



CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON LABORATORIO MOBILE

San Giovanni Rotondo
22.02.2020 – 06.04.2020

ARPA Puglia

Centro Regionale Aria

Ufficio Qualità dell'Aria di Bari
Corso Trieste 27 – Bar

Rev.	Elaborazione dati	Redazione	Verifica	Data
0	Dott.ssa Livia Trizio Dott.ssa Fiorella Mazzone Dr. Paolo Dambruoso	D.ssa Livia Trizio	Dr. Lorenzo Angiuli	Aprile 2020

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. 5
2. PM ₁₀	pag. 5
3. NO ₂	pag. 6
4. Ozono	pag. 10
5. Benzene	pag. 11
6. SO ₂	pag. 14
7. CO	pag. 16
8. Conclusioni	pag. 17
Allegato 1 Efficienza di campionamento	pag. 18
Allegato 2 Informazione sulla strumentazione e sulle metodologie	pag. 18

1. Contenuto del Report

Richiedente

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata effettuata da ARPA Puglia in seguito alla richiesta del Comune di San Giovanni Rotondo (prot.5754 del 29/01/2020) al fine di acquisire elementi utili ad approfondire lo stato della qualità dell'aria nel territorio urbano.

Sito di monitoraggio

Il monitoraggio è stato svolto nel Comune di San Giovanni Rotondo, in Piazza Europa, sito scelto in seguito a sopralluogo effettuato con l'Assessore all'Ambiente P. Tamburrano.

Periodo di monitoraggio

22/02/2020– 06/04/2020

Cronologia della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio è stata condotta con il laboratorio mobile ARPA installato su veicolo FIAT DUCATO targato CK711RT. 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, P.O. del Centro Regionale Aria di ARPA Puglia.

3

1.1 Scopo del monitoraggio

La campagna di monitoraggio aveva lo scopo di approfondire lo stato delle conoscenze del livello della qualità dell'aria nel territorio di San Giovanni Rotondo, al fine di verificare l'impatto del traffico veicolare sul territorio. **La campagna di monitoraggio è stata influenzata dall'emergenza COVID 19**, che ha portato alla chiusura delle scuole di ogni ordine e grado, disposta dal DPCM del 4 marzo 2020 e all'estensione a tutto il territorio nazionale delle misure restrittive sugli spostamenti, disposta dal DPCM del 9 marzo 2020.

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 5460252 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

1.2 Sito di monitoraggio

Di seguito è mostrato il sito di monitoraggio.



Figura 1. Sito di monitoraggio

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 degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente in materia, ovvero: particolato (PM10), ossidi di azoto (NO_x), ozono (O₃), benzene (C₆H₆) e biossido di zolfo (SO₂).

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 e biossido di zolfo 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.

2. PM10

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. Nelle aree di tipo urbano il materiale particolato può invece avere origine dall'usura dell'asfalto o dei pneumatici e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli. In particolare, un considerevole contributo all'inquinamento da polveri sospese è dovuto proprio al traffico autoveicolare: le particelle emesse in atmosfera costituiscono un veicolo di trasporto e di diffusione di altre sostanze nocive. Con il termine PM10 viene definita la frazione totale di particelle aventi diametro aerodinamico inferiore a 10 μm . La determinazione della concentrazione di PM10 durante la campagna di monitoraggio è stata realizzata mediante un campionatore biorario MP101M. 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.

Il grafico seguente riporta le concentrazioni medie giornaliere di PM10 registrate nel sito in esame durante la campagna di monitoraggio. Si sono registrati due superamenti del limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, il 29 e 30 marzo. In tali giorni la nostra regione, e anche buona parte dell'Italia, è stata interessata da un rilevante fenomeno di avvezione di polveri desertiche presumibilmente dalla regione del Mar Caspio (<https://www.snpambiente.it/2020/03/31/polveri-dal-mar-caspio-allitalia/>). Tale fenomeno ha portato al **superamento del limite giornaliero di PM10** in molte stazioni di monitoraggio. In accordo alla Direttiva sulla Qualità dell'Aria 2008/50/CE, per tali giorni sarà effettuato lo **scorporo** del contributo naturale dalla concentrazione di PM10 registrata.

La concentrazione media dei dati validi di PM10 durante il periodo di monitoraggio è stata pari a 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ampiamente inferiore al limite (da calcolare su base annuale) di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sottraendo il contributo dell'avvezione di polvere desertica, che è pari a 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il giorno 29 marzo e a 81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il giorno 30 marzo, la concentrazione rilevata scende molto al di sotto del valore limite e il numero di superamenti diventa pari a zero.

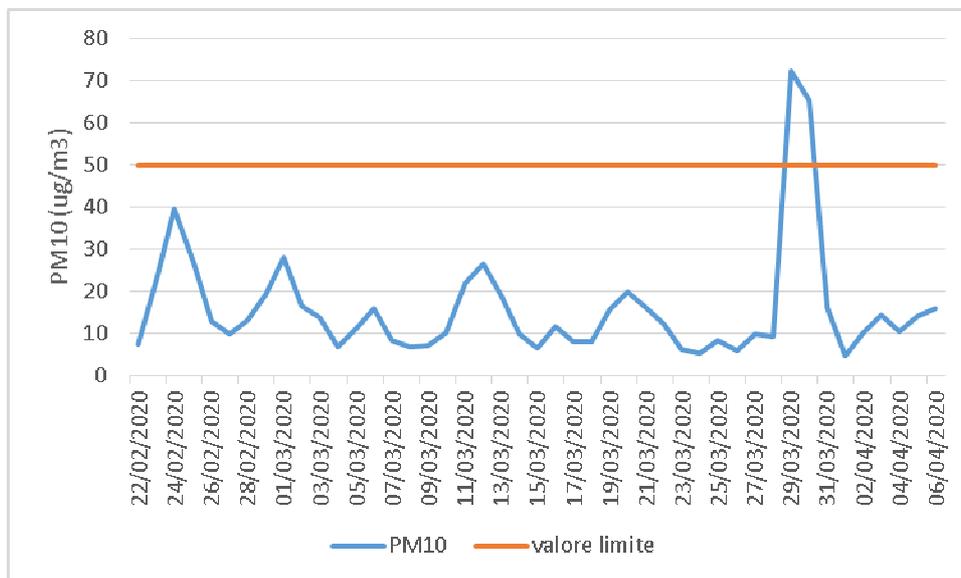


Figura 2. PM10: media giornaliera

3. NO₂

Gli ossidi di azoto, NO, NO₂, N₂O etc. sono generati nei 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*”. 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 ed allo stato del motore del veicolo, sia in base alla modalità di utilizzo dello stesso.

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 23 µg/m³, inferiore al limite (da calcolare su base annuale) di 40 µg/m³.

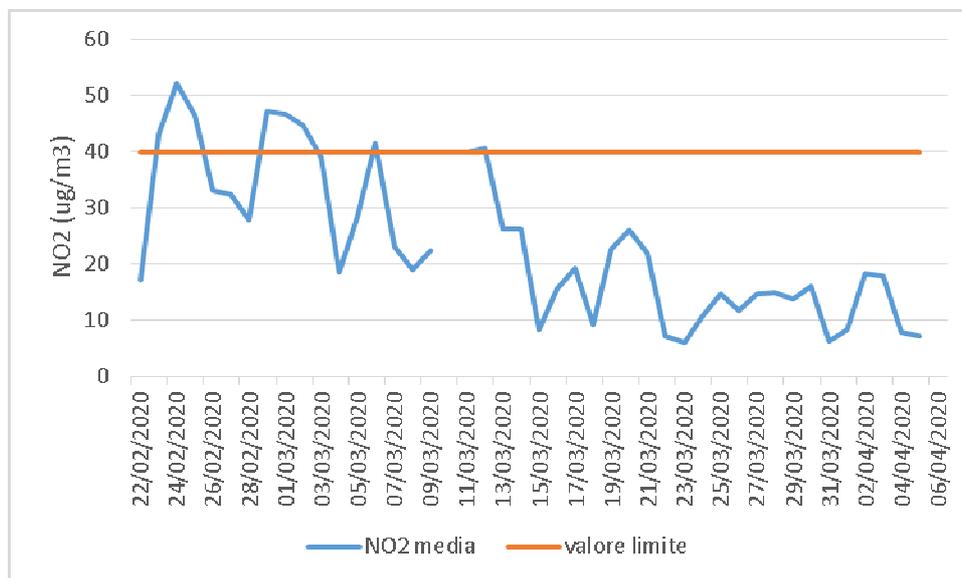


Figura 3a. NO2: media giornaliera

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

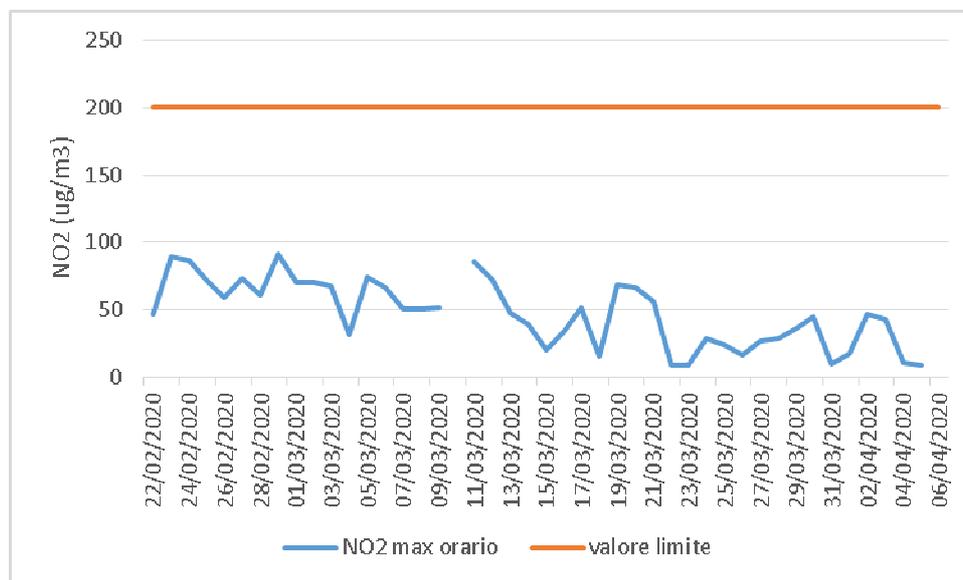


Figura 3b. NO₂: massimo giornaliero della media oraria

Di seguito è mostrato il giorno tipo per l'NO₂ distinguendo i periodi pre e post misure restrittive. 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 20 e le 21 della sera. Nel periodo post misure, però, le concentrazioni rilevate risultano significativamente inferiori.

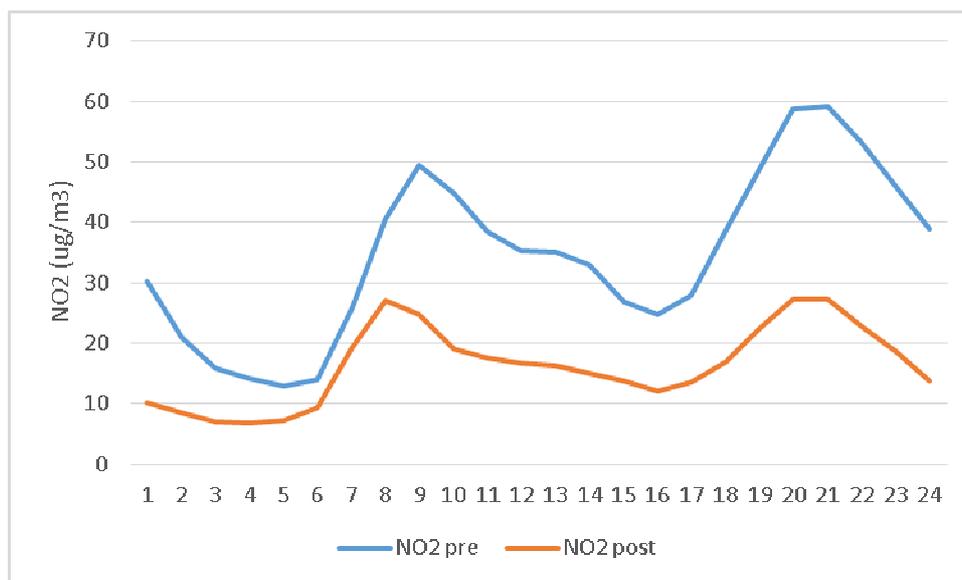


Figura 3c. NO₂: giorno tipo

Tale evidenza è maggiormente corroborata dal confronto delle medie di NO₂ pre decreto (dal 22/02 al 04/03) e post decreto. Come si evince dal grafico, la concentrazione media di NO₂ diminuisce in maniera significativa di oltre il 50%.

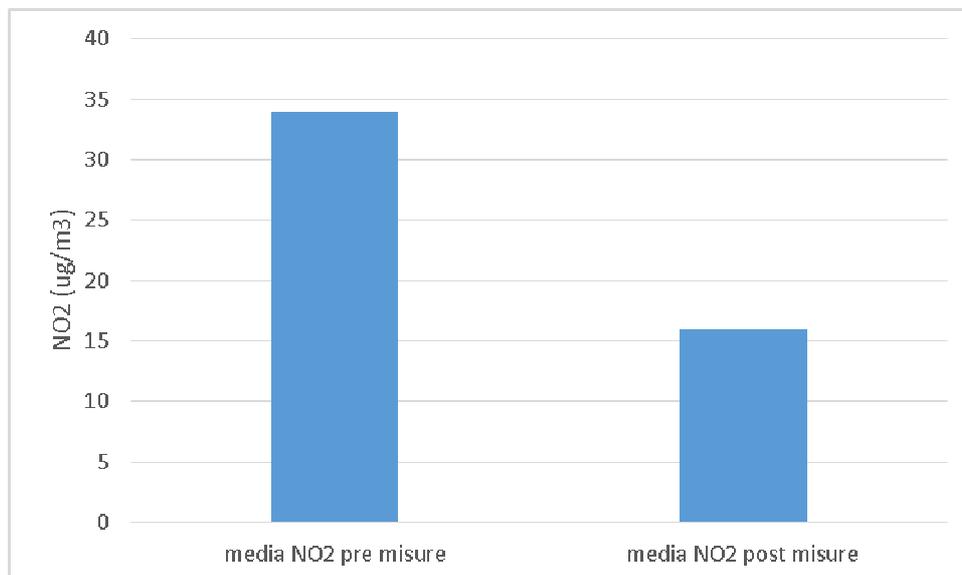


Figura 3d. NO2: concentrazione media pre e post misure restrittive

Al fine di capire la provenienza delle sorgenti di inquinamento di seguito è mostrata una rosa dell'inquinamento¹ pre e post misure restrittive. Come si nota dal grafico, la direzione prevalente delle emissioni cambia nei due periodi e nel periodo post le emissioni provengono maggiormente dal centro storico.



¹ 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. 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

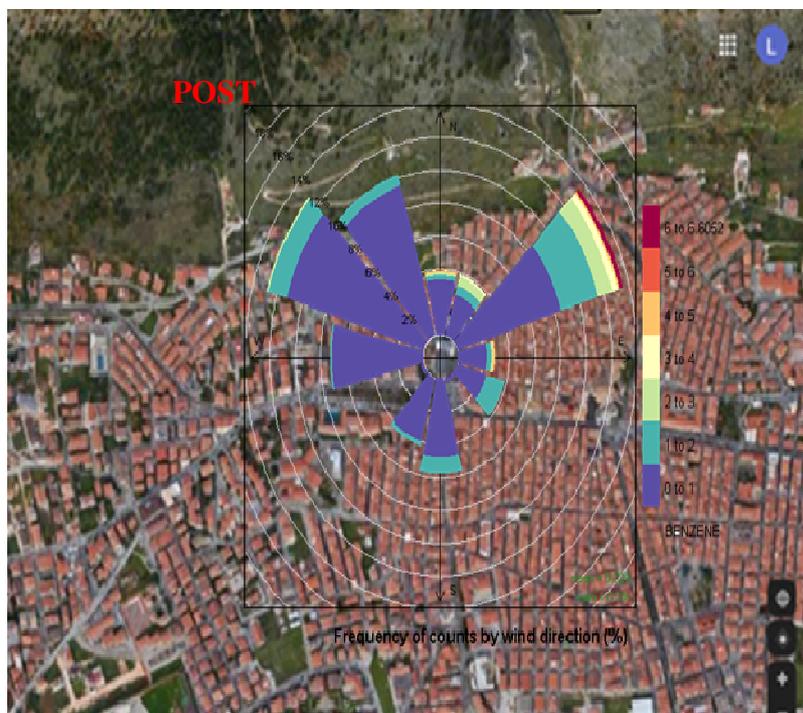


Figura 3e. Rosa inquinamento NO₂ pre e post misure restrittive

4. Ozono

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.

Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione della media mobile sulle 8 ore di ozono². Il valore bersaglio per la protezione della salute umana è pari a 120 µg/m³. 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

² 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.

bersaglio. Si osserva l'incremento delle concentrazioni con il procedere dalla stagione invernale a quella estiva. Questo dato è coerente con il processo di formazione dell'inquinante in questione.

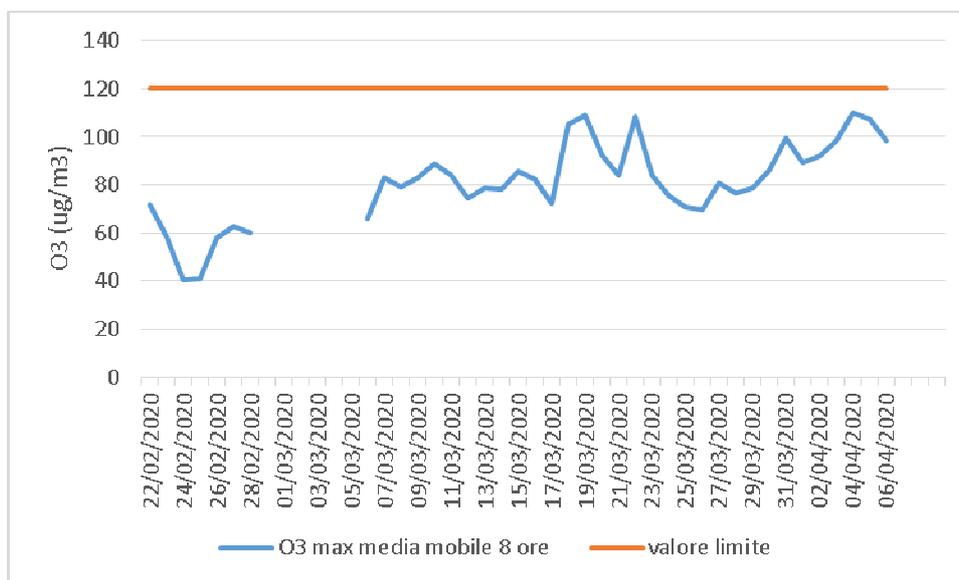


Figura 4. O₃: valore massimo della media sulle 8 ore

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 µg/m³ 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 0,9 µg/m³.

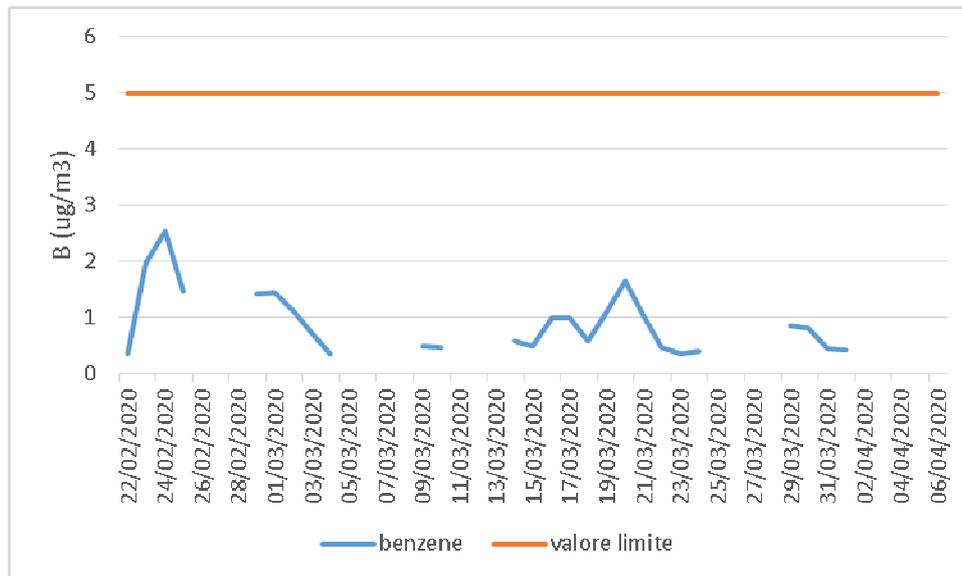


Figura 5a. Benzene: media giornaliera

Di seguito è mostrato il giorno tipo per il benzene pre (dal 22/02 al 04/03) e post misure restrittive. Dal grafico si evince come le concentrazioni maggiori, così come accade per l'NO₂, vengono rilevate nelle ore di punta di traffico veicolare, ovvero tra le 7 e le 8 della mattina e tra le 20 e le 22 della sera, e come le misure rilevate prima del decreto siano di gran lunga superiori a quelle rilevate post. In questo caso, però, il picco della mattina sparisce, mentre persiste quello serale, per la presenza di una sorgente di benzene diversa dal traffico veicolare verosimilmente identificabile nella combustione domestica di biomassa.

12

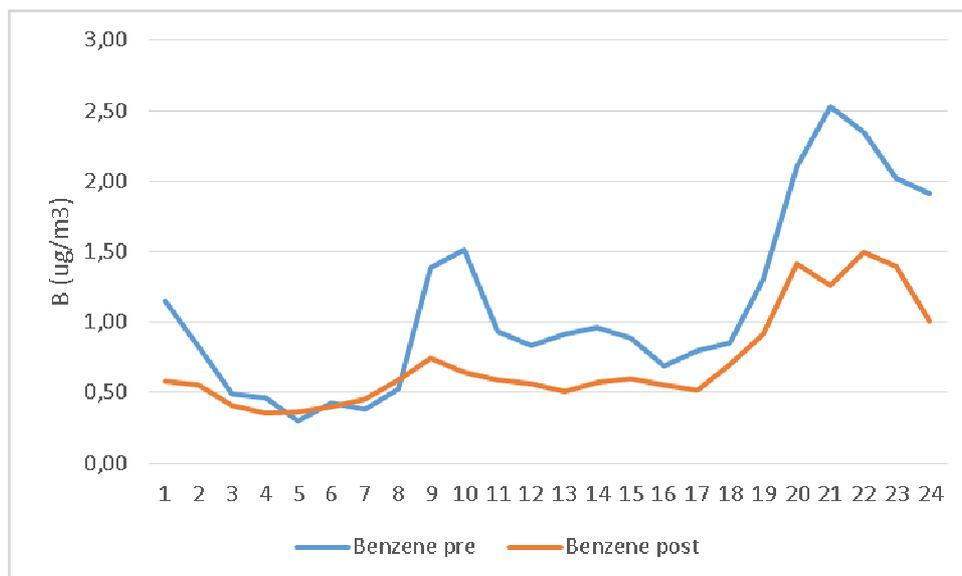


Figura 5b. Benzene: giorno tipo

Anche per il benzene, come per l'NO₂, nella figura seguente è mostrato il confronto tra le medie delle concentrazioni rilevate pre e post le misure restrittive indotte dal governo. Si evince una diminuzione significativa delle concentrazioni di benzene, che passa da 1.1 ug/m³ a 0.7 ug/m³.

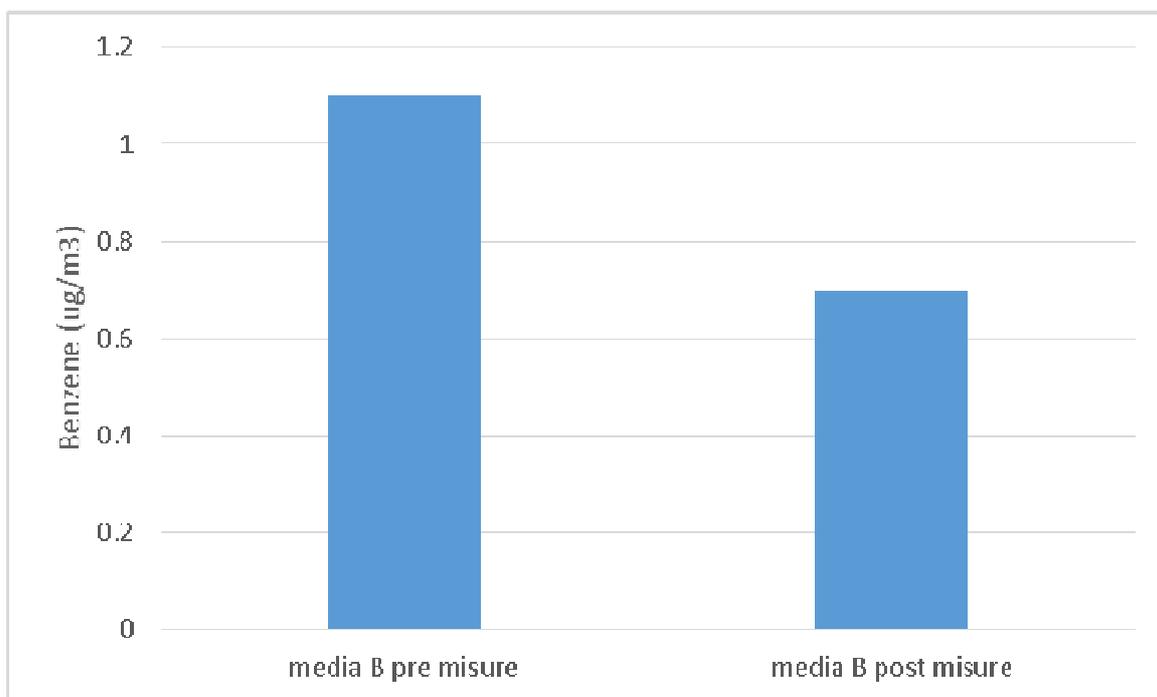


Figura 5c. Benzene: concentrazione pre e post misure restrittive

Al fine di capire la provenienza delle sorgenti di inquinamento di seguito è mostrata una rosa dell'inquinamento pre e post misure restrittive. Come si nota dal grafico, le sorgenti cambiano e nel periodo post misure restrittive le emissioni provengono maggiormente dal centro storico, facendo presumere a una sorgente diversa di benzene, presumibilmente la combustione di biomasse proveniente dai caminetti, come già citato precedentemente.

PRE

POST

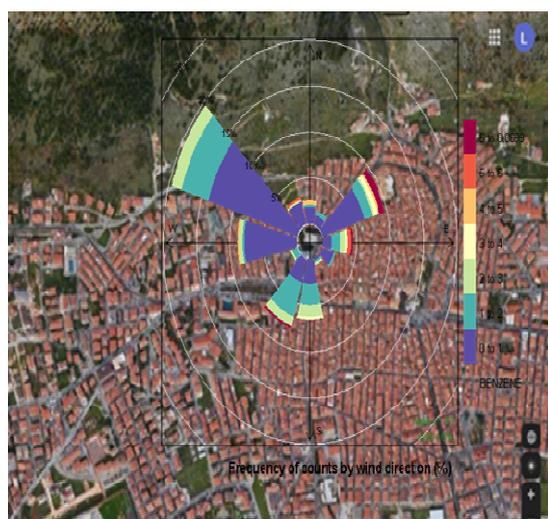


Figura 5d. Rosa inquinamento B pre e post misure restrittive

6. SO₂

Il biossido di zolfo deriva dalla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo. In passato è stato un importante inquinante atmosferico poiché la sua ossidazione porta alla formazione di acido solforoso e solforico. Il biossido di zolfo è un gas incolore facilmente solubile in acqua.

Le fonti naturali, come i vulcani, contribuiscono ai livelli ambientali di anidride solforosa. Le emissioni antropogeniche sono invece legate all'uso di combustibili fossili contenenti zolfo per il riscaldamento domestico, la generazione di energia e nei veicoli a motore. Nel tempo il contenuto di zolfo nei combustibili è sensibilmente diminuito, portando i livelli di SO₂ in area ambiente a livelli estremamente bassi.

Nel periodo di monitoraggio non sono stati registrati superamenti del valore limite giornaliero, pari a 125 µg/m³, né della media oraria pari a 350 µg/m³. Le concentrazioni di biossido di zolfo rilevate sono di molto inferiori a tutti i limiti previsti dall'attuale normativa e testimoniano una riduzione dell'impiego di combustibili fossili contenenti zolfo (gasolio e olio combustibile) sia negli

impianti di riscaldamento che nelle caldaie industriali, sostituiti progressivamente da impianti a metano e dal teleriscaldamento. I valori medi registrati si attestano tutti sotto i 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

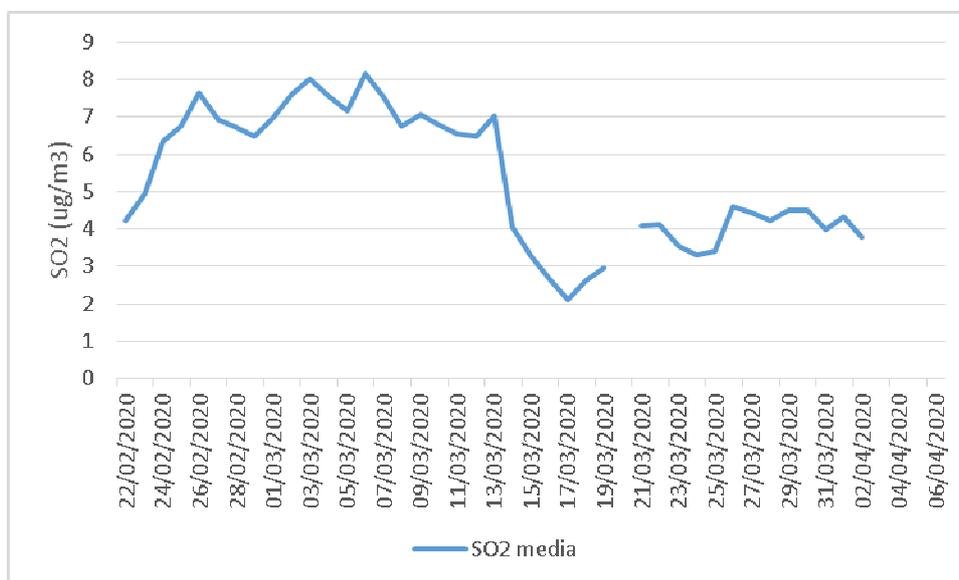


Figura 6. SO2: media giornaliera

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/m^3 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/m^3

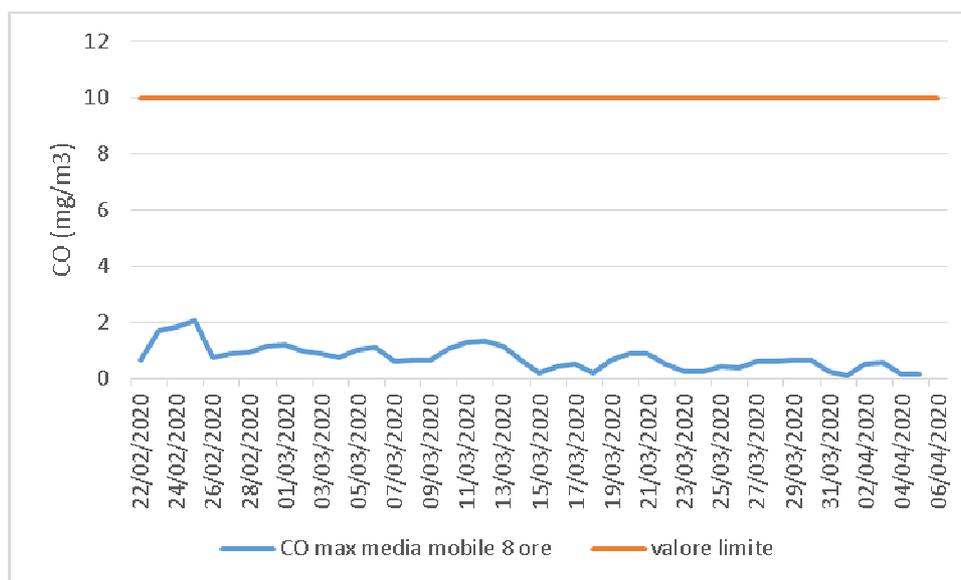


Figura 7. CO: massimo media mobile sulle 8 ore

8 Conclusioni

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata svolta a San Giovanni Rotondo, in Piazza Europa, al fine di approfondire lo stato delle conoscenze del livello della qualità dell'aria nel territorio comunale.

Il monitoraggio, avviato il 22 febbraio 2020, è terminato il 06 aprile 2020.

Sono stati monitorati i seguenti inquinanti: PM₁₀, NO₂, benzene, SO₂, CO e ozono.

La campagna di monitoraggio è stata influenzata, a partire dal giorno 5 marzo, dall'emergenza COVID 19, che ha portato alla chiusura delle scuole di ogni ordine e grado, e all'estensione a tutto il territorio nazionale delle misure restrittive sugli spostamenti.

Per il PM₁₀ la concentrazione media registrata durante il periodo di monitoraggio è stata di 16 µg/m³, ampiamente inferiore al limite di legge posto a 40 µg/m³, calcolato su base annua. Durante il periodo di monitoraggio si sono verificati due superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³ in giorni in cui si è verificata una intensa avvezione di sabbia desertica dalla regione del Mar Caspio che ha interessato la maggior parte del territorio nazionale. Scorporando il contributo delle polveri desertiche, la media del PM₁₀ scende a 13 µg/m³.

La concentrazione media dell'NO₂, per il quale la norma fissa un limite di 40 µg/m³ sulla media annua, è stata di 23 µg/m³. La concentrazione oraria più elevata è stata di 92 µg/m³, inferiore al limite di 200 µg/m³.

Il benzene presenta valori non trascurabili soprattutto nelle ore serali. Tale dato è verosimilmente dovuto all'utilizzo della combustione di biomassa domestica per il riscaldamento, vista l'assenza della sorgente traffico e viste le temperature basse – media di circa 5°C- registrate nel periodo post misure restrittive. Il confronto tra le concentrazioni pre e post misure restrittive ha evidenziato la forte influenza del traffico veicolare sulle concentrazioni di NO₂ e benzene, che hanno subito un notevole decremento dopo il 9 marzo.

Inoltre le rose dell'inquinamento pre e post misure sia per l'NO₂ che per il benzene hanno mostrato una diversa direzione di provenienza degli inquinanti, con un maggior apporto dal centro storico nella seconda fase.

Per gli altri inquinanti monitorati i livelli registrati sono stati al di sotto ai valori limite previsti dalla normativa vigente.

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	98
SO₂	97
Benzene	70
Ozono	89
CO	98
NO₂	98

Tabella 2: Efficienza degli analizzatori



Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con
laboratorio mobile
San Giovanni Rotondo
22.02.2020 – 06.04.2020



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: assorbimento di raggi β con sorgente emettitrice radioattiva al ^{14}C (MP101M)

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

Benzene: gascromatografia

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

SO2: fluorescenza (Teledyne API)

CO: assorbimento IR (Teledyne API)