

Preg. mi

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

**OGGETTO: campagna di monitoraggio 2022 della qualità dell'aria presso 'Via Vittorio Veneto 197 – Ospedale S.Andrea'.**

In osservanza a quanto previsto dell'accordo di collaborazione tra la scrivente Agenzia e il Comune della Spezia si trasmette in allegato il rapporto relativo alla campagna in oggetto.

La zona è meritevole di ulteriori approfondimenti, atti a indagare le diverse quote con cui gli inquinanti si vanno a distribuire dal piano strada alla sommità degli edifici circostanti.

Arpal rimane a disposizione, come già concordato, per indagare anche questo aspetto finora non preso in considerazione.

Distinti 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:  
09/05/2023 17:36:46

**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](mailto: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 anno 2021 tra

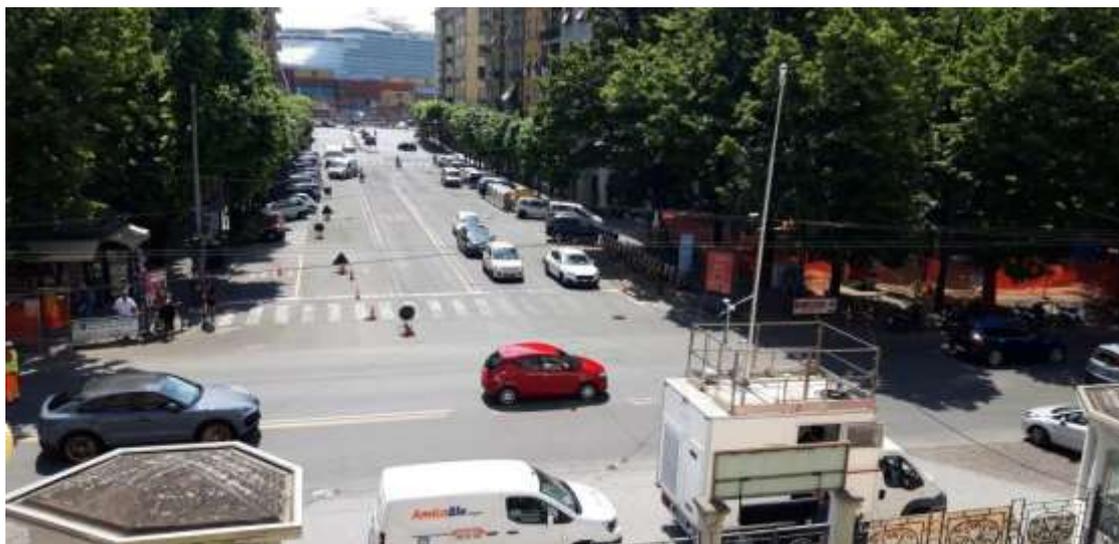
Arpal e Comune della Spezia

presso

### 'Via Vittorio Veneto 197 – Ospedale S. Andrea '

Comune della Spezia

09 giugno 2022 ÷ 16 ottobre 2022



**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

## SOMMARIO

1	Premessa .....	4
2	Strumentazione utilizzata.....	5
3	La situazione meteorologica.....	6
	PECIPITAZIONI: .....	6
	TEMPERATURE: .....	7
	VENTO: .....	7
	STABILITÀ ATMOSFERICA/PBL/REGIME DI PRESSIONE:.....	7
	MAREGGIATE:.....	8
4	Parametri chimici.....	15
4.1	Particolato fine (PM10) e (PM <sub>2,5</sub> ) .....	15
4.2	Biossido di azoto.....	18
4.3	Ozono .....	20
4.4	Monossido di Carbonio .....	22
4.5	Benzene .....	24
4.6	Parametri meteorologici in situ.....	26
4.6.1	Misura del vento.....	26
4.6.2	Misura delle precipitazioni .....	26
5	Risultati e commenti .....	27
5.1	NO <sub>2</sub> .....	32
5.2	CO .....	33
5.3	O <sub>3</sub> .....	34
5.4	PM <sub>10</sub> .....	35
5.5	PM <sub>2,5</sub> .....	36
5.6	Benzene.....	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

<b>COMUNE</b>	La Spezia
<b>PERIODO</b>	09 giugno 2022 ÷ 16 ottobre 2022
<b>ZONA MONITORATA</b>	Via Vittorio Veneto 197 – Ospedale S.Andrea
<b>COORDINATE e QUOTA</b>	44° 06'40.56"N - 9° 49'56.09"E – 7 m slm
<b>INQUINANTI RILEVATI</b>	NO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub> , PM10, PM 2.5, Benzene
<b>PARAMETRI METEOROLOGICI RILEVATI</b>	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

ritenuta particolarmente importante proprio per la presenza dell'Ospedale Civile S. Andrea.



Figura 1 - Area oggetto del monitoraggio: si noti la distanza fra la postazione di misura mobile, quella fissa e il molo

## 1 PREMESSA

Le campagne **3/2022** e **4/2022** sono state effettuate nell'ambito della Convenzione per l'anno corrente tra Comune della Spezia e Arpal e si sono sviluppate per un periodo di circa 4 mesi.

Il sito, per quanto non del tutto conforme alle linee guida per le postazioni fisse di rilevamento della qualità dell'aria, per l'estrema vicinanza ad un'arteria viaria come via Vittorio Veneto e per la prossimità del sistema semaforico che regola l'incrocio tra via Vittorio Veneto e via San Cipriano, è stato individuato per una prima indagine conoscitiva della situazione sito-specifica.

Nel prosieguo sono presentati gli strumenti, i valori rilevati dai vari sistemi di monitoraggio e 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 nel periodo. Le concentrazioni degli inquinanti dipendono dalla quantità e dalle modalità di emissione degli inquinanti stessi nell'area, dalla morfologia del sito e dalla situazione meteorologica che influisce sulle condizioni di dispersione, di accumulo e sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa, le cosiddette componenti secondarie.

**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

## 2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

---

Si riportano nel seguito i dati salienti delle apparecchiature operanti sul Laboratorio Mobile Arpal impiegato nel corso della prima fase del monitoraggio:

- analizzatore di Ossidi di Azoto Teledyne API modello 200E completo di sistema di verifica automatico della calibrazione mediante tubo a permeazione - nr serie 4152;
- analizzatore di Monossido di Carbonio Teledyne API modello 300E completo di sistema di verifica automatico della calibrazione mediante bombola certificata a bassa concentrazione - nr serie 2904;
- analizzatore di Ozono Teledyne API modello 400E completo di sistema di verifica automatico di verifica della calibrazione - nr serie 2865;
- analizzatore di BTX Chromatotec Airtoxic modello GC866, completo di sistema di verifica automatico della calibrazione mediante tubo a permeazione, nr. serie 26811117;
- sistema per il prelievo aria ambiente posta a circa 4 m dal suolo;
- analizzatore/campionatore automatico di polveri bicanale FAI Instruments modello SWAM 5a DC, completo di teste di campionamento PM10 e PM 2.5 (posta a circa 4 m dal suolo) – nr. serie 263;
- sistema ottico conta particelle FAI Instruments modello OPC MCH, completo di testa di campionamento polveri (posta a circa 4 m dal suolo) – nr. serie 120;
- stazione Meteo LASTEM modello DNB301– nr serie 201000205-200835 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 manutenzione della strumentazione sopraelencata è effettuata sulla base delle specifiche tecniche richiamate nel documento DG Arpal nr. 79 del 26/02/2014.

**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

### 3 LA SITUAZIONE METEOROLOGICA

---

A inizio campagna, tra fine giugno e luglio, si osserva una estesa rimonta anticiclonica lungo i meridiani che ha protetto la Liguria, e gran parte del continente, dalle depressioni, inducendo richiami meridionali sub tropicali dal nord Africa. La figura dominante è l'anticiclone, che ha determinato sulle zone liguri-tirreniche temperature superiori alla norma e scarse precipitazioni.

L'alta pressione lascia temporaneamente la presa nella seconda parte di agosto, quando si osserva l'innescò di un dominio depressionario sull'area mediterranea italiana e l'Europa centro orientale. Questa configurazione ha comportato a tratti la discesa di aria più fredda atlantica verso il Mediterraneo centrale, contrastando con correnti caldo-umide in risalita verso nord-est:

Attorno al 17 e 18 agosto un rapido sistema frontale, accompagnato da intense correnti sud-occidentali in quota, è caratterizzato da fasi di maltempo che hanno investito violentemente il levante ligure e l'alta Toscana.

Settembre invece è caratterizzato da qualche rapido passaggio instabile sul Levante ligure a metà mese, più intenso sul centro Italia (alluvione delle Marche), intervallato da una temporanea rimonta anticiclonica a cui seguono condizioni più instabili nell'ultima settimana, associate a un aumento del moto ondoso per Libeccio verso il 27 e 29; questa configurazione ha provocato sia una lieve diminuzione delle temperature rispetto al periodo precedente, sia qualche precipitazione (che ha colpito però più intensamente le zone interne del centro Liguria e più marginalmente lo spezzino).

Nella prima metà di ottobre si afferma una nuova e consistente rimonta anticiclonica che determina richiami dal nord Africa, lungo il bordo occidentale dell'Europa e dell'area mediterranea, inducendo un tempo estremamente secco e siccitoso con un'anomalia calda che si è protratta fino a inizio novembre.

**PECIPITAZIONI:** si registrano 15 giorni di pioggia (valore > 1 mm) e un massimo di 22.2 mm cumulatì (18/08/2022), giorno caratterizzato da rinforzo dei venti e da instabilità associata a forti temporali e forti grandinate, tra alta toscana e il Tigullio con danni alle case in particolare tra Sestri Levante e Lavagna (seguiti dal secondo picco di 21.8 mm giornalieri il 30/09/2022). Questi due valori evidenziano comunque quantitativi giornalieri scarsi sullo spezzino in un contesto caratterizzato da valori bassi (associati a condizioni di siccità). Complessivamente si osserva un significativo deficit per l'intero periodo nonostante qualche debole piovasco tra il 24 settembre e 1 ottobre (legato a qualche passaggio perturbato atlantico).

**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

**TEMPERATURE:** per lo spezzino i massimi di temperatura del periodo raggiungono i 36.7°C il 19/07; mentre le temperature minime si abbassano a 12.5°C il 22/09. Si evidenzia come il 19/7 si sia riscontrata un'anomalia positiva di circa + 7.7 °C che evidenzia un luglio con temperature medie mensili in ulteriore aumento e valori decisamente sopra il clima atteso. La minima del 22/09 invece mostra un'anomalia circa - 4 °C.

**VENTO:** il vento di intensità forte (cioè >10 m/s o >130 km/h) si osserva nei seguenti giorni: 11 e 12/06, 6/07, 7/08, 17-18/08, il periodo tra 8 al 17/09 e infine per i giorni tra il 27 e il 30/09. In questo contesto la raffica massima della campagna viene registrata il 18/08/2022 con 143,64 km/h. Questo episodio era preceduto il 17/08/2022 da ben 76,32 km/h di raffica (valore di burrasca forte per la scala Beaufort) a causa di intensi eventi temporaleschi che hanno interessato il Levante ligure e l'alta Toscana in quel periodo. Il terzo valore di raffica della campagna viene registrato il 17/09/2022 con 69 km/h (Burrasca moderata) e 61 km/h (vento forte) l'8/09/2022.

**STABILITÀ ATMOSFERICA/PBL/REGIME DI PRESSIONE:** in questo contesto le condizioni anticicloniche dominanti determinano i massimi di pressione registrati tra giugno e luglio e solo a tratti a settembre (con un lieve aumento tra il 20 e 25/09) e poi in tutta la prima metà di ottobre, quando si assiste a una rimonta anticiclonica decisa. Segnaliamo nella seconda parte di agosto un'area depressionaria che interessa la nostra Penisola e il Levante, con episodi temporaleschi associati a raffiche di vento e anche grandine a tratti.

Un primo minimo barometrico della campagna si verifica il 15/08/2022 con 1007.9 hPa in concomitanza con la discesa di una circolazione atlantica verso l'area mediterranea (legata ai temporali e colpi di vento del 18/08), mentre a settembre in concomitanza con diversi passaggi atlantici si registrano nuovi cali barometrici quando un'area depressionaria prende possesso del Mediterraneo occidentale: si osserva un aumento dell'instabilità e dei fenomeni nel centro della Liguria che il 24-25-26/09 che fanno registrare precipitazioni modeste nello spezzino e un aumento dell'instabilità tra il 29-30 settembre, legata a un passaggio frontale associato a un rinforzo del vento e un crollo della pressione sui 1000 hPa (tra il 28 e il 30/09) a causa della formazione di un minimo sottovento sul Nord-Italia.

Segue un successivo ottobre caratterizzato da una rimonta della pressione su valori alti > 1020 hPa, legati anche a temperature anomale e calde.

I valori più alti di pressione sullo spezzino registrati nel corso dei diversi mesi di campagna sono il giorno 12/06/2022 di 1019 hPa, il 13/07/2022 con 1020.6, il 10/08/2022 con 1016.8 hPa, il 05/09/2022 con 1020.8 hPa e il 06/10/2022 con 1027 hPa.

I valori più bassi di pressione sullo spezzino registrati nel corso dei diversi mesi di campagna sono: i giorni 24, 28 e 29/06/2022 con 1012 hPa; il 26/07/2022 con 1010.5 hPa; il 15, 18 e 22/08/2022 con 1008 hPa; il 28-29/09 con 1000 hPa; Per ottobre il minimo di pressione è quello del 01/10/2022 con valori comunque alti di 1018.2, che crescono nel restante periodo.

**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

**MAREGGIATE:** 27 e 29 settembre, periodo in cui si sono instaurate condizioni tra ostro e libeccio significative e prolungate, con un'altezza d'onda significativa tra 2.5 e 3 m

**SEGNALAZIONI DI PROTEZIONE CIVILE:** sulla zona interessata abbiamo le seguenti segnalazioni di protezione civile con 8 allerte gialle per temporali

1. sulla Liguria dalle 10.00 di martedì 28 giugno alle 02.00 di mercoledì 29 giugno
2. sulla Liguria dalle 00.00 di lunedì 15 agosto alle 12.00 di martedì 16 agosto
3. sulla Liguria dalle 00.00 alle 23.59 di giovedì 18 agosto
4. sul centro-levante dalle 20.00 di martedì 30 agosto alle 12.00 di mercoledì 31 agosto
5. sulla Liguria dalle 06.00 alle 24.00 di sabato 3 settembre
6. su B, C, E dalle 00.00 alle 12.00 di giovedì 8 settembre
7. su B, C, E dalle ore 11.00 di mercoledì 14 settembre alle 13.00 di giovedì 15 settembre
8. su B, C, E dalle 8.00 di sabato 24 settembre alle 10.00 di domenica 25 settembre

**ANOMALIE CLIMATOLOGICHE:** Le precipitazioni sullo spezzino mostrano un'anomalia significativa con riduzione delle precipitazioni al di sotto del -60% a seconda del periodo in particolare a giugno e luglio e successivamente tra settembre e inizio ottobre.

Le piogge attese nello spezzino rispetto a quelle osservate da inizio giugno a fine ottobre (117 mm in totale) evidenziano un'elevata anomalia pluviometrica negativa (rispettivamente di circa -235 mm).

L'andamento delle temperature a Spezia nel periodo mostra anomalie positive con T massime e minime mensili generalmente sopra la media, caratterizzate da anomalie positive significative ad eccezione di settembre che ha visto una lieve riduzione su valori comunque sempre lievemente positivi. Ottobre spicca per un rinforzo delle anomalie termiche positive.

Per le temperature massime mensili si evidenziano per giugno (con massimi di 33°C il 27 e 28/06), luglio (con massimi di 35/36 °C tra 17 e 20/07) e agosto (con massimi tra il 3 e 7/06 compresi tra 34 e 36) anomalie mensili di  $\geq + 3$  °C che solo a settembre scendono attorno all'atteso dal clima (salvo che 1 e il 7/09 in cui vengono raggiunti 30 °C) per poi risalire a + 2.5 °C in ottobre (con valori massimi di 25.5°C il 11/10/2022).

Per le temperature minime mensili invece si evidenzia una Anomalia media mensile di circa +3°C per giugno, luglio e agosto, in riduzione a +1.5 °C a settembre. Si ha un nuovo significativo aumento in ottobre oltre + 4°C.

**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

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 Radon<sup>1</sup> rilevati con risoluzione oraria dal campionatore SWAM della postazione di Amendola: 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.

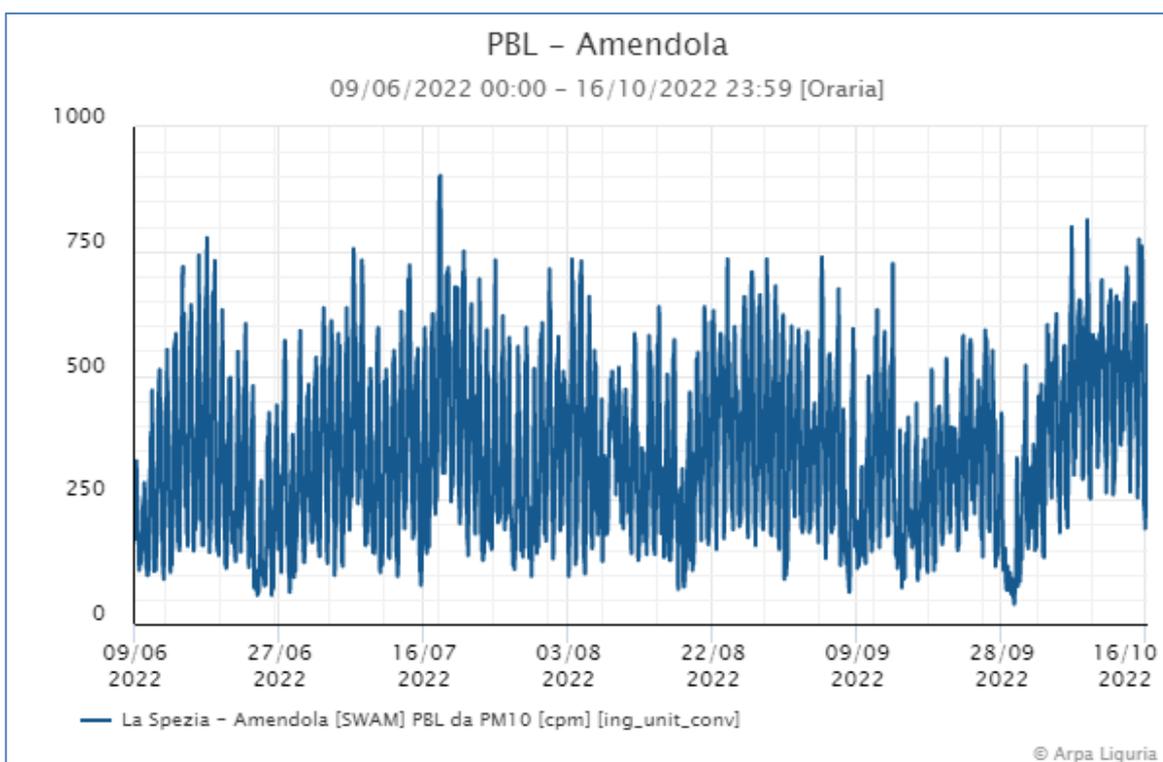


Figura 2 - Andamento dell'inverso del PBL (strato limite planetario) misurato ad Amendola

<sup>1</sup> 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 <sup>222</sup>Rn e dell'isotopo <sup>220</sup>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 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.

**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

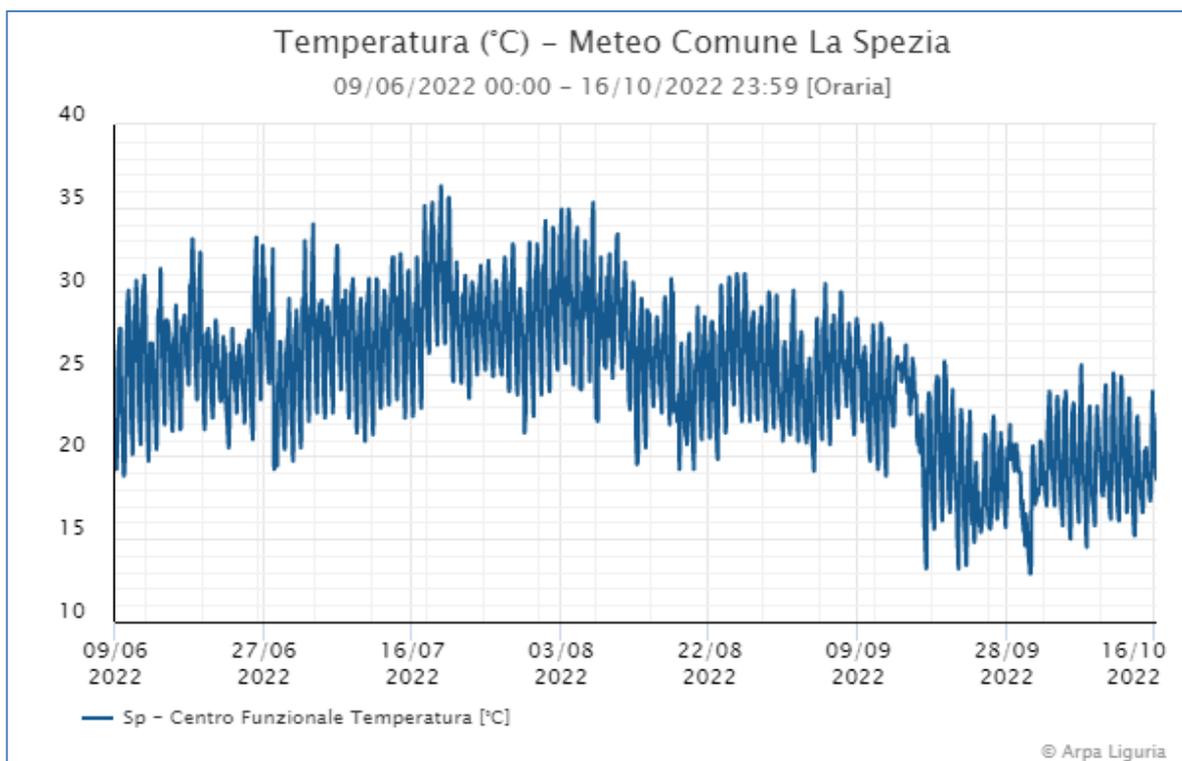
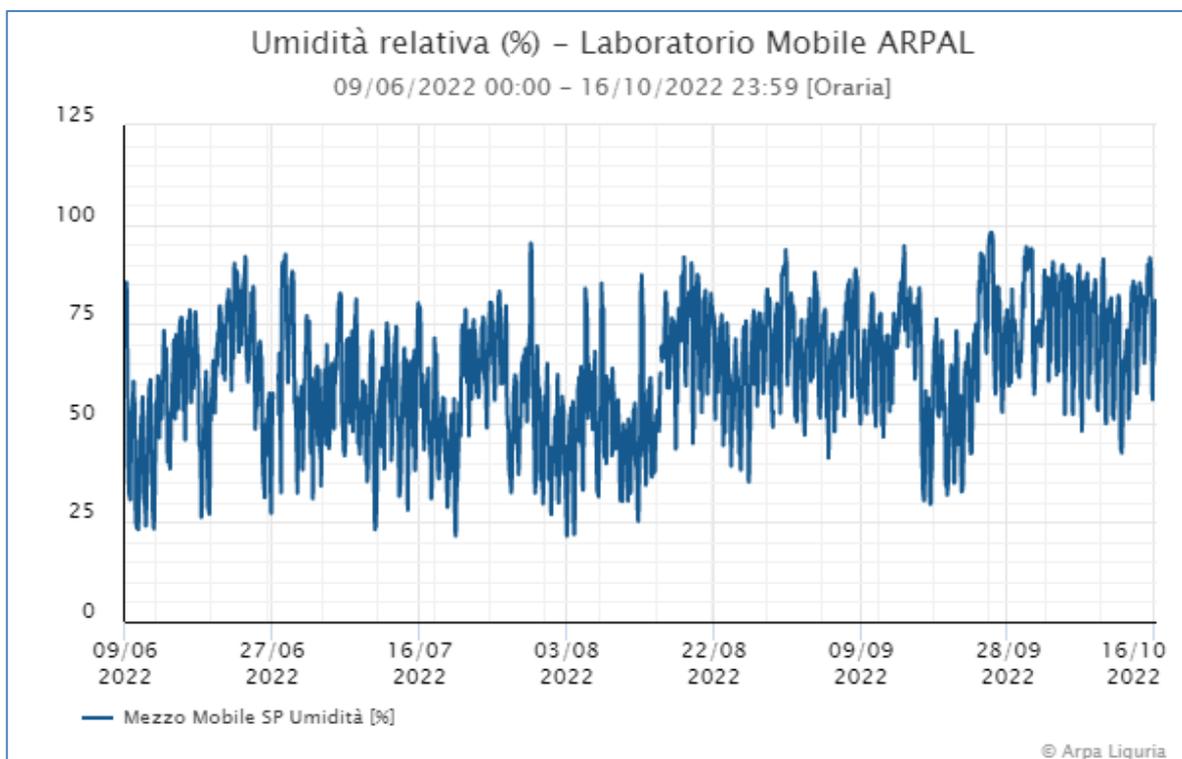


Figure 3 e 4 - Andamento delle temperature e dell'umidità



**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



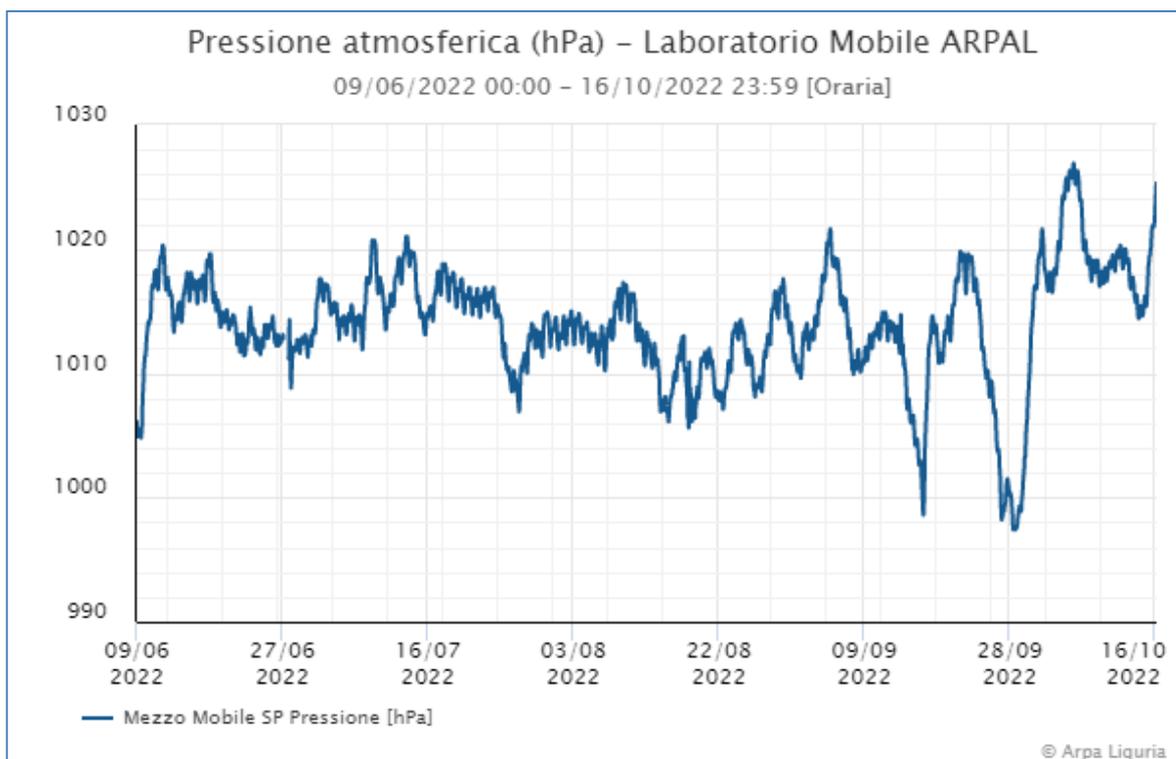
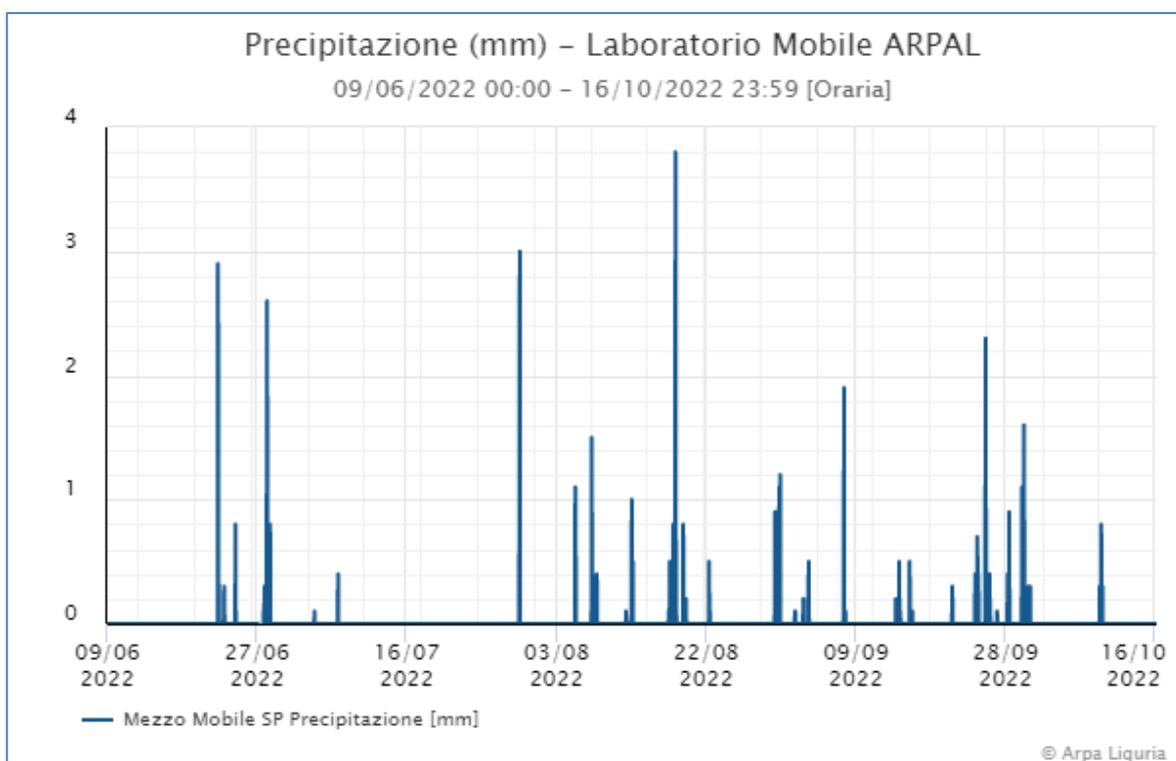


Figure 5 e 6 - Andamento dell'umidità e delle precipitazioni



**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



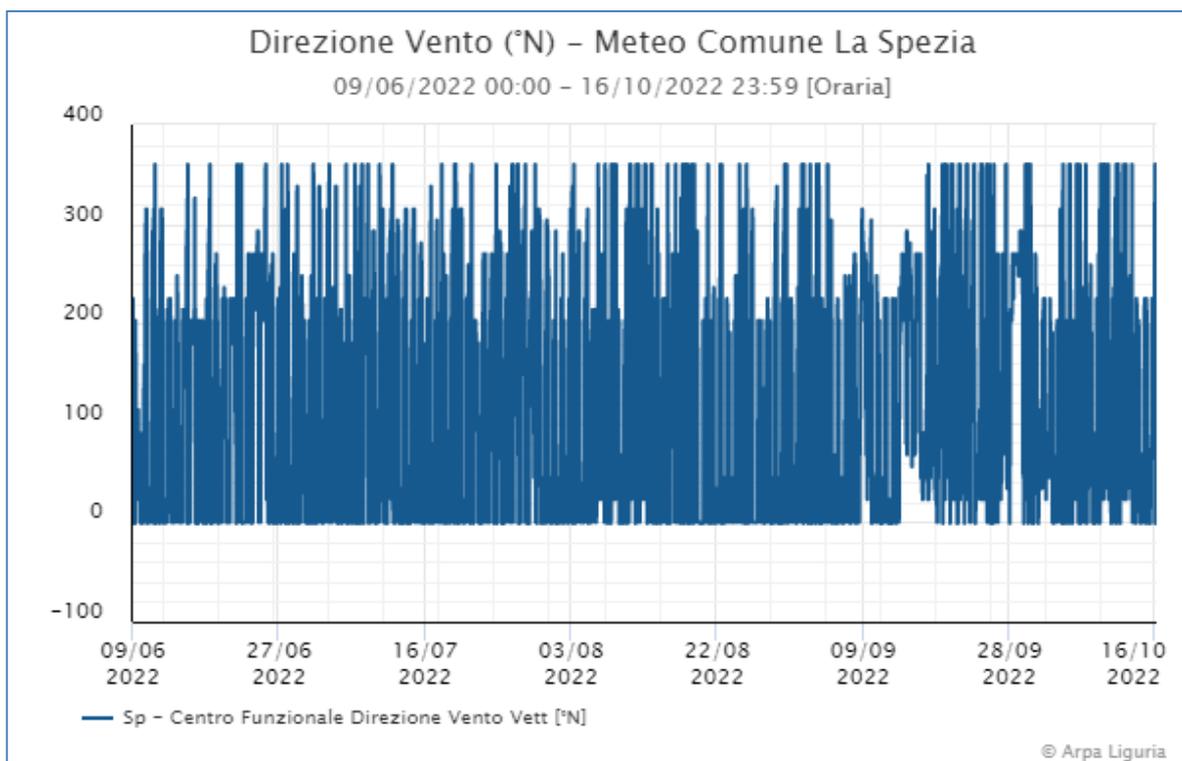
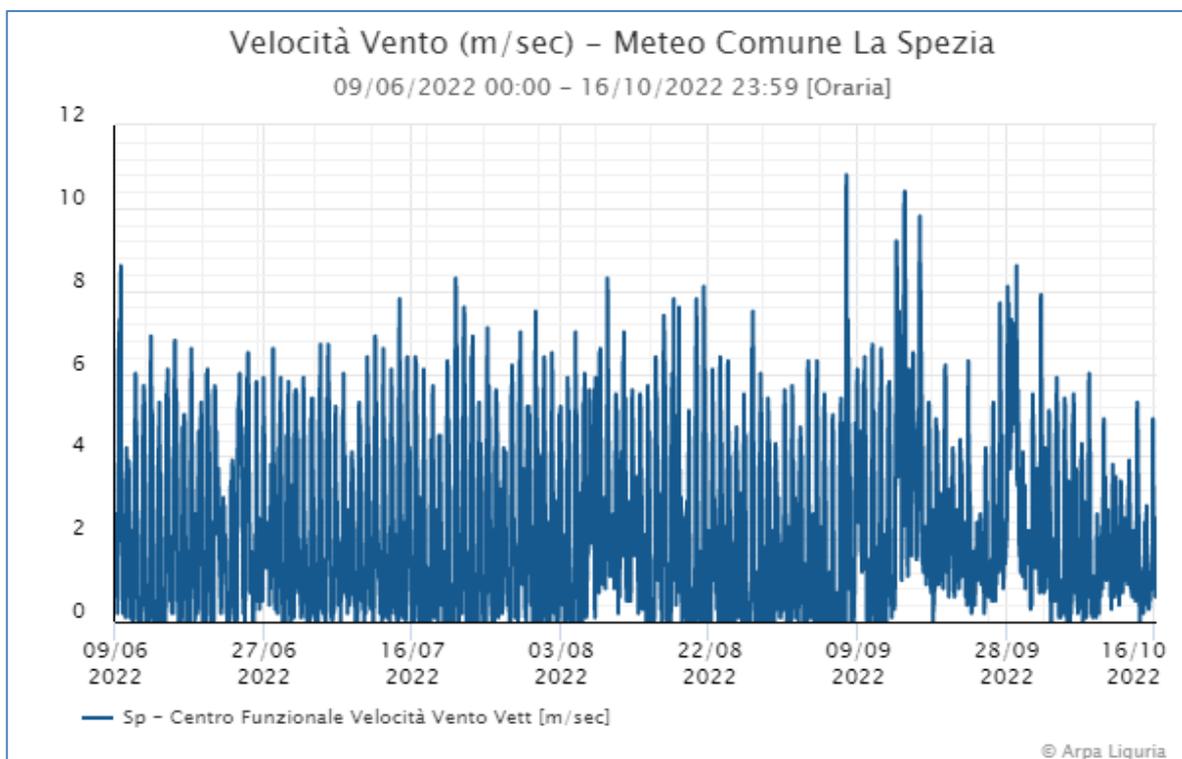


Figure 7 e 8 – Andamento direzione e intensità del vento



**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

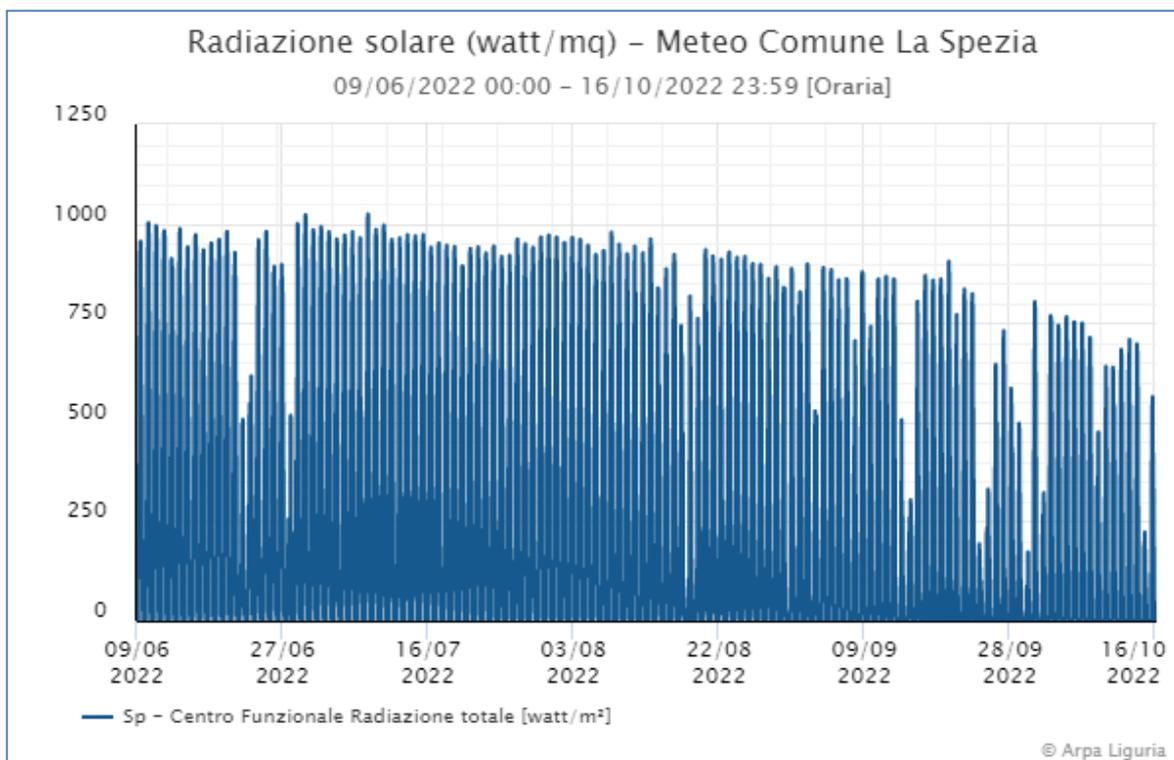


Figura 9 – Andamento radiazione solare

I dati meteo di alcuni parametri impiegati per l'elaborazione dei grafici sono quelli dalla postazione meteorologica posizionata presso il Comune della Spezia in quanto maggiormente rappresentativa dell'andamento meteorologico del periodo di misura. I dati meteo registrati dal Laboratorio Mobile sono risultati poco rappresentativi soprattutto per i parametri Direzione del Vento ( $^{\circ}$ N) ed Intensità del Vento (m/s), in quanto la zona di misura è caratterizzata da micro-circolazione locale.

Nei grafici che verranno evidenziati di seguito si può osservare l'andamento dei venti prevalenti nel periodo 09 giugno 2022 – 16 ottobre 2022 (calma di vento impostata a 0.5 m/s).

**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

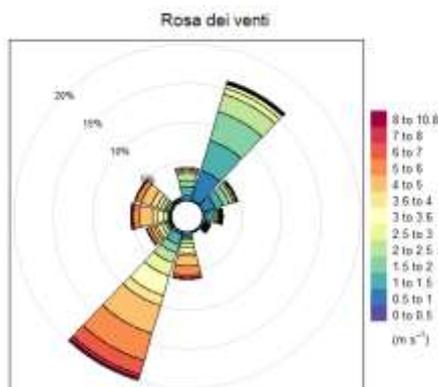
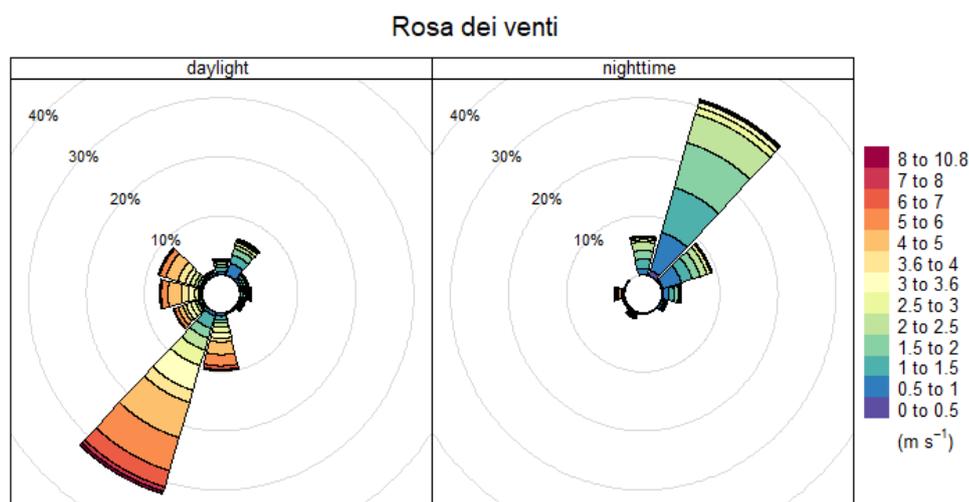


Figure 10 e 11 - Rosa dei venti del periodo 09/06/2022 ÷ 16/10/2022 (complessiva e giorno/notte)



Si conferma quanto già riscontrato negli anni passati, ovvero il tipico andamento giorno – notte caratteristico dei mesi estivi, nell'area di misura. A differenza di quanto evidenziato nella campagna di monitoraggio 18 dicembre 2020 ÷ 31 marzo 2021, quando l'assenza delle brezze, caratteristiche del periodo estivo, rese pressoché nullo l'apporto delle navi da crociera presenti, per tutto il periodo di monitoraggio, all'accosto del Molo Garibaldi, in questo caso si nota con estrema chiarezza il regime di brezza, con venti prevalenti dai quadranti meridionali nelle ore diurne.

**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

## 4 PARAMETRI CHIMICI

### 4.1 PARTICOLATO FINE (PM<sub>10</sub>) E (PM<sub>2,5</sub>)

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 PM<sub>10</sub> si indicano le particelle con diametro non superiore ai 10 µm mentre, analogamente, con il termine PM<sub>2,5</sub> 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, etc) 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
<b>Particolato fine</b>  <b>PM<sub>10</sub></b>	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore limite giornaliero: <b>50 µg/m<sup>3</sup></b> <i>da non superarsi più di 35 volte l'anno</i>
		Valore limite annuo: <b>40 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Particolato fine</b>  <b>PM<sub>2,5</sub></b>	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore obiettivo annuo (anno 2016):  <b>25 µg/m<sup>3</sup></b>

Presso il Laboratorio Mobile Arpal, tali parametri sono stati ricavati utilizzando due strumenti operanti su diverse linee di campionamento, nel dettaglio:

#### 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

- un campionatore/misuratore operante simultaneamente su due linee indipendenti per i tagli granulometrici previsti dalla vigente normativa (PM10, PM2.5);
- un analizzatore in continuo, basato su principio di misura ottico che consente, sia la caratterizzazione in tempo reale ed in continuo della distribuzione granulometrica del materiale particellare aerodisperso nell'intervallo  $> 0.28 \mu\text{m}$ , suddiviso in 8 classi granulometriche contigue, sia una stima dei dati di concentrazione di massa delle tre frazioni PM10, PM2.5 e PM1.

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 successiva determinazione gravimetrica di laboratorio;
- misura di massa del particolato prelevato attraverso la metodologia dell'assorbimento di radiazioni beta emesse da una sorgente  $^{14}\text{C}$  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 PM2.5 specificato nell'Allegato VI del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero al metodo descritto nella norma UNI EN 14907:2005.

Inoltre, nella funzione campionatore di PM10:

- è idoneo all'applicazione del metodo di riferimento per il campionamento del piombo specificato nell'Allegato VI del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero del metodo descritto nella norma UNI EN 12341:2001;
- soddisfa le specifiche richieste per le apparecchiature di campionamento previste dal metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione dell'arsenico, del cadmio e del nichel nell'aria ambiente specificato nell'Allegato VI del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero dalla norma UNI EN 14902:2005;

**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



## 4.2 BIOSSIDO DI AZOTO

Il Biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ) è un inquinante prevalentemente secondario che si forma a seguito dell'ossidazione dell'ossido di azoto (NO): l'insieme dei due composti si indica con il termine di ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ). 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  $\text{NO}_x$  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/ $\text{NO}_2$  decisamente a favore del primo (il contenuto di  $\text{NO}_2$  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  $\text{NO}_2$  e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di  $\text{O}_3$  troposferico. Per il biossido di azoto sono invece previsti limiti, riassunti nelle tabelle di seguito riportate.

### Riferimenti normativi

Inquinante	Riferimento	Limiti
Biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ )	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore limite orario: <b>200 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> <i>da non superarsi più di 18 volte per anno civile</i>
		Valore limite annuo: <b>40 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
		Soglia di allarme: <b>400 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> <i>per tre ore consecutive</i>

### 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

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

- è basato sul metodo di riferimento per la misurazione del biossido di azoto e degli ossidi di azoto specificato nell'Allegato VI, sezione A, paragrafo 2 del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero sul metodo descritto nella norma UNI EN 14211:2005;
- è stato sottoposto a prove in laboratorio e a campo e valutato dal TÜV conforme ai requisiti di prestazione individuati nella norma EN 14211:2005;

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<sub>x</sub>.

**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

## 4.3 OZONO

L'Ozono (O<sub>3</sub>) 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 <sub>3</sub> )	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore obiettivo per la protezione della salute: <b>120 µg/m<sup>3</sup></b>  <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: <b>180 µg/m<sup>3</sup></b> (media oraria)
		Soglia di allarme: <b>240 µg/m<sup>3</sup></b> (media oraria)  <i>per tre ore consecutive</i>

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

- è basato sul metodo di riferimento per la misurazione dell'ozono specificato nell'Allegato VI, sezione A, paragrafo 8 del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero sul metodo descritto nella norma UNI EN 14625:2005;

### 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

- è stato sottoposto a prove in laboratorio e a campo e valutato dal TÜV conforme ai requisiti di prestazione individuati nella norma EN14625:2005;
- è approvato dall'UBA quale strumento idoneo per la misura in continuo di O<sub>3</sub> in aria ambiente;
- è certificato dal SIRA Certification Service conforme agli standard prestazionali MCERTS per i sistemi di monitoraggio in continuo della qualità dell'aria, Versione 6 (dicembre 2008);
- è certificato dall'US-EPA come metodo equivalente automatizzato per la determinazione di concentrazioni di ozono in aria ambiente, in accordo con le richieste definite nel Code of Federal Regulation, Title 40, Part 53.

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

## 4.4 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
<b>Monossido di carbonio (CO)</b>	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore limite (media di 8 ore massima giornaliera):  <b>10 mg/m<sup>3</sup></b>

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

- è basato sul metodo di riferimento per la misurazione del monossido di carbonio specificato nell'Allegato VI, sezione A, paragrafo 7 del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero sul metodo descritto nella norma UNI EN 14626:2005;
- è stato sottoposto a prove in laboratorio e a campo e valutato dal TÜV conforme ai requisiti di prestazione individuati nella norma EN 14626:2005;
- le prove eseguite dal TÜV sullo strumento T-API modello 300E secondo le procedure stabilite dalla norma EN 14626:2005 ed i corrispondenti risultati, che ne dimostrano la rispondenza ai requisiti della stessa norma, sono illustrati nel Report TÜV n° 936/21207124/A del 22 agosto 2007;
- è approvato dall'UBA quale strumento idoneo per la misura in continuo di CO in aria ambiente;
- è certificato dal SIRA Certification Service conforme agli standard prestazionali MCERTS per i sistemi di monitoraggio in continuo della qualità dell'aria, Versione 6 (dicembre 2008);

### 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

- è certificato dall'US-EPA come metodo di riferimento automatizzato per la determinazione di concentrazioni di monossido di carbonio in aria ambiente, in accordo con le richieste definite nel Code of Federal Regulation, Title 40, Part 53.

La tecnica di misura si basa sull'assorbimento da parte delle molecole di CO di radiazioni IR alla lunghezza d'onda di 4,6  $\mu\text{m}$ . 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.

**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



## 4.5 BENZENE

Il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) è un idrocarburo aromatico altamente volatile a temperatura ambiente.

È un inquinante caratteristico dei siti più esposti al traffico auto veicolare in quanto, per le sue caratteristiche antidetonanti, viene utilizzato nelle benzine, insieme ad altri composti aromatici, in sostituzione del piombo tetraetile.

### Riferimenti normativi

Inquinante	Riferimento	Limiti
<b>Benzene</b>	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore limite annuale: <b>5 µg /m<sup>3</sup></b>

Presso il Laboratorio Mobile è attivo un analizzatore di BTX di Air Toxic modello GC866 che consente la determinazione oraria di questo parametro.

Si tratta di un gascromatografo dotato di sistema di pre-concentrazione su trappola, desorbitore termico e separazione su colonna.

L'analisi viene effettuata da una foto rilevatore a ionizzazione (PID) che assicura un'elevata sensibilità specifica per gli idrocarburi aromatici.

Mediante un PC industriale dotato di apposito software vengono interpretati i cromatogrammi, elaborati i risultati di ciascun ciclo di misura (della durata di 30 minuti), gestito il trasferimento dei dati in analogico verso il sistema di acquisizione di cabina.

### 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

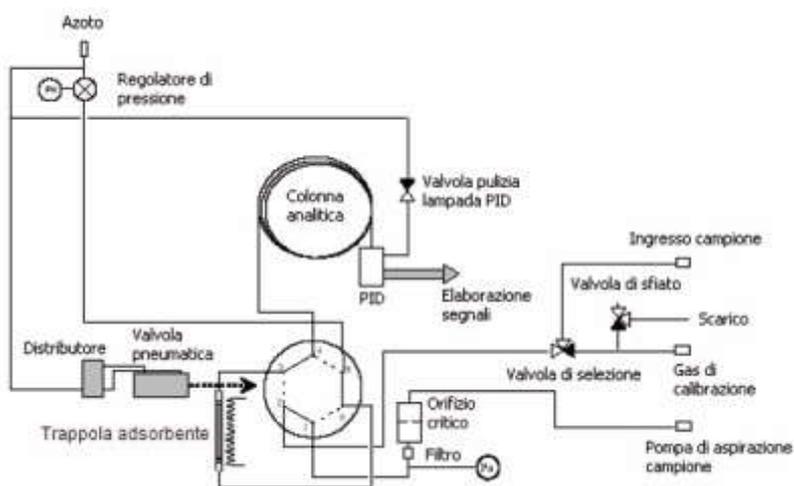


Figura 13 - Schema della misurazione del btx

Lo strumento è dotato di sistema di calibrazione integrato costituito da tubo a permeazione e elettrovalvola di commutazione misura/calibrazione attuabile in locale e/o da remoto.

**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

## 4.6 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.

### 4.6.1 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°.

### 4.6.2 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

## 5 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<sup>1</sup>, archiviata localmente e successivamente elaborata, trasferita e memorizzata presso il Centro Operativo Regionale come dato orario<sup>2</sup>. Per quanto riguarda il particolato, PM10 e 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  $\beta$  della sorgente di cui dispone lo strumento e verificata periodicamente su un numero limitato di campioni con metodo gravimetrico.

Per quanto concerne tutti gli inquinanti normati monitorati, e cioè **NO<sub>2</sub>**, **CO**, **O<sub>3</sub>**, **benzene**, **PM10** e **PM2.5**, si segnala che durante il monitoraggio non si è registrato alcun superamento dei valori limite definiti dalla normativa vigente.

Dall'analisi dei valori orari degli **Ossidi di Azoto**, per ciascun giorno della settimana, si notano valori relativamente più elevati dal lunedì al venerdì e valori più contenuti, soprattutto per il Monossido di Azoto, nel weekend. Il martedì è il giorno con i valori orari in assoluto più elevati, in particolare nelle ore pomeridiane e in modo più evidente per l'NO: si evidenzia come in tale giornata si sia registrato il numero maggiore di scali di navi da crociera al molo Garibaldi (28 nei 18 'martedì' del periodo di monitoraggio).

---

<sup>1</sup> fa eccezione l'analizzatore BTeX per il quale il ciclo di misura dura 30'

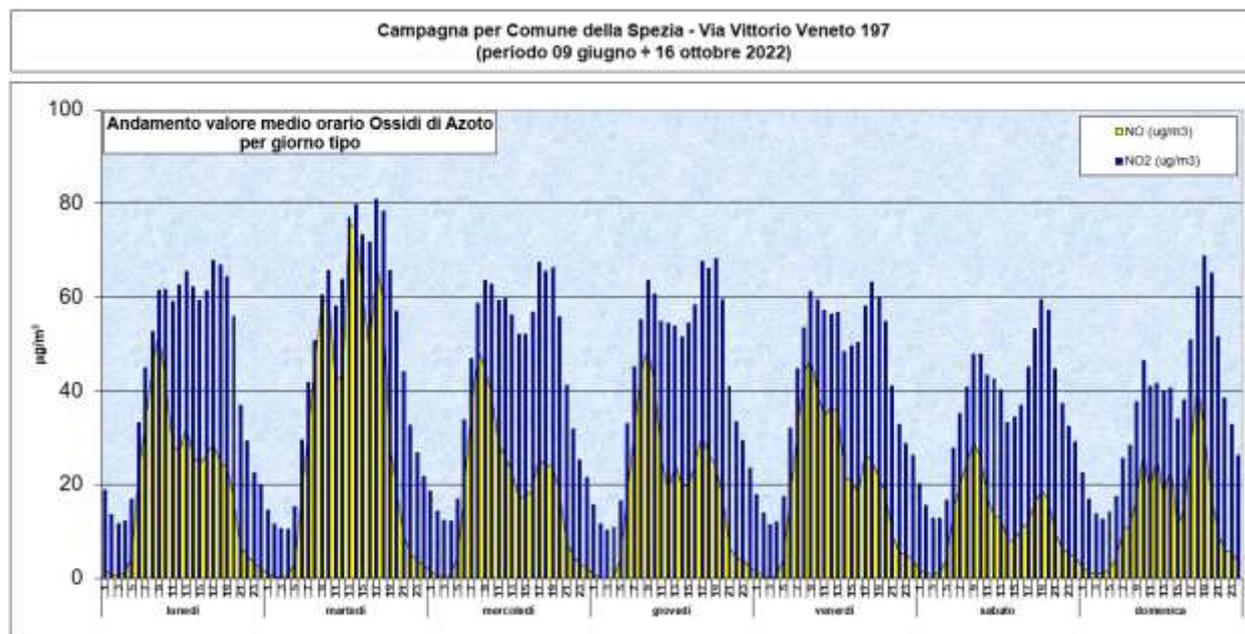
<sup>2</sup> si precisa che per tutte le elaborazioni l'ora di riferimento è quella solare

**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



*Figura 14 - Andamento degli ossidi di azoto durante i giorni della settimana*

Dai grafici successivi, che riportano i dati di concentrazione di NO e NO<sub>2</sub> rilevati durante i giorni della settimana e nel fine settimana, associati alla velocità e direzione del vento, si riesce ad individuare maggiormente l'origine delle componenti inquinanti.

**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

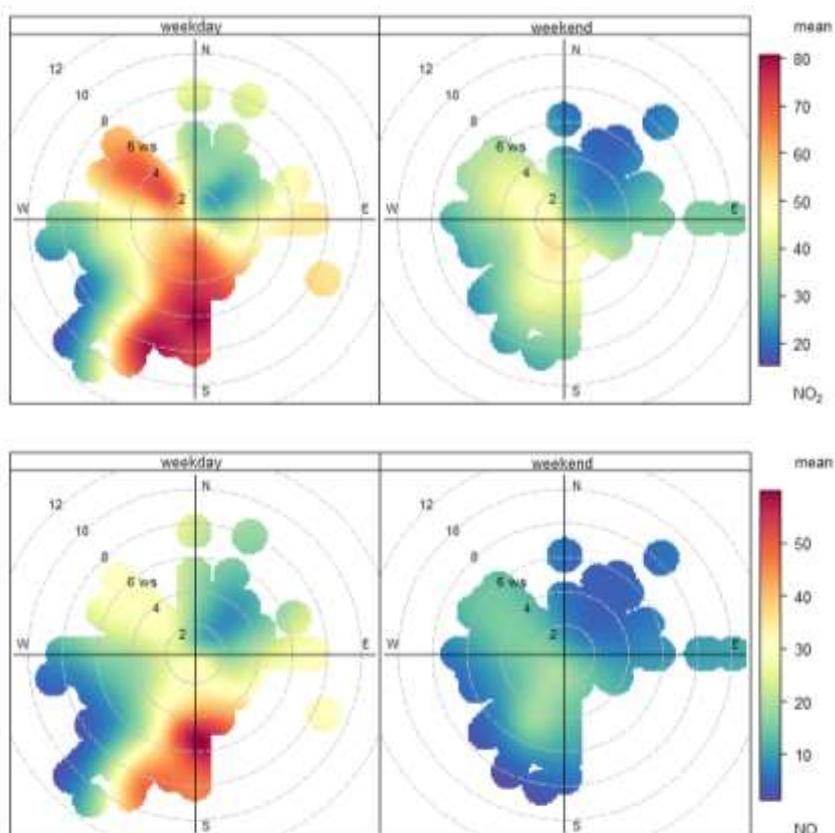


Figure 15 e 16 - Concentrazione di NO (sopra) e NO<sub>2</sub> (sotto) rilevati durante i giorni della settimana (sx) e nel fine settimana (dx) associati alla velocità e direzione del vento

Come si può notare, nel corso dei giorni feriali è visibile una componente molto importante in concomitanza ai valori di intensità del vento tra 6 e 10 m/s, provenienti dai quadranti S/SW, che evidenzia una sorgente non posta nelle immediate vicinanze del sito di misura, probabilmente riconducibile alle navi da crociera e al traffico veicolare su viale Italia.

Le aree più vicine al centro del grafico, che indicano venti deboli e di conseguenza una probabile fonte prossima al punto di misura, sono riconducibili al traffico stradale, come del resto le sorgenti provenienti dai quadranti NW, anche con venti più sostenuti, intorno ai 6-8 m/sec.

Nel weekend si nota un andamento simile, ma con valori più bassi, probabilmente dovuto al minor apporto del traffico stradale nei giorni in cui sono presenti una o più navi da crociera. Questo andamento è in linea con quanto evidenziato nel grafico precedente.

**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

Le tabelle seguenti indicano il numero di nave presenti all'accosto del Molo Garibaldi e la concentrazione media giornaliera di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) rilevata nelle stesse giornate.

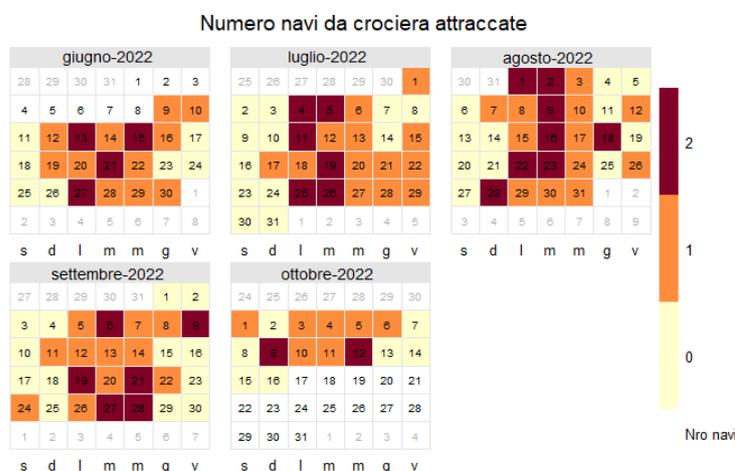


Figure 17 – Calendar plot - presenza di 1 (arancio), 2 (rosso) o nessuna (giallo) nave da crociera

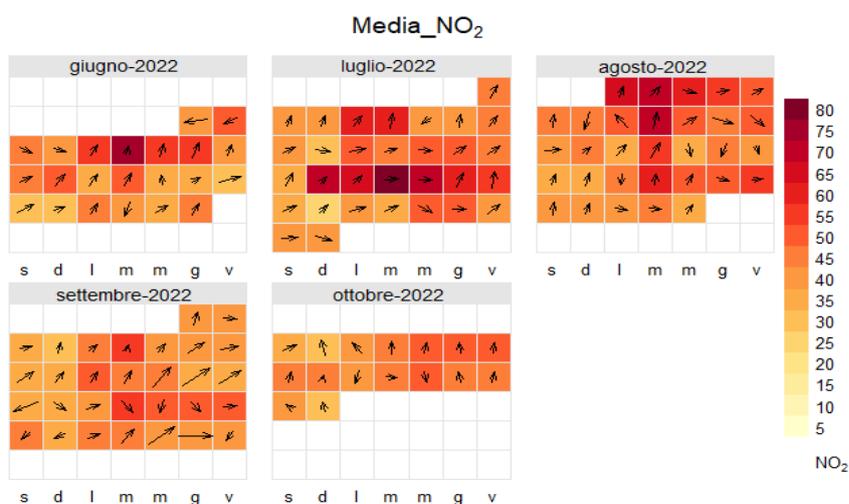


Figure 18 –Calendar Plot - Concentrazioni medie giornaliere di NO<sub>2</sub> e vento prevalente

Si può notare come le gradazioni di colore rosso più acceso, che stanno ad indicare valori di concentrazione media giornaliera di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) più alti, sono caratteristiche delle giornate in cui è presente almeno una nave all'accosto del Molo Garibaldi. Unica eccezione alcune giornate del mese di agosto in cui si rilevano concentrazioni comprese tra i 50 e 60 µg/m<sup>3</sup> con vento da Ovest, quindi di probabile origine da traffico veicolare.

**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

Questo andamento è ancora meglio riscontrabile nei grafici successivi, che evidenziano la concentrazione media dei valori di NO<sub>2</sub> e NO rilevati nella stessa ora, per ogni giorno del mese considerato (i.e. giorno tipo su scala oraria) distinguendo per numero di navi presenti (0,1, 2).

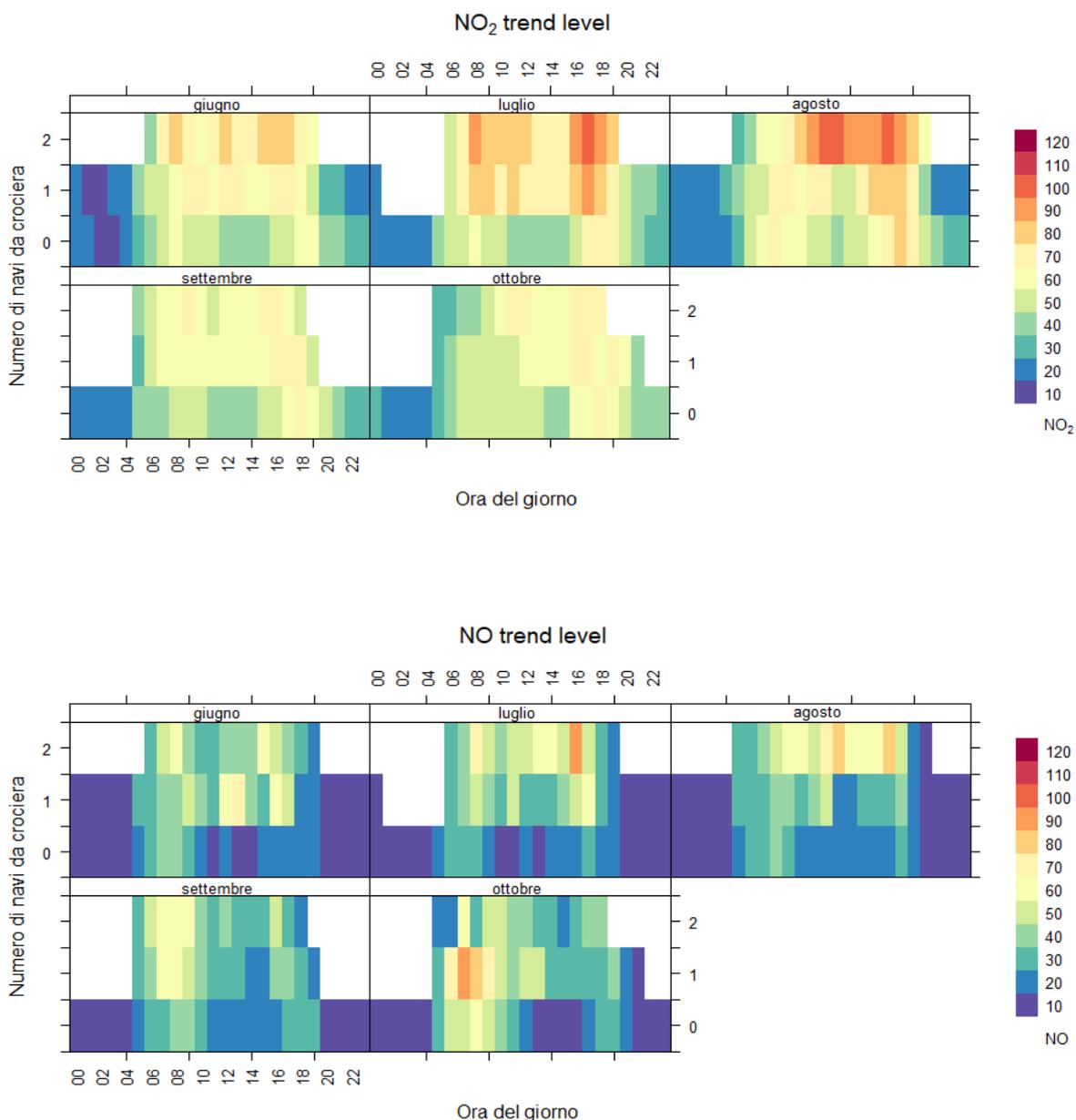


Figure 19 –Trend level - Concentrazioni medie giornaliere di NO<sub>2</sub> (sopra) e NO (sotto) rilevati nella stessa ora per ogni giorno del mese distinguendo per numero di navi presenti

Come si può vedere, le concentrazioni più alte si hanno nelle giornate in cui si ha presenza di navi (con i valori più elevati in concomitanza di attracchi plurimi), nelle ore in cui, soprattutto nei mesi di giugno, luglio ed agosto, si ha prevalenza di brezze dai quadranti meridionali. Come già  
**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

visto nei grafici precedenti si evidenzia, nel mese di agosto, una eccezione per il parametro NO<sub>2</sub>.

Si riportano di seguito i valori degli inquinanti monitorati (**NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, benzene, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>**), registrati nel corso della campagna di monitoraggio, per i quali viene fissato un limite dalla normativa vigente.

## 5.1 NO<sub>2</sub>

In merito al parametro Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>), le medie orarie del periodo di misura hanno evidenziato valori ben al di sotto del valore limite orario fissato a 200 µg/m<sup>3</sup> (da non superare per più di 18 volte l'anno). La media calcolata dal 09/06/2022 al 19/10/2022, risultata pari a 42,4 µg/m<sup>3</sup>, di poco superiore al valore limite medio annuo previsto dal D.Lgs 155/2010, fissato a 40 µg/m<sup>3</sup>. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 98,5%.

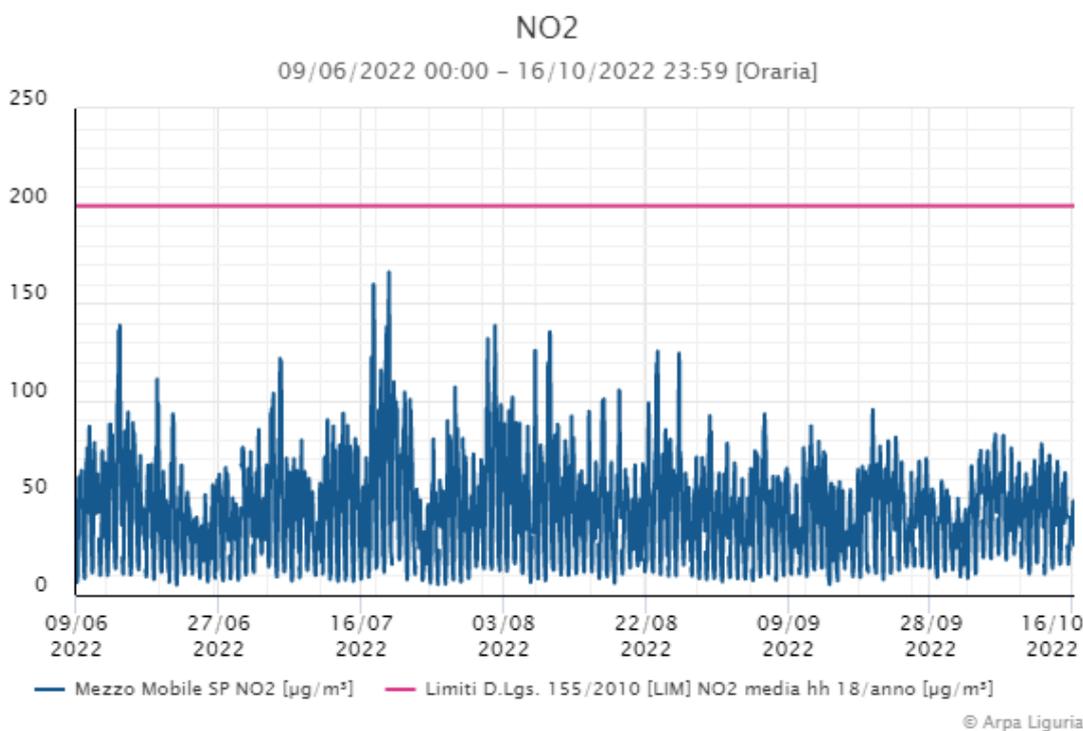


Figure 17 – Andamento del biossido di azoto

**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

## 5.2 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 98,0%.

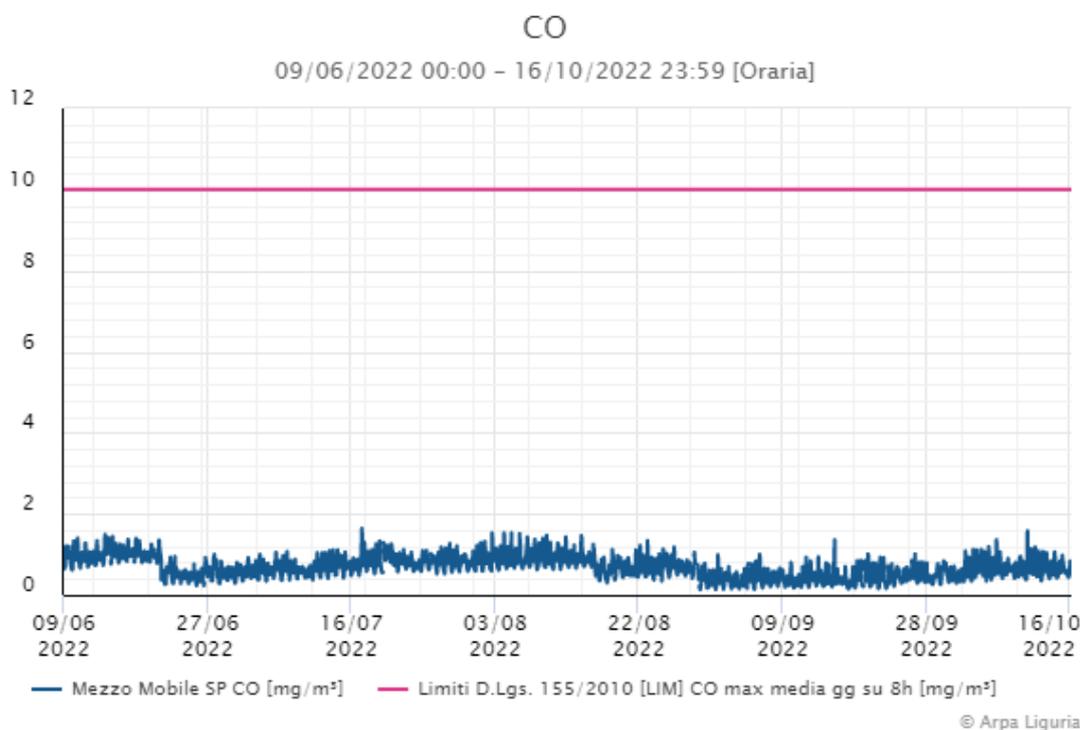


Figure 18 – Andamento del monossido di carbonio

**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

## 5.3 O<sub>3</sub>

In merito al parametro Ozono (O<sub>3</sub>) le medie orarie del periodo di misura hanno evidenziato valori al di sotto della Soglia di Informazione (media oraria) fissata a 180 µg/m<sup>3</sup>. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 99,3%.

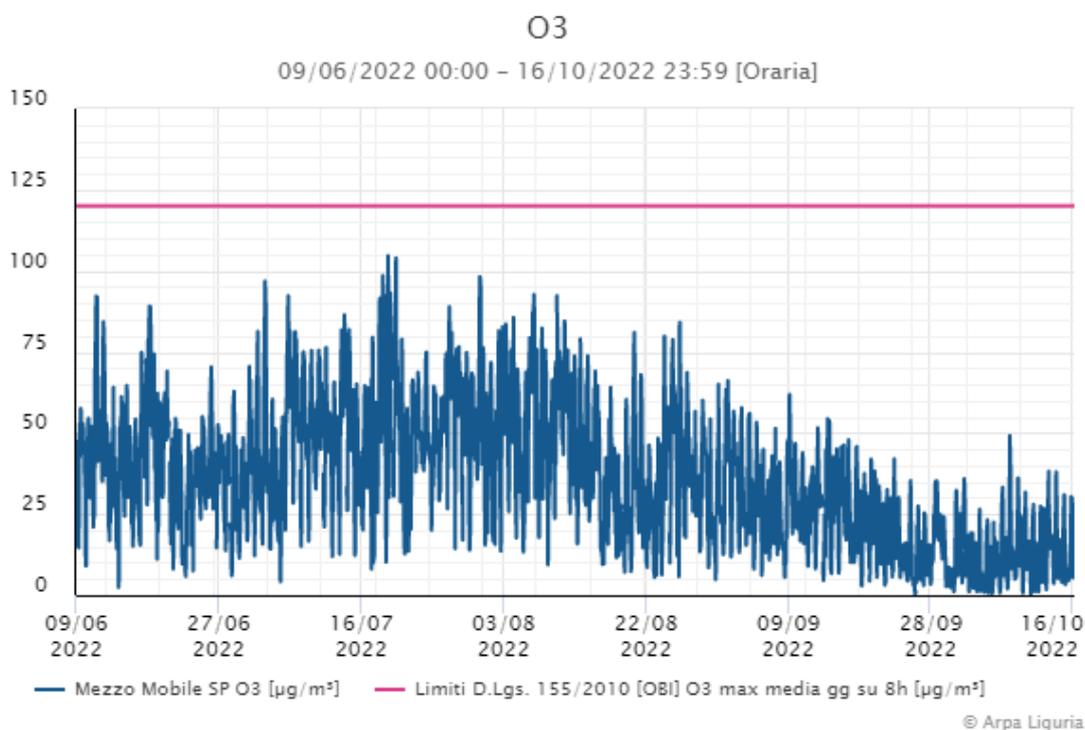


Figure 19 – Andamento dell'Ozono

**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

## 5.4 PM10

In merito al parametro PM<sub>10</sub> le medie giornaliere del periodo di misura hanno evidenziato valori inferiori al limite (giornaliero) fissato a 50 µg/m<sup>3</sup>, da non superare più di 35 volte in un anno. Si nota un dato giornaliero superiore al valore limite di 50 µg/m<sup>3</sup>, 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 06/09/2022 al 19/10/2022, è inferiore al valore limite medio annuo previsto dal D.Lgs 155/2010 fissato a 40 µg/m<sup>3</sup>, e risulta pari a 20,8 µg/m<sup>3</sup>. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 98,5%.

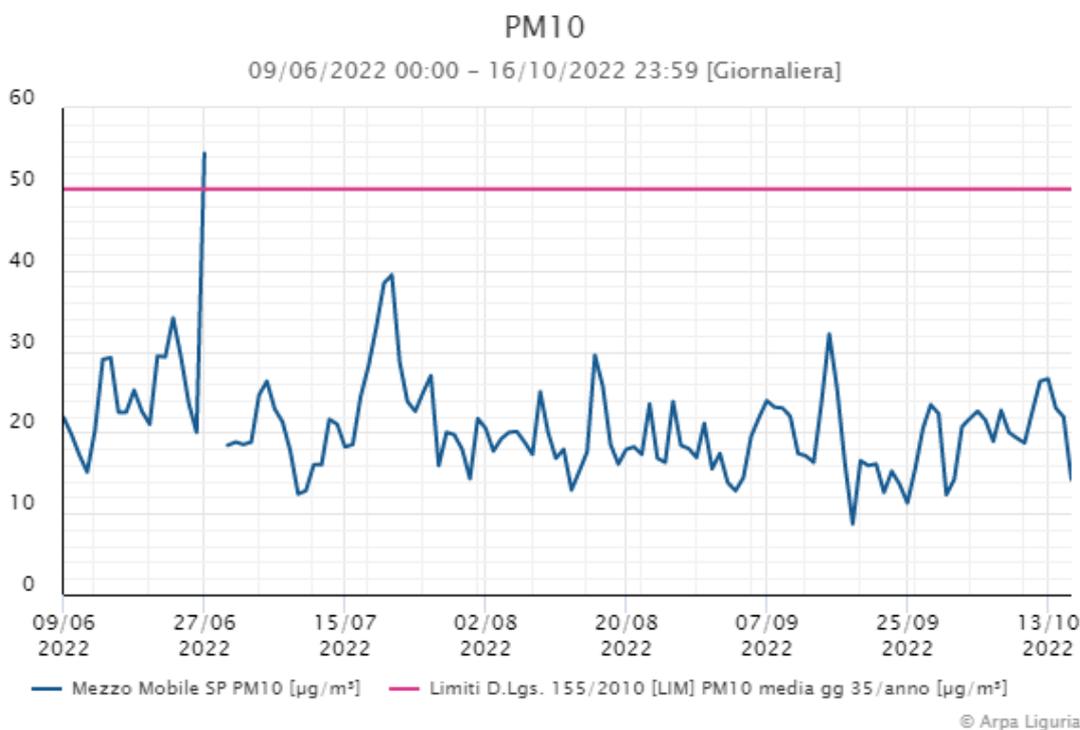


Figure 20 – Andamento del PM10

**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

## 5.5 PM2.5

In merito al parametro PM<sub>2.5</sub> le medie giornaliere del periodo di misura hanno evidenziato valori inferiori al limite (annuo) fissato a 25 µg/m<sup>3</sup>; si è registrato unica eccezione nelle giornate del 20 e 21 luglio quando i valori si sono alzati a causa di un incendio in località Sarbia/Antoniana. La media calcolata dal 09/06/2022 al 19/10/2022, pari a 10,5 µg/m<sup>3</sup>, è inferiore al valore limite medio annuo di 25 µg/m<sup>3</sup>. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 98,5%.

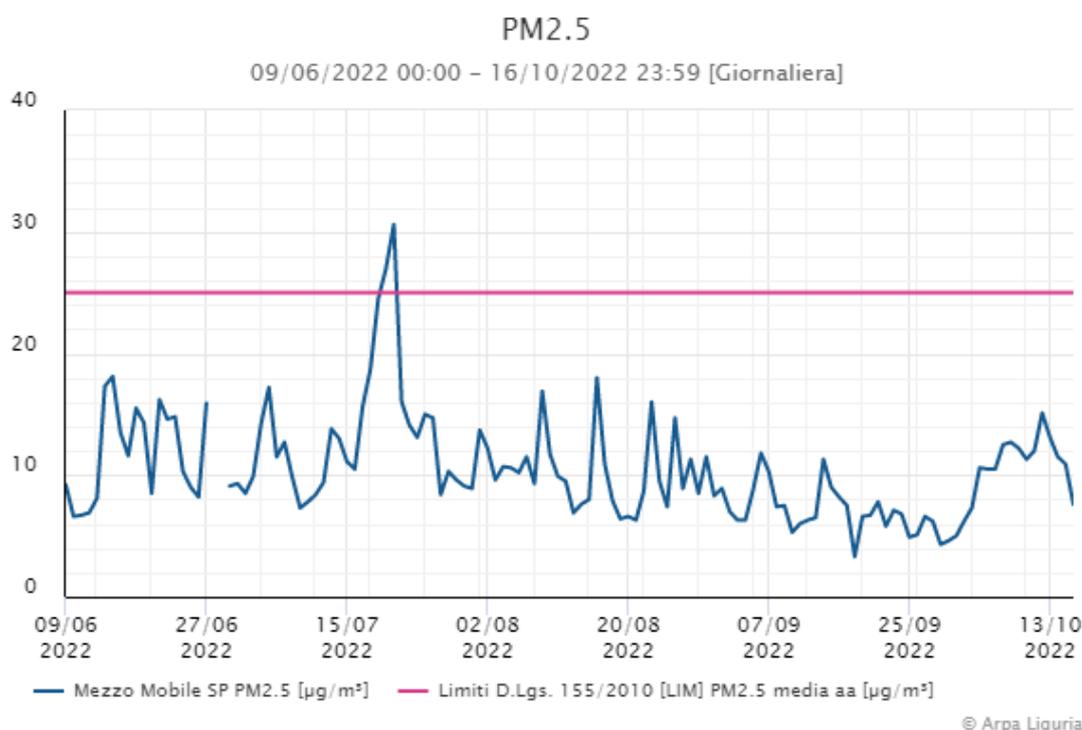


Figure 21 – Andamento del PM2.5

**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

## 5.6 BENZENE

In merito al parametro C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (Benzene), le medie orarie del periodo di misura hanno evidenziato valori ben al di sotto del valore limite (annuale) fissato a 5 µg/m<sup>3</sup>. La media calcolata dal 09/06/2022 al 19/10/2022 risulta pari a 1,0 µg/m<sup>3</sup>. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 97,5%.

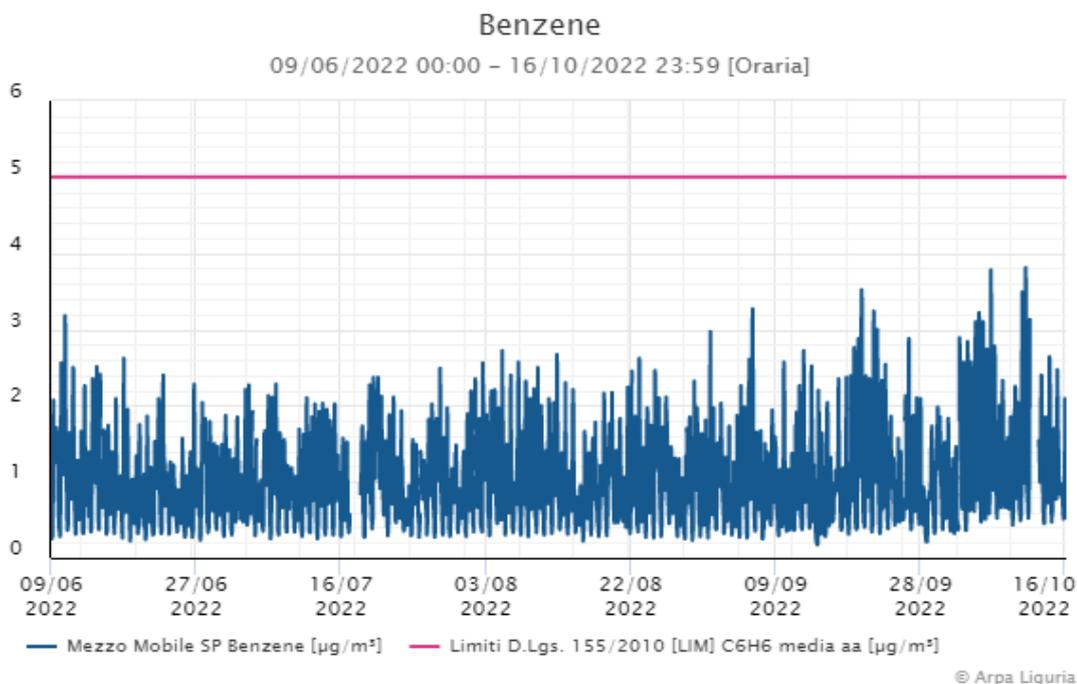


Figure 22 – Andamento del benzene

Vediamo ora nel proseguo un confronto con i valori rilevati presso la postazione fissa di San Cipriano, nello stesso periodo di misura della campagna di monitoraggio svolta con il Laboratorio Mobile.

Nella tabella che segue sono riportati i valori medi dei principali inquinanti monitorati e le differenze in termini percentuali (delta) riscontrate presso i due siti di misura (San Cipriano e Laboratorio Mobile), durante le varie campagne di monitoraggio eseguite nel corso degli anni. Si evidenzia che nel 2018 la postazione fissa di San Cipriano era ancora collocata nella posizione originaria ed il Laboratorio Mobile era posizionato nell'attuale sito di misura della postazione fissa: dal 2020 le posizioni risultano invertite.

**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

**Via San Cipriano / Piazza Caduti**

periodo	durata	Pluv mm	NO			NO2			CO		PM2.5		PM10	
			ug/m3			ug/m3			mg/m3		ug/m3		ug/m3	
			Post.Fissa	Lab.Mob.	delta	Post.Fissa	Lab.Mob.	delta	Post.Fissa	Lab.Mob.	Post.Fissa	Lab.Mob.	Post.Fissa	Lab.Mob.
22/06/18 - 27/08/18	67	46.3	13.9	12.5	-11%	44.6	34.0	-31%	0.3	0.6	15.2	11.4	22.6	21.1
10/10/18 - 31/10/18	22	110.8	17.0	15.7	-8%	43.6	37.7	-16%	0.4	0.7	16.1	16.2	25.3	23.7
01/11/18 - 12/12/18	42	137.1	23.8	25.5	7%	37.3	32.9	-13%	0.4	0.6	12.6	11.9	20.1	18.6
18/12/20 - 31/12/20	14.0	43.7	17.3	20.7	16%	26.6	26.8	0%	0.6	0.8	10.0	7.6	15.6	13.9
01/01/21 - 31/01/21	90.0	227	18.1	18.8	13%	32.4	34.1	5%	0.3	0.7	12.2	10.4	21.4	18.4
15/08/21 - 08/09/21	84.0	35.2	8.8	13.3	34%	32.7	39.3	17%	0.6	0.5	10.3	10.2	20.0	21.1

NB: / dati sono stati elaborati considerando solo i dati orari presenti su entrambi i sistemi di rilevamento

**Piazza Caduti / Via Vittorio Veneto**

periodo	durata	Pluv mm	NO			NO2			CO		PM2.5		PM10	
			ug/m3			ug/m3			mg/m3		ug/m3		ug/m3	
			Post.Fissa	Lab.Mob.	delta	Post.Fissa	Lab.Mob.	delta	Post.Fissa	Lab.Mob.	Post.Fissa	Lab.Mob.	Post.Fissa	Lab.Mob.
09/08/22 - 16/10/22	130	122	8.9	19.2	54%	31.5	42.4	26%	0.8	0.7	10.9	10.5	19.5	20.8

NB: / dati sono stati elaborati considerando solo i dati orari presenti su entrambi i sistemi di rilevamento

Rispetto alla campagna di misura eseguita nel 2021, svolta nello stesso periodo temporale, si notano valori pressoché identici di NO e NO<sub>2</sub> nella postazione fissa di San Cipriano, mentre i valori rilevati dal Laboratorio Mobile registrano un sensibile aumento del monossido di Azoto (intorno al 30%) mentre è meno evidente l'incremento del Biossido di Azoto (intorno al 7%). Il motivo dell'incremento dei valori di NO è molto probabilmente da attribuire alla estrema vicinanza all'incrocio stradale Via Vittorio Veneto/Via San Cipriano.

Si conferma come già riscontrato nel 2021 una netta diminuzione dei valori di NO registrati presso a postazione fissa. Andamento stabile invece per il Biossido di Azoto.

Se analizziamo l'andamento dei valori orari degli Ossidi di Azoto, per ciascun giorno della settimana, si notano, rispetto a quanto visto per il Laboratorio Mobile, valori decisamente più bassi di NO e NO<sub>2</sub>. Il martedì si conferma il giorno della settimana con valori più alti, probabilmente perché, come già detto, è la giornata settimanale con il maggior numero di accosti, con presenza anche di 2 navi contemporaneamente.

**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

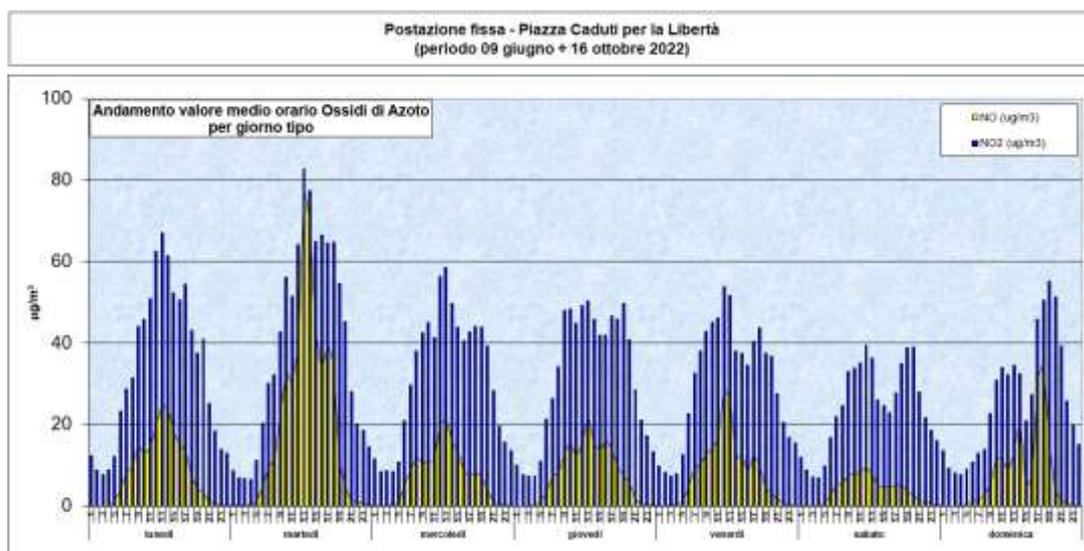


Figura 23 - Andamento degli ossidi di azoto durante i giorni della settimana

Analizziamo ora i dati di concentrazione di NO e NO<sub>2</sub> rilevati durante i giorni della settimana e nel fine settimana, associati alla velocità e direzione del vento.

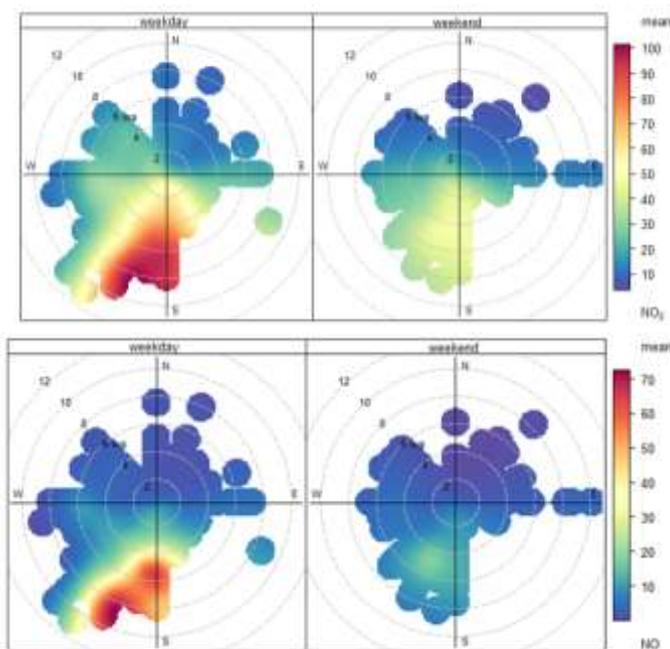


Figure 24 - Concentrazione di NO (sopra) e NO<sub>2</sub> (sotto) rilevati durante i giorni della settimana (sx)

e nel fine settimana (dx) associati alla velocità e direzione del vento

**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

Rispetto ai grafici visti per il Laboratorio Mobile si conferma la sorgente rilevata dai quadranti meridionali S/SW con venti tra 6 e 10 m/sec. Si rileva in forma ridotta la componente inquinante legata al vento debole quindi prossima al sito di misura, che invece si notava molto nei grafici precedenti ed era attribuibile al traffico veicolare. Ciò denota il corretto posizionamento della postazione fissa, i cui dati non sono influenzati dall'eccessiva vicinanza alla fonte traffico stradale.

Anche per la postazione fissa si rappresenta la concentrazione media dei valori rilevati nella stessa ora per ogni giorno del mese.

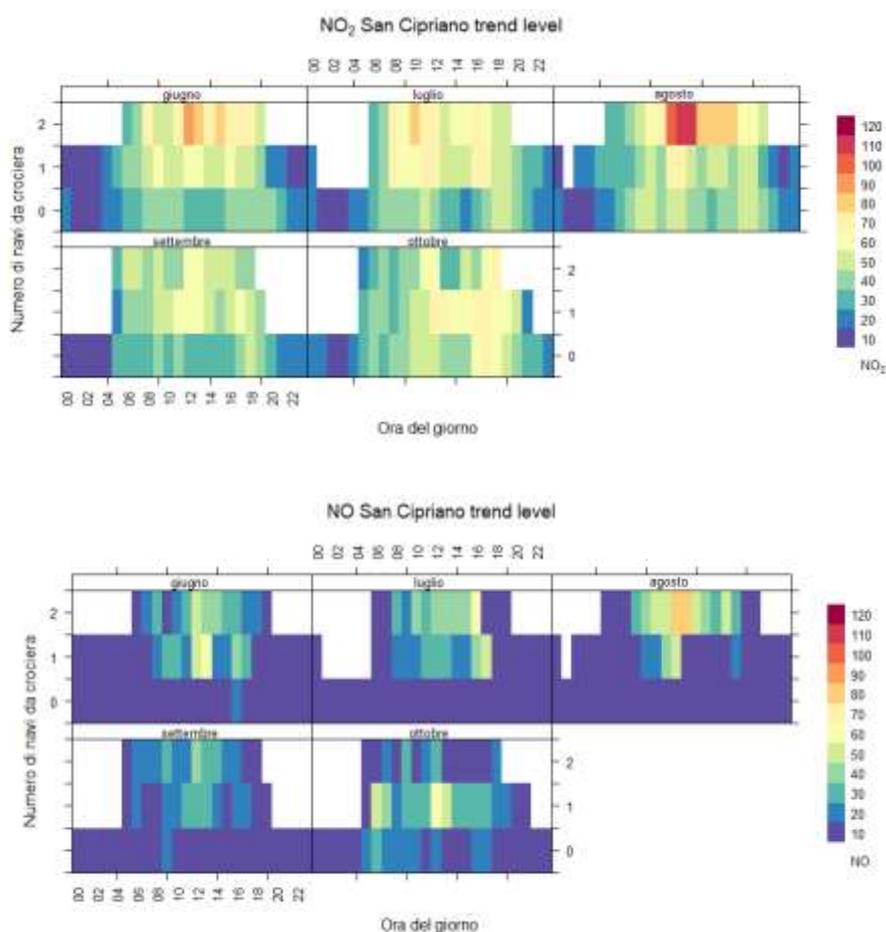


Figure 25–Trend level - Concentrazioni medie giornaliere di NO<sub>2</sub> (sopra) e NO (sotto) rilevati nella stessa ora per ogni giorno del mese distinguendo per numero di navi presenti

**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

Come già evidenziato nei grafici riferiti alla campagna di monitoraggio svolta con il Laboratorio Mobile, si rilevano valori più alti in presenza di navi da crociera nelle ore in cui, nei mesi estivi, si ha prevalenza di brezze da sud.

Infine vengono mostrati grafici di tipo "Scatter Plot" per il confronto tra le due stazioni, differenziato per settore di provenienza del vento. Questi evidenziano come le due postazioni di misura catturino gli stessi livelli di inquinanti nei settori S/SW, direzione di provenienza dei fumi delle navi da crociera, mentre per le altre direzioni il Laboratorio Mobile registra valori doppi per il Biossido di Azoto e ancora maggiori per il Monossido di Azoto, rispetto alla postazione fissa di San Cipriano. Questa considerazione dimostra come il posizionamento della stazione fissa sia adeguato per valutare in modo adeguato l'impatto del porto sulla qualità dell'aria cittadina.

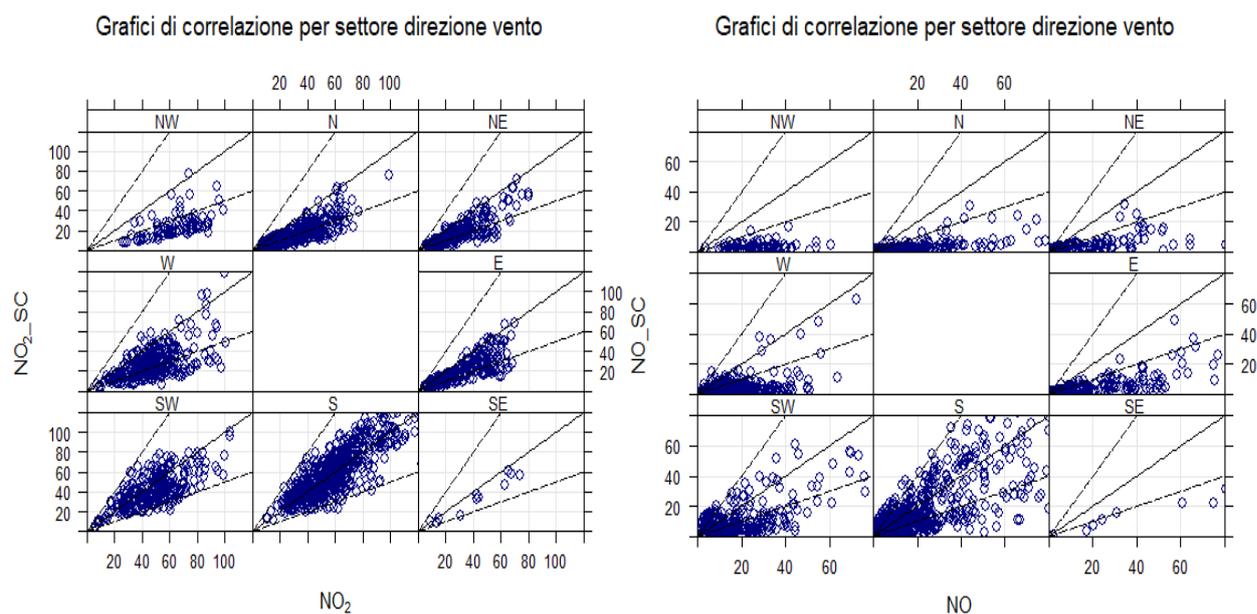


Figure 26—Concentrazioni medie giornaliere di NO<sub>2</sub> (sinistra) e NO (destra) rilevati nelle due stazioni differenziando per settore di provenienza del vento

In conclusione, dall'analisi degli andamenti si conferma quanto già indicato nei precedenti monitoraggi, ovvero una evidente stagionalità dei dati rilevati, con valori più alti nel periodo estivo per la presenza delle brezze che favoriscono l'afflusso di inquinanti (soprattutto Ossidi di Azoto) dalla vicina stazione di attracco delle navi da crociera, che nel periodo di misura sono state pressoché costantemente presenti durante le ore diurne.

**Il Responsabile del Settore**  
**Qualità dell'aria Centro Levante**  
Firmato digitalmente da  
**Federico Grasso**

C = IT  
Data e ora della firma:  
09/05/2023 17:37:49

**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

