

Preg.mi

- **Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale**
Area Tecnico-Operativa
protocollo@pec.porto.laspezia.it

pc

- **Comune della Spezia**
Dipartimento Territorio e politiche ambientali - Servizio Ambiente
protocollo.comune.laspezia@legalmail.it
- **Regione Liguria**
Dipartimento Ambiente
protocollo@pec.regione.liguria.it

OGGETTO: campagna di monitoraggio della qualità dell'aria presso "Via Saffi – area a Sud del Palazzo di Giustizia" – periodo 16 giugno ÷ 05 settembre 2022.

In osservanza a quanto previsto dell'accordo di collaborazione tra la scrivente Agenzia e l'Autorità Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale, si trasmette in allegato il rapporto relativo alla campagna in oggetto effettuata utilizzando il Laboratorio Mobile di Vostra proprietà.

Rimanendo a disposizione per ulteriori chiarimenti, si porgono cordiali saluti.

**Il Responsabile del Settore
Qualità dell'Aria Centro Levante**

Ing. Federico Grasso

Firmato digitalmente da

Federico Grasso

C = IT
Data e ora della firma:
01/06/2023 11:36:48

**Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela
dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria**

Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria

effettuata nell'ambito dell'accordo di collaborazione tra ARPAL e Autorità di Sistema Portuale
del Mar Ligure Orientale

'Via Saffi – area a Sud del Palazzo di Giustizia' Comune della Spezia

16 giugno 2022 ÷ 05 settembre 2022



Dipartimento Provinciale della Spezia
Via Fontevivo, 21 L - 19125 La Spezia
Tel. +39 0187 28141 - fax. +39 01872814230
PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107



COMUNE	La Spezia
PERIODO	16 giugno ÷ 05 settembre 2022
ZONA MONITORATA	Via Saffi c/o Palazzo di Giustizia
COORDINATE	44°06'40.06"N - 9°50'49.47"E – 1 m s.l.m.
INQUINANTI RILEVATI	NO ₂ , CO, O ₃ , SO ₂ , PM10, PM 2.5
PARAMETRI METEOROLOGICI RILEVATI	temperatura, umidità, pressione atmosferica, velocità vento, direzione vento, precipitazione



**Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela
dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria**
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Strumentazione utilizzata

Si riportano nel seguito i dati salienti delle apparecchiature operanti sul Laboratorio Mobile di proprietà dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale:

- analizzatore di Monossido di Carbonio Thermo Electron mod. 48i - nr serie 0906534292;
- analizzatore di Ozono, Thermo Electron modello 49i - nr serie 0906534274;
- analizzatore di Ossidi di Azoto, Teledyne API modello 200T - nr serie 2612;
- analizzatore di Biossido di Zolfo, Thermo Electron modello 43i - nr serie 110560041;
- sistema per il prelievo aria posta a circa 4,5 m dal suolo;
- sistema per la verifica della calibrazione automatica mediante bombole a bassa concentrazione;
- analizzatore/campionatore automatico di polveri bicanale modello SWAM 5a HM, completo di teste di campionamento PM10 e PM 2.5 (posti a circa 4,5 m dal suolo) – nr serie 177;
- stazione Meteo LASTEM modello DNB301– nr serie 201000204-200827 installata su un palo telescopico di altezza circa 10 m;
- nr.1 sistema di acquisizione dati OPAS DL per la trasmissione dati al Centro Operativo Regionale di U.O. Qualità dell'Aria ARPAL- Genova.

La gestione del Laboratorio Mobile e la validazione dei dati acquisiti è effettuata a cura del Settore Qualità dell'Aria Levante.

La manutenzione della strumentazione sopraelencata è effettuata sulla base delle specifiche tecniche richiamate nel documento ARPAL DG ARPAL nr. 79 del 26/02/2014.

Premessa

Il Laboratorio Mobile è stato posizionato, per la realizzazione delle **campagne 2/2022 e 3/2022**, in area di sosta sita in Via Saffi di fronte all'entrata del Palazzo di Giustizia. Tale sito è stato concordato con gli Enti Locali e inserito nel programma delle attività per l'anno 2022.

La finalità è quella di evidenziare eventuali incidenze delle navi da crociera, attraccate presso il Molo Garibaldi ad una distanza di circa 400 metri in direzione SSO.

Il sito non è mai stato oggetto di monitoraggi della qualità dell'aria. La scelta di tale posizionamento è dovuta a sopraggiunte problematiche logistiche che hanno reso non attuabile la collocazione del mezzo nel sito di misura in precedenza individuato come rappresentativo dell'area, ovvero l'ingresso della scuola I.I.S. "G. Cappellini – N. Sauro".

Nel prosieguo è presentato un breve inquadramento della situazione meteorologica del periodo. È infatti importante che i valori di concentrazione osservati, soprattutto durante una campagna di breve durata, siano valutati alla luce delle condizioni meteorologiche verificatesi. Le concentrazioni degli inquinanti in un sito dipendono, come è evidente, oltre che dalla quantità e dalle modalità di emissione degli inquinanti stessi nell'area e dalla morfologia del sito stesso, anche dalla situazione meteorologica che influisce sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo, sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa.

A questo proposito il campionatore/analizzatore di polveri, presente sul Laboratorio Mobile, consente di avere un'informazione aggiuntiva: la stima della stabilità atmosferica con risoluzione oraria determinata mediante la misura dell'attività BETA associata ai prodotti di decadimento del Radon. Il Radon è un composto chimicamente stabile con un flusso emissivo che può essere considerato costante sulla scala spazio-temporale d'interesse e che è stato dimostrato essere correlato al potenziale di diluizione dello strato limite planetario (Planetary Boundary Layer). È prodotto nel suolo dal decadimento del ^{222}Rn e dell'isotopo ^{220}Rn (Thoron) ed è rilasciato in atmosfera dove si disperde prevalentemente per diffusione turbolenta. La concentrazione di Radon in atmosfera quindi dipende principalmente dal fattore di diluizione verticale ed i prodotti del Radon possono essere considerati come traccianti naturali delle proprietà di rimescolamento dei bassi strati del PBL. La radioattività naturale si mantiene su valori costantemente bassi in caso di rimescolamento convettivo o avvezione e aumenta quando la stabilità atmosferica consente l'accumulo del Radon nei bassi strati del PBL: di conseguenza misurando tale parametro è possibile avere una valutazione della stabilità atmosferica.

**Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela
dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria**

Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

La situazione meteorologica

Il periodo in esame parte a metà giugno con l'affermarsi di un anticiclone africano che sul Mediterraneo occidentale, Spagna e Francia è stato caratterizzato da significativi richiami caldo umidi che hanno raggiunto anche le aree liguri tirreniche e quelle padane, con temperature decisamente sopra l'atteso e valori penalizzati di umidità. Si è riscontrato per gran parte del periodo, un ridottissimo numero di giorni con precipitazioni e prevalse condizioni siccitose legate a scarsi fenomeni precipitativi almeno fino ad agosto; nella seconda parte di Luglio, intorno al 17, si è evidenziato un po' d'instabilità locale sull'interno Tigullio, seguita intorno il 27/07, dal passaggio di una linea d'instabilità e da fenomeni temporaleschi associati a precipitazioni limitate al savonese che però, non hanno cambiato le condizioni di siccità e caldo su gran parte del territorio ligure. Il mese di luglio così è risultato essere il più caldo dal 1800 a oggi (rispetto al clima relativo 1991-2020): il Nord Italia ha registrato infatti un'anomalia di + 3.28 °C che lo ha posizionato al primo posto per le T massime.

A La Spezia si è registrato un solo giorno di debole pioggia (30 luglio), un mese di agosto caratterizzato da tempo solo a tratti variabile con circa una settimana di precipitazioni e fenomeni più intensi intorno al 18/08 con grandine e violente raffiche di vento per un intenso passaggio temporalesco, creando danni sul litorale del levante e zone interne (tra Sestri Levante e il Tigullio).

Precipitazioni: il periodo in esame è stato dominato da una pressione alta e livellata in particolare tra luglio e inizio agosto con condizioni di siccità. Nel periodo di campagna si sono rilevati sullo spezzino una dozzina di giorni di pioggia deboli principalmente ad agosto (mese che fa osservare 8 giorni piovosi). A inizio campagna (in giugno) si sono registrati sullo spezzino un 11 mm giornalieri il 28/06 (quantitativi scasi) e una successiva assenza di piogge per tutto il mese, ad eccezione del 30/07 con valori ancora poco significativi (13 mm giornalieri). In agosto, i giorni più significativi continuano a far osservare quantitativi comunque scarsi di qualche mm giornaliero. Un picco di 22.2 mm/24 h è stato raggiunto il 18/08/2022 contemporaneamente a un intenso passaggio temporalesco, seguito da valori ancora in calo il giorno successivo di 5.2 mm/24 h il 19/08/2022 e nell'ultimo periodo della campagna condizioni generali di siccità, interrotte solo il 31/08/2022 con 2.6 mm giornalieri.

Temperature: nello spezzino sono state raggiunte temperature elevate già a fine giugno con 37.5 °C registrati il 27/06/2022, seguiti a fine luglio da 36.2 ° e nuovi picchi da record di 39.4 °C il 18/07/2022 (a Padivarma – provincia di SP, 75 m slm); le T minime restano per quasi tutto il periodo > 20 °C con valori che tra il 9/06 e 6/08 hanno visto un innalzamento significativo con picchi notturni compresi tra 24 e 26 °C verso il 18, 19 e 20 agosto e tra 24 e 27 agosto con un'anomalia positiva che oscilla tra +4/+7 °C.

Vento: il regime anemometrico del periodo ha visto la prevalenza di venti settentrionali (37%), quasi alla pari con venti meridionali (35%), seguiti da venti occidentali (17%) caratterizzati da intensità deboli o localmente moderate e da venti orientali (11%).

Nel mese di giugno, il 28/06 in particolare è stato caratterizzato da raffiche massime di 65 km/h dai quadranti settentrionali. Successivamente il periodo è stato caratterizzato da rinforzi generalmente tra deboli e moderati fino a metà agosto, quando a causa degli eventi temporaleschi legati ad alcuni passaggi instabili a metà mese, si sono registrati locali rinforzi (raffiche di vento forte o burrasca) verso il 15/08 con 60,5 km/h di raffica e il 17-18/08 rispettivamente con 76 km/h e 144 km/h. L'evento più significativo sul Levante è stato quello del 18/08 provocando nel medio levante

**Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela
dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria**

Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107



danni al municipio, tetti scoperti, alberi secolari caduti, stabilimenti danneggiati e danni alla vicina ferrovia tra Lavagna e Sestri Levante.

Instabilità atmosferica/PBL/regime di pressione: a inizio campagna (da fine giugno a luglio) si è avuto un periodo prolungato con pressione alta o livellata superiore oscillante tra 1011-1012 hPa e 1018-10020, salvo un 1° crollo sui 1009 hPa verso il 26-27 luglio; successivamente nella seconda metà di agosto un nuovo calo legato a minimi di 1007 hPa il 15/08, circa 1008 hPa il 18-19-22/08 e infine 1009.7 hPa il 27/08.

Mareggiate: non si sono registrate mareggiate per il prevalente dominio anticiclonico. Solo attorno al 18 e 31 agosto si è osservato un aumento del moto fino a mosso o localmente molto mosso.

Segnalazioni di protezione civile: a causa della dominanza anticiclonica, si sono avute poche allerte concentrate prevalentemente nella seconda metà di agosto:

Allerta Gialla Idro dalle h.10 del 28/06 alle h.23 del 28/06 su Area B,D

Allerta Gialla Idro dalle h.00 del 15/08 alle h.11 del 16/08 su Area B,C,E.

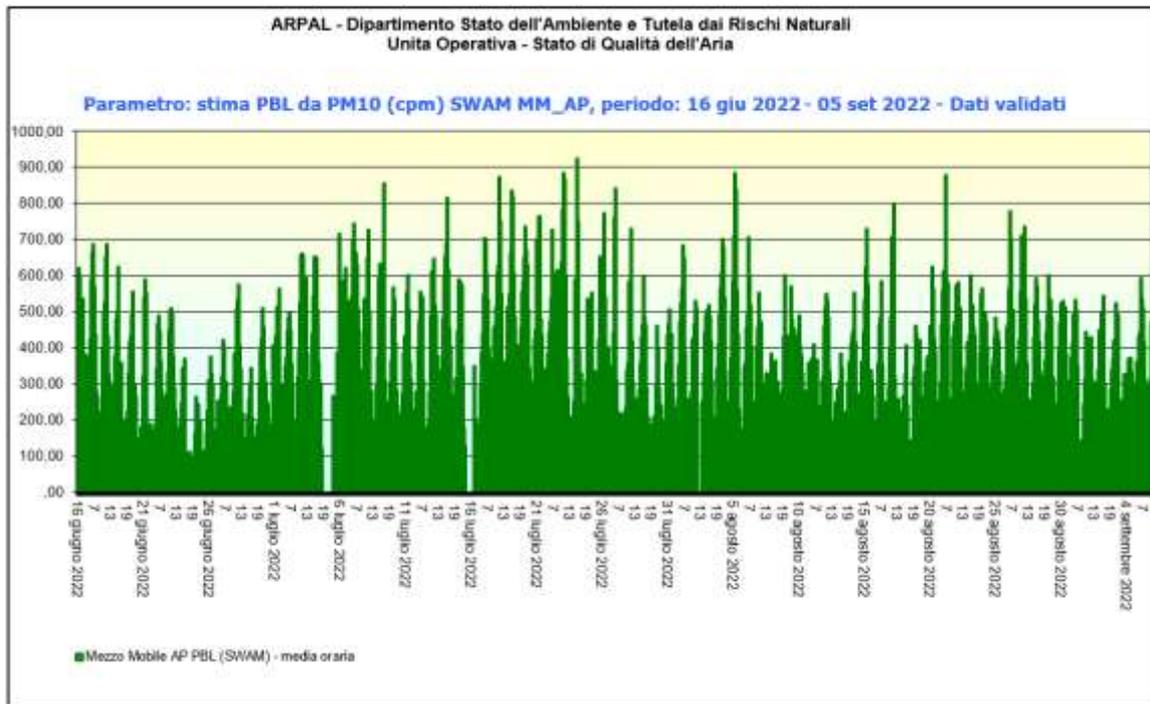
Allerta Gialla Idro dalle h.00 del 18/08 alle h.23 del 18/08 su Area A,B,C,D,E.

Allerta Gialla Idro dalle h.20 del 30/08 alle h.11 del 31/08 su Area B,C,E.

Anomalie Climatologiche: la particolare configurazione del mese è stata caratterizzata da una spinta anticiclonica anche di origine africana; ciò ha determinato anomalie calde per tutto il periodo più pronunciate in particolare a fine giugno e luglio con valori di parecchi gradi sopra l'atteso. Le precipitazioni sono state decisamente sotto la climatologia con 13,2 mm totali registrati a luglio contro i 25,4 mm attesi, e infine con 13,2 mm ad agosto contro 63,4 mm attesi. Questo andamento ha delineato un deficit precipitativo creando condizioni di siccità spinta per tutto il periodo.

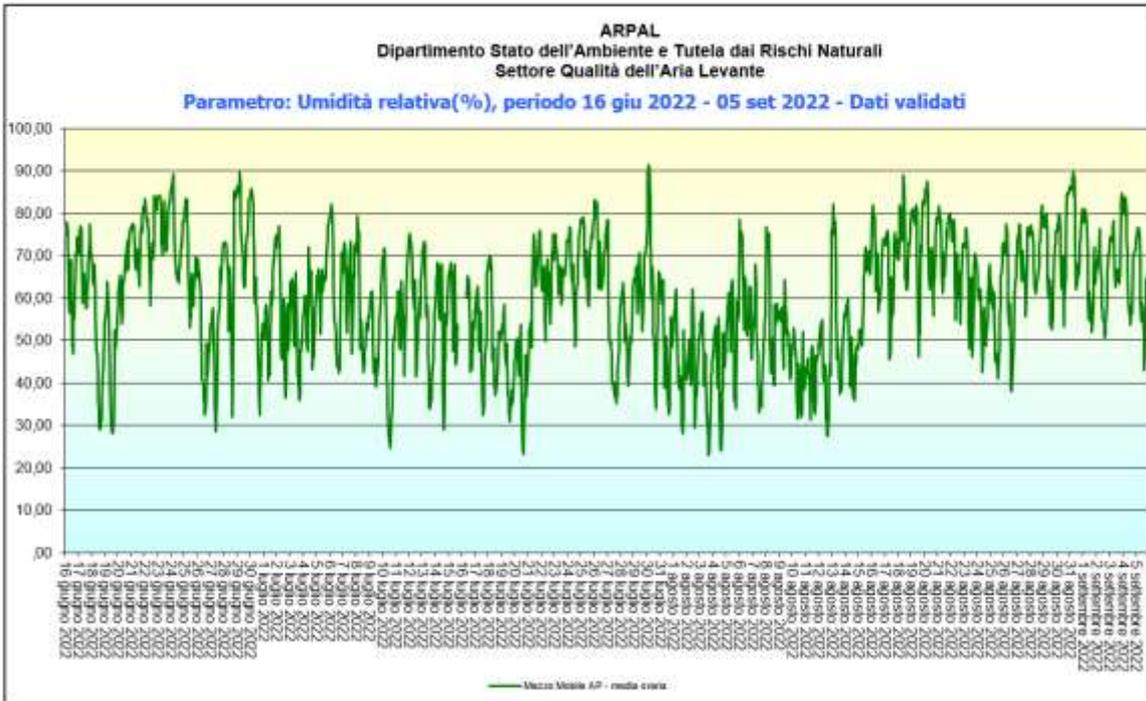
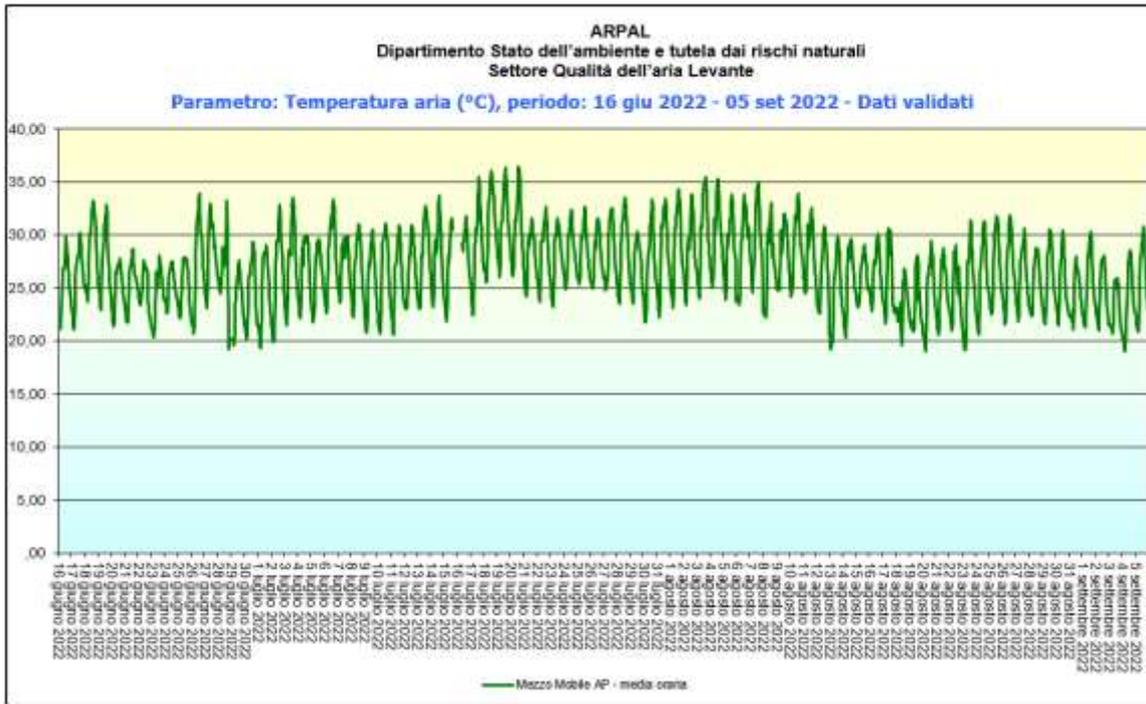
Nel grafico sottostante, sono rappresentati i valori disponibili di stima della stabilità atmosferica legata alla misura dell'attività BETA associabile ai prodotti di decadimento del Radon¹ rilevati con risoluzione oraria dal campionatore SWAM del Laboratorio Mobile AP: sono evidenti i cicli giornalieri (valori relativamente più elevati di notte rispetto al giorno) sopra i quali si innestano le situazioni meteorologiche locali che hanno portato alla quasi totale scomparsa del ciclo giorno/notte, nelle varie situazioni di tempo perturbato registrate nel periodo in cui si è sviluppato il monitoraggio.

¹ Il Radon è un composto chimicamente stabile con un flusso emissivo che può essere considerato costante sulla scala spazio temporale d'interesse e che è stato dimostrato essere correlato al potenziale di diluizione dello strato limite planetario (Planetary Boundary Layer). È prodotto nel suolo dal decadimento del ²²²Rn e dell'isotopo ²²⁰Rn (Thoron) ed è rilasciato in atmosfera dove si disperde prevalentemente per diffusione turbolenta. La concentrazione di Radon in atmosfera quindi dipende principalmente dal fattore di diluizione verticale e i prodotti del Radon possono essere considerati come traccianti naturali delle proprietà di rimescolamento dei bassi strati del PBL. Infatti la radioattività naturale si mantiene su valori costantemente bassi in caso di rimescolamento convettivo o avvezione e aumenta quando la stabilità atmosferica consente l'accumulo del Radon nei bassi strati del PBL: di conseguenza misurando tale parametro è possibile avere una valutazione della stabilità atmosferica.



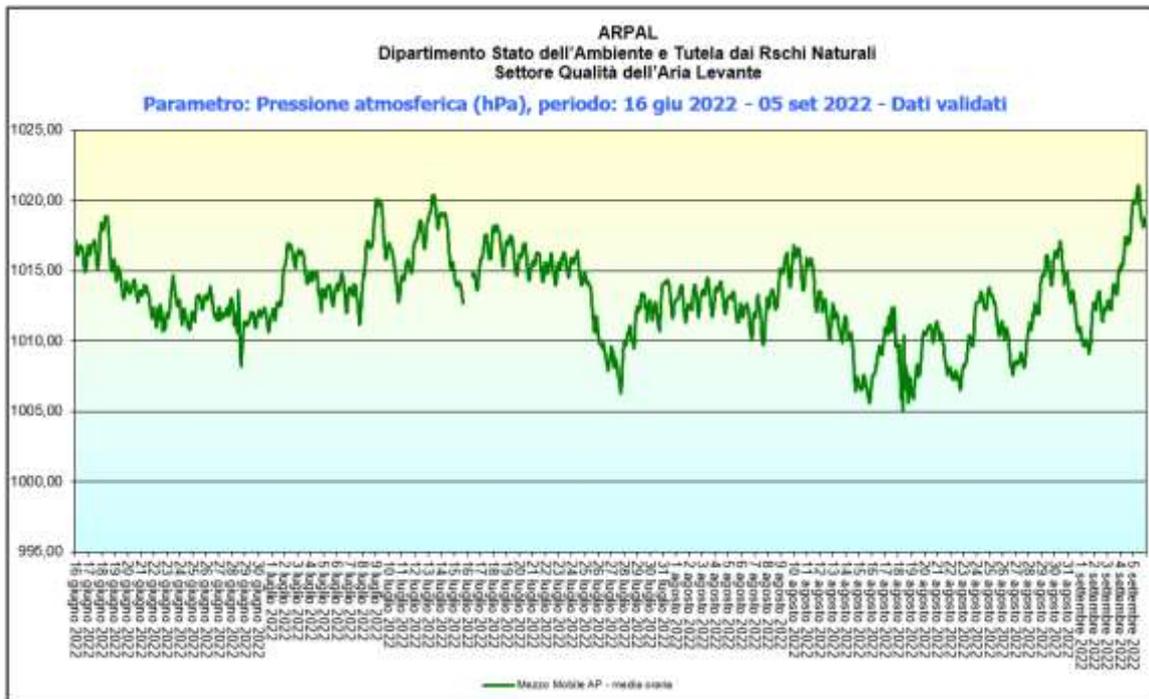
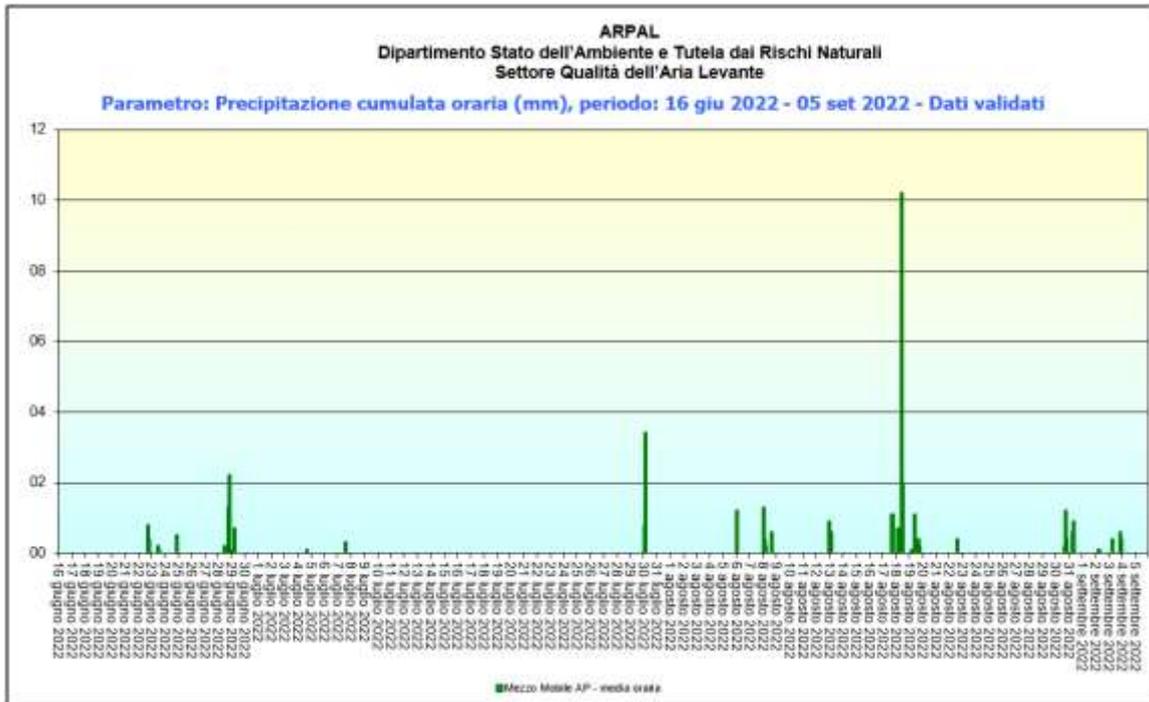
Nelle successive rappresentazioni grafiche vengono mostrate le condizioni meteo, del periodo di misura interessato dalla campagna di monitoraggio, misurate da due differenti sistemi di rilevazione, uno collocato ad un'altezza di circa 55 m.s.l.m. sulla sommità del Palazzo Comunale e l'altro installato su un palo telescopico, sul Laboratorio Mobile di proprietà dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale, ad un'altezza di circa 10 m.s.l.m.. Chiaramente il primo evidenzia un andamento più rappresentativo della situazione meteoroclimatica della città mentre il secondo è sicuramente più sito specifico, in quanto risente maggiormente della morfologia del territorio circostante.

Nel grafico che rappresenta i dati di direzione del vento prevalente, misurati nella postazione meteo del Comune, si possono notare numerosi dati non disponibili e/o non attendibili (i valori "0" e "-1" sono da considerarsi non attendibili in quanto corrispondenti rispettivamente a "calma di vento" e "direzione vento non determinabile per elevata variabilità"). A causa di un'anomalia di funzionamento dell'anemometro, installato sulla stazione meteo del Comune, nel periodo di monitoraggio si sono registrati una percentuale elevata di valori corrispondenti alla "calma di vento" (28% dei dati), mentre il numero di valori riconducibili a "vento non determinabile" è risultata pari al 9%, per un totale di dati non disponibili pari al 37%.



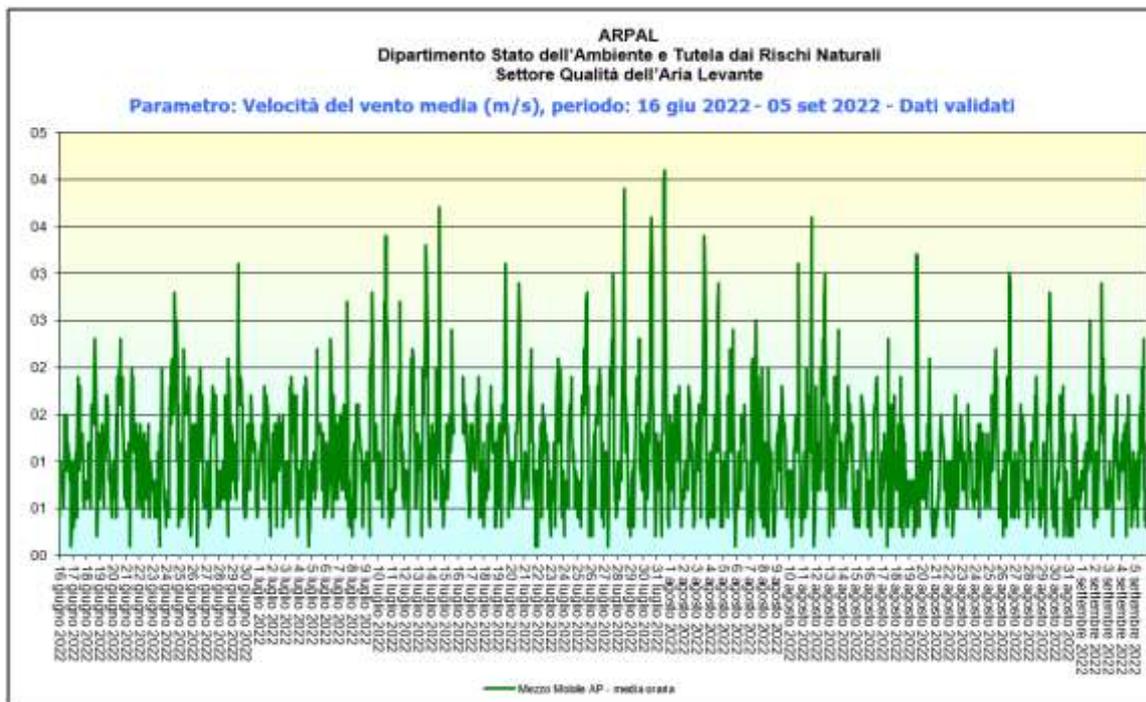
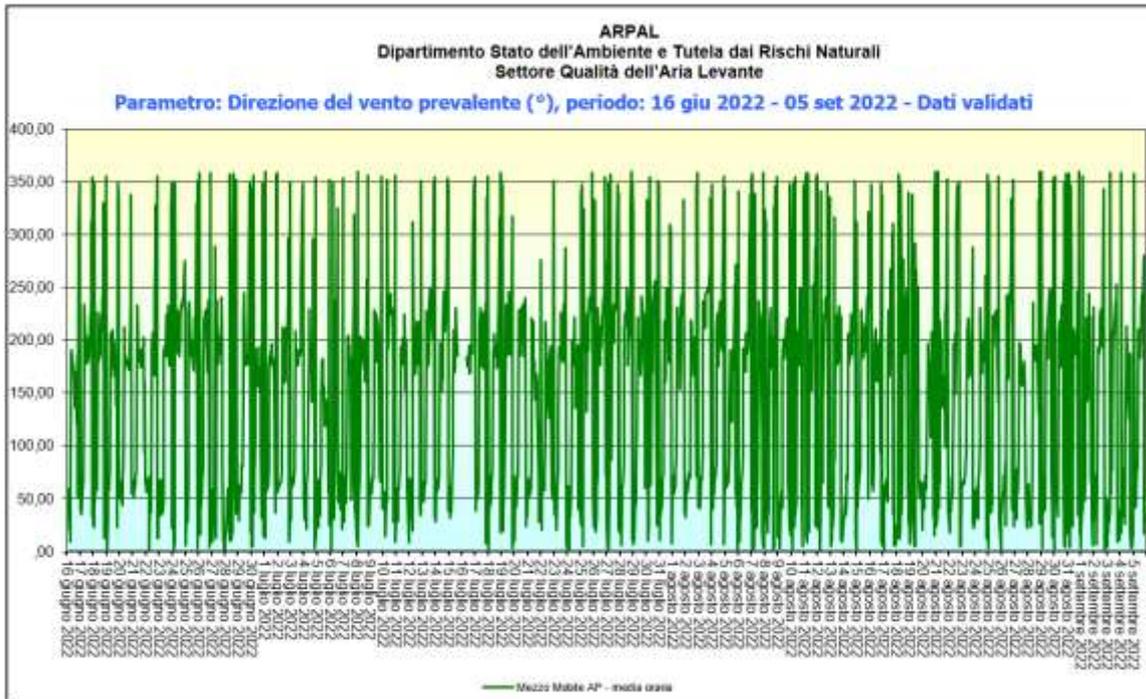
Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali - U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107





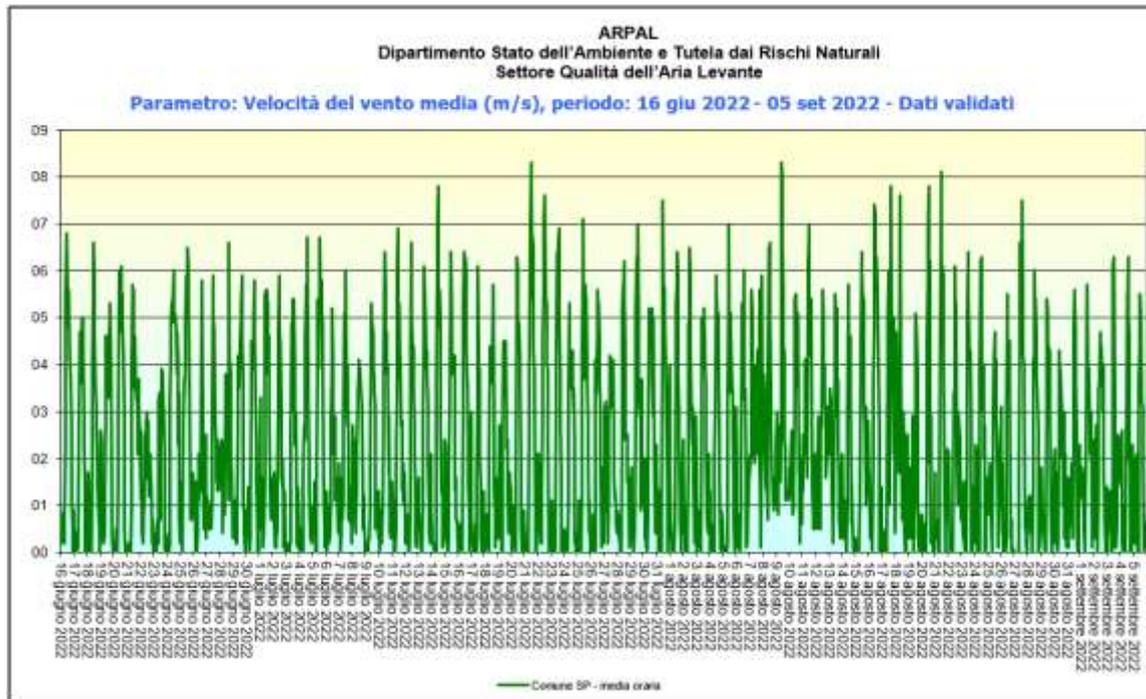
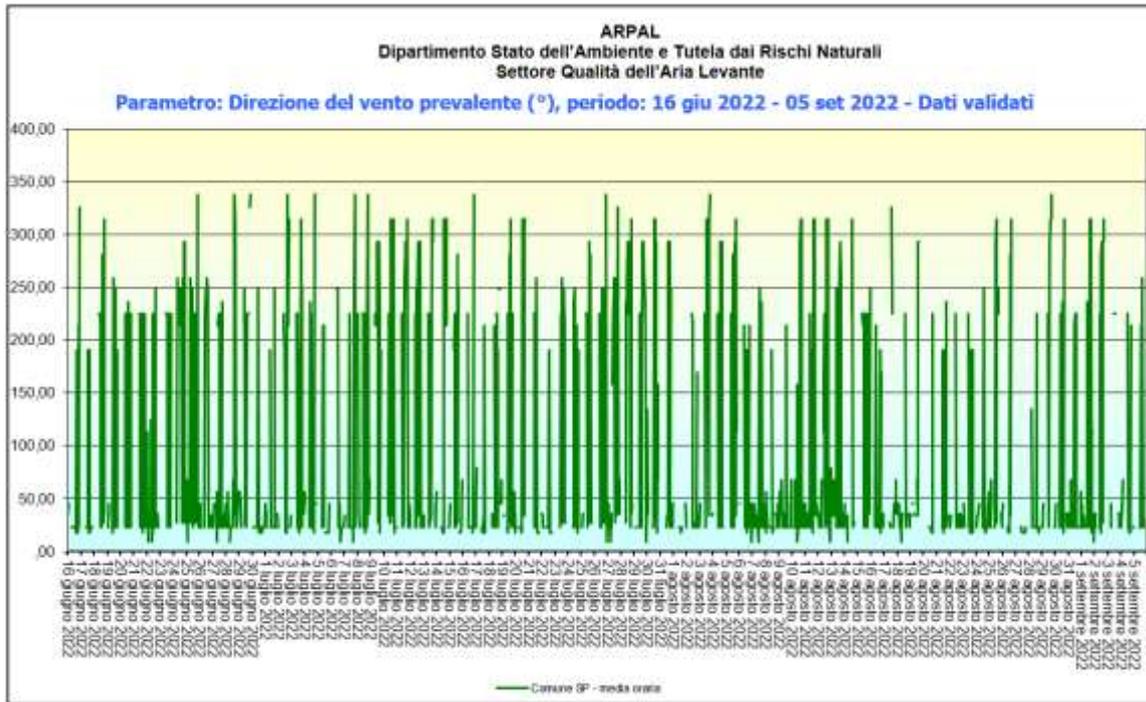
Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107





Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107





Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107



Parametri chimici

Particolato fine PM₁₀ e PM_{2,5}

Il materiale particolato (PM) è una miscela di particelle solide e liquide di diverse caratteristiche chimico-fisiche, che si trova in sospensione nell'aria. In particolare, con il termine PM₁₀ si indicano le particelle con diametro non superiore ai 10 µm, con il termine PM_{2.5} si indicano le particelle con diametro non superiore ai 2,5 µm.

Il particolato può derivare da fenomeni naturali (come gli incendi, l'erosione del suolo, l'aerosol marino...) oppure da attività antropiche, in particolar modo traffico veicolare e processi di combustione; può altresì essere direttamente emesso in atmosfera (inquinante primario), oppure formarsi a seguito di reazioni chimiche o processi di condensazione. La permanenza del particolato in atmosfera dipende anche dalla dimensione delle particelle: le più fini tendono a rimanere in sospensione per diverso tempo e quindi a distribuirsi uniformemente su aree vaste.

Riferimenti normativi

Inquinante	Riferimento	Limiti
Particolato fine PM ₁₀	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore limite giornaliero: 50 µg/m³ <i>da non superarsi più di 35 volte l'anno</i>
		Valore limite annuo: 40 µg/m³
Particolato fine PM _{2.5}	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore obiettivo annuo: 25 µg/m³

La determinazione del particolato presso il Laboratorio Mobile AP è realizzata attraverso un campionatore/misuratore operante simultaneamente su due linee indipendenti per i tagli granulometrici previsti dalla vigente normativa (PM₁₀, PM_{2.5}). Lo strumento inoltre consente, attraverso la misura della radioattività nel sito, di stimare, su base oraria, l'altezza dello strato di rimescolamento, permettendo così di avere una valutazione della capacità di dispersione degli inquinanti da parte della parte bassa dell'atmosfera.

Nel dettaglio il **campionatore-misuratore** è un sistema automatico integrato di:

- campionamento sequenziale del materiale particellare in sospensione in atmosfera su singole membrane filtranti con diametro standard di 47mm (per la eventuale successiva determinazione gravimetrica di laboratorio);
- misura di massa anche oraria del particolato prelevato attraverso la metodologia dell'assorbimento di radiazioni beta emesse da una sorgente ¹⁴C con attività nominale 3,7 Mbeq.

Tale strumento è conforme alle disposizioni legislative ed alle norme tecniche vigenti in materia di monitoraggio della qualità dell'aria ed in particolare è equivalente:

- al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM₁₀ specificato nell'Allegato VI del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero al metodo descritto nella norma UNI EN 12341:2001;
- al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM_{2.5} specificato nell'Allegato VI del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero al metodo descritto nella norma UNI EN 14907:2005.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria

Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Biossido di azoto

Il Biossido di azoto (NO_2) è un inquinante prevalentemente secondario che si forma a seguito dell'ossidazione del monossido di azoto (NO): l'insieme dei due composti viene indicato con il termine di ossidi di azoto (NO_x).

Gli ossidi di azoto vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

Nel caso del traffico autoveicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, poiché la produzione di NO_x aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione. Al momento dell'emissione, gran parte degli ossidi di azoto è in forma di NO , con un rapporto NO/NO_2 decisamente a favore del primo (il contenuto di NO_2 nelle emissioni è circa tra il 5 e il 10% del totale degli ossidi di azoto) che viene poi ossidato in atmosfera dall'ossigeno e più rapidamente dall'ozono, dando luogo al biossido di azoto.

Il monossido di azoto non è soggetto a normativa, in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente: se ne misurano comunque i livelli per via del fatto che, attraverso la sua ossidazione in NO_2 e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di O_3 troposferico.

Per il biossido di azoto sono invece previsti limiti, riassunti nelle tabelle di seguito riportate.

Riferimenti normativi

Inquinante	Riferimento	Limiti
Biossido di azoto (NO_2)	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore limite orario: 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <i>da non superarsi più di 18 volte per anno civile</i>
		Valore limite annuo: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		Soglia di allarme: 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <i>per tre ore consecutive</i>

Tale parametro è stato ricavato attraverso l'utilizzo di un analizzatore per la determinazione in continuo ed in tempo reale delle concentrazioni di monossido di azoto, ossidi di azoto totali e biossido di azoto in aria ambiente, operante in conformità al metodo di riferimento indicato nell'allegato XI, paragrafo 1, sezione II del D.M. 2 aprile 2002, n. 60 ed è conforme alle specifiche di cui all'allegato II, appendice 10, punto 5.2 del D.P.C.M. 28 marzo 1983.

Lo strumento è approvato dall'US-EPA come metodo di riferimento per la determinazione di concentrazioni di ossidi di azoto in aria ambiente, ed è inoltre munito di certificazione dell'Ente tedesco TÜV di conformità alla norma europea UNI EN 14211:2005, così come previsto dal DLgs n. 155 del 13/08/2010 Allegato VI.

La tecnica di misura si basa sulla reazione in fase gassosa tra monossido di azoto e ozono, capace di produrre una luminescenza caratteristica di intensità linearmente proporzionale alla concentrazione di NO . L'analizzatore a chemiluminescenza utilizza una singola camera di reazione ed un singolo fotomoltiplicatore che consentono l'esecuzione di una misura ciclica dell' NO e dell' NO_x , quest'ultima necessaria per ricavare per differenza l' NO_2 .

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria

Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Ozono

L'Ozono (O₃) troposferico è un inquinante secondario che si forma a seguito di reazioni chimiche che avvengono in atmosfera a partire dai precursori (in particolare ossidi di azoto e composti organici volatili). Queste reazioni sono favorite dal forte irraggiamento solare e dalle alte temperature e portano alla formazione di diversi inquinanti (smog fotochimico). L'inquinamento da ozono è un fenomeno caratteristico del periodo estivo e le concentrazioni più elevate solitamente si rilevano nelle ore pomeridiane e nelle aree suburbane poste sottovento rispetto alle aree urbane principali.

Riferimenti normativi

Inquinante	Riferimento	Limiti
Ozono (O ₃)	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore obiettivo per la protezione della salute: 120 µg/m³ <i>media trascinata di 8 ore massima giornaliera da non superare più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni</i>
		Soglia di informazione: 180 µg/m³ (media oraria)
		Soglia di allarme: 240 µg/m³ (media oraria) <i>per tre ore consecutive</i>

Tale parametro è stato ricavato attraverso l'utilizzo di un analizzatore per la determinazione in continuo ed in tempo reale delle concentrazioni di ozono in aria ambiente, operante in conformità al metodo di riferimento indicato nell'allegato III del D.M. 16 maggio 1996 [Metodo dell'assorbimento UV] e nell'allegato VIII, parte I della Direttiva 2002/3/CE del 12 febbraio 2002 ed è conforme alle specifiche di cui all'allegato II, appendice 10, punto 5.3 del D.P.C.M. 28 marzo 1983.

Lo strumento è certificato dal TUV tedesco come conforme alla norma europea UNI EN 14625:2005, così come previsto dal DLgs n. 155 del 13/08/2010 Allegato VI.

La tecnica di misura si basa sull'assorbimento da parte delle molecole di ozono di radiazioni UV alla lunghezza d'onda di 254 nm. La conseguente variazione dell'intensità della luce è direttamente correlata alla concentrazione di ozono presente nel gas campione e tale concentrazione viene calcolata sulla base della legge di Lambert-Beer.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria

Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Monossido di Carbonio

Il Monossido di carbonio (CO) è un gas emesso nello scarico dei veicoli a motore e in altri tipi di propulsore dove vi è combustione incompleta di carburanti fossili. Le principali fonti sono automobili, autocarri, ciclomotori e alcuni processi industriali. Alte concentrazioni si possono rilevare in spazi chiusi come garage, tunnel poco ventilati o lungo le strade nei momenti di grande traffico.

Riferimenti normativi

Inquinante	Riferimento	Limiti
Monossido di carbonio (CO)	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore limite (media di 8 ore massima giornaliera): 10 mg/m³

I valori sono stati rilevati mediante un analizzatore per la determinazione in continuo ed in tempo reale delle concentrazioni di monossido di carbonio in aria ambiente, operante in conformità al metodo di riferimento indicato nell'allegato XI, paragrafo 1, sezione VII del D.M. 2 aprile 2002, n. 60 ed è conforme alle specifiche di cui all'allegato II, appendice 10, punto 5.4 del D.P.C.M. 28 marzo 1983.

Lo strumento è approvato dall'US-EPA come metodo di riferimento per la determinazione di concentrazioni di monossido di carbonio in aria ambiente, ed è inoltre munito di certificazione dell'Ente tedesco TÜV di conformità alla norma europea UNI EN 14626:2005, così come previsto dal DLgs n. 155 del 13/08/2010 Allegato VI.

La tecnica di misura si basa sull'assorbimento da parte delle molecole di CO di radiazioni IR alla lunghezza d'onda di 4,6 µm. L'analizzatore è dotato di un sistema interno che permette di ottenere una risposta lineare e proporzionale alla concentrazione di monossido di carbonio presente nel campione da analizzare.

Biossido di zolfo

Il Biossido di zolfo (SO_2) è un gas incolore, di odore pungente naturale prodotto dell'ossidazione dello Zolfo.

Le principali emissioni di Biossido di Zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo Zolfo è presente come impurità, e dai processi metallurgici. Una percentuale molto bassa di Biossido di Zolfo nell'aria (6-7%) proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel. La concentrazione di Biossido di Zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi nella stagione invernale, laddove sono in funzione gli impianti di riscaldamento domestici.

Riferimenti normativi

Inquinante	Riferimento	Limiti
Biossido di zolfo (SO_2)	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore limite orario: 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <i>da non superarsi più di 24 volte per anno civile</i>
		Valore limite giornaliero: 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <i>da non superarsi più di 3 volte per anno civile</i>
		Soglia di allarme: 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <i>per tre ore consecutive</i>

La tecnica di misura si basa sul metodo a fluorescenza.

L'aria da analizzare è immessa in una apposita camera nella quale vengono inviate radiazioni UV a 230-190 nm. Queste radiazioni eccitano le molecole di SO_2 presenti che, stabilizzandosi, emettono delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rilevatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di SO_2 presente nell'aria.

Parametri meteorologici in situ

La misura della gran parte dei parametri meteorologici monitorati viene effettuata mediante il DNB301 posizionato sulla sommità di un palo telescopico a circa 10 m dal suolo; si tratta di uno strumento multi sensore in grado di misurare:

- velocità e direzione del vento,
- precipitazione,
- pressione barometrica,
- temperatura,
- umidità relativa.

L'utilizzo di questo strumento su un laboratorio mobile presenta notevoli vantaggi in quanto, pur garantendo misure precise e stabili tipiche dei sistemi di rilevamento classici, non presenta parti in movimento, è molto compatto e leggero e di facile e veloce installazione.

Misura del vento

La velocità e la direzione del vento sono misurate attraverso un sistema senza parti in movimento. Il sensore utilizza gli ultrasuoni per determinare la direzione e la velocità orizzontale del vento. Il campo di misura per la velocità del vento è (0 ÷ 60) m/s, per la direzione del vento 0° ÷ 360°.

Misura delle precipitazioni

Il sensore, senza parti in movimento, misura la precipitazione attraverso un sistema ottico in grado di rilevare valori fino a 400 mm/h con un'accuratezza su tutto il range del 3%.

Le misure di pressione barometrica, temperatura ed umidità sono combinate in un modulo, installato all'interno di un apposito schermo che protegge i sensori dalla radiazione solare diretta e riflessa, nonché dalle precipitazioni. Il materiale plastico dei piattini presenta caratteristiche termiche eccellenti e stabilità nei confronti dei raggi ultravioletti. La superficie esterna bianca riflette le radiazioni, mentre quella nera interna assorbe il calore accumulato.

Nel seguito il dettaglio dei singoli sensori.

La **pressione barometrica** è misurata utilizzando un sensore piezoresistivo. Il sensore ha una minima isteresi e un'eccellente ripetibilità. Il campo di misura è (600 ÷ 1100) hPa.

La misura della **temperatura** è realizzata attraverso l'impiego di un diodo il cui campo di misura è (-40 ÷ +80) °C.

La misura dell'**umidità relativa** è realizzata attraverso l'impiego di un sensore capacitivo che presenta accuratezza del 3% sull'intero campo di misura è (0÷100) RH.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria

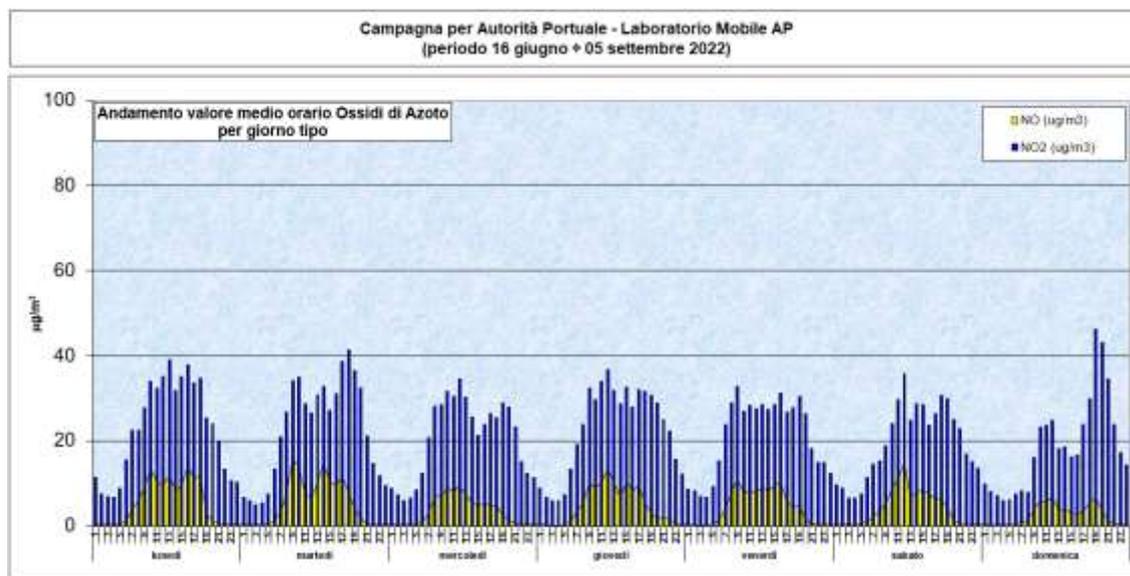
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Risultati e commenti

I dati sono stati raccolti alla migliore risoluzione temporale permessa dagli analizzatori, che nella attuale configurazione prevede l'esecuzione di una misura mediata su 10 secondi, archiviata localmente, elaborata, trasferita e memorizzata presso il Centro Operativo Regionale come dato orario². Per quanto riguarda il PM10 e il PM2.5, il campione viene ottenuto facendo fluire un volume di aria ad un flusso noto e costante (38 l/min) attraverso un supporto filtrante neutro. La determinazione del materiale particolato depositato viene effettuata direttamente dall'analizzatore attraverso la misura dell'assorbimento della radiazione β della sorgente e verificata periodicamente su un numero limitato di campioni con metodo gravimetrico.

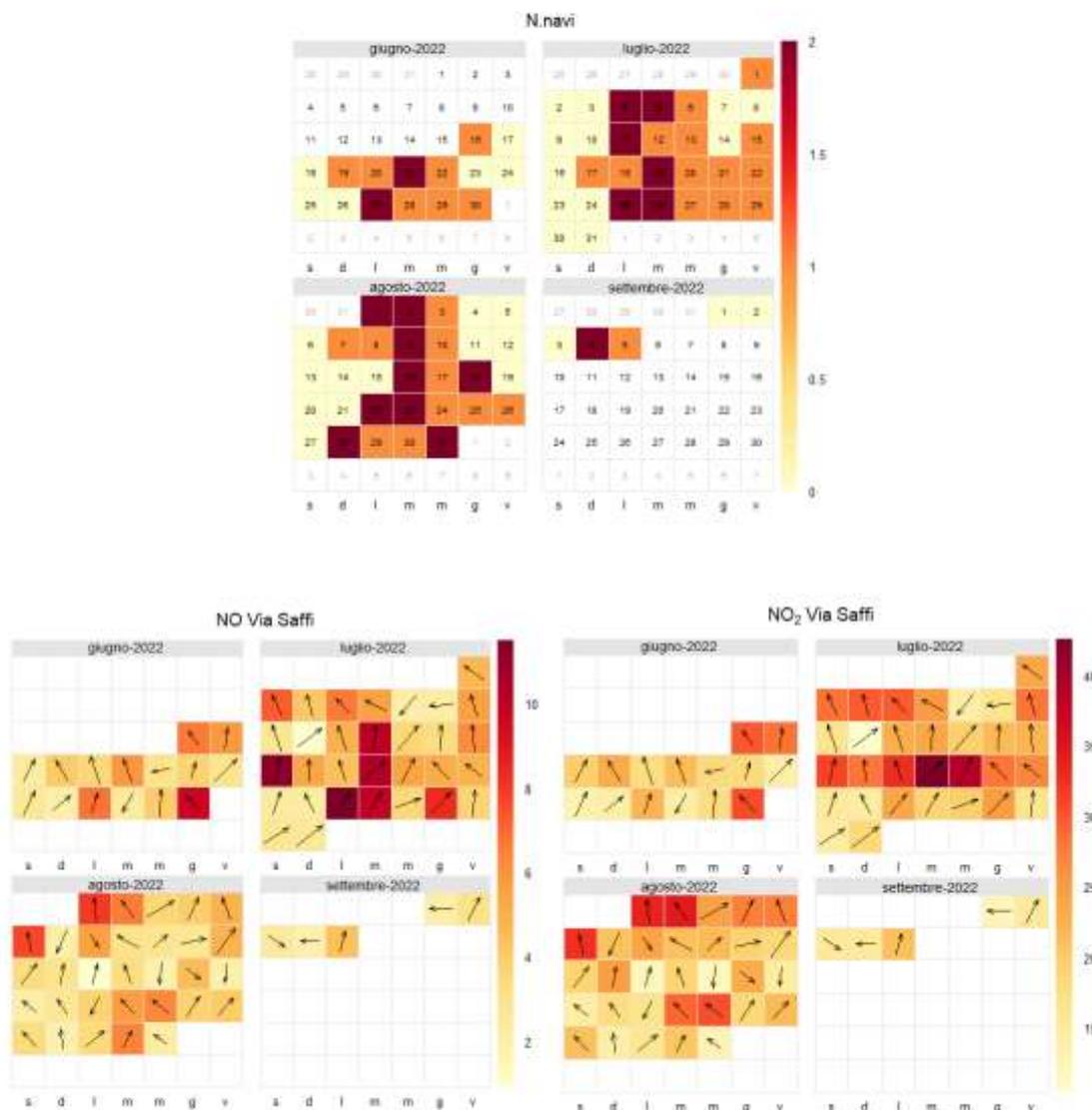
Durante il periodo in oggetto non si è registrato alcun superamento dei valori limite definiti dalla normativa vigente per tutti gli inquinanti normati monitorati, e cioè **NO₂**, **CO**, **SO₂**, **O₃**, **PM_{2.5}** e **PM₁₀**.

Dall'analisi dei valori orari degli Ossidi di Azoto, per ciascun giorno della settimana, si nota un andamento uniforme dal lunedì al sabato per entrambi i parametri di riferimento.



Nel seguito sono disponibili alcuni grafici realizzate con modalità *Calendar Plot* che rappresentano le concentrazioni medie giornaliere disposte in formato calendario, associate al giorno ed alla direzione prevalente del vento. La concentrazione dell'inquinante è indicata da una scala di colori sulla quale è sovrapposto un vettore che rappresenta direzione prevalente ed intensità media del vento (rilevato presso il Laboratorio Mobile) in quel giorno e lo stesso è stato riportato per la presenza delle navi in quei giorni.

² si precisa che per tutte le elaborazioni l'ora di riferimento è quella solare



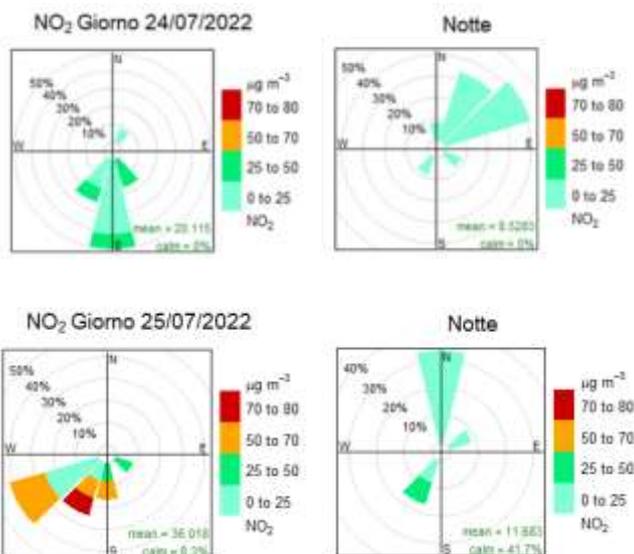
Calendar Plot - Presenza di 1 (arancio), 2 (rosso) o nessuna (giallo) nave da crociera (sopra); concentrazioni medie giornaliere di NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e vento prevalente.

Si può notare come le gradazioni di colore più scuro, che stanno ad indicare valori di concentrazione media giornaliera di ossidi di azoto più elevati, sono caratteristiche delle giornate in cui è presente almeno una nave all'accosto del Molo Garibaldi.

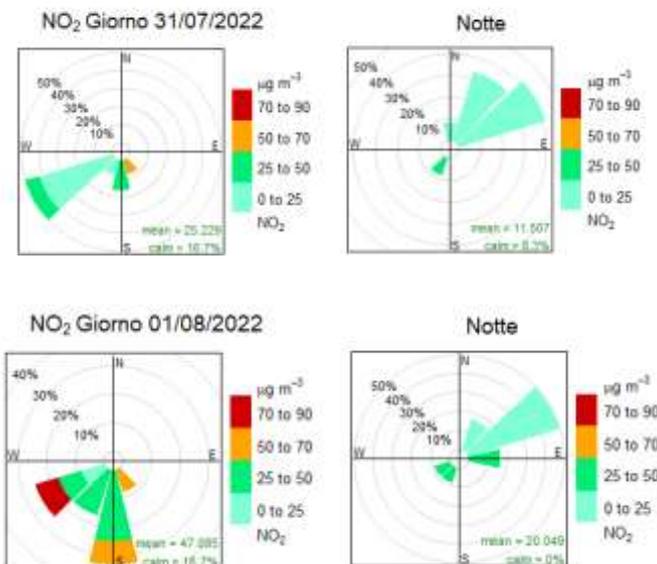
Le elaborazioni seguenti di tipo Pollution-Rose riportano le concentrazioni dell'inquinante in relazione con la direzione del vento, o più precisamente la percentuale di tempo in cui una determinata concentrazione si trova in un determinato intervallo di valori stabiliti sulla base dei dati misurati.

**Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela
dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria**
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

In particolare è riportata una valutazione dell'NO₂ nelle giornate caratterizzate da singolo o doppio accosto (con nave presente solo nelle ore diurne), confrontate con il primo giorno utile successivo o precedente in cui non erano presenti navi da crociera e le condizioni meteo risultavano molto simili: ciò al fine di rendere non influente la variabile meteorologica nella valutazione dell'impatto della 'presenza navi'.



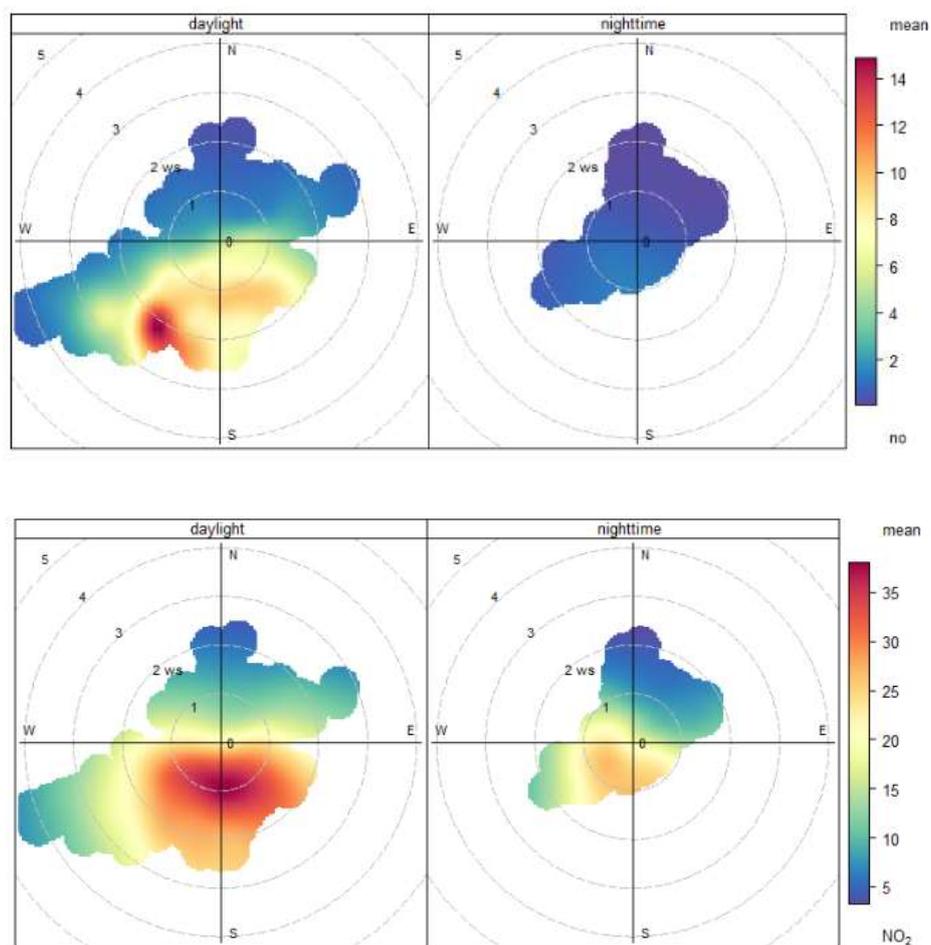
Pollution rose NO₂ - giorno e notte in assenza (24/07) e in presenza di 2 navi da crociera(25/07).



Pollution rose NO₂ - giorno e notte in assenza (31/07) e in presenza di 2 navi da crociera (01/08).

Da tali rappresentazioni grafiche si osserva che, in presenza di navi all'accosto al molo Garibaldi ed in condizioni meteo in cui il regime anemologico è dominato dalle brezze, si registra un aumento della concentrazione di NO₂.

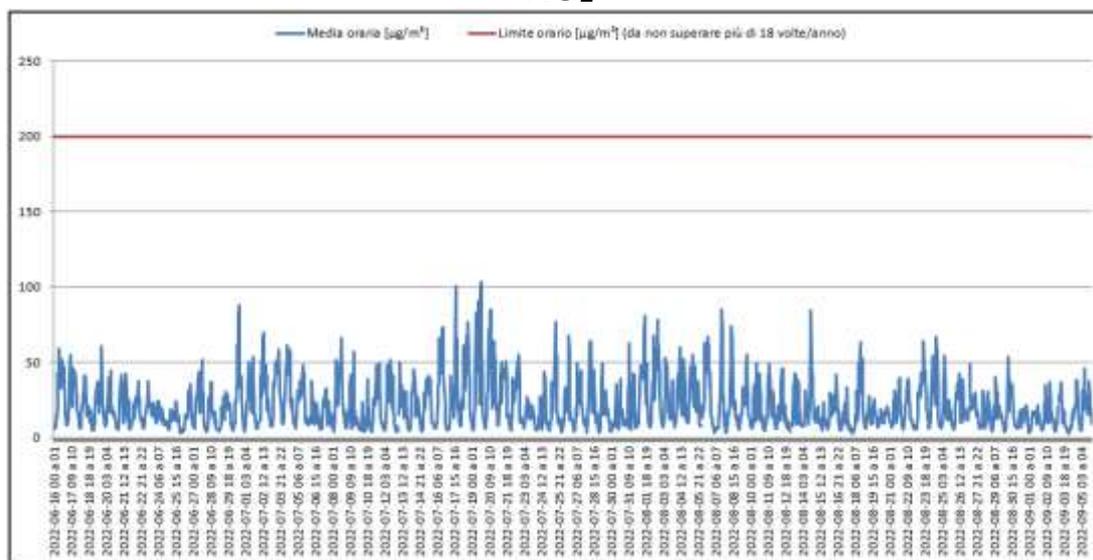
Dai *Polar Plot* successivi, dove sono riportati i dati medi di concentrazione di NO e NO₂ rilevati durante tutto il periodo, suddivisi per giorno/notte ed associati alla velocità e direzione del vento, risultano ben evidenti le direzioni dalle quali provengono le varie concentrazioni degli inquinanti.



Polar Plot - Concentrazione di NO (sopra) e NO₂ (sotto) rilevati di giorno e di notte associati alla velocità e direzione del vento.

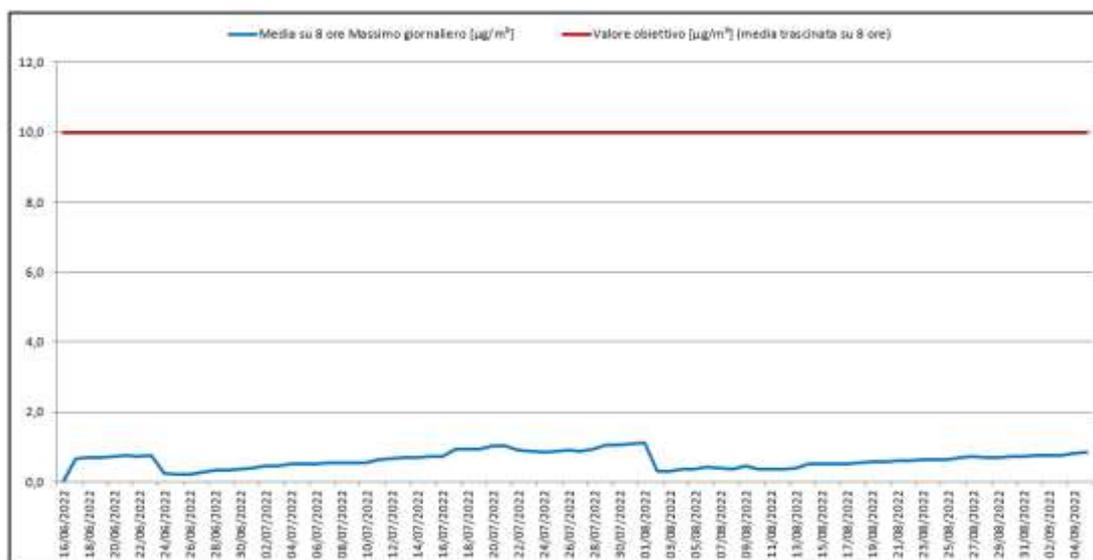
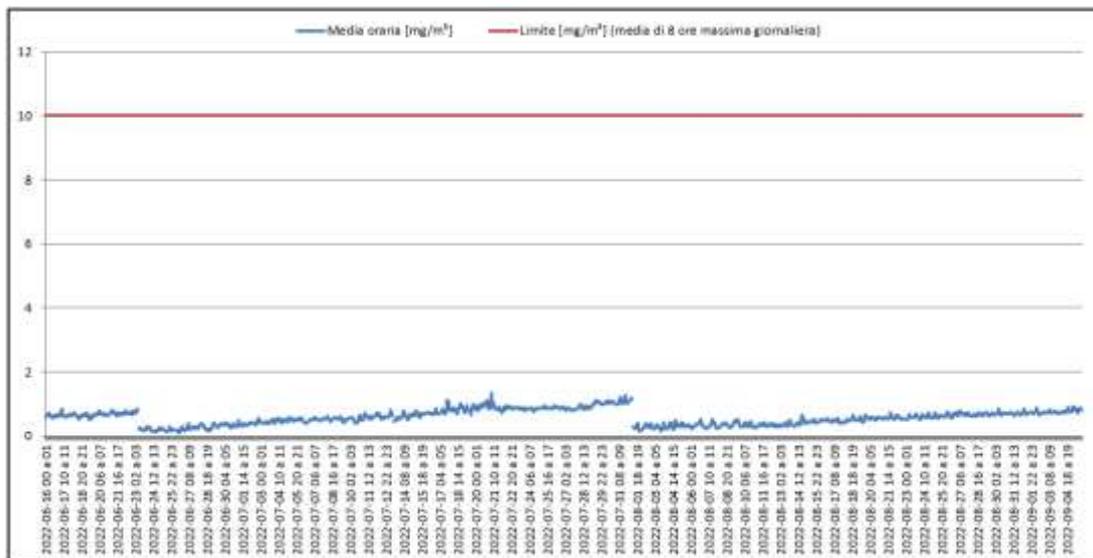
Si riportano di seguito i valori degli inquinanti monitorati (**NO₂**, **CO**, **O₃**, **SO₂**, **PM₁₀** e **PM_{2.5}**), registrati nel corso della campagna di monitoraggio, per i quali viene fissato un limite dalla normativa vigente³.

NO₂



In merito al parametro Biossido di Azoto (NO₂), le medie orarie del periodo di misura hanno evidenziato valori ben al di sotto del valore limite orario fissato a 200 µg/m³, da non superare per più di 18 volte l'anno. La media calcolata dal 16/06/2022 al 05/09/2022, risultata pari a 21,5 µg/m³: tale valore risulta inferiore al valore limite medio annuo previsto dal D.Lgs 155/2010, fissato a 40 µg/m³; ovviamente si deve tenere presente che detto valore medio è rappresentativo del solo periodo in cui si è svolto il monitoraggio e non di tutto l'anno solare. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 99,4%.

CO



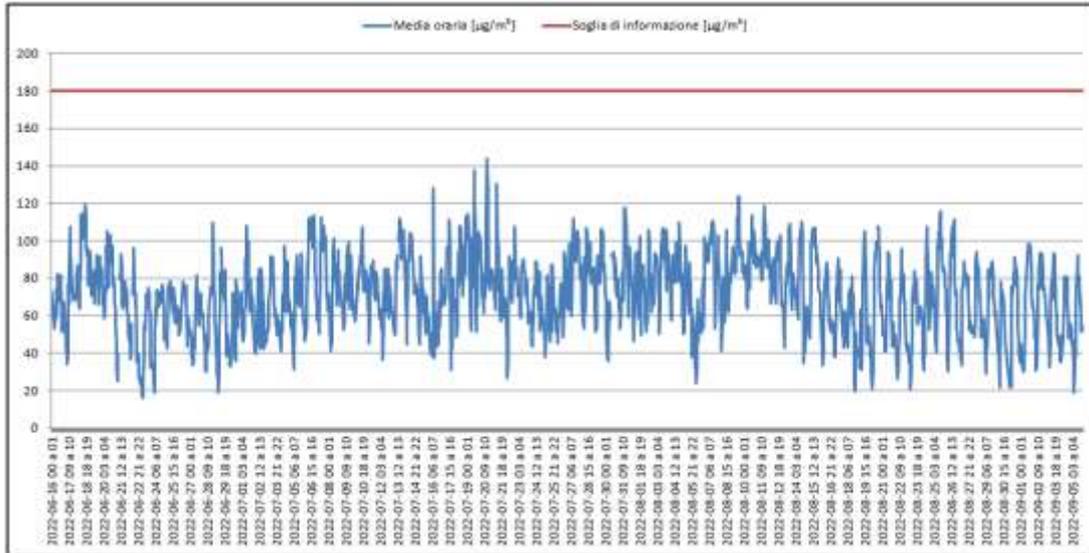
In merito al parametro Monossido di Carbonio (CO), le medie orarie del periodo di misura hanno evidenziato valori ben al di sotto del valore limite (media di 8 ore massima giornaliera) fissato a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 99,3%.

Si evidenzia come il valore medio orario del CO presenti un andamento 'a gradino': ciò per effetto delle derive di zero dello strumento che vengono corrette secondo quanto previsto dall'applicazione delle procedure di QA/QC al superamento della tolleranza accettata (0,5 ppm) nelle verifiche automatiche di zero.

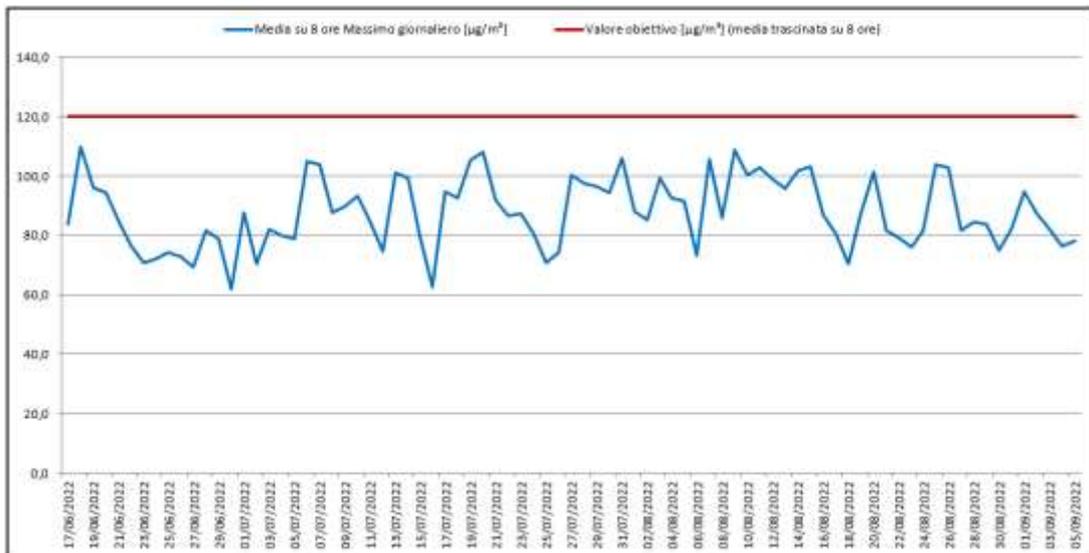
**Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela
 dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria**

Via Bombrini 8, 16149 Genova
 Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
 C.F. e P.IVA 01305930107

O₃

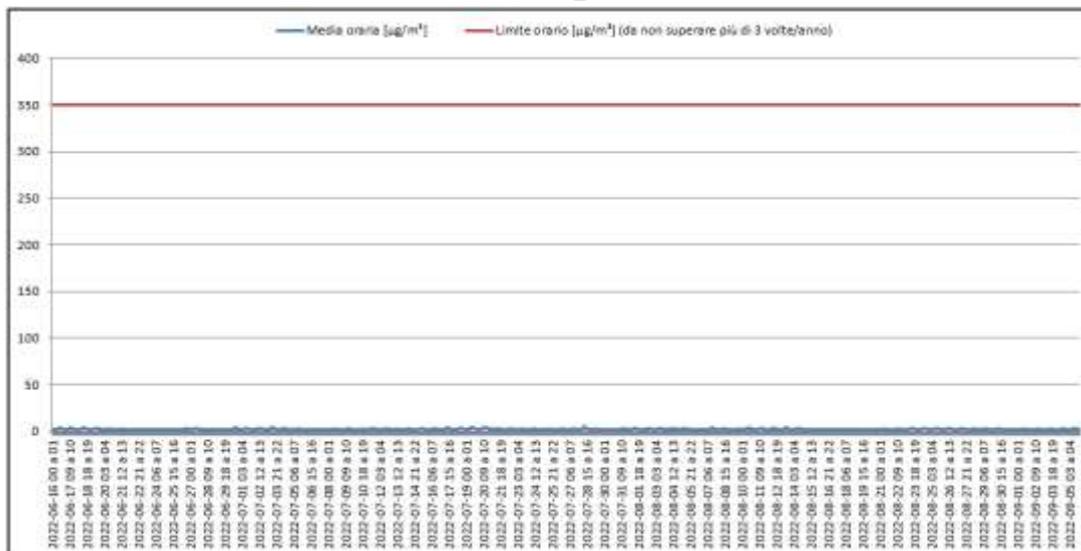


In merito al parametro Ozono (O₃) le medie orarie del periodo di misura hanno evidenziato valori ben al di sotto della Soglia di Informazione (media oraria) fissata a 180 µg/m³. Come si può notare nel secondo grafico, non vi sono stati superamenti del Valore Obiettivo (media su 8 ore – valore massimo giornaliero) fissato a 120 µg/m³. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 99,3%.



**Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela
dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria**
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

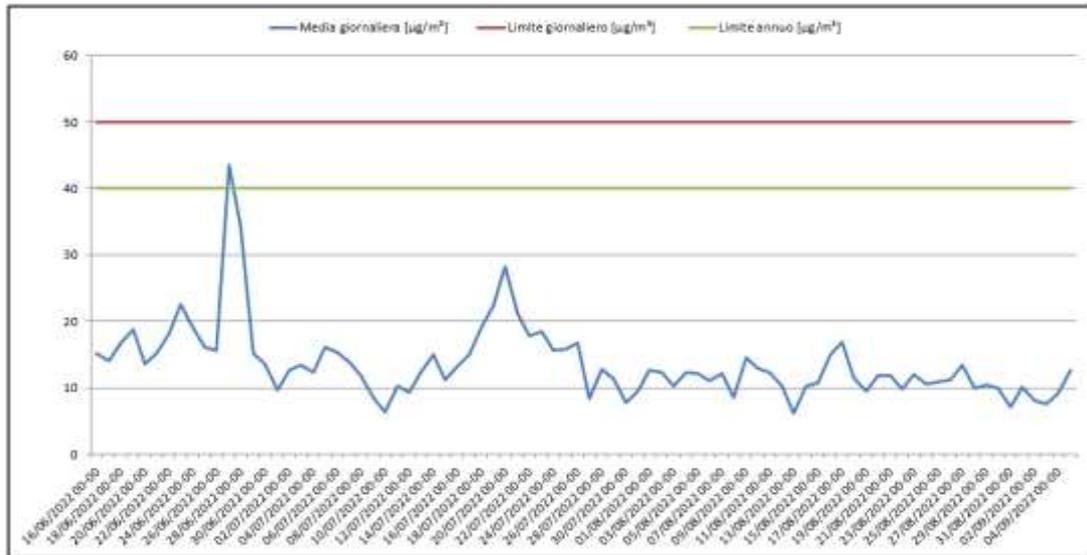
SO₂



In merito al parametro Biossido di Zolfo (SO₂), le medie orarie del periodo di misura hanno evidenziato valori ben al di sotto del valore limite orario fissato a 350 µg/m³, da non superare per più di 3 volte l'anno. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 99,4%.

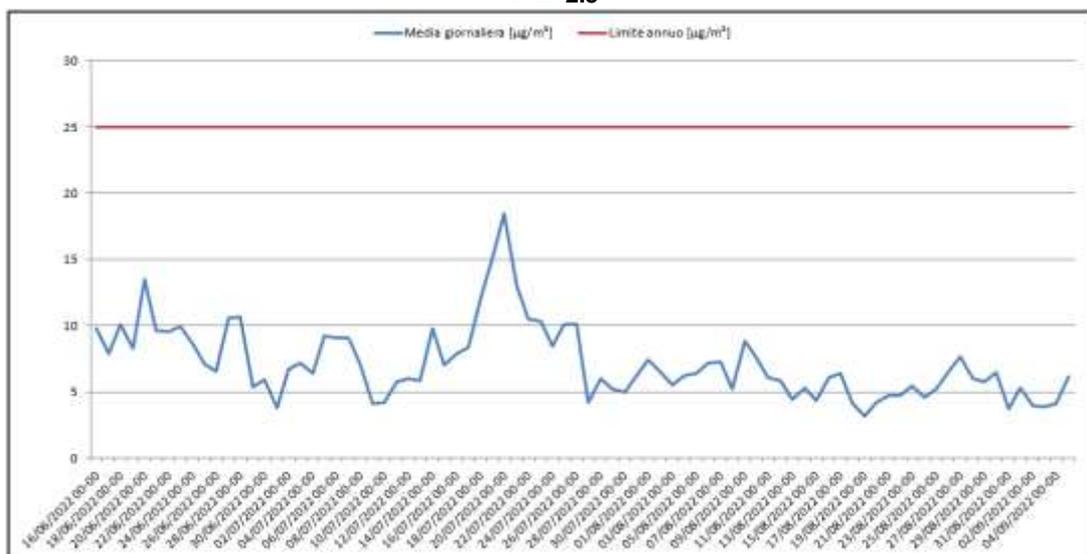
**Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela
dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria**
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

PM₁₀



In merito al parametro PM₁₀ le medie giornaliere del periodo di misura hanno evidenziato valori inferiori al limite (giornaliero) fissato a 50 µg/m³, da non superare più di 35 volte in un anno. Si nota un dato giornaliero superiore al valore limite medio annuo, registrato il giorno 27/06/2022, dovuto ad un generale aumento dei valori causato dalla presenza di sabbia in quota proveniente dal continente africano. La media calcolata dal 16/06/2022 al 05/09/2022 risulta pari a 13,7 µg/m³, inferiore al valore limite medio annuo previsto dal D.Lgs 155/2010 fissato a 40 µg/m³: ovviamente si deve tenere presente che detto valore medio è rappresentativo del solo periodo in cui si è svolto il monitoraggio e non di tutto l'anno solare. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 100,0%.

PM_{2.5}



**Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela
dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria**
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

In merito al parametro $PM_{2.5}$ le medie giornaliere del periodo di misura hanno evidenziato valori inferiori al limite (annuo) fissato a $25 \mu g/m^3$. La media calcolata dal 16/06/2022 al 05/09/2022, pari a $7,2 \mu g/m^3$, è inferiore al valore limite medio annuo di $25 \mu g/m^3$: ovviamente si deve tenere presente che detto valore medio è rappresentativo del solo periodo in cui si è svolto il monitoraggio e non di tutto l'anno solare. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 100,0%.

In conclusione, da questa campagna scaturisce un quadro con valori ben ampiamente al di sotto dei limiti normativi per tutti i parametri monitorati. Si evidenzia che i valori più elevati di ossidi di azoto si sono registrati in presenza di navi da crociera all'accosto al molo Garibaldi in concomitanza a condizioni meteo in cui il regime anemologico è dominato dalle brezze.

**Il Responsabile del Settore
Qualità dell'Aria Centro Levante**

Ing. Federico Grasso

Firmato digitalmente da

Federico Grasso

C = IT
Data e ora della firma:
01/06/2023 11:37:37

**Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela
dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria**
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

