poco variabile con una concentrazione minima raggiunta intorno alle ore 12:00.

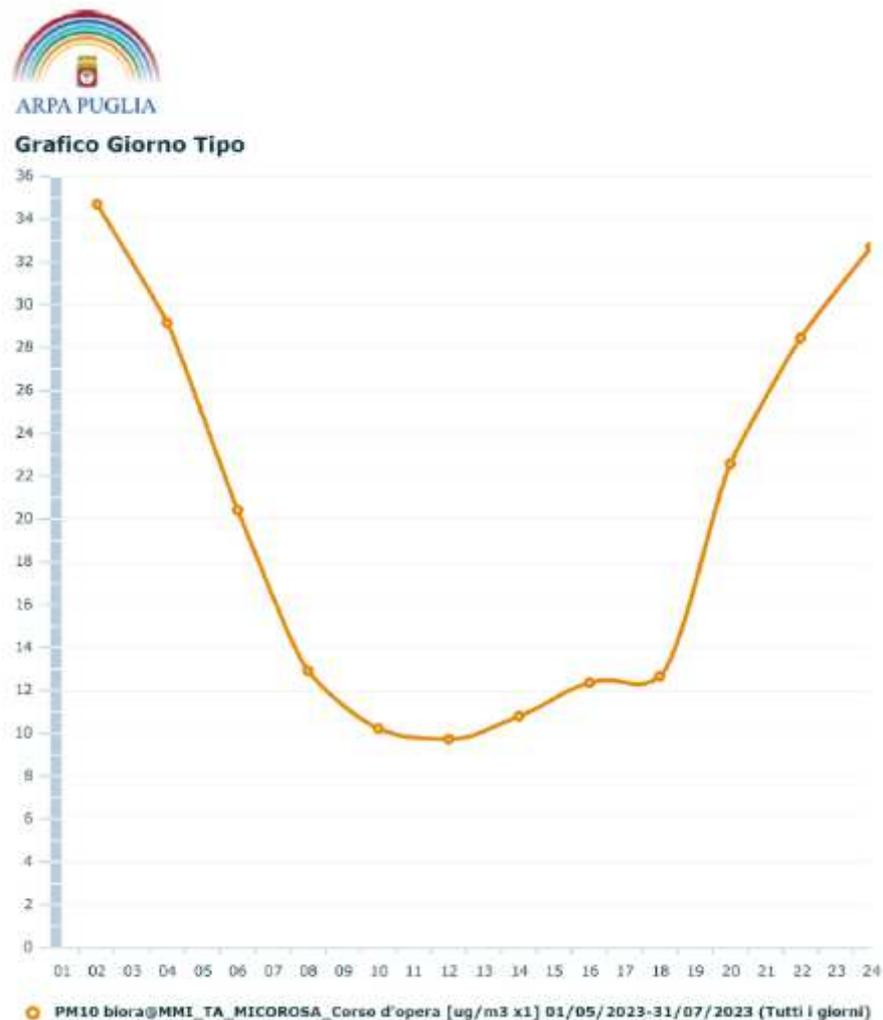


Figura 5: Grafico del giorno tipo di PM10 ottenuto con analizzatore biorario.

4.2. NO₂

Il biossido di azoto ha mostrato, nel corso delle giornate di monitoraggio, un picco ben definito nelle prime ore del mattino con il massimo centrato alle ore 07:00, seguito da un picco altrettanto marcato nelle ore serali.

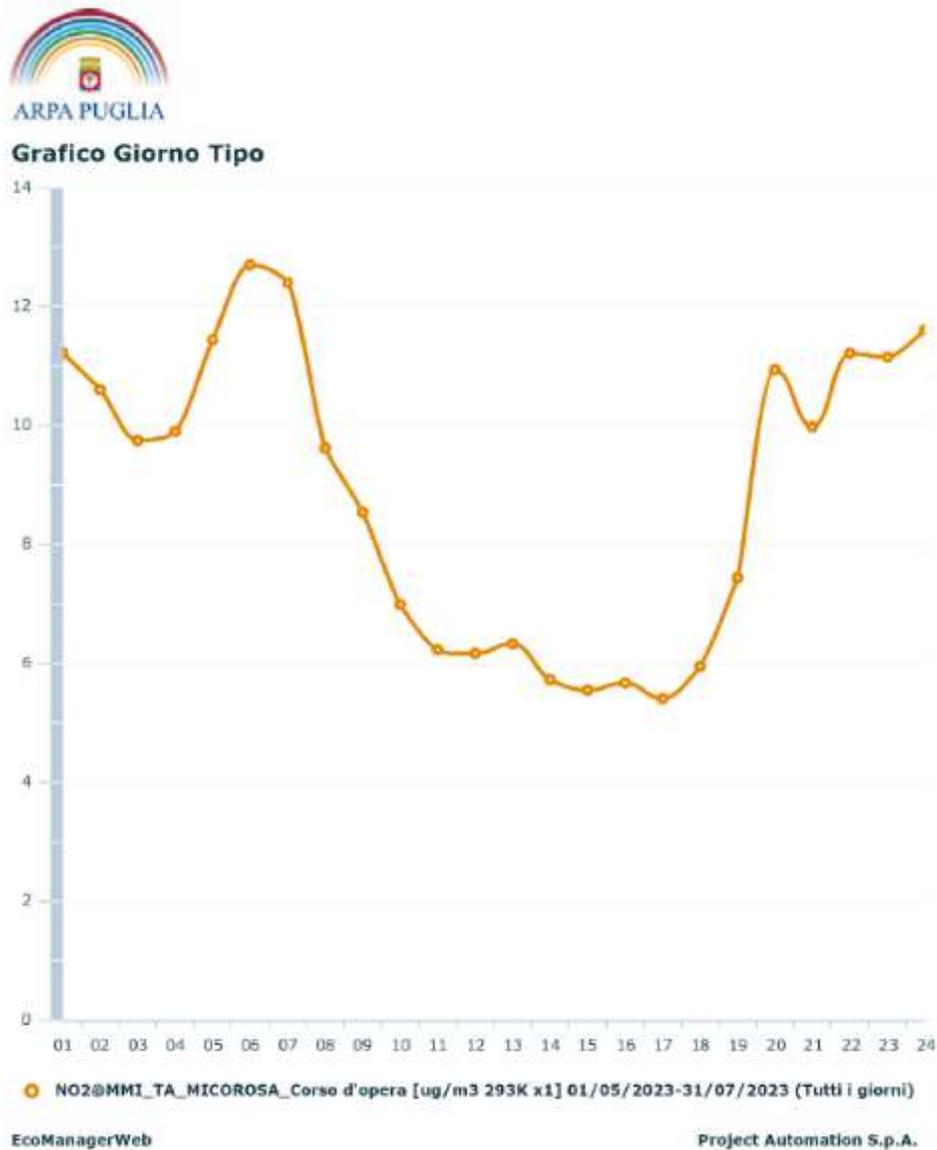


Figura 6: Grafico del giorno tipo per l'inquinante NO₂.

4.3. CO

Il monossido di carbonio (CO) ha mostrato un andamento privo di variazioni significative.



Figura 7: Grafico del giorno tipo per l'inquinante CO.

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.

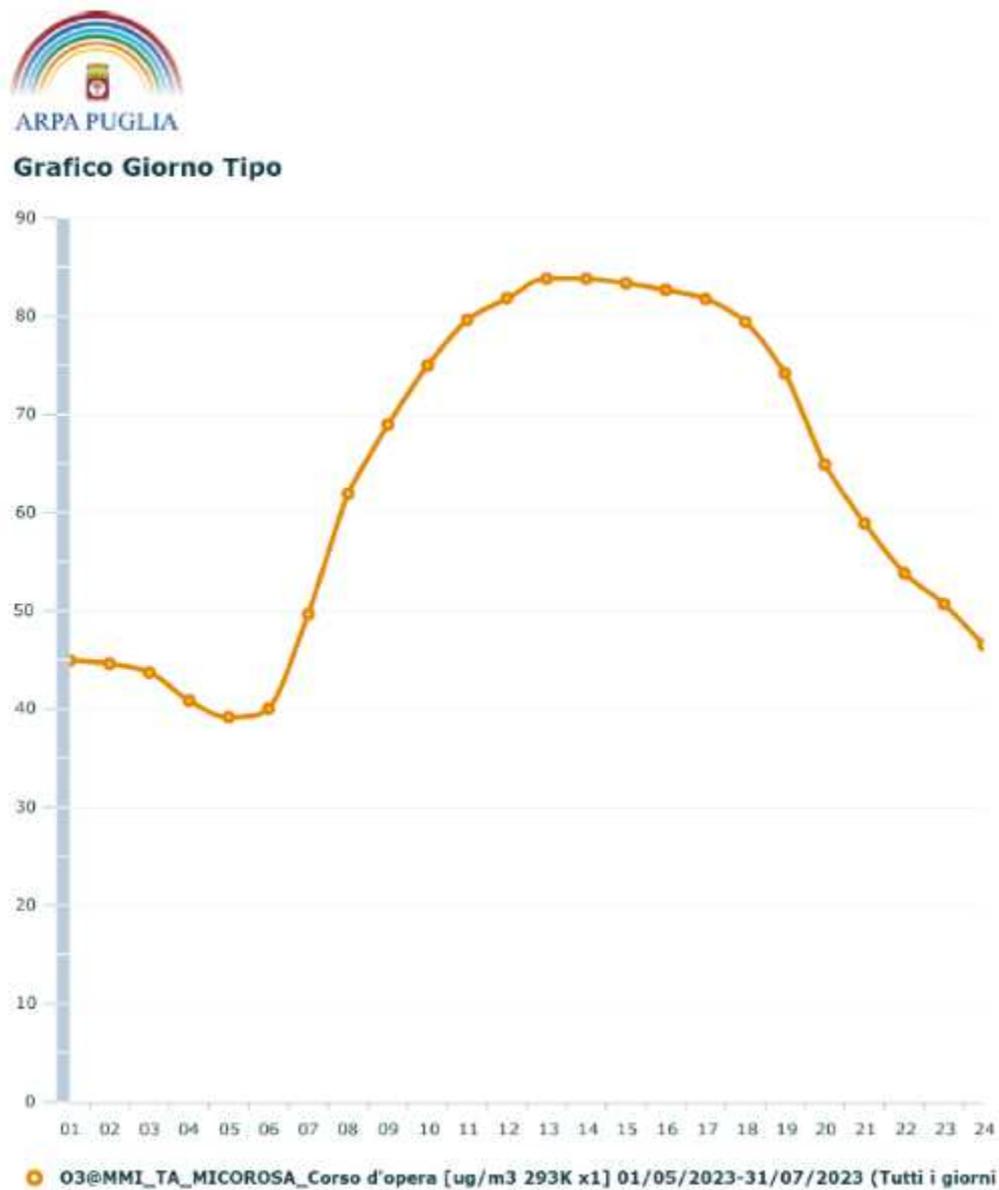


Figura 8: Grafico del giorno tipo per l'inquinante O₃.

4.5. Benzene

Il grafico degli andamenti delle concentrazioni del benzene mostra oscillazioni nel corso della giornata con il valore massimo registrato alle ore 10:00

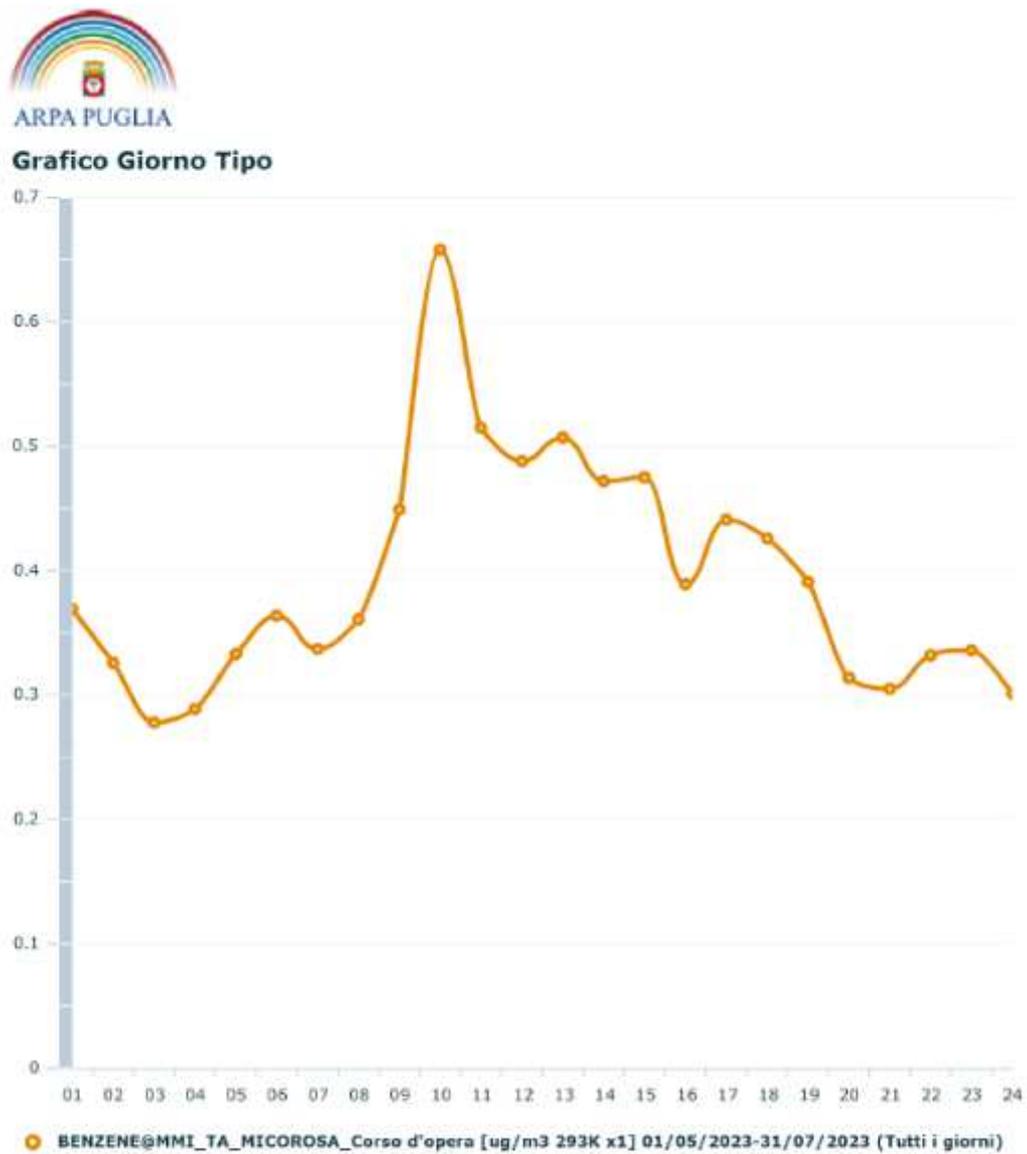


Figura 9: Grafico del giorno tipo per l'inquinante benzene.

4.6. SO₂

Il biossido di zolfo nel periodo di monitoraggio presenta un andamento medio privo di significative variazioni nella giornata.

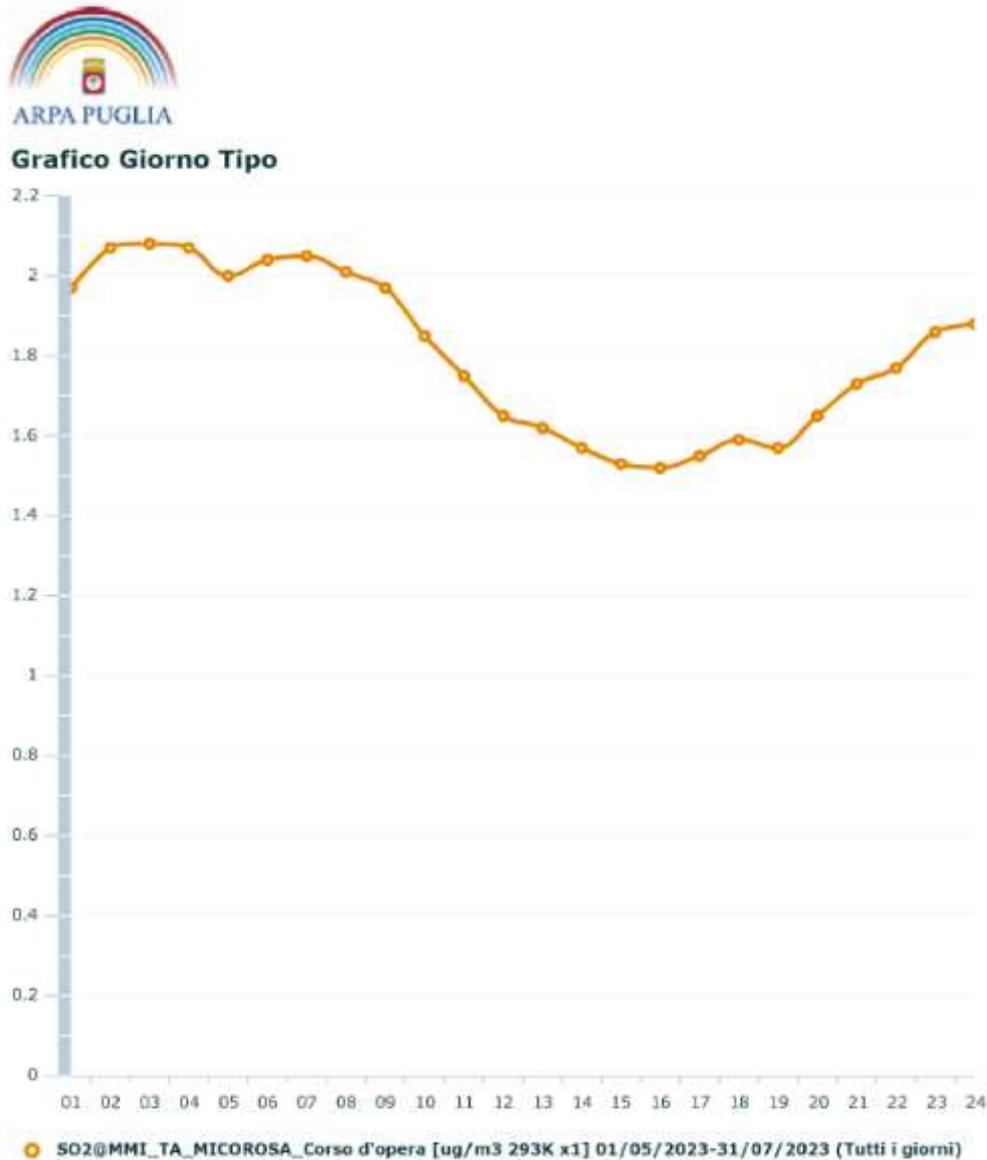


Figura 10: Grafico del giorno tipo per l'inquinante SO₂.

4.7. Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA totali)

Le concentrazioni degli IPA totali hanno mostrato una rapida crescita nelle ore mattutine ed un andamento costante dalle ore 12:00 in poi.

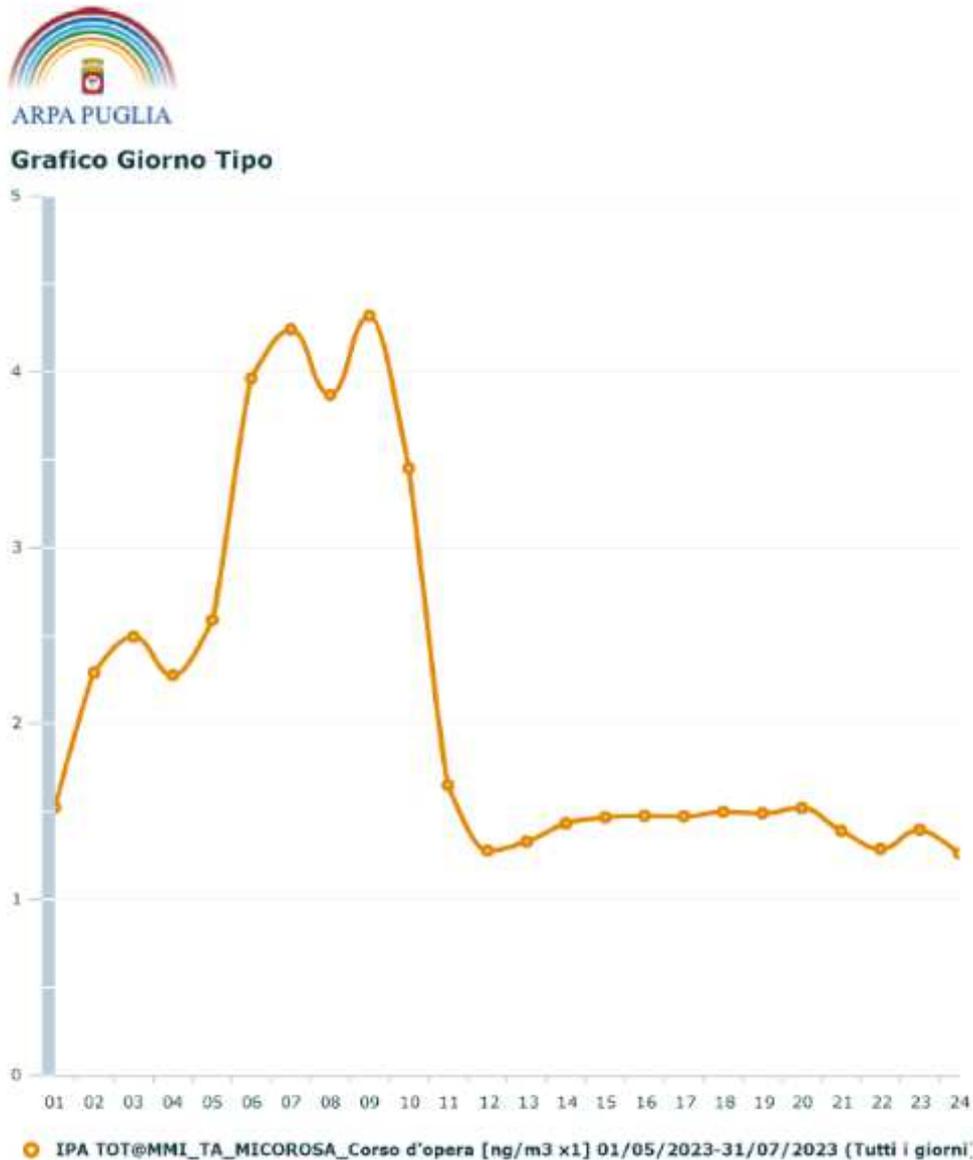


Figura 11: Grafico del giorno tipo per gli idrocarburi policiclici aromatici totali.

4.8. H₂S

Nel corso delle giornate di monitoraggio, l'analizzatore di H₂S ha registrato in media un andamento al di sotto della soglia olfattiva, che mostra un calo nelle ore pomeridiane.



Figura 12: Grafico del giorno tipo per l'inquinante acido solfidrico.

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 ₁₀	NO ₂	Benzene	CO	SO ₂	O ₃	H ₂ S	IPA _{tot}
PM ₁₀	1	0.12	0.04	0.56	-0.22	-0.12	-0.04	0.37
NO ₂		1	0.06	0.08	0.03	-0.57	0.40	0.07
Benzene			1	0.13	-0.04	-0.01	-0.01	0.00
CO				1	-0.33	0.03	-0.12	0.24
SO ₂					1	-0.28	0.43	-0.08
O ₃						1	-0.49	-0.12
H ₂ S							1	-0.01
IPA _{tot}								1

I coefficienti calcolati indicano una correlazione fra gli inquinanti PM10 e CO. Nonostante ciò, appare poco plausibile, da un punto di vista statistico, ipotizzare delle sorgenti comuni per gli inquinanti analizzati, visti anche i valori molto bassi e poco variabili registrati per il CO.

6. Conclusioni

La presente relazione tecnica riporta gli esiti della campagna di monitoraggio della qualità dell'aria che è stata effettuata nell'ambito di una convenzione sottoscritta fra ARPA Puglia e Comune di Brindisi per alcune fasi in corso d'opera, previste nel Piano di Monitoraggio Ambientale relativo agli interventi di messa in sicurezza e bonifica della falda del SIN di Brindisi nell'Area di Micorosa (BR). ARPA Puglia, per lo svolgimento di tale attività, si è avvalsa di un laboratorio mobile in dotazione al Centro Regionale Aria.

Le attività di bonifica della parte pubblica sono riprese in data 03/02/2021 così come comunicato nella nota del Comune di Brindisi n.17914 del 22/02/2021, acquisita al Protocollo ARPA con n. 13045 il 23/02/2021. Il presente report si riferisce, quindi, ad una fase di ripartenza delle attività presso il cantiere di bonifica, in accordo al nuovo cronoprogramma acquisito da ARPA con n. prot. 16552 del 08/03/2021. Il periodo di riferimento della campagna oggetto del presente report è dal 1° maggio 2023 al 31 luglio 2023.

Pur non essendo normativamente applicabile a tutti gli effetti il Decreto Legislativo n. 155/2010 al sito di monitoraggio di cui al presente report, si sono confrontati i livelli misurati con i valori limite di legge, per fini puramente comparativi.

Il sito dove è collocata la stazione mobile ricade in area industriale privata, non accessibile alla popolazione, interna ad ambienti di lavoro dove si svolgono svariate attività nell'ambito della produzione di sostanze chimiche e di energia elettrica.

Si fa riferimento, comunque, al D. Lgs. n. 155/2010 e s.m.i. per i seguenti inquinanti: SO₂, NO₂/NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, benzene, CO, O₃. Tale decreto stabilisce sia valori limite annuali per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, sia valori limite giornalieri o orari.

- Per il **PM₁₀**, nel periodo di monitoraggio sono stati registrati n. 2 superamenti del valore limite giornaliero nei giorni 24 e 25 luglio. Gli andamenti sono risultati coerenti con gli altri registrati nell'area e i valori misurati dal mezzo mobile si sono attestati tendenzialmente al di sotto della mediana. Nel periodo 12-30 luglio, la Puglia è stata interessata da ripetuti fenomeni di avvezioni sahariane che hanno portato a superamenti del valore limite giornaliero per il PM₁₀ in quasi tutte le stazioni della Puglia. Gli eventi sono stati individuati mediante le carte elaborate dal modello Prev'Air e le back-trajectories del modello HYSPLIT.

La normativa di riferimento prescrive, inoltre, il valore di 40 µg/m³ come limite annuale per la protezione della salute umana per il PM₁₀; nell'intero periodo di monitoraggio, tale limite non è stato superato, in quanto si è registrato un valore medio pari a 18 µg/m³;

- Secondo la normativa vigente, il valore limite annuale per il **PM_{2,5}** è fissato in 25 µg/m³ e su un periodo di mediazione di un anno civile. Durante il periodo di monitoraggio si è registrato un valore medio pari a 9 µg/m³ e, quindi, inferiore al limite annuale;
- Relativamente agli altri inquinanti gassosi misurati, non sono state rilevate criticità o superamenti dei valori limite;
- Nel sito di monitoraggio sono emersi andamenti degli inquinanti misurati poco correlabili fra loro;
- È stato osservato un episodio di aumento delle concentrazioni orarie di **benzene** in presenza di vento dal settore nord-occidentale, area dove sono ubicati gli impianti dello Stabilimento

Petrolchimico di Brindisi. Le concentrazioni medie giornaliere di benzene sono, comunque, risultate tutte al di sotto del limite medio annuo di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Si fa presente, tuttavia, che il rispetto dei limiti di qualità dell'aria previsti dalla normativa italiana (il citato D. Lgs. n. 155/2010), recepimento di analogo normativa europea, sia per quanto riguarda il limite giornaliero del PM10, che per quello annuale, è riferito 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
Il Direttore Scientifico
Dott. Ing. Vincenzo CAMPANARO

3 6 d i 3 8

T.I.F. Ufficio Qualità dell'aria BR-LE-TA
Dott.ssa Alessandra NOCIONI



Elaborazione dati a cura di:
Dott. Valerio MARGIOTTA

Validazione ed elaborazione a cura di:
Sig. Pietro CAPRIOLI, Dott. Daniele CORNACCHIA, Dott. Aldo PINTO

Allegato I - Efficienza di campionamento

Il D. Lgs. n. 155/2010 (*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. 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 % ⁽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.

3 7 d i 3 8

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 ₁₀	89
PM _{2,5}	91
O ₃	94
NO ₂	94
SO ₂	94
CO	84
H ₂ S	94
C ₆ H ₆	89
IPA _{TOT}	94

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 una pressione di 101,3 kPa ai sensi del D. Lgs. n. 155/2010.

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);
- PM10/2,5: assorbimento di raggi β con sorgente emettitrice radioattiva al ¹⁴C e rivelatore Geiger con cicli di prelievo di 24 ore su filtri in fibra di vetro/quarzo;
- BTX: Gascromatografia con colonna impaccata Tenax e Rilevatore FID (SRI-ORION Mod. 2000);
- H₂S: fluorescenza (Teledyne API).
- NH₃: chemiluminescenza con convertitore termico (modello 17i Thermo Scientific).

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 e PM2,5: UNI EN 12341:2014;
- Benzene: UNI EN 14662:2005, parti 1, 2 e 3.

I dati contenuti nella presente relazione sono messi a disposizione del Comune di Brindisi da parte di ARPA Puglia che ne detiene la proprietà. I due Enti potranno utilizzarli per i rispettivi fini istituzionali.