

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: **novembre 2020 – gennaio 2021**



1 di 39

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

Richiedente

La presente campagna di monitoraggio della qualità dell'aria si inserisce nel contesto più ampio delle attività previste da una convenzione (Del. Direttore Generale 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, come da verbale registrato al Protocollo Arpa n. 17561 del 19/03/2020.

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

16/11/2020 → 31/01/2021

Si precisa che i dati del mezzo mobile sono disponibili a partire dal 16/11/2020 data in cui è avvenuto il ripristino del servizio elettrico per l'alimentazione dello stesso, come da verbale di avvenuta installazione allegato alla nota Eni Rewind PM CENSU/332/2020/P/GG_SO del 30/11/2020 recepita da ARPA Puglia con n. prot. 89285 del 22/12/2020.

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 ad una fase di sospensione delle attività previste dalle schede allegate alla convenzione e dal crono-programma delle attività di parte pubblica acquisito da ARPA al prot. 75910 del 19/11/2018.

Nel complesso, la campagna è durata 3 mesi.

3 di 39

Gruppo di lavoro

Il laboratorio mobile è in dotazione ad ARPA Puglia - CRA. I dati sono stati gestiti e validati dai tecnici 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. Qualità dell'Aria area BR-LE-TA.

Sommario

1. Introduzione alla Relazione Tecnica	5
1.1. Sito di monitoraggio.....	5
1.2. Inquinanti monitorati.....	8
1.3. Parametri meteorologici rilevati	8
1.4 Riferimenti normativi	8
1.5. Dati meteorologici.....	11
2. Giorni tipo di NO₂, PM₁₀ biorario, CO, O₃, benzene, SO₂, H₂S, IPA_{TOT}.....	11
2.1. PM₁₀.....	12
2.2. NO₂.....	13
2.3. CO.....	14
2.4. O₃.....	15
2.5. Benzene.....	16
2.6. SO₂.....	17
2.7. Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA totali).....	18
3. I livelli delle Polveri Sottili rilevate nel sito di monitoraggio a Micorosa e confronto con altri siti della provincia di Brindisi.	19
3.1. PM ₁₀	19
3.2. PM _{2.5}	21
4. Andamento degli inquinanti gassosi	23
4.1. Grafico della concentrazione massima della media mobile sulle 8 ore di O₃ (µg/m³)	23
4.2. Grafico della concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO₂ (µg/m³) ..	26
4.3. Grafico della concentrazione di SO₂ – Massimo orario (µg/m³)	28
4.4. Grafico della concentrazione di CO - Media mobile sulle 8 ore (mg/m³).....	30
4.5. Grafico della concentrazione di benzene – Medie giornaliere (µg/m³)	32
4.6. Grafico della concentrazione di IPA totali – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere (ng/m³).....	34
5. Correlazione tra inquinanti	35
6. Conclusioni	36
Allegato I - Efficienza di campionamento	38
Allegato II - Informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie di analisi	39

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 in posizione adiacente al perimetro esterno 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 era 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".



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

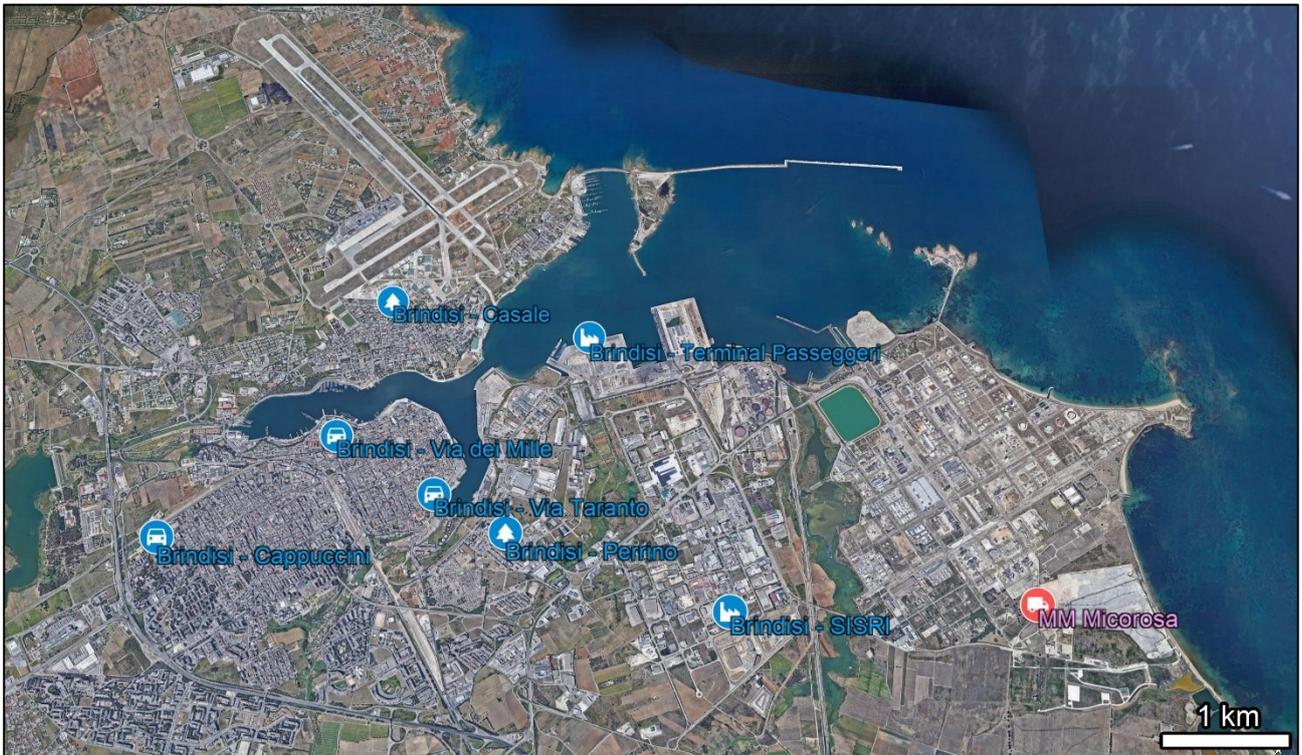
In data 30/09/2020 è stata sospesa l'erogazione di energia elettrica al laboratorio mobile, così come comunicato da Eni Rewind con nota PM CENSU/080/AC_SO/P del 29/09/2020 recepita da ARPA Puglia con n. prot. 64871 del 30/09/2020. Successivamente, il mezzo mobile è stato collocato in una nuova posizione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



6 d i 3 9

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 è posta ad Est rispetto al sito di monitoraggio.



7 di 39

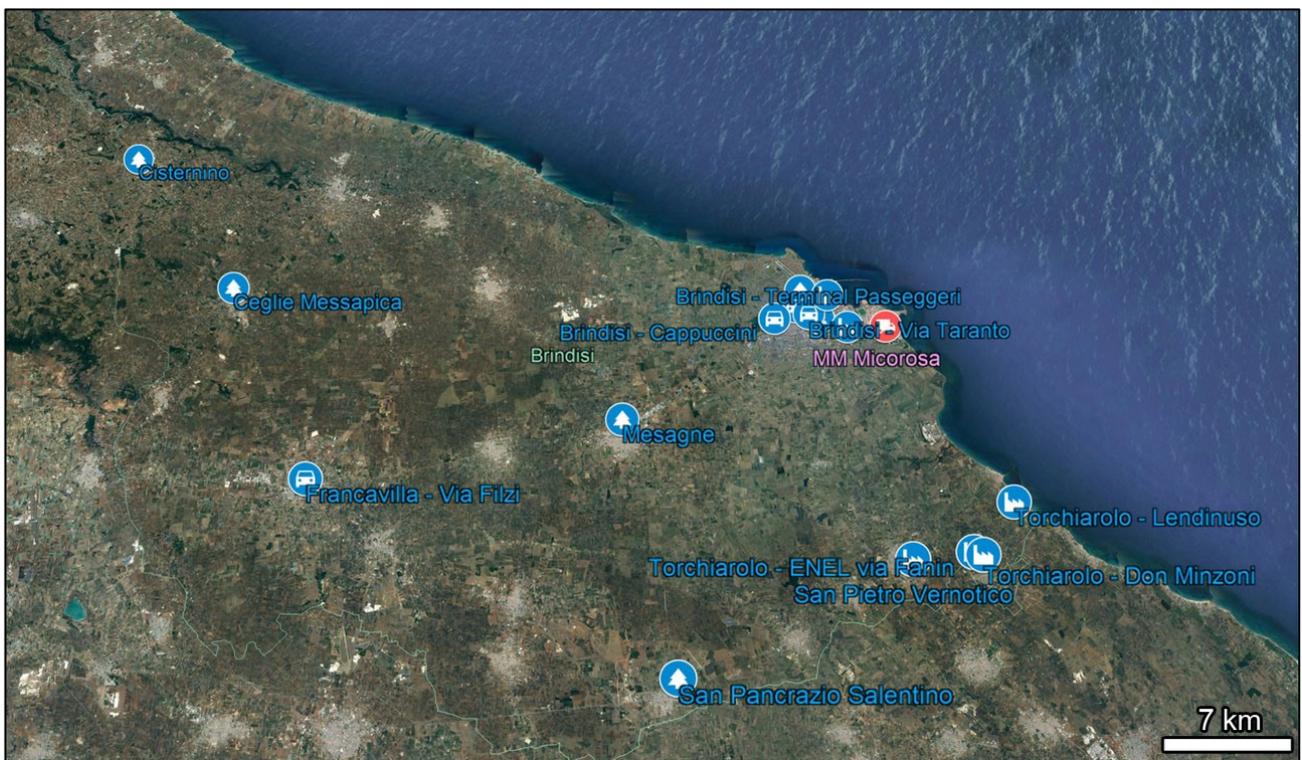


Figura 3: Posizione del sito di monitoraggio in relazione alle centraline di monitoraggio della rete regionale di qualità dell'aria della città di Brindisi e dell'intera provincia di Brindisi. L'icona cerchiata indica la tipologia della centralina di monitoraggio: albero = fondo, auto = traffico, ciminiera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

Si riferisce con l'occasione che nell'area di Brindisi, e 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, PM_{2,5}, CO, NO_x, O₃, benzene e SO₂. I dati sono resi pubblici e consultabili dal portale web di Arpa Puglia (<https://www.arpa.puglia.it/web/guest/qariaing>).

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, PM₁₀, PM_{2,5}, IPA totali e ammoniaca. In concomitanza con lo spostamento del mezzo mobile, è stato disinstallato l'analizzatore di idrogeno solforato (H₂S) perchè ricollocato in altro sito dove risultava necessario monitorare tale inquinante, diversamente da Micorosa, dove l'H₂S non è una criticità. Di conseguenza, a decorrere dal 16/11/2020, i dati per il suddetto inquinante non sono disponibili.

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).

8 di 39

1.4 Riferimenti normativi

Pur non essendo normativamente applicabile a tutti gli effetti il D.Lgs. 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 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. 155/2010 e s.m.i. per SO₂, NO₂/NO, 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 soglie orarie. 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, sia un margine di tolleranza che decresce gradualmente fino al raggiungimento del valore fissato. I valori limite e i valori obiettivo per i principali inquinanti nell'aria ambiente definiti dalla normativa D.Lgs.155/2010 e s.m.i. sono riportati in Tabella seguente.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore	Tipo di obiettivo ambientale	Da raggiungere
PM10	1 giorno	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2005
	Anno civile	40 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2005
PM2.5	Anno civile	25 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2015
NO ₂	1 ora	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2010
	Anno civile	40 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2010
CO	1 giorno Media massima su 8 ore	10 mg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2005
SO ₂	1 ora	500 µg/m ³ Su tre ore consecutive	Soglia di allarme ⁽³⁾	1/1/2005
	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2005
	1 giorno	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2005
Benzene	Anno civile	5,0 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2010
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⁾	1/1/2005
Ozono	1 ora	180 µg/m ³	Soglia di informazione ⁽⁴⁾	-
	1 ora	240 µg/m ³	Soglia di allarme ⁽³⁾	-
	Media massima giornaliera calcolata 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⁾	

Tab. 1 - Valore limite e valori obiettivo per la protezione della salute umana ai sensi del D.Lgs.155/2010 ¹

- (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;

¹D.Lgs. n.155/2010 art. 2; all. VII, all XI

- (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 di 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;
- mg/m³: milligrammo per metro cubo (1mg è 1millesimo di grammo); μg/m³: microgrammo per metro cubo (1μg è 1 milionesimo di grammo);
ng/m³: nanogrammo per metro cubo (1 ng è 1 miliardesimo di grammo).

1.5. Dati meteorologici

In figura 4 si riportano i grafici delle rose dei venti rilevate nell'intero periodo della campagna di monitoraggio. Si osserva una prevalenza dei venti dal versante sud-orientale, ed in misura minore dalle direzioni O e NNO. Le occorrenze dei venti per il trimestre sono dettagliata nella tabella a destra:



Rosa dei venti

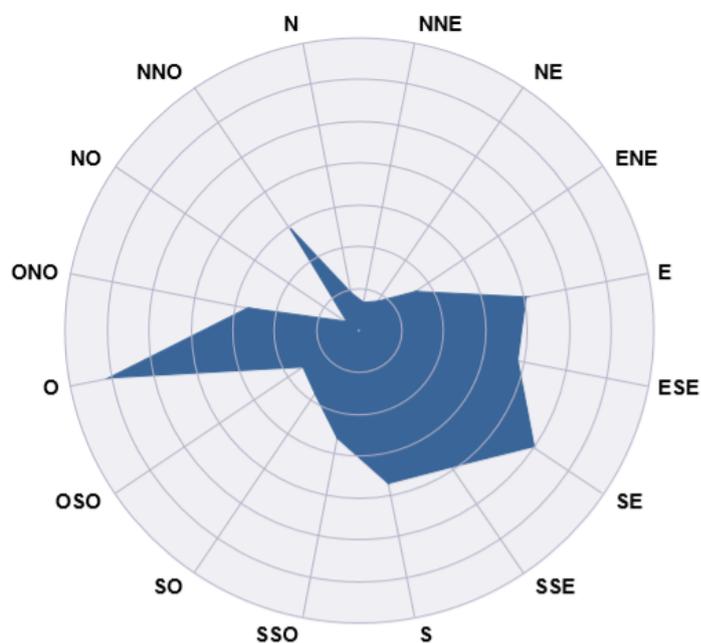
Stazione: MMI_TA_MICOROSA_Corso d'opera

Monitor

D.V.

Data inizio: 01/11/2020

Data fine: 31/01/2021



	Occorrenze	V. media m/s
N	36	6.92
NNE	27	7.45
NE	33	8.43
ENE	65	10.59
E	183	7.31
ESE	155	6.72
SE	201	8.18
SSE	159	6.61
S	150	4.05
SSO	106	3.50
SO	74	4.88
OSO	64	7.97
O	242	8.80
ONO	107	10.98
NO	14	4.31
NNO	117	5.42

Calma	119
Variabile	0
NC	0
Non validi	0

1 | 1 | 3 | 9

Figura 4: Rose dei venti per il periodo che va dal 01/11/2020 al 31/01/2021, corredato dalla tabella complessiva delle occorrenze.

2. Giorni tipo di NO₂, PM₁₀ biorario, CO, O₃, benzene, SO₂, H₂S, IPA_{TOT}.

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), ed idrocarburi policiclici aromatici totali (IPA_{TOT}).

2.1. PM10

In figura 5 si mostra il *giorno tipo* del PM10 che indica come i valori più elevati si osservino nelle ore notturne. Nel primo pomeriggio si osserva invece una tendenza alla riduzione della concentrazione di particolato. Il valore medio registrato durante l'intero periodo di campionamento è stato pari a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

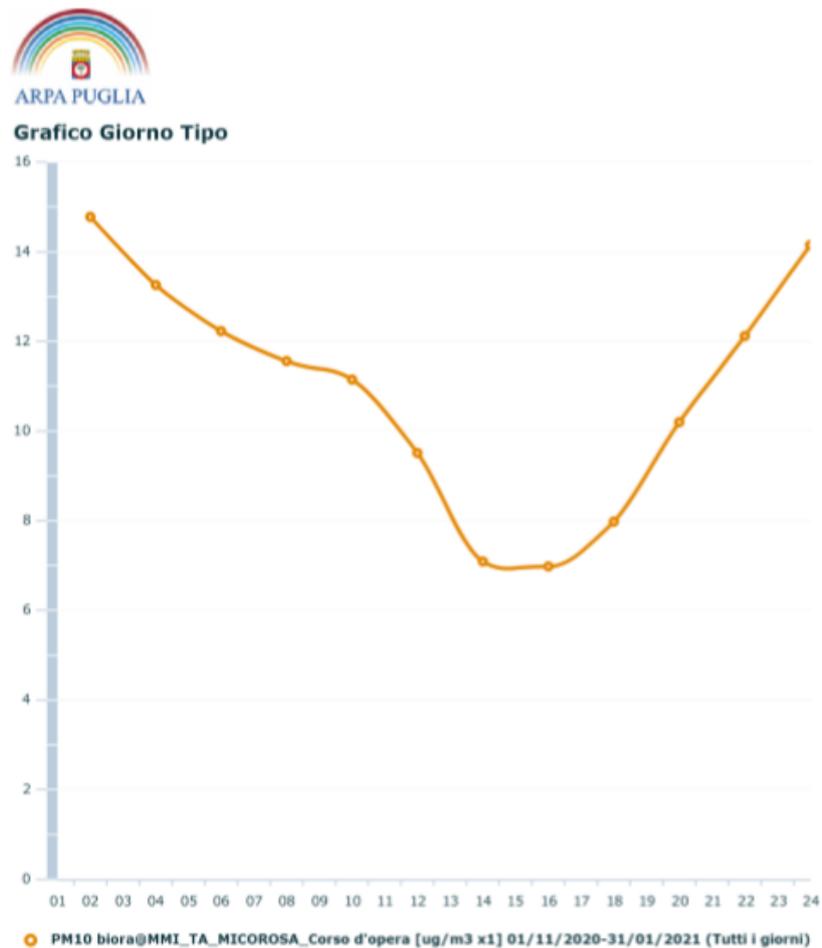


Figura 5: Grafico del giorno tipo di PM10 ottenuto con analizzatore biorario.

2.2. 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 08:00, seguito da un picco meno marcato nelle ore serali.

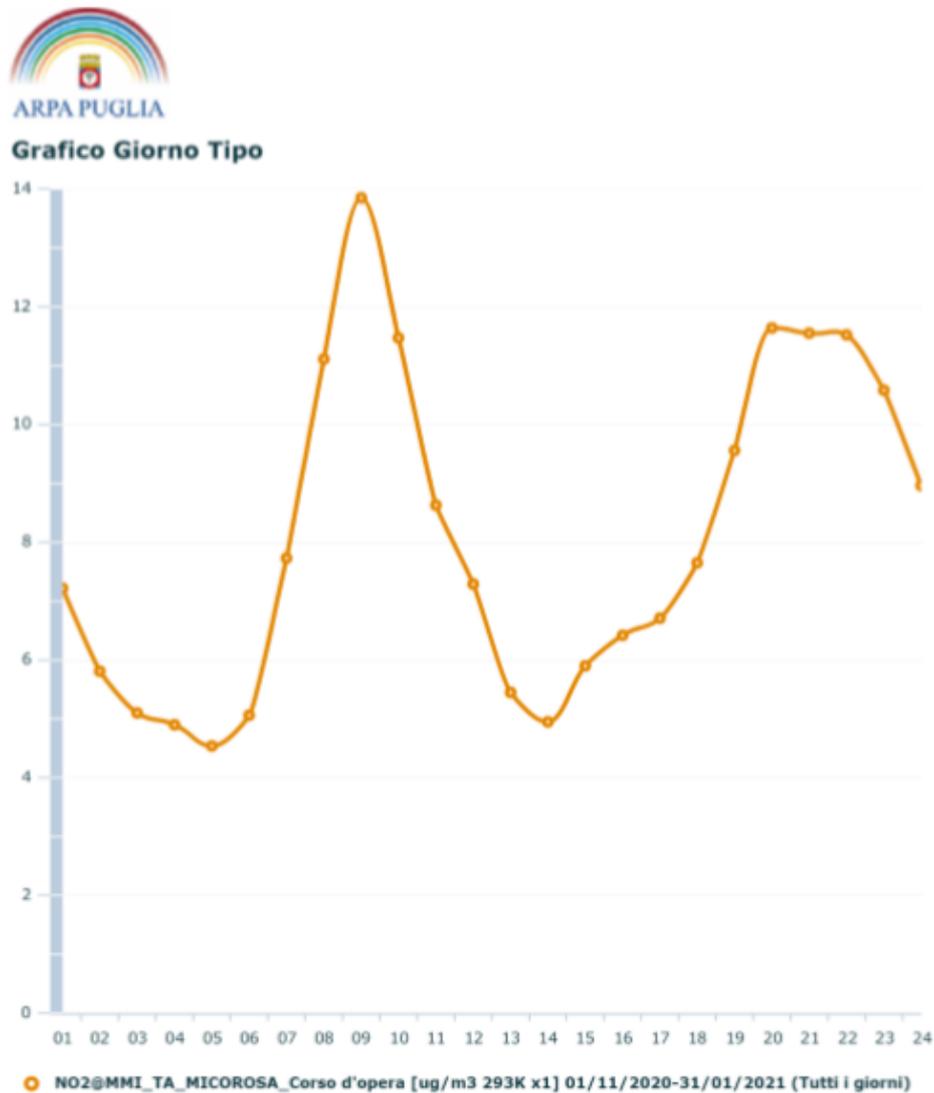


Figura 6: Grafico del giorno tipo per l'inquinante NO₂.

2.3. CO

Il monossido di carbonio (CO) ha mostrato un andamento senza variazioni significative nell'arco delle 24 ore.

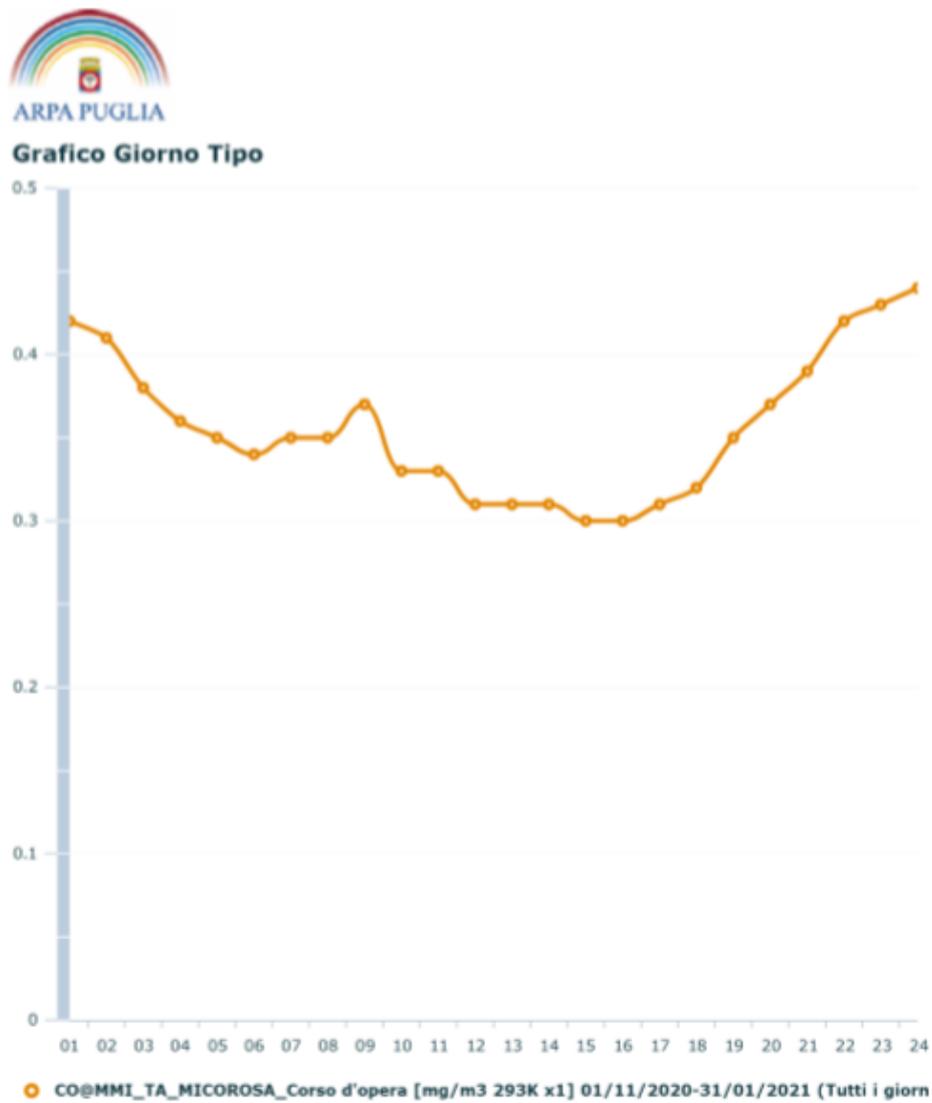


Figura 7: Grafico del giorno tipo per l'inquinante CO.

2.4. 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.

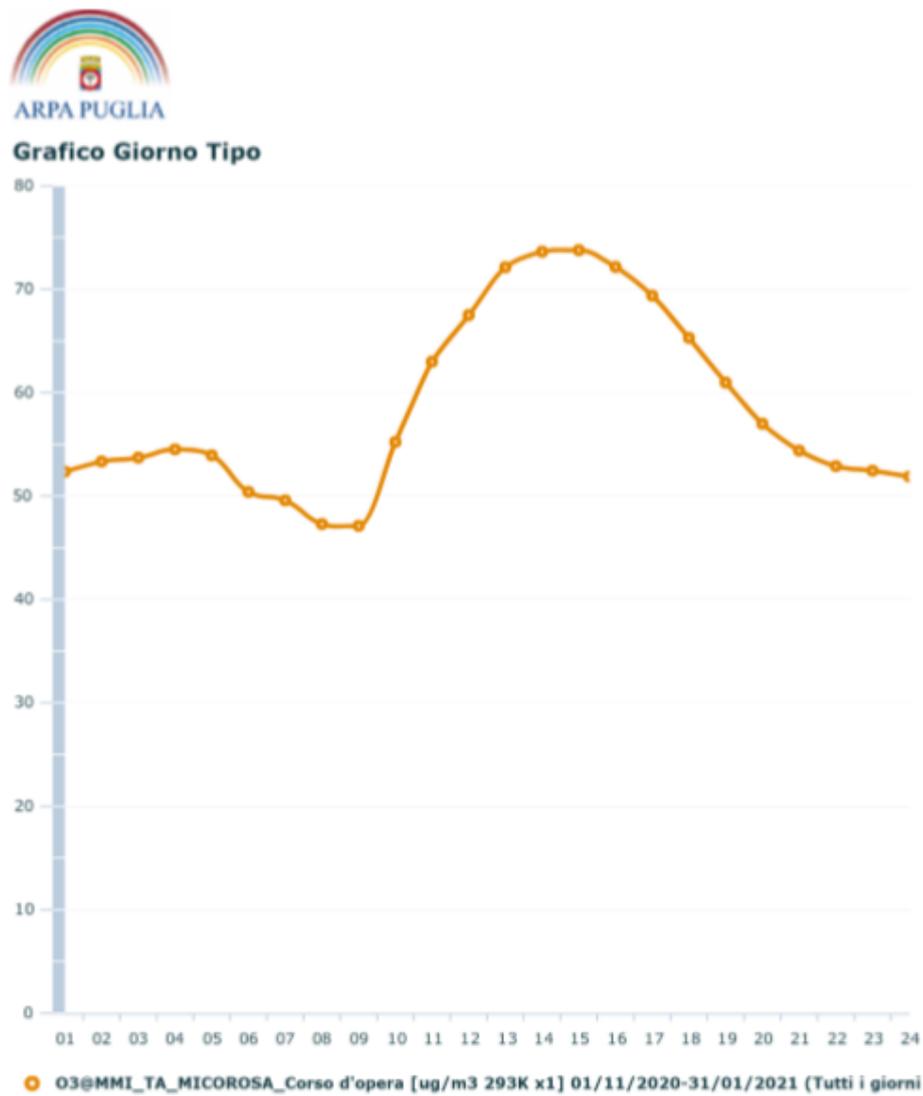


Figura 8: Grafico del giorno tipo per l'inquinante O₃.

2.5. Benzene

Il grafico degli andamenti delle concentrazioni del benzene mostra diverse oscillazioni nel corso della giornata. Mediamente, i valori di benzene più bassi sono stati riscontrati nel primo pomeriggio.

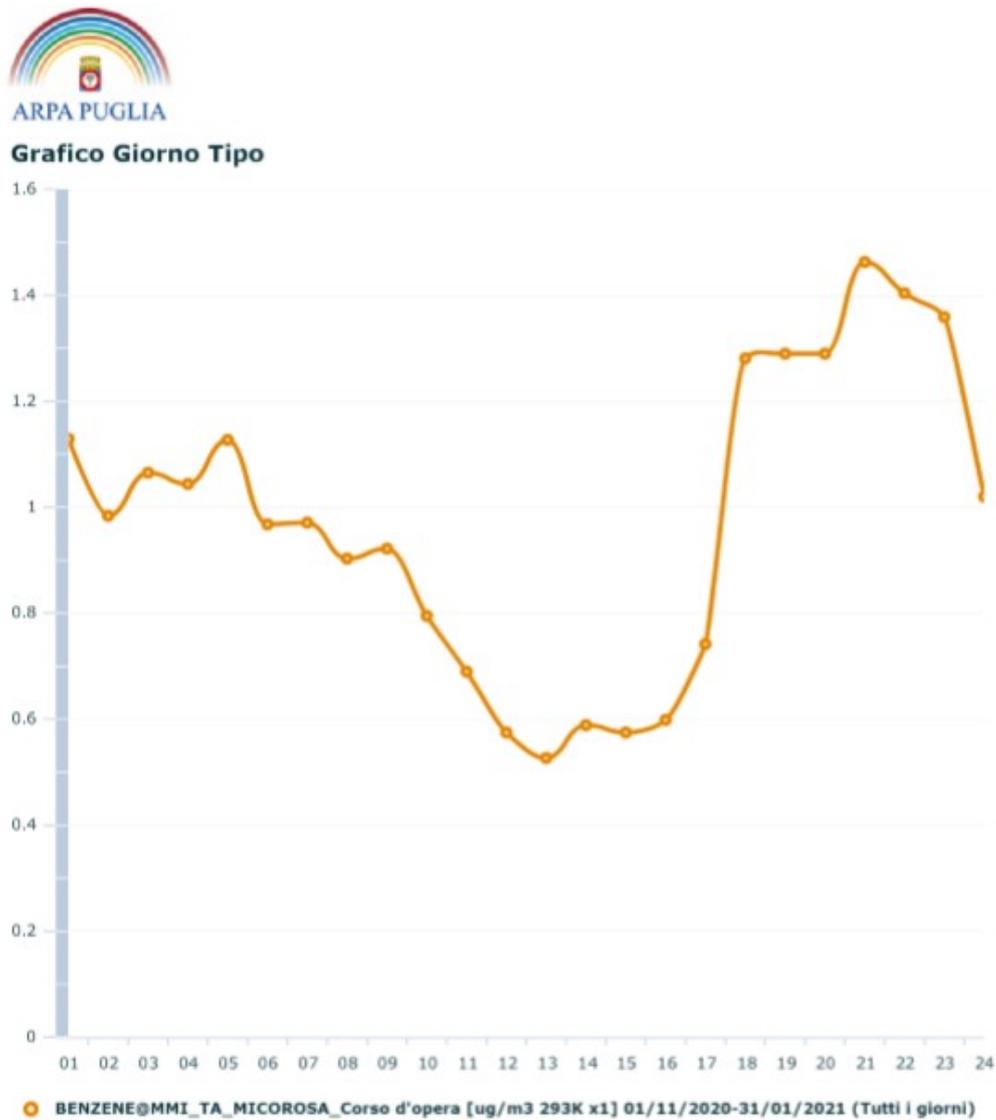


Figura 9: Grafico del giorno tipo per l'inquinante benzene.

2.6. SO₂

Il biossido di zolfo nel periodo di monitoraggio presenta un andamento medio privo di significativi incrementi nella giornata.

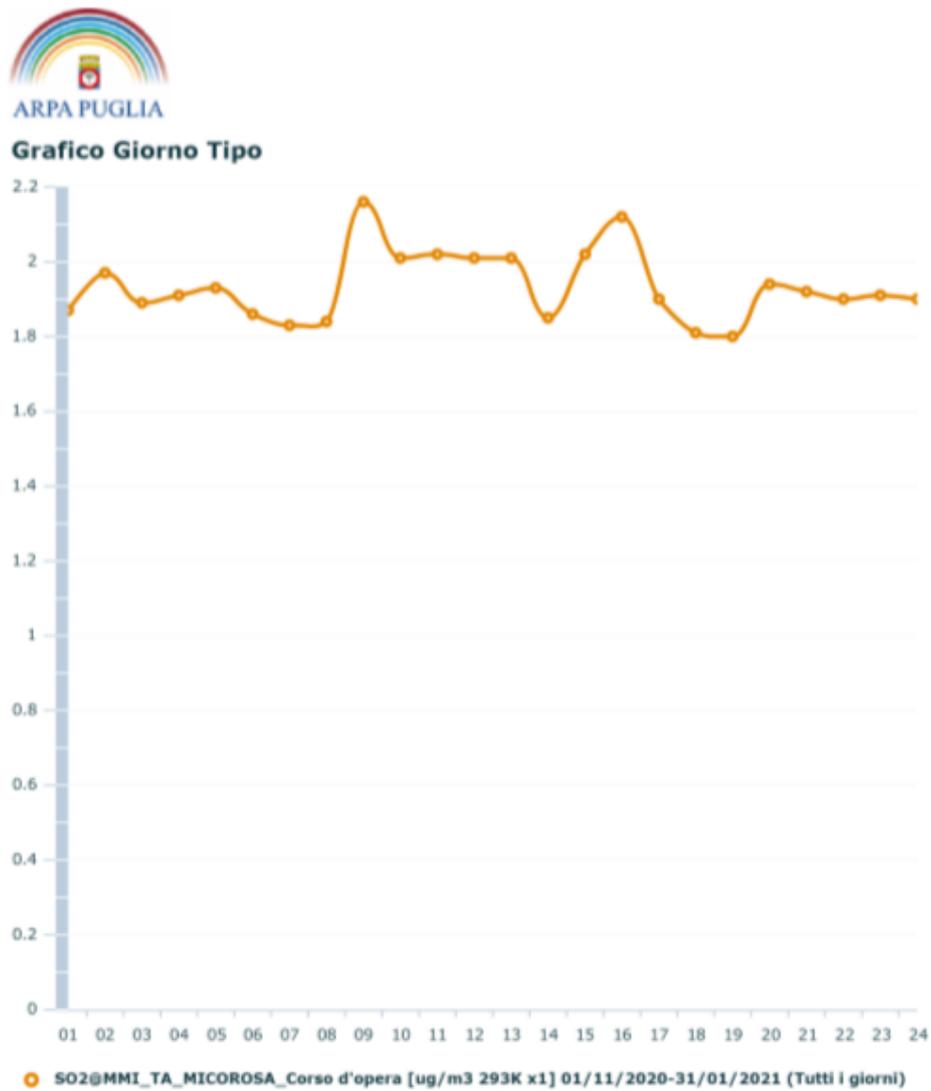


Figura 10: Grafico del giorno tipo per l'inquinante SO₂.

2.7. Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA totali)

Le concentrazioni degli IPA totali hanno mostrato una rapida crescita nelle ore mattutine seguita da un picco meno marcato nelle ore serali.

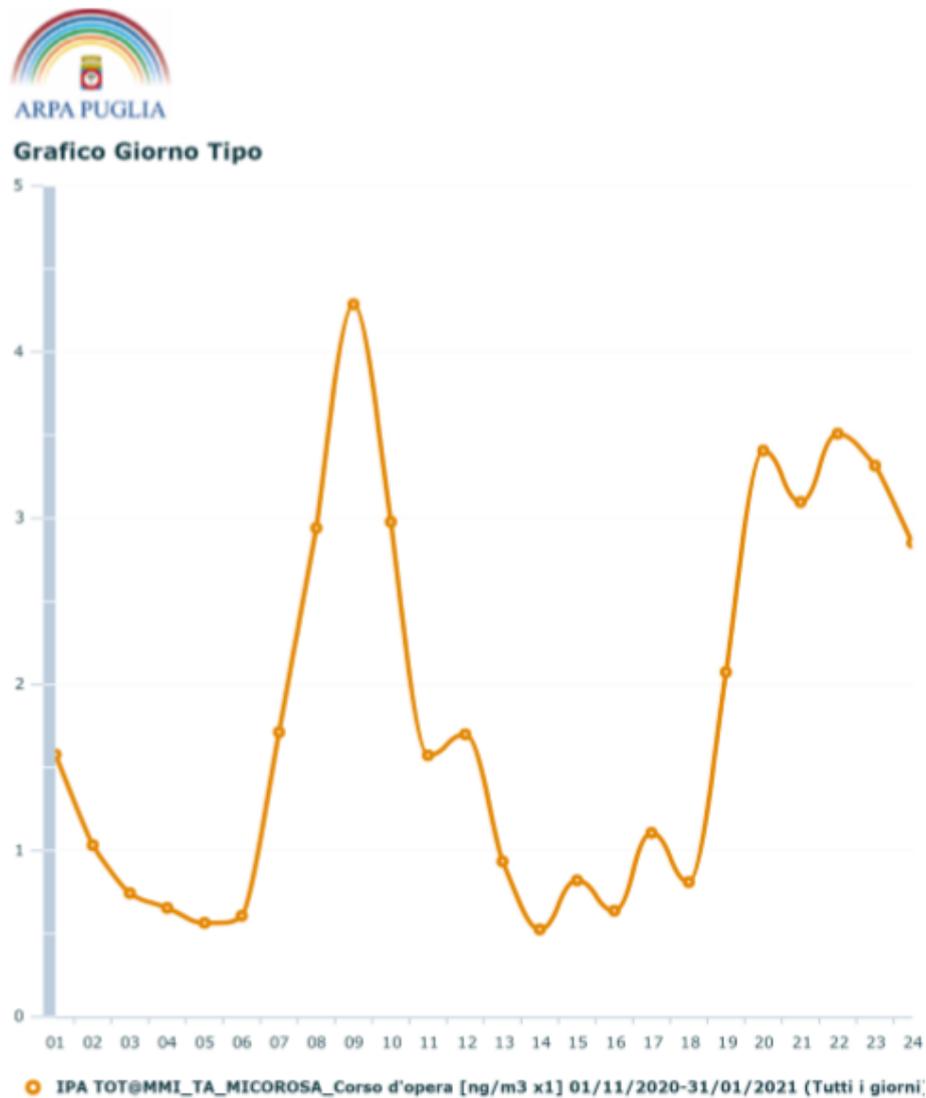


Figura 11: Grafico del giorno tipo per gli idrocarburi policiclici aromatici totali.

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

3.1. PM₁₀

PM ₁₀		
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	CONCENTRAZIONE LIMITE	LIMITI VIGENTI
D. Lgs. 155/2010	50µg/m ³	Valore limite giornaliero da non superare per più di 35 volte nell'anno
	40µg/m ³	Valore limite annuale

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 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. Come si evince dal grafico in Figura 12, nel periodo di monitoraggio non sono stati registrati superamenti di tale limite.

19 di 39

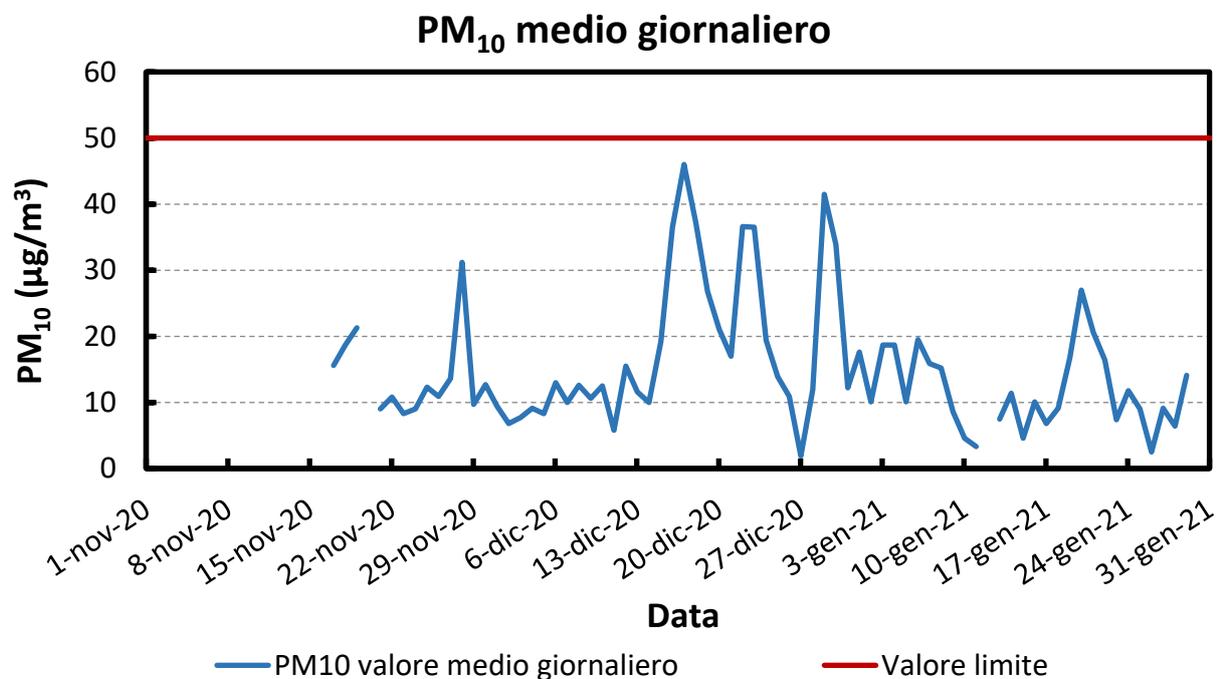


Figura 12: Andamento giornaliero del PM₁₀ misurato presso il sito oggetto della campagna.

I livelli giornalieri di PM₁₀ rilevati nel periodo di monitoraggio a Micorosa, posti a confronto con quelli di altre centraline fisse della rete regionale presenti nel territorio di Brindisi, sono risultati fra loro confrontabili, come si osserva nel grafico seguente.

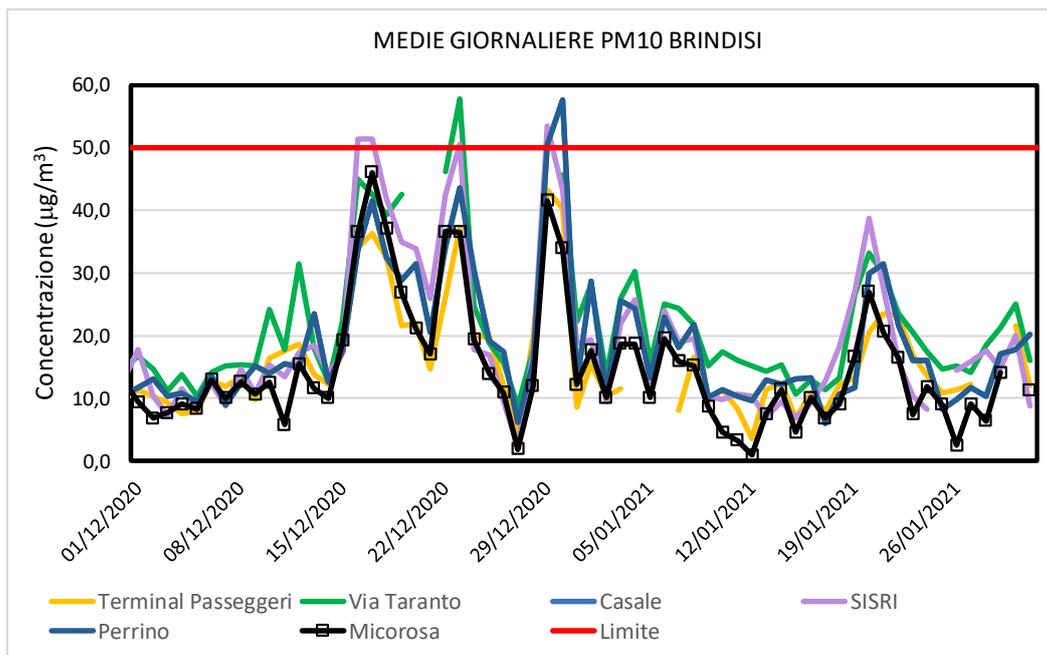


Figura 22A: Andamento giornaliero del PM₁₀ misurato a Brindisi nel periodo oggetto della campagna.

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 del 2020, 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 15 µg/m³ e risulta inferiore al limite annuale. Dal grafico seguente, relativo alla rosa dell'inquinamento² per il PM₁₀, si può osservare che i valori più significativamente elevati di tale inquinante si sono verificati prevalentemente in giornate caratterizzate

² La rosa dell'inquinamento è un'elaborazione ottenuta calcolando il valore medio delle concentrazioni di un dato inquinante in funzione della direzione del vento, ovvero controllando la direzione del vento in corrispondenza ad ogni dato orario e/o giornaliero di concentrazione e svolgendo quindi la media di tutti i dati di concentrazione relativi ad una stessa direzione. Il diagramma ottenuto può inoltre essere suddiviso in Classi (intervalli di concentrazioni) ciascuna associata ad un colore, che permette una visualizzazione più immediata delle occorrenze dei dati per ciascuna direzione del vento. In questo modo si identificano le direzioni di provenienza del vento che contribuiscono in modo più significativo al fenomeno di inquinamento rilevato presso la centralina di monitoraggio.

da venti da S e SE. Si precisa, però, che il grafico relativo al PM₁₀ correla dati biorari (polveri) con dati medi orari (D.V.) e pertanto ha valenza indicativa.

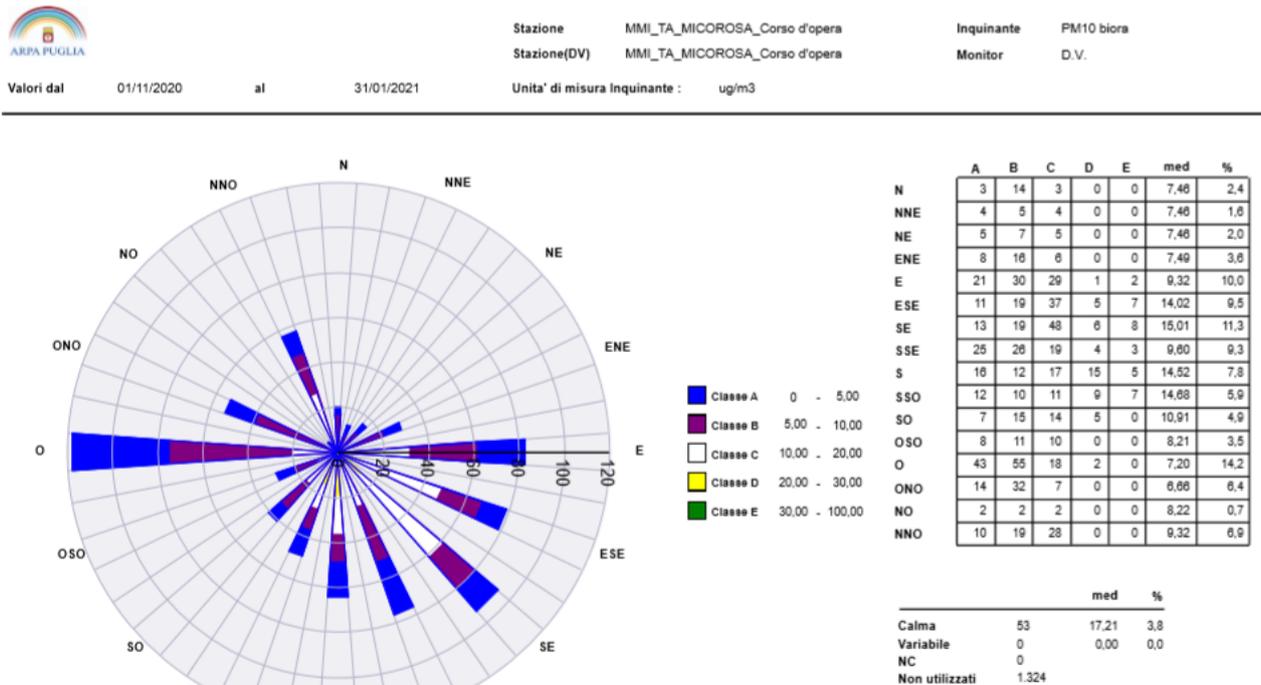


Figura 33: Rosa dell'inquinamento per il PM₁₀.

3.2. 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. 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.

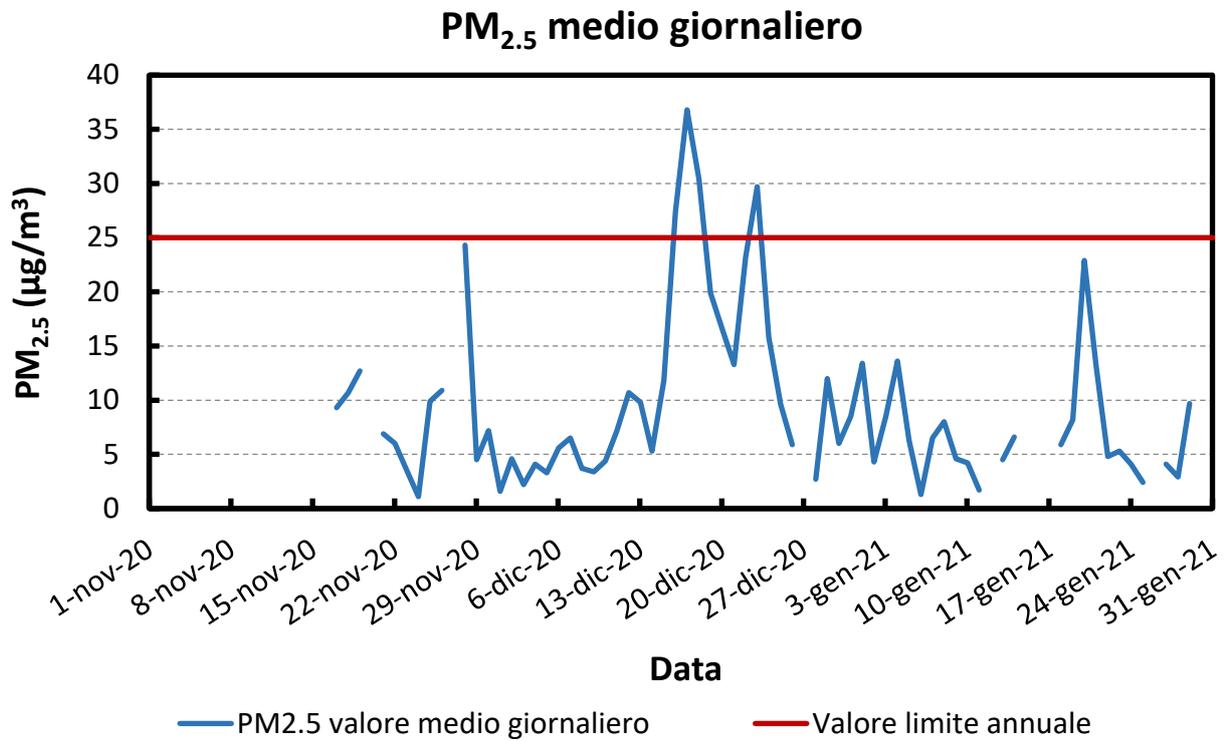


Figura 14: Andamento giornaliero del PM_{2.5} misurato presso il sito oggetto della campagna.

4. Andamento degli inquinanti gassosi

Per gli inquinanti normati Benzene, NO₂, CO, SO₂, non sono stati registrati superamenti dei limiti di legge. Per quanto concerne l'ozono, non si sono avuti valori medi (massimi giornalieri su 8h) superiori al valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, come previsto dalla normativa vigente, pari a 120 µg/m³ da non superare per più di 25 volte l'anno.

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

4.1. 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.

23 di 39

O ₃		
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	CONCENTRAZIONE LIMITE	LIMITI VIGENTI
D. Lgs. 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

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.

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

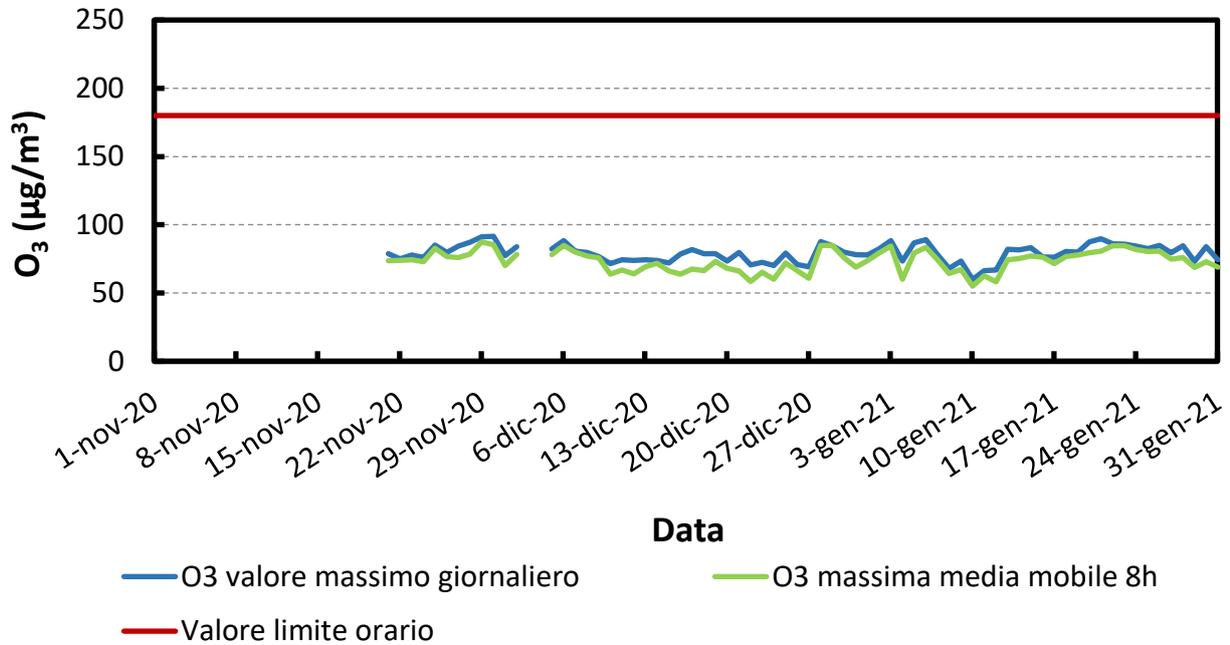


Figura 15: Andamento giornaliero del valore massimo e della massima media mobile misurata sulle 8 ore per l'inquinante ozono.

Dal grafico seguente, relativo alla rosa dell'inquinamento per l'ozono, si può osservare che tale inquinante non ha direzioni preferenziali di provenienza.

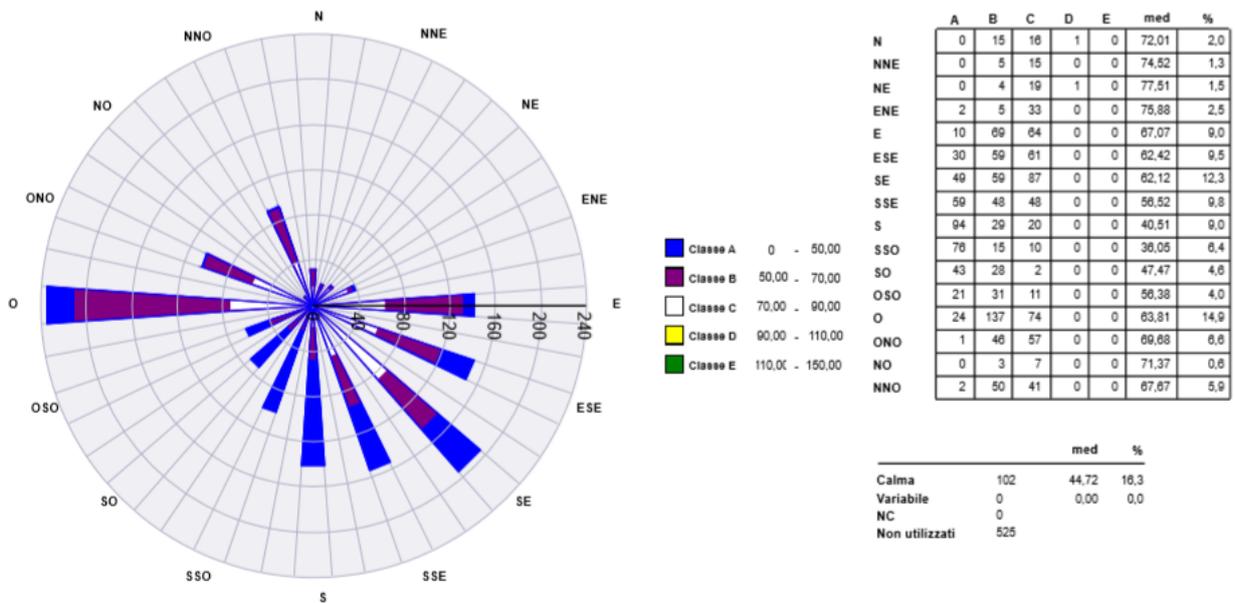


Figura 46: Rosa dell'inquinamento per l'inquinante ozono.

4.2. 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 registrate sono risultati generalmente modesti.

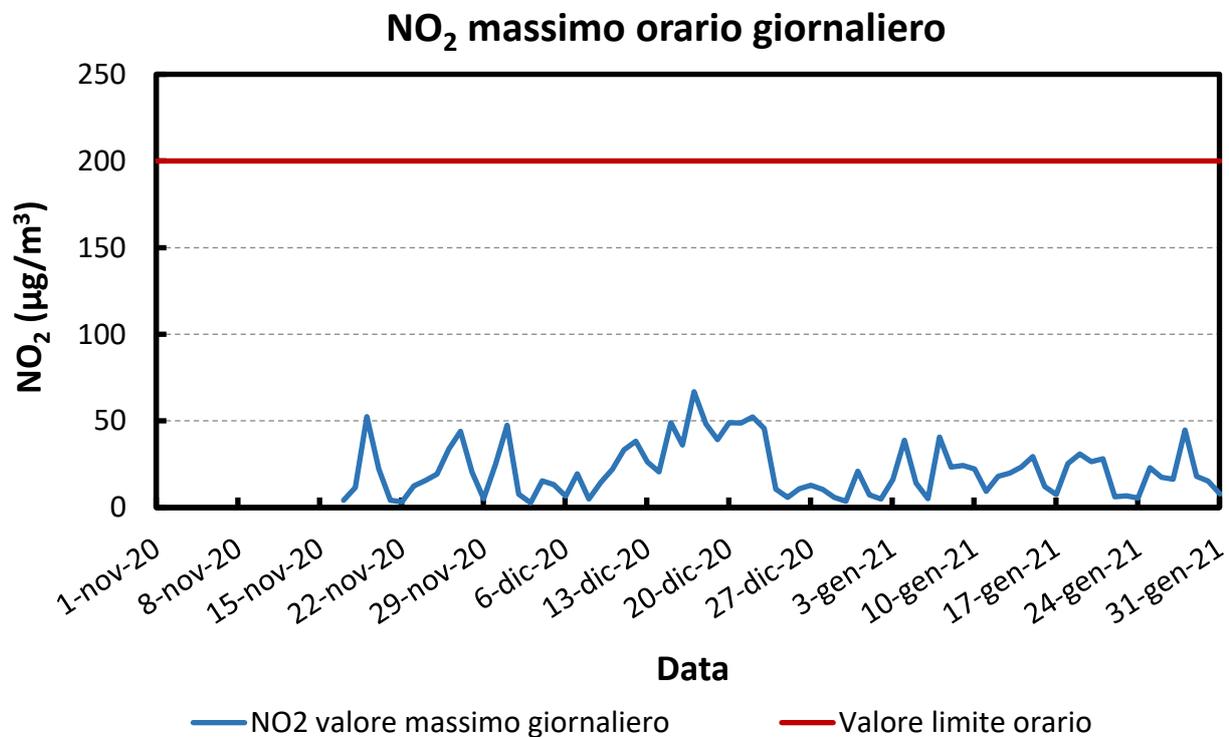
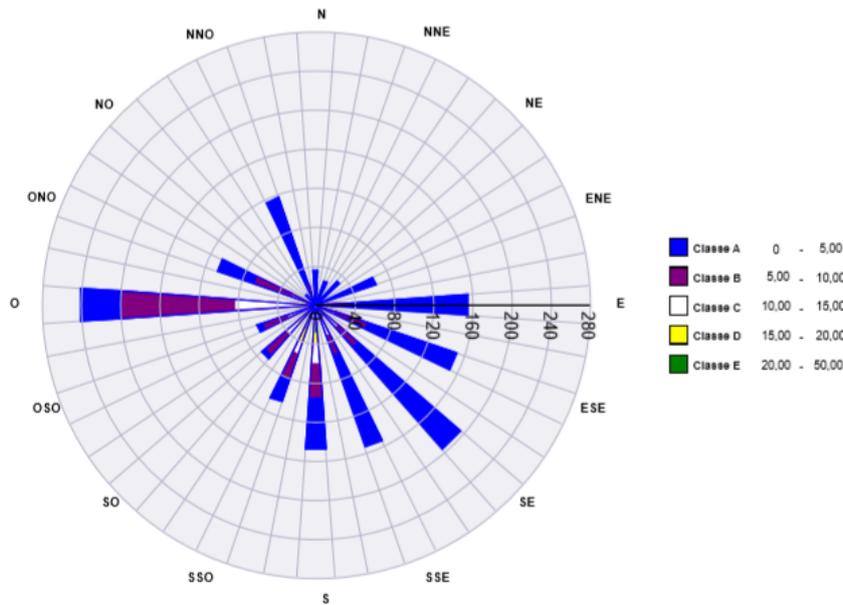


Figura 17: Andamento della concentrazione massima oraria giornaliera per il biossido di azoto misurata presso il sito oggetto della campagna.

Il grafico relativo alla rosa dell'inquinamento per l'NO₂, sotto riportato, mostra che i valori più significativamente elevati di tale inquinante si sono verificati prevalentemente in giornate caratterizzate da venti dal quadrante sud-ovest.



	A	B	C	D	E	med	%
N	31	2	0	0	3	4,47	2,1
NNE	20	3	1	0	2	4,73	1,5
NE	26	5	0	1	1	3,28	1,9
ENE	57	6	1	1	0	2,87	3,8
E	121	26	7	0	3	3,98	9,3
ESE	96	35	13	1	8	5,50	9,0
SE	139	27	15	8	8	5,92	11,6
SSE	100	21	21	7	6	6,70	9,1
S	53	35	21	11	29	11,71	8,8
SSO	24	28	12	13	29	14,40	6,3
SO	5	28	13	14	14	14,13	4,4
OSO	6	27	18	9	4	11,12	3,8
O	42	116	59	20	5	9,14	14,3
ONO	40	40	16	8	3	7,70	6,3
NO	11	2	0	0	1	4,46	0,8
NNO	93	5	4	2	13	5,67	6,9

	med	%
Calma	116	13,89 23,2
Variabile	0	0,00 0,0
NC	0	
Non utilizzati	391	

Figura 58: Rosa dell'inquinamento per l'inquinante biossido di azoto.

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

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

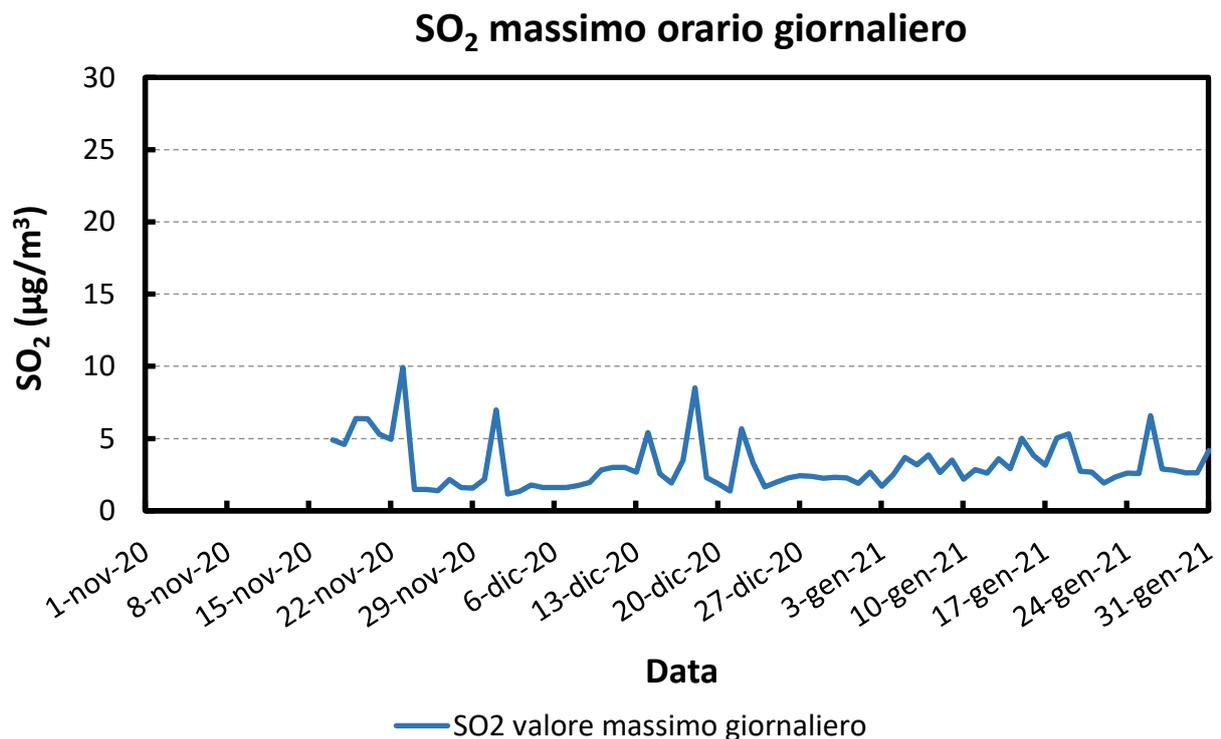
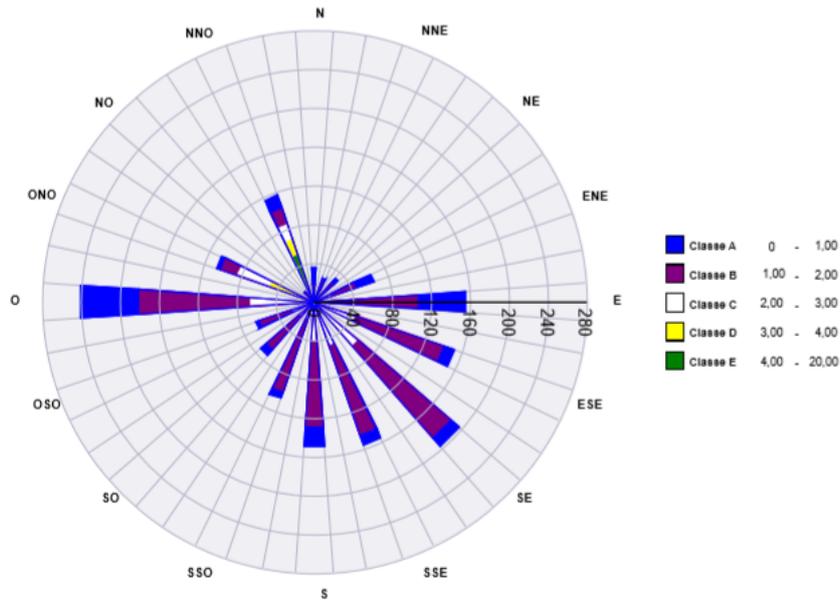


Figura 19: Andamento della concentrazione massima oraria giornaliera per il biossido di zolfo misurata presso il sito oggetto della campagna.

Non sono stati registrati superamenti dei limiti indicati nel D.Lgs 155/10 ed i livelli sono risultati generalmente molto bassi. Il grafico relativo alla rosa dell'inquinamento per SO₂, di seguito riportato, non mostra particolari direzionalità di provenienza.



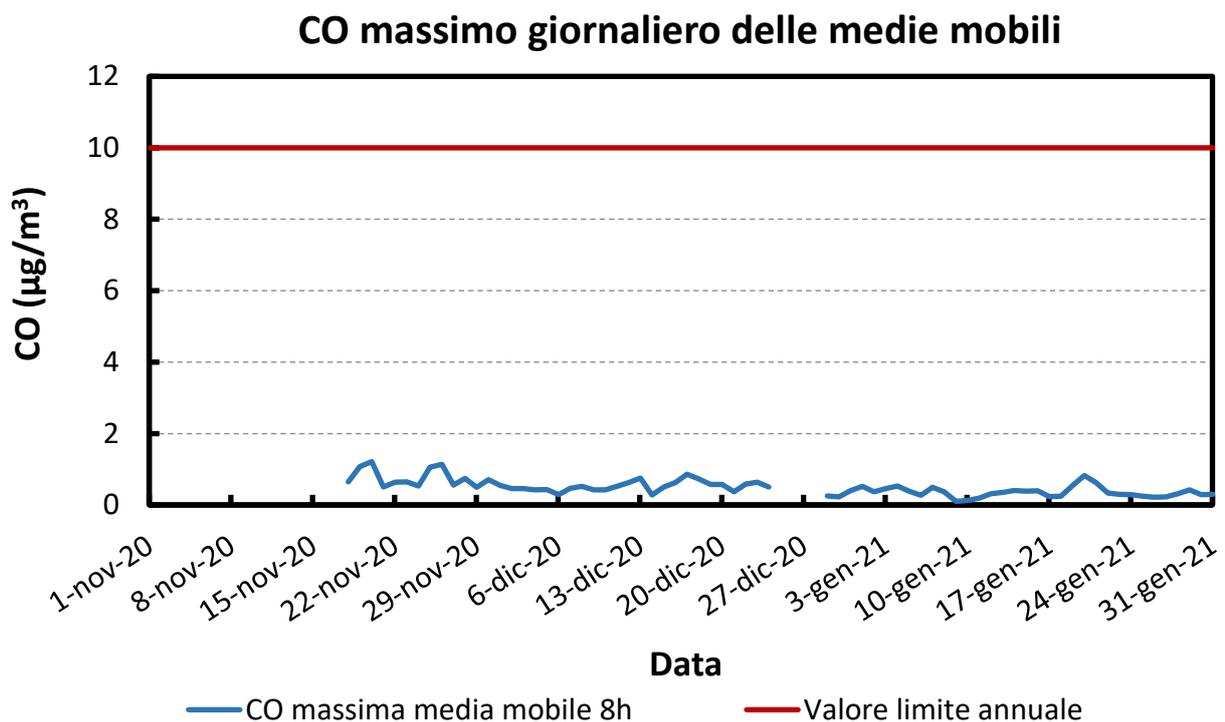
	A	B	C	D	E	med	%
N	18	1	2	3	12	2,34	2,1
NNE	2	12	4	3	5	2,42	1,5
NE	5	10	2	5	11	2,85	1,9
ENE	19	27	4	7	8	1,89	3,8
E	50	91	9	7	0	1,34	9,2
ESE	12	95	36	9	1	1,77	9,0
SE	12	125	59	2	0	1,77	11,7
SSE	11	98	46	1	1	1,73	9,2
S	20	89	35	3	3	1,68	8,8
SSO	7	79	17	1	2	1,68	6,2
SO	9	44	21	0	0	1,65	4,4
OSO	4	36	21	1	2	2,09	3,8
O	61	114	45	11	11	1,71	14,2
ONO	4	18	35	33	17	2,98	6,3
NO	0	4	3	3	4	3,07	0,8
NNO	14	17	17	17	52	3,19	6,9

		med	%
Calma	119	1,77	23,4
Variabile	0	0,00	0,0
NC	0		
Non utilizzati	390		

Figura 20: Rosa dell'inquinamento per l'inquinante biossido di zolfo.

4.4. 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.



3 0 d i 3 9

Figura 21: Andamento della media mobile su 8 ore massima giornaliera, per il monossido di carbonio, misurata presso il sito oggetto della campagna.

Il grafico sotto riportato, relativo alla rosa dell'inquinamento per CO, non mostra una significativa direzionalità per la provenienza di tale inquinante.

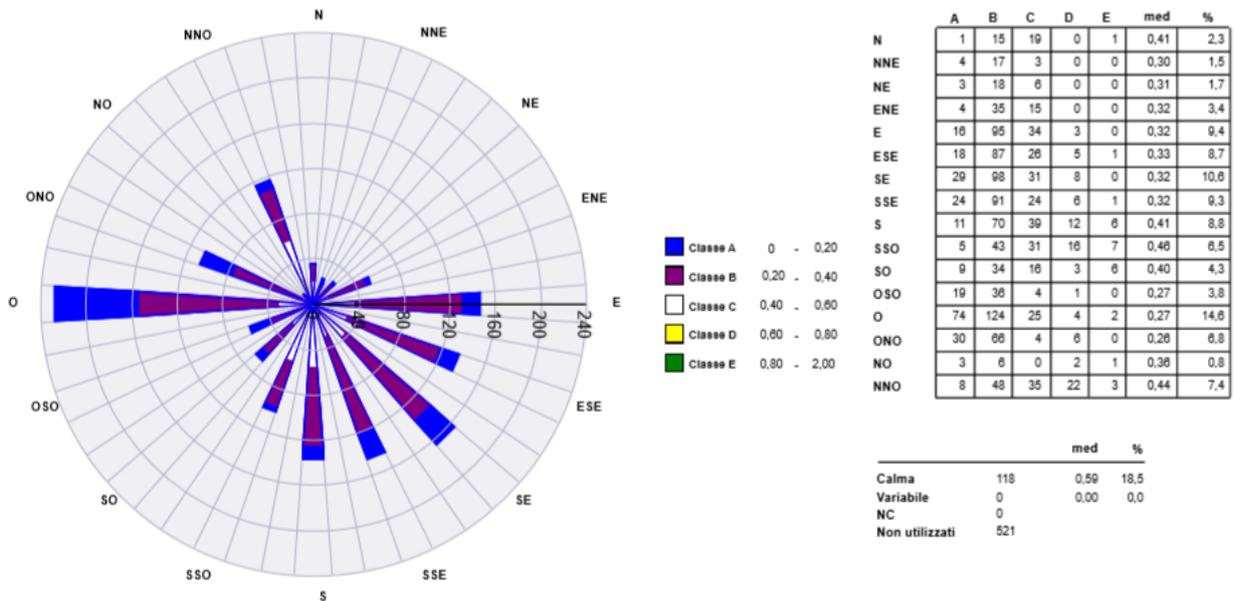


Figura 22: Rosa dell'inquinamento per l'inquinante monossido di carbonio.

4.5. 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. 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. Il valore massimo giornaliero, registrato il 18/12/2020 è stato pari a $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore fuori scala nel grafico seguente); tale massimo orario si è registrato in condizioni di venti da SO, dovuto presumibilmente ad attività antropiche che si svolgevano in quell'area a SO rispetto al mezzo, in quelle ore.

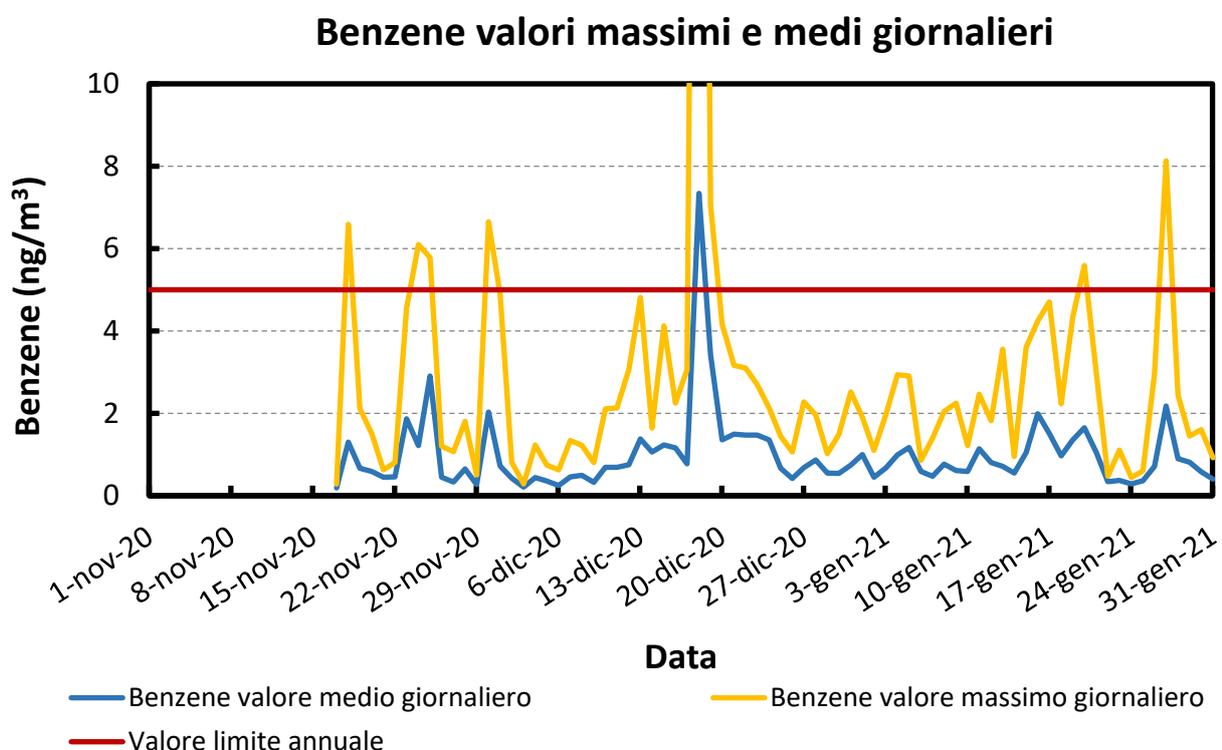


Figura 23: Andamento della concentrazione media e massima giornaliera, per il benzene, misurate presso il sito oggetto della campagna.

Il grafico successivo riporta la rosa dell'inquinamento per il benzene, da cui si evince una frequente direzionalità di provenienza per tale inquinante da Ovest e da Sud Est (dove insiste l'area di Micorosa); le concentrazioni più elevate però sono state registrate in condizioni di vento prevalente da ONO, area in cui sono presenti diversi impianti dello stabilimento Petrolchimico di Brindisi, cioè Enipower, Versalis, Chemgas e Basell.

Dalle stime emissive inserite nell'Inventario delle Emissioni della Regione Puglia (INEMAR2013) si rileva che gli impianti dell'installazione Versalis contribuiscono per più del 99% alle emissioni di benzene provenienti dall'area industriale brindisina.

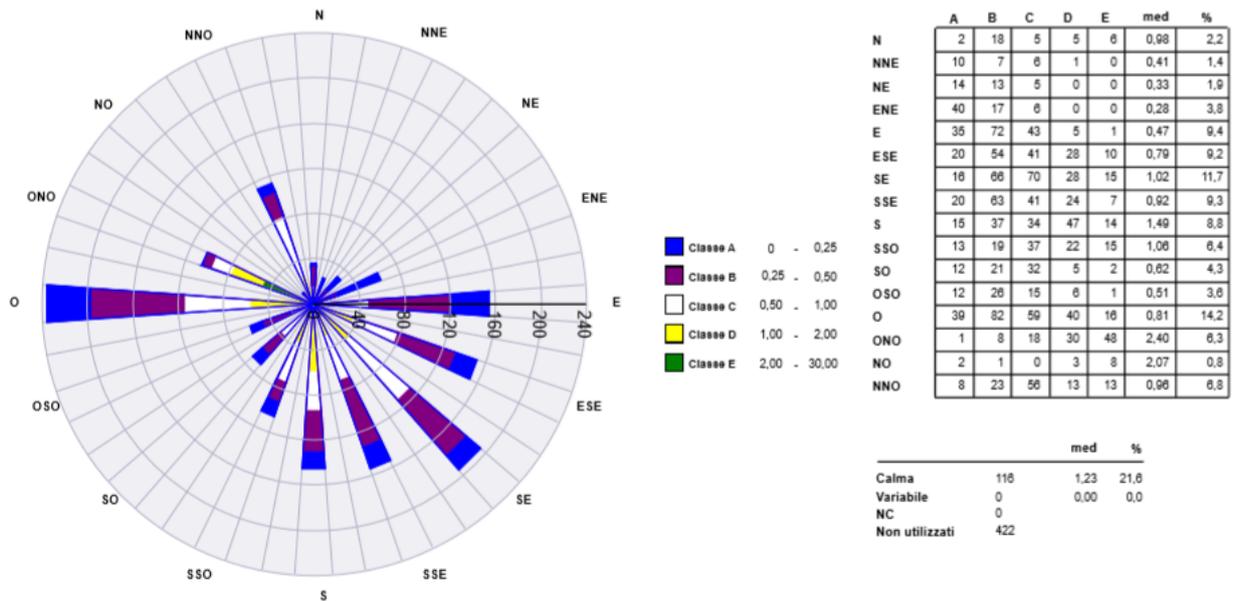


Figura 24: Rosa dell'inquinamento per l'inquinante benzene.

4.6. 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. 155/10 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 nella media dei valori solitamente osservati e senza mostrare particolari criticità. Il valore medio degli IPA_{TOT} per l'intera campagna di monitoraggio è risultato pari a 2 ng/m³.

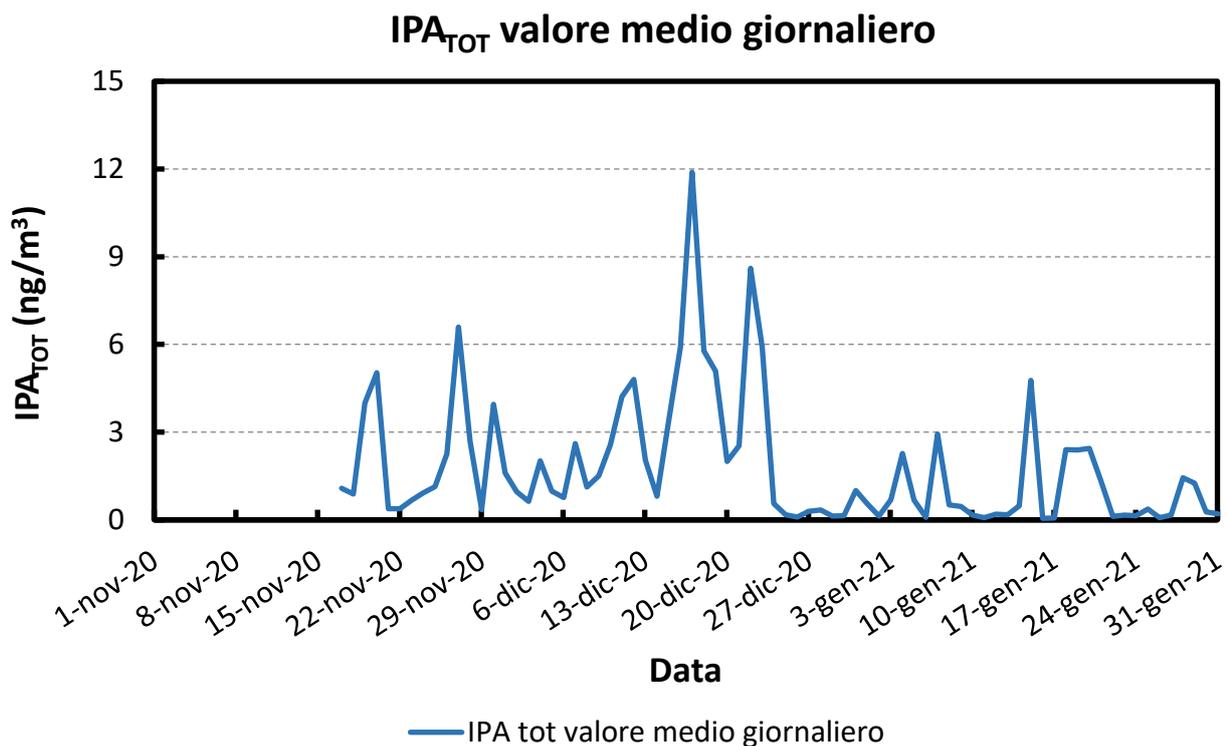


Figura 25: Andamento della concentrazione media giornaliera, per gli idrocarburi policiclici aromatici, misurata presso il sito oggetto della campagna.

Il grafico che segue indica la rosa dell'inquinamento per IPA_{TOT} da cui non si evince una netta direzionalità per questo inquinante.

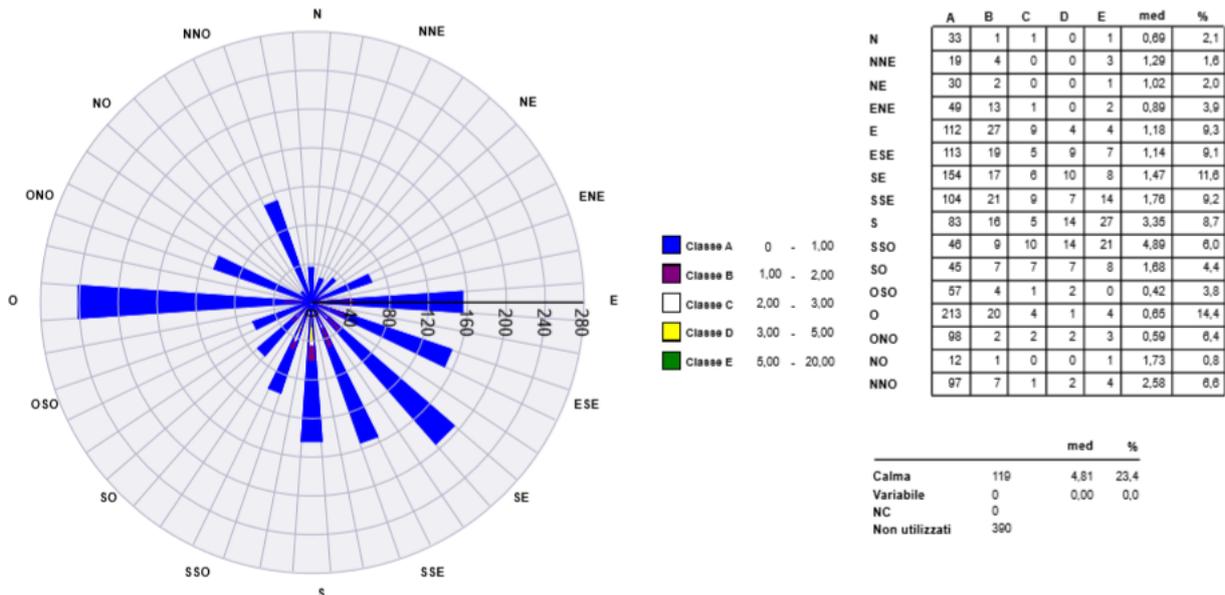


Figura 26: Rosa dell'inquinamento per gli idrocarburi policiclici aromatici.

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:

	PM10	NO2	Benzene	CO	SO2	O3	IPAtot
PM10	1	0.32	0.16	0.29	-0.15	-0.32	0.30
NO2		1	0.22	0.35	-0.01	-0.67	0.73
Benzene			1	0.15	-0.02	-0.20	0.11
CO				1	0.08	-0.44	0.43
SO2					1	0.13	0.05
O3						1	-0.52
IPAtot							1

I coefficienti calcolati indicano correlazioni deboli o del tutto assenti ($C < 0,40$) ad eccezione della coppia di inquinanti NO_2 - IPAtot . Nonostante ciò, appare poco plausibile, da un punto di vista statistico, ipotizzare delle sorgenti comuni per gli inquinanti analizzati.

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, non ancora riavviate, sono state sospese a partire dal mese di aprile 2020, come indicato nel verbale registrato al Protocollo Arpa n. 17561 del 19/03/2020, a causa della emergenza Covid-19 in attuazione del DPCM. Il presente report si riferisce, quindi, ad una fase di sospensione totale delle attività presso il cantiere di bonifica, previste dalle schede allegate alla convenzione e dal cronoprogramma delle attività di parte pubblica, acquisito da ARPA al prot. 75910 del 19/11/2018.

Il periodo di riferimento di questa campagna è dall'11 novembre 2020 al 31 gennaio 2021.

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

Si fa riferimento, comunque, al D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. per i seguenti inquinanti: SO₂, NO₂/NO_x, 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.

- Per il PM10, non sono stati registrati superamenti del valore limite medio giornaliero di 50 µg/m³ (che non deve essere superato per più di 35 volte in un anno), previsto dalla norma di riferimento D. Lgs. 155/10. I livelli giornalieri di PM10 rilevati nel periodo di monitoraggio, posti a confronto con quelli di altre centraline fisse della rete regionale presenti nel territorio di Brindisi, sono risultati fra loro confrontabili.

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 non è stato superato, in quanto si è registrato un valore medio pari a 15 µg/m³.

- Secondo la normativa vigente, il valore limite annuale per il PM2.5 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.
- Relativamente agli altri inquinanti gassosi misurati, nel corso della campagna, ARPA non ha registrato superamenti dei valori obiettivo previsti dalla normativa di riferimento.
- Nel sito di monitoraggio sono emersi andamenti poco correlabili fra gli inquinanti misurati.
- È stata osservata una direzionalità prevalente, per il **benzene**, in termini di frequenza di accadimento a basse concentrazioni da ovest e da sud ovest ma le concentrazioni più elevate sono state rilevate in condizioni di vento prevalente da ONO, area dove sono presenti gli impianti dello Stabilimento

Petrolchimico di Brindisi; le concentrazioni medie giornaliere di benzene sono risultate inferiori al limite medio annuo di 5 mg/m³.

- Si fa presente, tuttavia, che il rispetto dei limiti di qualità dell'aria previsti dalla normativa italiana (il citato D.Lgs. 155/2010), recepimento di analoga 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.

Brindisi, 8 aprile 2021

Il Direttore del Centro Regionale Aria
Dott. Domenico Gramegna

Il funzionario T.I.F. Qualità dell'aria BR-LE-TA
Dott.ssa Alessandra Nocioni



Elaborazione dati:
Dott. Valerio Margiotta

Validazione dati a cura di:
P.ch. Pietro Caprioli, Dott. Daniele Cornacchia, Dott. Aldo Pinto



37di39

Allegato I - Efficienza di campionamento

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

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

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

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

3 8 d i 3 9

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	79
PM _{2,5}	74
O ₃	76
NO ₂	83
SO ₂	83
CO	77
C ₆ H ₆	81
IPA _{TOT}	83

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. 155/10.

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

- SO₂: fluorescenza (Modello 101 A, Teledyne API);
- NO_x: chemiluminescenza con generatore di ozono (Teledyne API);
- CO: assorbimento raggi IR con detector al Silicio (modello 300 E, Teledyne API);
- O₃: assorbimento raggi UV con lampada UV come sorgente luminosa (Teledyne API);
- PM_{10/2,5}: 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);
- 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 PM_{2,5}: 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.