



CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON LABORATORIO MOBILE 31/01/2024 - 22/05/2024

ARPA Puglia
Centro Regionale Aria
 Ufficio Qualità dell'Aria di Bari
 Corso Trieste 27 – Bari

Rev.	Elaborazione dati	Redazione	Verifica	Data
0	Dott.ssa Livia Trizio Dr. Paolo Dambruoso	Dott.ssa Livia Trizio Dr. Paolo Dambruoso	Dott. Lorenzo Angiuli Dott.ssa Alessandra Nocioni	ottobre 2024

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente
 Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460111
www.arpa.puglia.it
 C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica
UOC - Centro Regionale Aria
 Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 0805460608
 E-mail: cra@arpa.puglia.it
 PEC: aria.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it



INDICE

1. Contenuto del Report	pag. 3
1.1 Scopo del monitoraggio	pag. 3
1.2 Sito di monitoraggio	pag. 4
1.3 Inquinanti monitorati	pag. 4
1.4 Parametri meteorologici rilevati	pag. 4
1.5 Riferimenti normativi	pag. 4
2. PM ₁₀ e PM _{2,5}	pag. 7
3. NO ₂	pag. 11
4. Ozono	pag. 13
5. Benzene	pag. 15
6. H ₂ S	pag. 16
7. CO	pag. 18
8. Conclusioni	pag. 19
Allegato 1 Efficienza di campionamento	pag. 21
Allegato 2 Informazione sulla strumentazione e sulle metodologie	pag. 22



1. Contenuto del Report

Richiedente

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata effettuata da ARPA Puglia in seguito a una richiesta del Comune di Modugno al fine di effettuare una valutazione delle ricadute industriali sulla città.

Sito di monitoraggio

Il monitoraggio è stato svolto nel Comune di Modugno presso il Comando Compagnia dei Carabinieri Modugno, in viale della Repubblica, alle seguenti coordinate (41°05'0.93" N; 16°47'25.,84" E)

Periodo di monitoraggio

31/01/2024 - 22/05/2024 (113 giorni)

Cronologia della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio è stata condotta con il laboratorio mobile ARPA installato su veicolo FIAT DUCATO targato GN746VR. Prima dell'avvio della campagna, sono state effettuate le operazioni di calibrazione degli strumenti da parte dei tecnici di Project Automation S.p.A.

Gruppo di lavoro

I dati sono stati gestiti, validati ed elaborati secondo il protocollo interno di ARPA Puglia, dalla dott.ssa Fiorella Mazzone, dalla dott.ssa Livia Trizio e dal dott. Paolo Rosario Dambruoso, con il coordinamento del dott. Lorenzo Angiuli, Dirigente Ambientale del Centro Regionale Aria di ARPA Puglia.



1.1 Scopo del monitoraggio

La campagna di monitoraggio ha avuto lo scopo di approfondire lo stato delle conoscenze del livello della qualità dell'aria nel territorio di Modugno (circa 38.000 abitanti).

1.2 Sito di monitoraggio

Di seguito è mostrato il sito di monitoraggio. Nelle vicinanze del sito di monitoraggio, a distanza di circa 1 Km in linea d'aria, è presente una centralina fissa di monitoraggio della qualità dell'aria facente parte della RRQA: Modugno_EN03. A distanza di circa 3 Km sono presenti 2 centraline fisse Bitonto_EN01 e Modugno_EN02, sempre facenti parte della RRQA. I dati sono resi pubblici e consultabili dal portale web di ARPA Puglia (<https://www.arpa.puglia.it/web/guest/qariaing>).

Il sito presenta caratteristiche analoghe a quelle di una stazione di monitoraggio suburbana industriale.

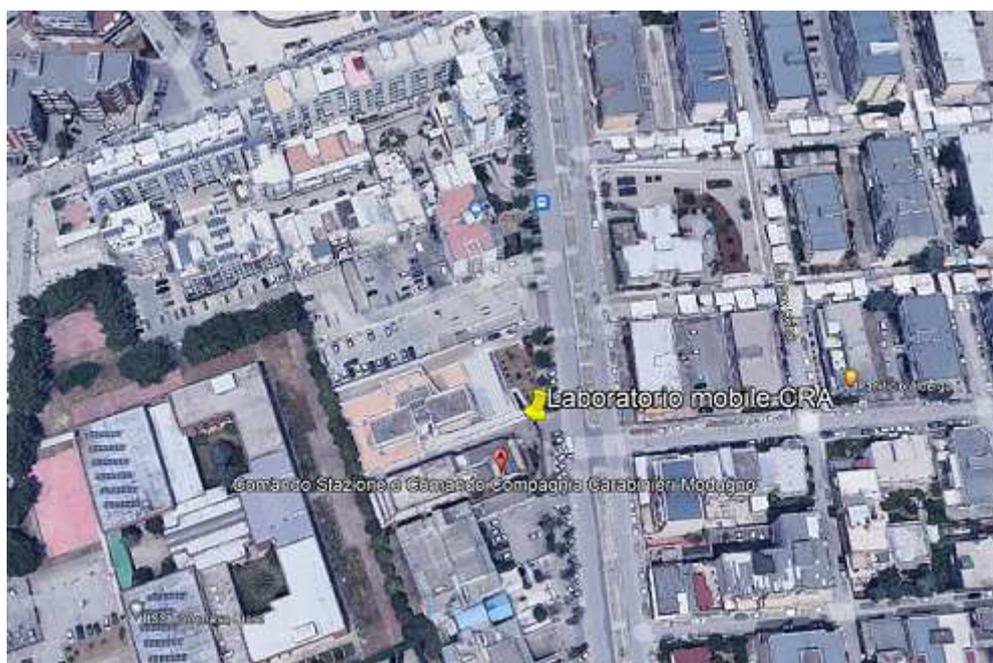


Figura 1. Sito di monitoraggio

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente
Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica
UOC - Centro Regionale Aria
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 0805460608
E-mail: cra@arpa.puglia.it
PEC: aria.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it



1.3 Inquinanti monitorati

Il laboratorio mobile utilizzato nella campagna di monitoraggio è dotato di analizzatori automatici per il campionamento e la misura in continuo dei seguenti inquinanti chimici: particolato (PM10 e PM2,5), ossidi di azoto (NOx), ozono (O₃), benzene (C₆H₆), acido solfidrico (H₂S) e monossido di carbonio (CO).

1.4 parametri meteorologici rilevati

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

1.5 Riferimenti normativi

I valori limite di NO₂/NO_x, PM₁₀, benzene, Ozono sono fissati dal D. Lgs. 155/10. Tale decreto stabilisce sia valori limite annuali per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, sia valori limite giornalieri o orari. Questi ultimi limiti, detti short – term, sono volti a contenere episodi acuti di inquinamento: a essi è infatti associato sia un numero massimo di superamenti da registrare nel corso dell'anno, sia un margine di tolleranza che decresce gradualmente fino al raggiungimento del valore fissato.

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente
Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica
UOC - Centro Regionale Aria
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 0805460608
E-mail: cra@arpa.puglia.it
PEC: aria.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it



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
NO2	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
Benzene	Anno civile	5,0 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2010
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⁾	-
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

Tabella1. Valori limite e valori obiettivo per la protezione della salute umana ai sensi del D. Lgs. n. 155/2010. La tabella include solo gli inquinanti monitorati nell'ambito della presente campagna di monitoraggio.



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

2. PM10 e PM2,5

Per materiale particolato aerodisperso si intende l'insieme delle particelle atmosferiche, solide e liquide, sospese in aria ambiente. Con il termine PM10 viene definita la frazione totale di particelle aventi diametro aerodinamico inferiore a 10 μm mentre con il termine PM2,5 ci si riferisce alla frazione di particelle con diametro aerodinamico minore di 2,5 μm . Queste sono caratterizzate da lunghi tempi di permanenza in atmosfera e possono quindi essere trasportate anche a grande distanza dal punto di emissione, hanno una natura chimica particolarmente complessa e variabile, sono in grado di penetrare nell'apparato respiratorio umano e quindi avere effetti negativi sulla salute. Il particolato in parte è emesso come tale direttamente dalle sorgenti in atmosfera (PM primario) e in parte si forma in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altre specie inquinanti (PM secondario). Il PM può avere sia un'origine naturale (erosione dei venti sulle rocce, eruzioni vulcaniche, combustione di boschi e foreste) sia antropogenico (processi industriali, riscaldamento, traffico veicolare e processi di combustione in generale). Il PM10, inoltre, si definisce primario se generato direttamente da una fonte emissiva (antropica o naturale), o secondario, se derivante cioè da altri inquinanti presenti in atmosfera attraverso reazioni chimiche

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente
Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica
UOC - Centro Regionale Aria
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 0805460608
E-mail: cra@arpa.puglia.it
PEC: aria.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it



La nocività delle polveri sottili dipende dalle loro dimensioni e dalla loro capacità di raggiungere le diverse parti dell'apparato respiratorio. Inoltre, numerose sostanze chimiche, come gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e i metalli (quali piombo, nichel, cadmio, arsenico, vanadio, cromo) possono aderire alla superficie delle polveri sottili determinando effetti sulla salute della popolazione esposta.

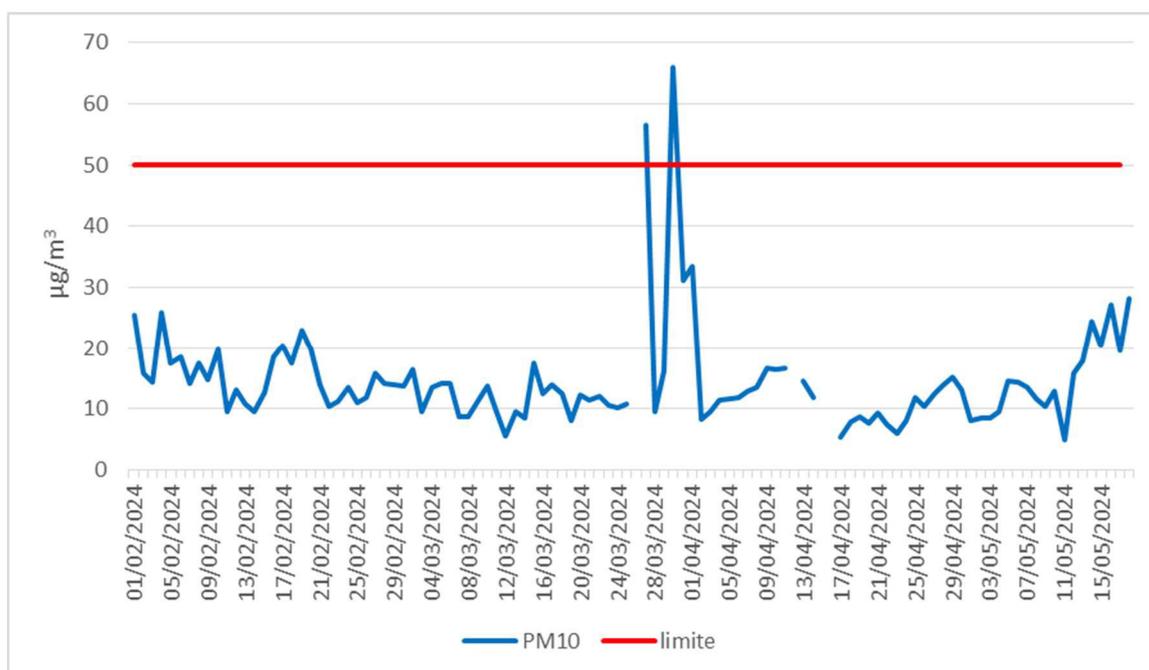
Il PM causa diversi effetti sulla salute tra cui molti disturbi collegati all'apparato respiratorio, come tosse e catarro, asma, diminuzione della capacità polmonare, riduzione della funzionalità respiratoria e bronchite cronica insieme a effetti sul sistema cardiovascolare. L'Agencia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato l'inquinamento dell'aria (di cui il particolato atmosferico è un indicatore) nel Gruppo 1, vale a dire tra le sostanze cancerogene per l'uomo.

Il D. Lgs 155/10 fissa due valori limite per il PM10: la media annua di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e la media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 35 volte nel corso dell'anno solare.

Per il PM_{2,5} è previsto un valore limite annuale pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La determinazione delle concentrazioni di PM10 e PM_{2,5} durante la campagna di monitoraggio è stata realizzata mediante un analizzatore SWAM 5a Dual Channel. Il principio su cui esso si basa è rappresentato dall'attenuazione delle radiazioni di tipo β generate da una sorgente radioattiva ^{14}C interna allo strumento.

Di seguito sono riportati i grafici inerenti le concentrazioni di particolato giornaliero registrate nel periodo di monitoraggio.



Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente
Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica
UOC - Centro Regionale Aria
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 0805460608
E-mail: cra@arpa.puglia.it
PEC: aria.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it



Figura 2a. Media giornaliera di PM10

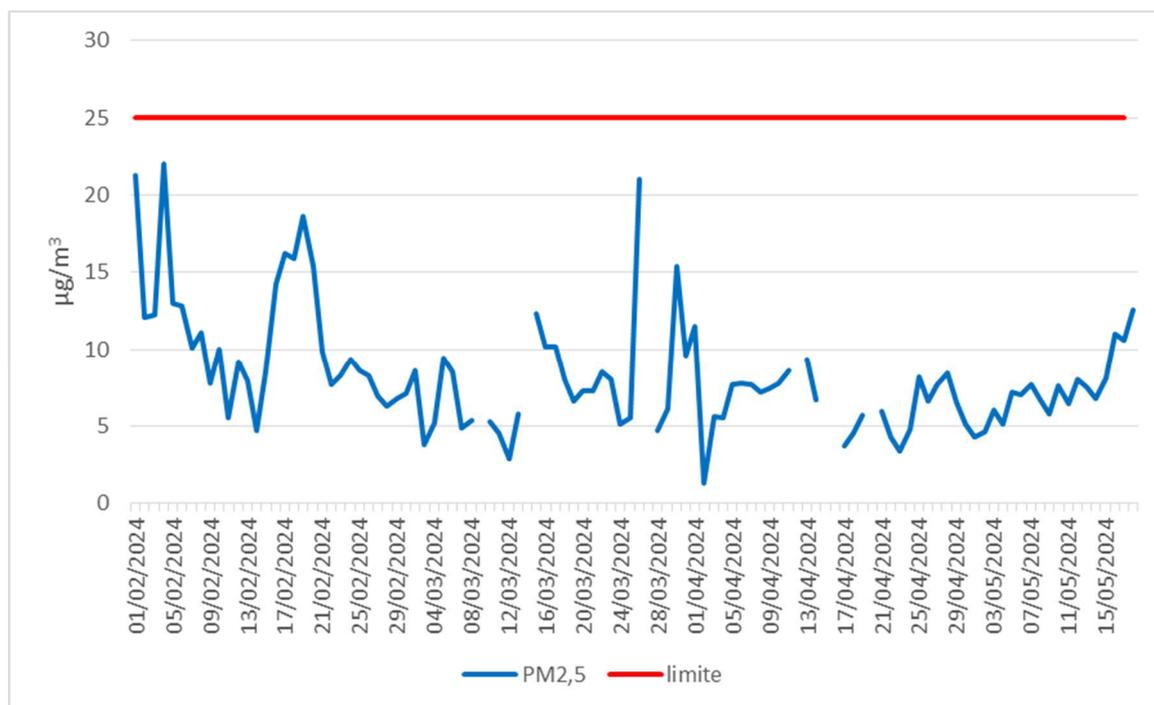


Figura 2b. Media giornaliera di PM2.5

Dalla figura si evince la presenza di n. 2 superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato per il PM10, verificatisi in giorni in cui la Regione è stata soggetta a fenomeni di avvezioni sahariane. Gli eventi sono stati individuati mediante le carte elaborate dal modello Prev'Air e le back-trajectories del modello HYSPLIT. Tale fenomeno ha portato al superamento del valore limite di PM10 in molte stazioni fisse di monitoraggio della RRQA (Rete Regionale di monitoraggio della Qualità dell'Aria). In accordo alla Direttiva sulla Qualità dell'Aria 2008/50/CE, per entrambi i giorni è stato possibile effettuare lo scorporo del contributo naturale dalla concentrazione di PM10 registrata; pertanto il numero di superamenti durante la campagna di monitoraggio è risultato pari a zero.

La concentrazione media dei dati validi di PM10 durante il periodo di monitoraggio è stata pari a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore al limite (da calcolare su base annuale) di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre la concentrazione media dei dati validi di PM2,5 è stata uguale a $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anche in questo caso inferiore al limite di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da calcolare come media su base annua. Il grafico seguente riporta le concentrazioni medie giornaliere di alcuni siti di monitoraggio fissi



della qualità dell'aria, registrate durante il periodo relativo alla campagna a Modugno, dal 31 gennaio al 22 maggio 2024.

Gli andamenti delle concentrazioni di PM10 e PM2.5 a Modugno, rispetto a quelli degli altri siti limitrofi, risultano confrontabili e i livelli registrati dal mezzo sono prevalentemente inferiori alle stazioni fisse; non si osservano particolari situazioni critiche da segnalare.

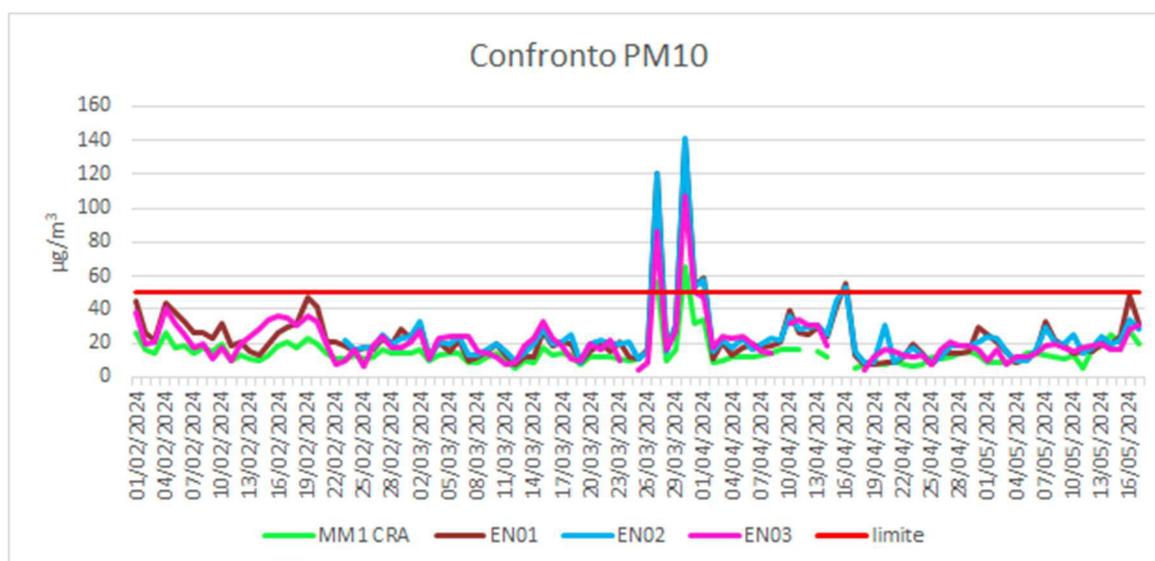


Figura 2c. Confronto medie giornaliere PM10 con altri siti

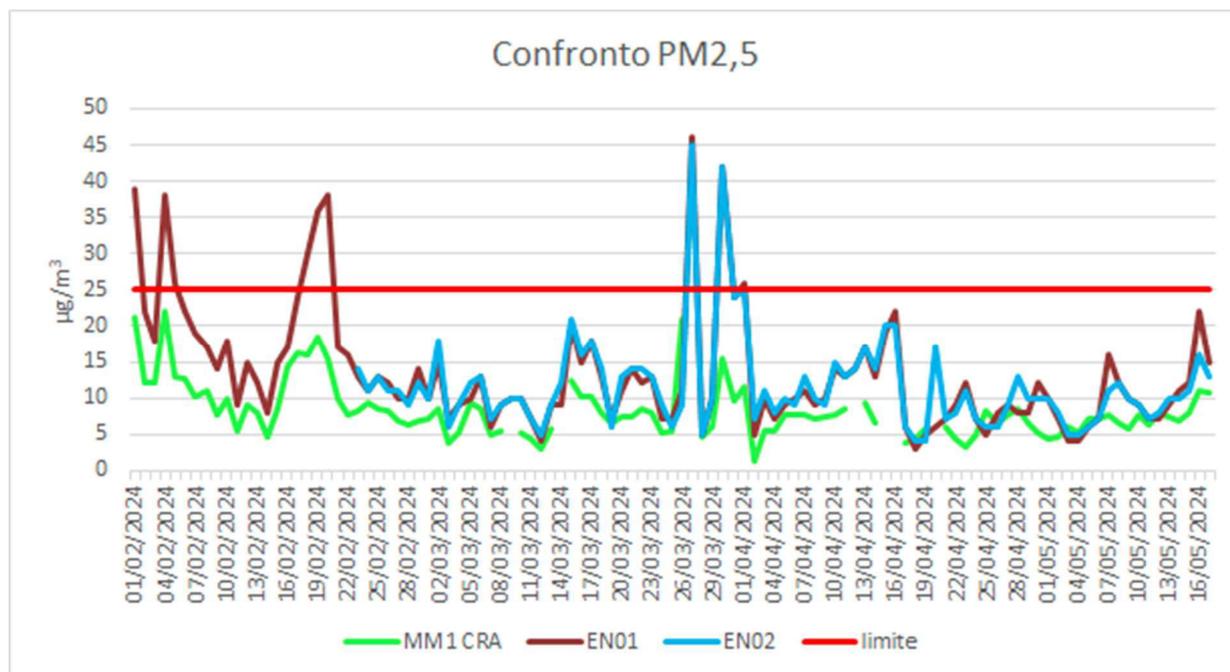


Figura 2d. Confronto medie giornaliere PM_{2,5} con altri siti

3. NO₂

Gli Ossidi di Azoto, NO, NO₂, N₂O etc., sono generati nei processi di combustione. Tra tutti, il Biossido di Azoto (NO₂), è il più pericoloso perché costituisce il precursore di una serie di reazioni di tipo fotochimico che portano alla formazione del cosiddetto “smog fotochimico”. In ambito urbano, un contributo rilevante all’inquinamento da NO₂ è dovuto alle emissioni dagli autoveicoli. L’entità di queste emissioni può variare in base sia alle caratteristiche e allo stato del motore del veicolo, che in base alla modalità di utilizzo dello stesso. In generale, l’emissione di ossidi di azoto è maggiore quando il motore funziona a elevato numero di giri e cioè in arterie urbane non a scorrimento veloce che impongono continui cambi di velocità.

Il D. Lgs. 155/10 fissa un limite orario di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte nell’anno solare e un limite sulla media annuale di 40 µg/m³.



Nel grafico seguente sono riportati i valori delle medie giornaliere registrati durante la campagna di monitoraggio. La concentrazione media dei dati validi di NO₂ durante il periodo di monitoraggio è stata di 15 µg/m³, inferiore al limite (da calcolare su base annuale) di 40 µg/m³.

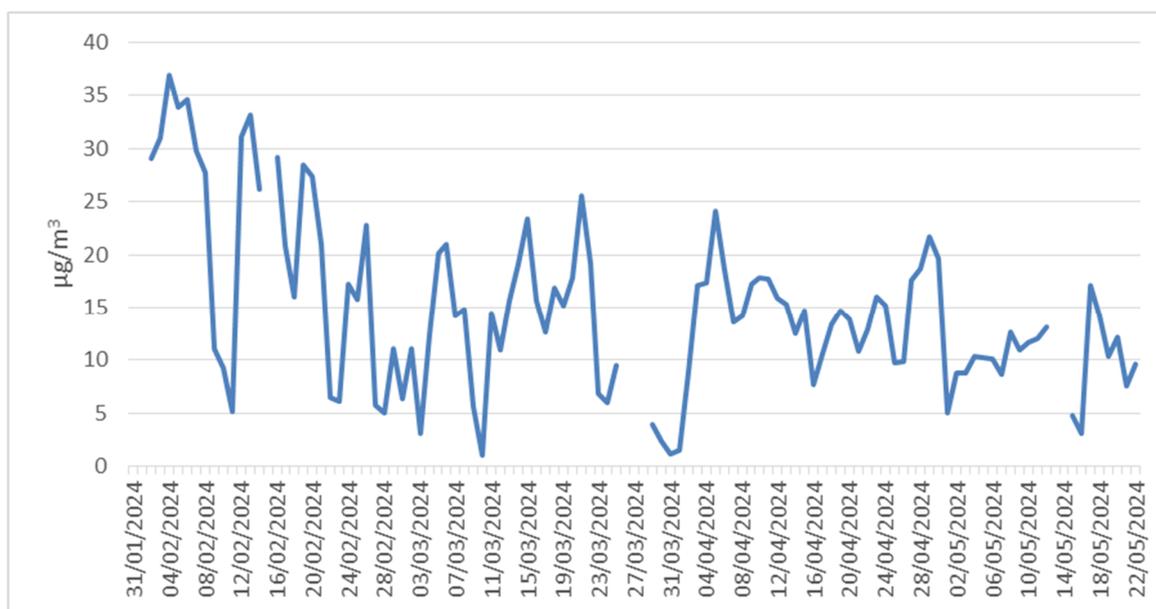


Figura 3a. NO₂: media giornaliera

Nel grafico di seguito sono riportati i valori del massimo orario giornaliero registrati durante la campagna di monitoraggio. Come si osserva, non si è verificato nessun superamento del valore limite orario di 200 µg/m³.

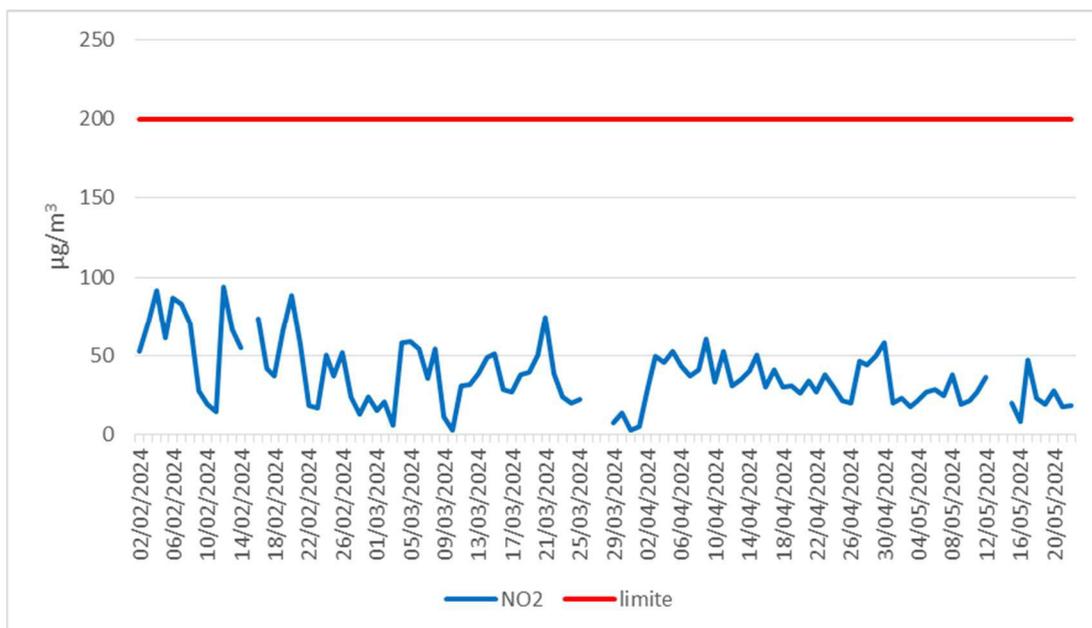


Figura 3b. NO₂: massimo giornaliero della media oraria

Di seguito è mostrato il giorno tipo (cioè ossia l'andamento tipico quotidiano nel periodo della campagna di misura) per l'NO₂. Dal grafico si evince come le concentrazioni maggiori vengono rilevate nelle ore di punta di traffico veicolare, ovvero tra le 8 e le 9 della mattina e tra le 18 e le 20 della sera.

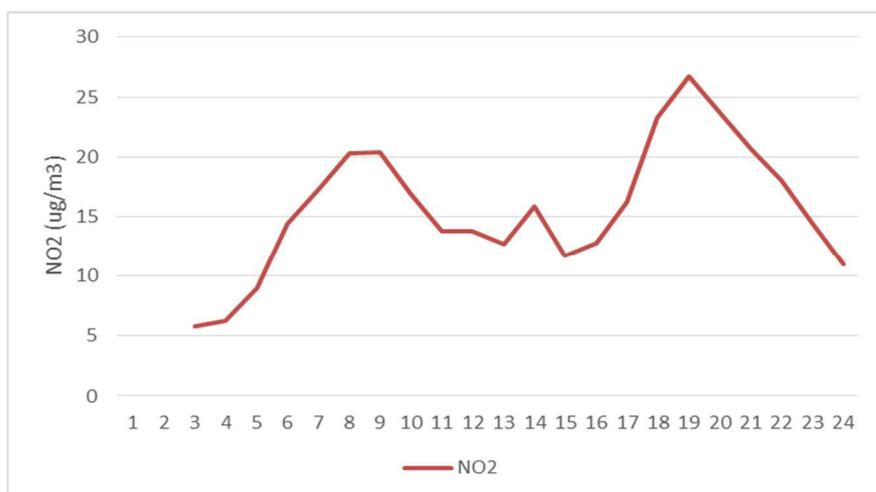


Figura 3c. NO₂: giorno tipo

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente
Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica
UOC - Centro Regionale Aria
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 0805460608
E-mail: cra@arpa.puglia.it
PEC: aria.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it



4. Ozono

L'Ozono è un inquinante secondario che si forma in atmosfera attraverso reazioni fotochimiche tra altre sostanze (tra cui gli Ossidi di Azoto e i Composti Organici Volatili). Poiché il processo di formazione dell'Ozono è catalizzato dalla radiazione solare, le concentrazioni più elevate si registrano nelle aree soggette a forte irraggiamento e nei mesi più caldi dell'anno. Il D. Lgs. 155/10 fissa un valore bersaglio per la protezione della salute umana pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media mobile delle 8 ore, da non superare più di 25 volte l'anno e un valore obiettivo a lungo termine, pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione della media mobile sulle 8 ore di ozono¹. Il valore bersaglio per la protezione della salute umana è pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nel seguente grafico sono riportati i massimi della media mobile su 8 ore rilevati durante tutto il periodo della campagna di monitoraggio. Non sono stati registrati superamenti del valore bersaglio.

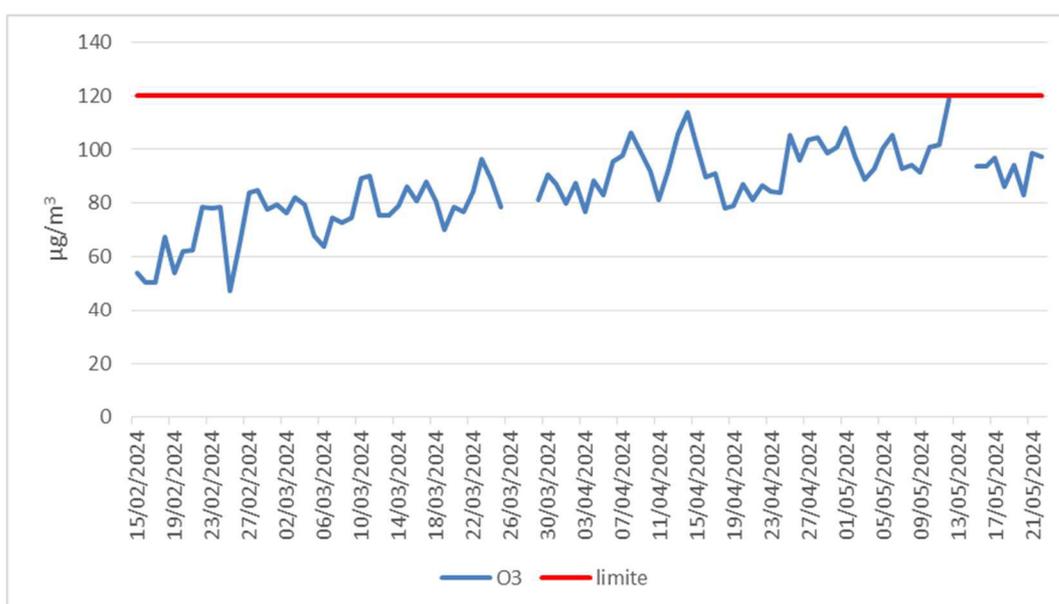


Figura 4. O₃: valore massimo della media sulle 8 ore

¹ Tale parametro è determinato sulla base dell'analisi dei dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata sarà assegnata al giorno nel quale finisce; in pratica, la prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno in esame; l'ultima fascia temporale di calcolo, invece, è compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.



5. Benzene

Il benzene presente in atmosfera è originato dall'attività umana ed in particolare dall'uso di petrolio, oli minerali e loro derivati. In area urbana, la principale sorgente di benzene è rappresentata dalle emissioni dovute a traffico autoveicolare. Esso, infatti, è presente nelle benzine e, come tale, viene prodotto durante la combustione. La normativa italiana in vigore attualmente prevede che il tenore massimo sia pari all' 1%. Negli ultimi anni, con l'avvenuta formulazione di benzine aventi basso contenuto in benzene, si è osservato un graduale decremento del contributo della concentrazione di tale inquinante in atmosfera. Secondo la normativa vigente, 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.

Nel seguente grafico è riportato il valore della concentrazione media giornaliera registrata durante il periodo di monitoraggio. Il valore medio di concentrazione nel periodo della campagna di monitoraggio è stato pari a $0,65 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

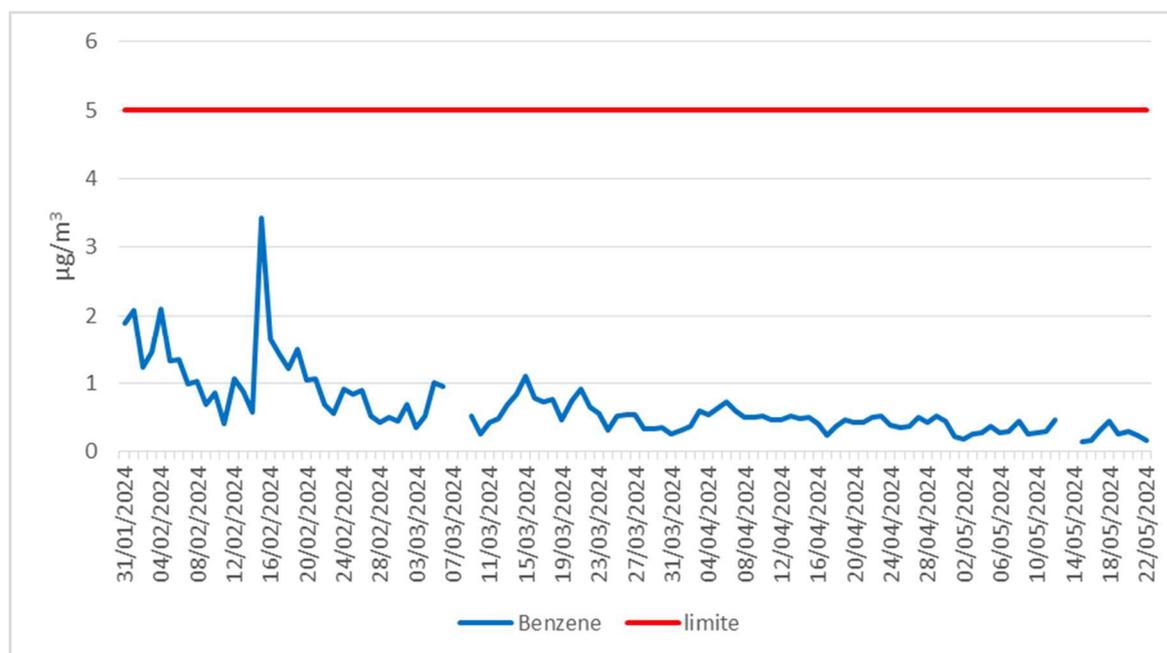


Figura 5a. Benzene: media giornaliera



6. H₂S

L'H₂S è un gas incolore dall'odore caratteristico di uova marce. È un coprodotto indesiderato nei processi di produzione di carbon coke, di cellulosa, di raffinazione del petrolio, di rifinitura di oli grezzi, di concia delle pelli, di fertilizzanti, di coloranti e pigmenti, di trattamento delle acque di scarico e di altri procedimenti industriali. La normativa europea e quella nazionale non stabiliscono valori limite, soglie di allarme e/o valori obiettivo di qualità dell'aria. Secondo le Linee Guida sulla Qualità dell'aria dell'OMS, al fine di evitare molestie olfattive alla popolazione, la concentrazione semi-oraria di H₂S non dovrebbe essere superiore a 7 µg/m³.

Uno fra i parametri più significativi nella individuazione di possibili fonti di molestie olfattive è rappresentato dall'acido solfidrico (H₂S), un gas incolore dall'odore caratteristico di uova marce, tossico a concentrazioni elevate e caratterizzato da una soglia olfattiva molto bassa, che si forma in condizioni di fermentazione batterica anaerobiche.

Relativamente all'idrogeno solforato (H₂S), in assenza di limiti normativi nazionali ed europei, si potrà fare riferimento alle indicazioni della WHO e dell'Agenzia Ambientale statunitense (EPA). La WHO per l'aria ambiente ha elaborato le linee guida per tale inquinante, anche riferendosi ai tempi di esposizione. Per l'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 H₂S.

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

Tabella 2. Valori di riferimento per H₂S



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

Figura 6. Valori di guida/riferimento di H₂S in aria ambiente in alcuni paesi extra-europei

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente
Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica
UOC - Centro Regionale Aria
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 0805460608
E-mail: cra@arpa.puglia.it
PEC: aria.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

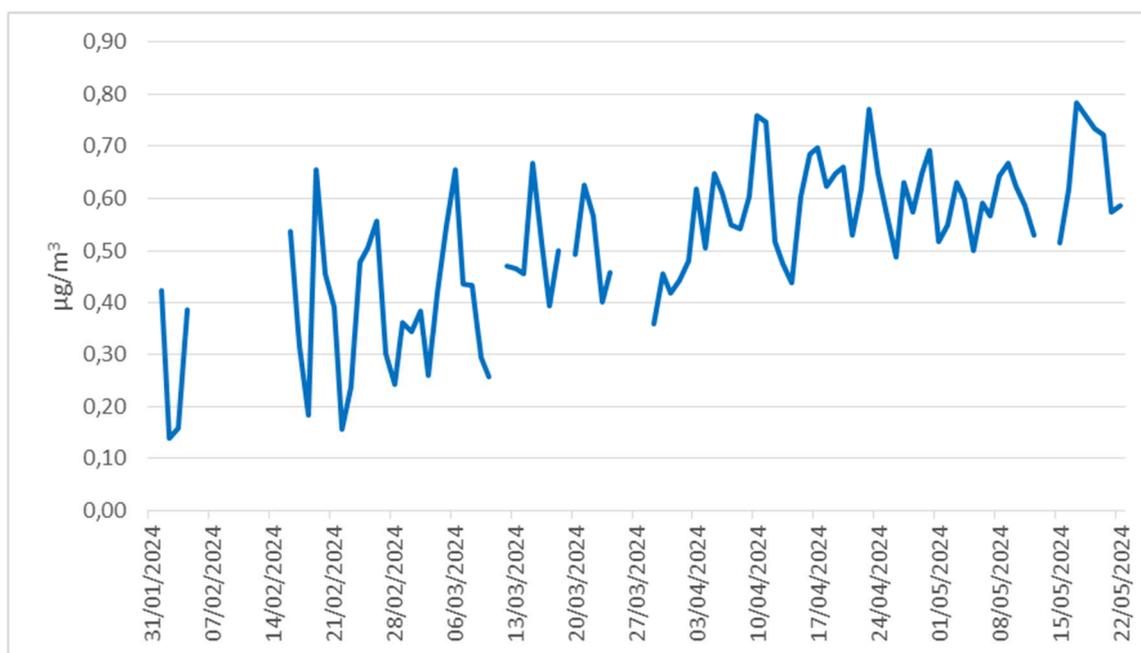


Figura 6a. H₂S medie giornaliere

Non sono state rilevate concentrazioni medie giornaliere superiori al valore soglia indicato dall'OMS (WHO), sulla media giornaliera pari a 150 µg/m³.

7. CO

La principale sorgente di CO in area urbana è rappresentata dal traffico veicolare e in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. In particolare, la quantità emessa dagli scarichi dei veicoli a benzina è strettamente legata alle condizioni di funzionamento del motore. Si registrano, infatti, concentrazioni più elevate con motore al minimo ed in fase di decelerazione: condizioni tipiche di traffico urbano.

Il D. Lgs. 155/10 fissa un limite di 10 mg/m³ da calcolarsi come massimo della media mobile sulle 8 ore.

Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione della media mobile sulle 8 ore di CO.

Come si nota, durante il periodo di monitoraggio non è stato mai superato il valore limite di 10 mg/m³.

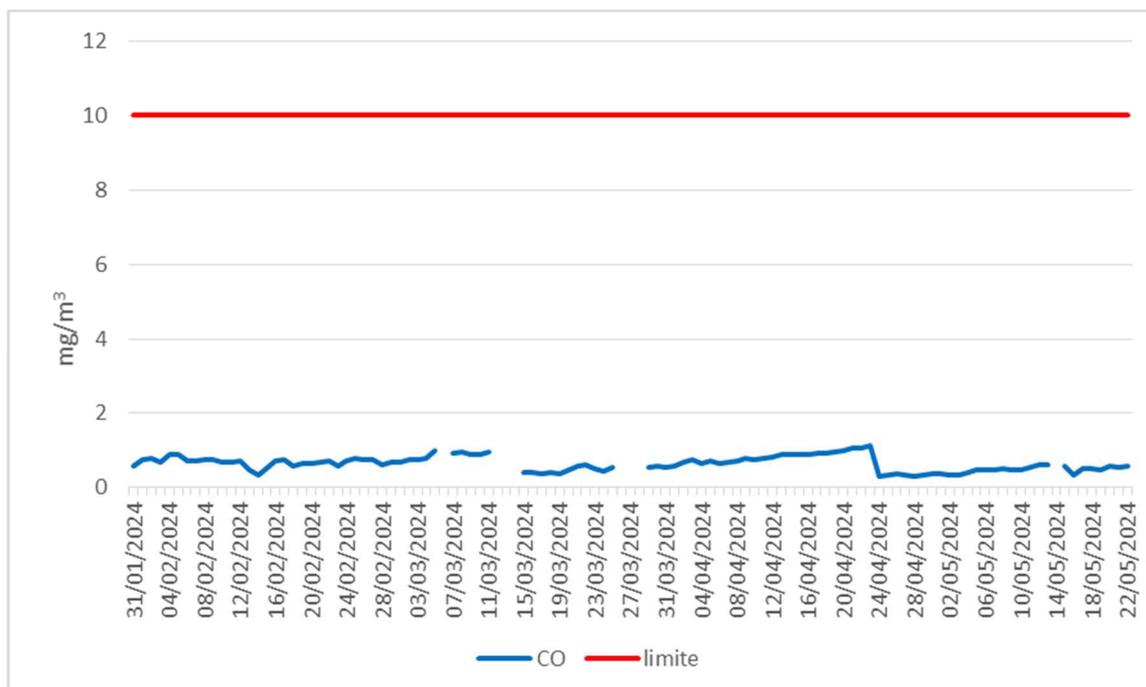


Figura 7.CO: valore massimo della media sulle 8 ore

8 Conclusioni

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria richiesta dal Comune di Modugno è stata realizzata presso la Caserma dei Carabinieri in via della Repubblica. Il sito presenta caratteristiche analoghe a quelle di una stazione di monitoraggio *suburbana industriale*.

Sono stati monitorati i seguenti inquinanti: PM10, PM2.5, NO₂, ozono, benzene, H₂S e CO.

Per il PM10 la concentrazione media registrata durante il periodo di monitoraggio è stata di 15 µg/m³, ampiamente inferiore al limite di legge posto a 40 µg/m³, calcolato come media su base annua. Durante il periodo di monitoraggio, inoltre, si sono verificati n. 2 superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³, che possono essere entrambi sottratti in base alla Direttiva sulla Qualità dell'Aria 2008/50/CE in quanto imputabili a fenomeni di Saharan Dust. Per il PM2,5 la concentrazione media registrata durante il periodo di monitoraggio è stata di 8 µg/m³, ampiamente inferiore al limite di legge posto a 25 µg/m³, calcolato come media su base annua. Per l'intero periodo di monitoraggio, la concentrazione media dell'NO₂, per il quale la norma fissa un



limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media annua, è stata di $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentrazione oraria più elevata è stata di $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore al limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per gli altri inquinanti monitorati i livelli registrati sono stati ampiamente al di sotto ai valori limite previsti dalla normativa vigente (D.Lgs. 155/2010).

Il grafico del giorno tipo di NO_2 ha evidenziato come le concentrazioni maggiori si sono registrate durante le ore di punta di traffico veicolare.

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

Bari, 10 ottobre 2024

Il Dirigente Ambientale
dott. Lorenzo Angiuli

TIF Qualità dell'aria
Dott.sa Alessandra Nocioni

Elaborazione dati e redazione
Dott. Paolo Rosario Dambruoso
D.ssa Livia Trizio

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente
Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica
UOC - Centro Regionale Aria
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 0805460608
E-mail: cra@arpa.puglia.it
PEC: aria.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it



Allegato 1 – 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.

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.

Tabella 1: dall'allegato XI del D. Lgs. 155/2010 – paragrafo 2: *Criteri per la verifica dei valori limite*

	% dati orari validi
PM₁₀	96
PM_{2,5}	93
NO₂	92
Benzene	93
Ozono	82
H₂S	85
CO	90

Tabella 2: Efficienza degli analizzatori

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente
Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica
UOC - Centro Regionale Aria
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 0805460608
E-mail: cra@arpa.puglia.it
PEC: aria.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it



Allegato 2 – informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie utilizzate

Gli analizzatori presenti sul laboratorio mobile realizzano l'acquisizione, la misura e la registrazione dei risultati in modo automatico (gli orari indicati si riferiscono all'ora solare). Le concentrazioni rilevate sono normalizzate ad una temperatura di 20°C ed una pressione di 101,3 kPa ai sensi del D. Lgs 155/2010.

Qui di seguito sono riportati sia i principi di funzionamento, sia il modello di ciascun analizzatore.

PM10/PM2,5: assorbimento di raggi Beta con sorgente emettitrice radioattiva al ¹⁴C (SWAM Dual Channel Hourly)

NO_x/NO: chemiluminescenza con generatore di ozono (Teledyne API)

Benzene: gascromatografia

O₃: assorbimento raggi UV con lampada UV come sorgente luminosa (Teledyne API)

H₂S: fluorescenza (Teledyne API)

CO: assorbimento IR (Teledyne API)

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460111

www.arpa.puglia.it

C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

UOC - Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 0805460608

E-mail: cra@arpa.puglia.it

PEC: aria.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it