

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 "Varco Portuale "Porta Rocca" – Area antistante il Terminal Crociere – periodo 06 settembre ÷ 19 ottobre 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 Direttore del Dipartimento
 Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali**

Dott.ssa Fabrizia Colonna

Firmato digitalmente da

Fabrizia Colonna

T = Dirigente

C = IT

Responsabile del procedimento: dott.ssa F. Colonna

**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

Member of CISQ Federation



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

'Varco Portuale "Porta Rocca" – Area antistante il Terminal Crociere Comune della Spezia

06 settembre 2022 ÷ 19 ottobre 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

Member of



CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

COMUNE	La Spezia
PERIODO	06 settembre ÷ 19 ottobre 2022
ZONA MONITORATA	Varco Portuale "Porta Rocca"
COORDINATE	44°06'24.85"N - 09°49'51.24"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 mod. Thermo Electron 48i - nr serie 0906534292;
- analizzatore di Ozono, modello Thermo Electron 49i - nr serie 0906534274;
- analizzatore di Ossidi di Azoto, modello Thermo Electron 42i - nr serie 0906534283;
- analizzatore di Biossido di Zolfo, modello Thermo Electron 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.

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

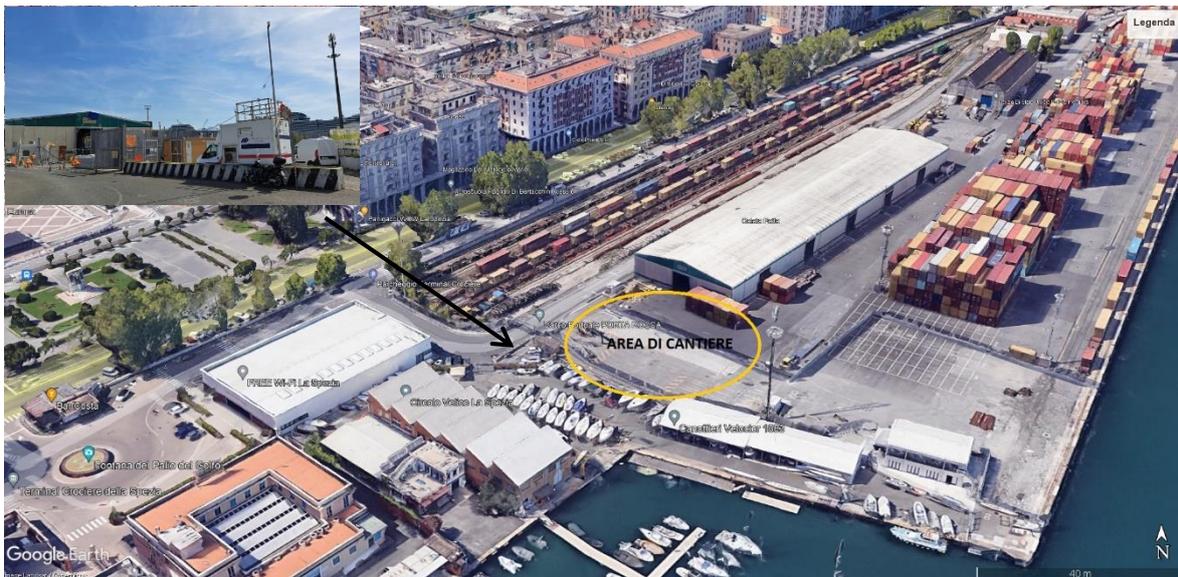
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Premessa

Il Laboratorio Mobile è stato posizionato, per la realizzazione della **campagna 4/2022**, in area di sosta sita di fronte al Varco Portuale denominato "Porta Rocca" adiacente al Circolo Velico La Spezia ed al Terminal Crociere. Tale sito è stato concordato con gli Enti Locali e inserito nel programma delle attività per l'anno 2022.

Il sito è stato oggetto di monitoraggi della qualità dell'aria durante la campagna 4/2016 tra giugno e luglio 2016 realizzata nell'ambito della Convenzione tra Autorità Portuale della Spezia ed ARPAL e secondo quanto definito in occasione della riunione del 11/11/2015 (si veda nota ARPAL nr 34022 del 22/12/15).

La finalità è quella di evidenziare eventuali incidenze delle navi da crociera, attraccate presso il Molo Garibaldi ad una distanza di circa 500 metri in direzione E, e monitorare le attività di movimentazione dei passeggeri, delle navi stesse, durante le fasi di discesa e risalita dai natanti. Tali attività vedono interessati vari mezzi di trasporto. Durante la campagna di monitoraggio erano inoltre in essere attività di riqualifica della zona portuale immediatamente prossima al Varco Portuale "Porta Rocca", come di seguito evidenziato.



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

**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

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 è stato caratterizzato da condizioni debolmente depressionarie sull'Europa e il Mediterraneo occidentale che solo a tratti hanno interessato le zone tirreniche/liguri, mentre la seconda parte del mese mostra un peggioramento associato a eventi più persistenti a causa di una depressione sull'Europa centro orientale che influenza maggiormente l'area mediterranea nell'ultima decade. Sui capoluoghi costieri e lo spezzino, si osservano temperature medie mensili sopra la media (anche se più contenute dopo il caldo agosto) in particolare per le T massime. Anche le piogge rimangono scarse in settembre con valori dimezzati rispetto alla climatologia nonostante qualche passaggio perturbato. Tuttavia in costa si evincono, per i restanti capoluoghi, scarse precipitazioni mensili con valori ancora decisamente sotto l'atteso come nello spezzino. La situazione non cambia a fine campagna.

Precipitazioni: nel periodo in esame a La Spezia si evidenziano circa 5 giorni di precipitazione con quantitativi scarsi (< 30 mm/24 h) che sono più significativi solo il 25/09 e 30/09 con valori rispettivamente attorno a 17 e 21 mm mentre il 16, 24 e 26 settembre abbiamo valori scarsi di qualche mm. A Ottobre si ha un'assenza di precipitazioni per il periodo d'interesse.

Temperature:

Sullo spezzino si osservano per le stazioni costiere, temperature medie mensili sopra l'atteso ma più contenute dopo il caldo agosto. In particolare la T massima del mese è più in linea con quella attesa (che per le T max mensili è di 25.5 °C).

Più in dettaglio tra il 6 e 13 settembre si registrano valori sopra i 27 °C con picchi di 29°C il 6 e 9 settembre e di 30.7°C il 07/09 (circa +4/+5°C sono sopra l'atteso). Poi si segnalano fino alla fine del mese mediamente T max tra 20 e 26 °C con un calo sui 20 °C nell'ultima settimana di settembre e un nuovo rialzo a partire dal 3 ottobre (fino a fine campagna) che oscilla tra 23 e 25 °C evidenziando rispetto alla climatologia mensile, valori sopra l'atteso da +2 a +4°C circa.

A settembre le minime rispetto al clima (T min mensile attesa a La Spezia è di 16.6 °C) restano tra 21 °C e 15 °C fino al 21/09/2022 per poi abbassarsi tra il 22/09 e 1/10 fino a 12-13°C.

A ottobre si segnala un nuovo rialzo termico tra 15 e 17 gradi che è sopra l'atteso (rispetto ai 13 °C attesi per le T minime di ottobre). Si ha in particolare un rialzo termico delle minime sui 16 /17 °C sia tra il 2 e 4 ottobre che tra 15 e 17 ottobre.

Vento: il regime anemometrico del periodo ha visto la prevalenza di venti meridionali (32%) a pari merito con un regime settentrionale (31%) e orientale (21%) seguiti da una percentuale minore di venti occidentali (17%).

CONTEGGIO PERCENTUALI	NUMERO	%
NORD	1123	31
SUD	1164	32
OVEST	622	17
EST	758	21
TOT	3667	100

**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 periodo si osserva una maggioranza di giornate con venti con regimi di brezza tra deboli/moderati con raffiche al più moderate (<36 km/h); si segnalano nelle seguenti giornate rinforzi caratterizzati da raffiche fino a forti tra 44 e 55 km/h (vento forte):

- il 14-15/09 (dominanza tra Sud e Sud-Ovest);
- il 17/09 (da Est-Nord-Est) 27-28-30/09 (in prevalenza da sud a Sud-Ovest);

L'intensità massima nella campagna invece viene rilevata il 17/09/2022 con 69 km/h (burrasca moderata).

Infine dal 4 ottobre a fine campagna si registra un calo delle intensità anemometriche su valori poco significativi (anche a causa di una dominante rimonta anticiclonica) in particolare tra il 28 e 14 km/h negli ultimi giorni di campagna (brezza).

Instabilità atmosferica/PBL/regime di pressione:

Si segnalano una dominanza di valori di pressione medio-alti tra 1015 e 1021 hPa per gran parte di settembre ad eccezione del 15-16/09 o dal 27 al 29/09, in cui si evidenzia un calo della pressione per l'ingresso di sistemi atlantici con valori minimi attorno a 1003 hPa.

A Ottobre invece ci si riassetta su valori alti attorno ai 1020 hPa per l'affermarsi di condizioni anticicloniche e massimi di pressione in particolare tra il 4 e 7/10 (tra 1025 e 1028 hPa) e tra il 16 e 20/10 (1024-1029 hPa). I valori massimi della campagna si osservano infatti attorno il 6, 17 e 18 settembre con 1029 hPa.

Mareggiate:

Si rilevano mareggiate nell'ultima settimana del mese verso il 27 e 29 settembre, periodo in cui si sono instaurate condizioni tra ostro e libeccio significative e prolungate, che possiamo osservare di seguito con un'altezza d'onda significativa tra 2.5 e 3 m.

Segnalazioni di protezione civile: sulla zona interessata sono state emesse le seguenti allerte:

Allerta Gialla Idro dalle h.00 del 08/09 alle h.11 del 08/09

Allerta Gialla Idro dalle h.11 del 14/09 alle h.12 del 15/09

Allerta Gialla Idro dalle h.19 del 21/10 alle h.14 del 22/10

Anomalie Climatologiche: la particolare configurazione del mese di settembre ha determinato tempo abbastanza stabile salvo qualche veloce passaggio instabile e temperature massime e minime sopra l'atteso ma più contenute rispetto al caldo estivo e le anomalie di agosto.

Da ottobre le temperature medie mensili hanno subito ulteriore impennata come anomalie (in particolare per le T min) regalando le famose 'ottobrate'.

Si evincono in costa scarsissime precipitazioni mensili (sotto l'atteso) caratterizzate nei capoluoghi da condizioni siccitose. Le precipitazioni si assestano lievemente sotto la climatologia su la Spezia, con 52 mm/mese contro i 113 attesi a settembre a cui segue un forte deficit precipitativo per tutto ottobre (assenza di precipitazioni significative) che porterà a condizioni di siccità spinta.

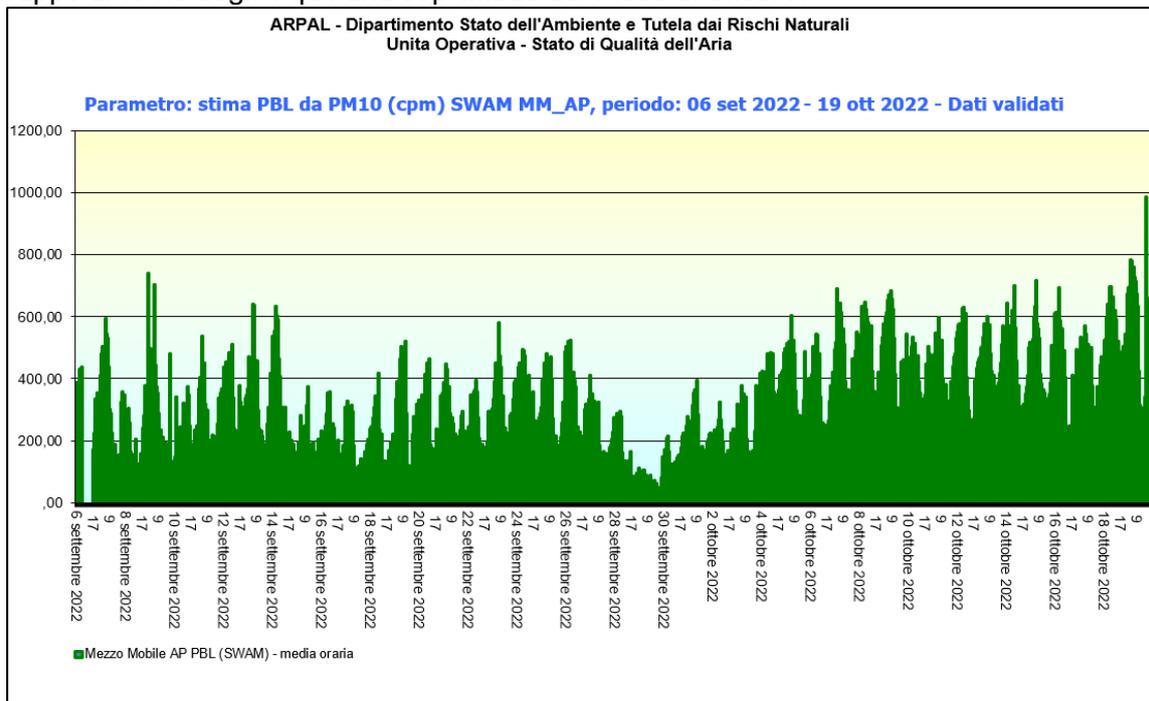
**Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai
Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria**

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 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. In particolare si evidenzia un aumento della stabilità atmosferica favorevole all'intrappolamento degli inquinanti soprattutto dal mese di ottobre:

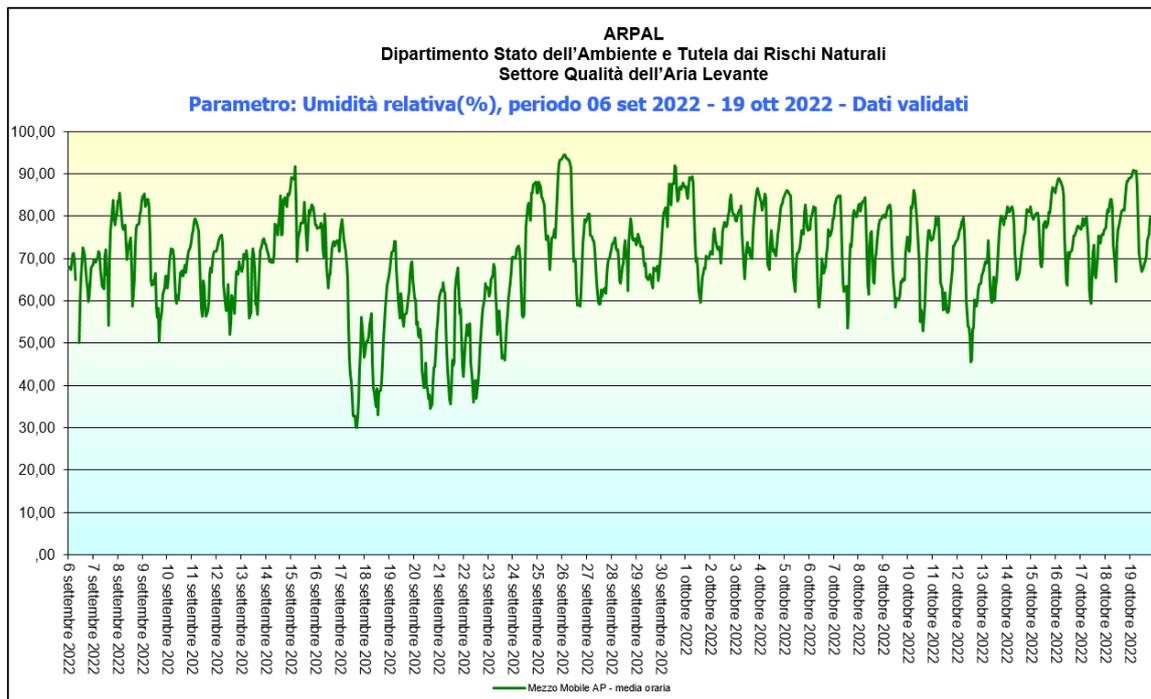
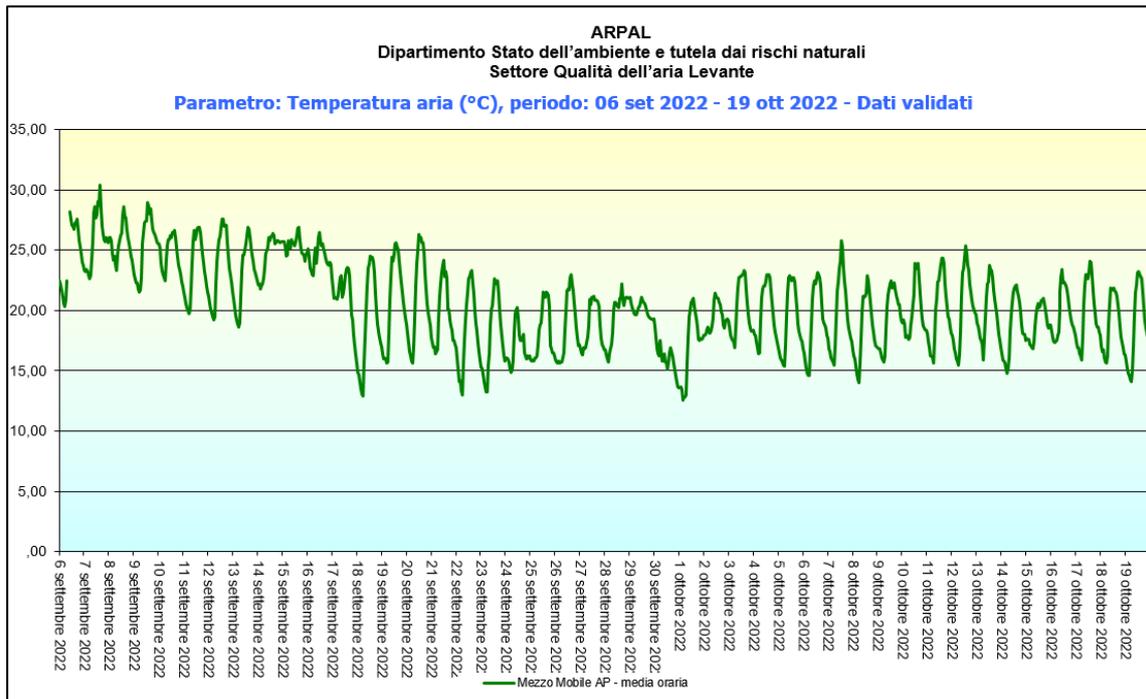


Nelle successive rappresentazioni grafiche vengono mostrate le condizioni meteo, del periodo di misura interessato dalla campagna di monitoraggio, misurate da due differenti sistemi di rilevazione, uno collocato ad un'altezza di circa 55 m.s.l.m. sulla sommità del Palazzo Comunale e l'altro installato 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 ad ampio raggio della situazione meteorologica della città mentre il secondo è sicuramente più sito specifico, in quanto risente maggiormente della morfologia del territorio circostante.

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.

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

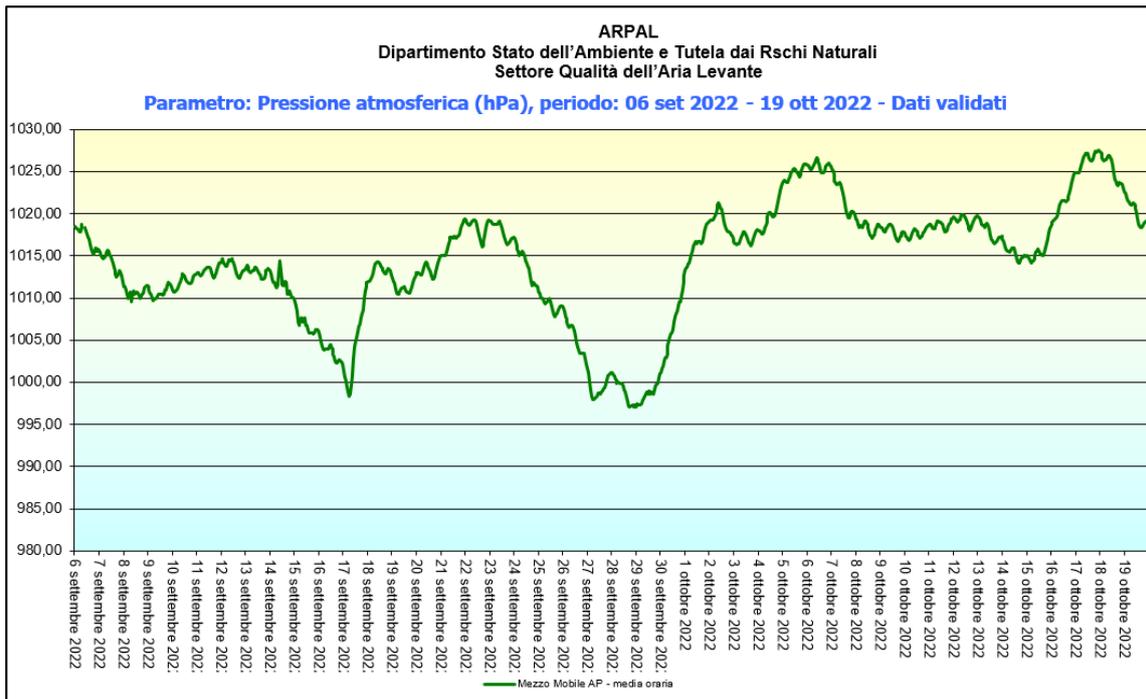
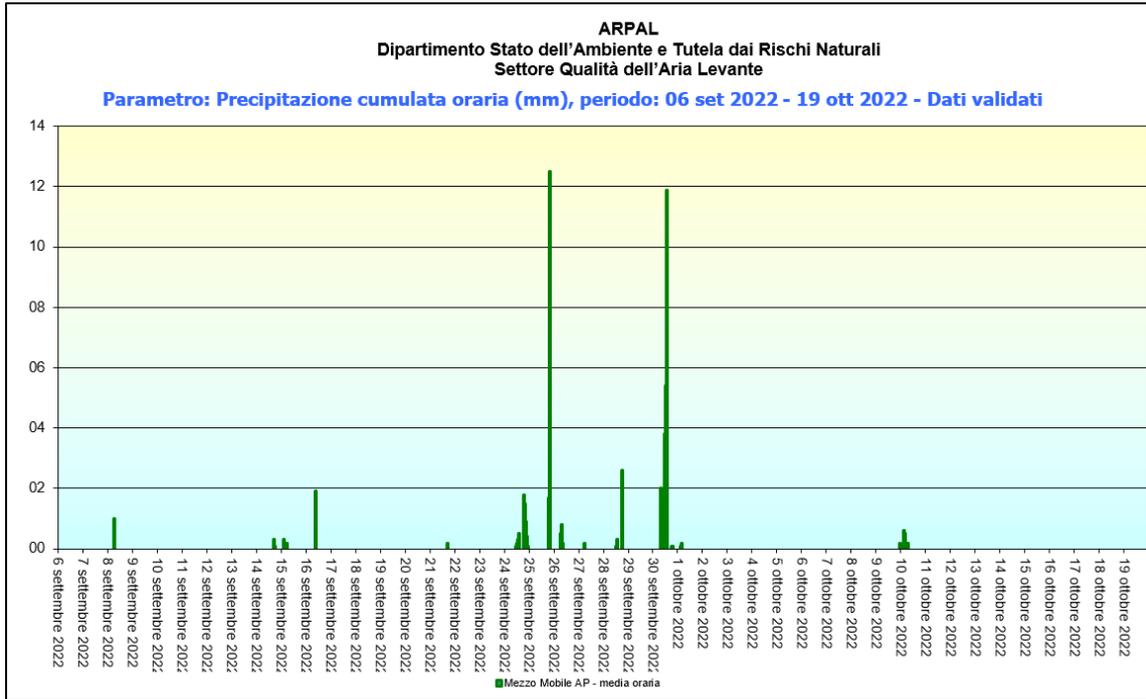
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107



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

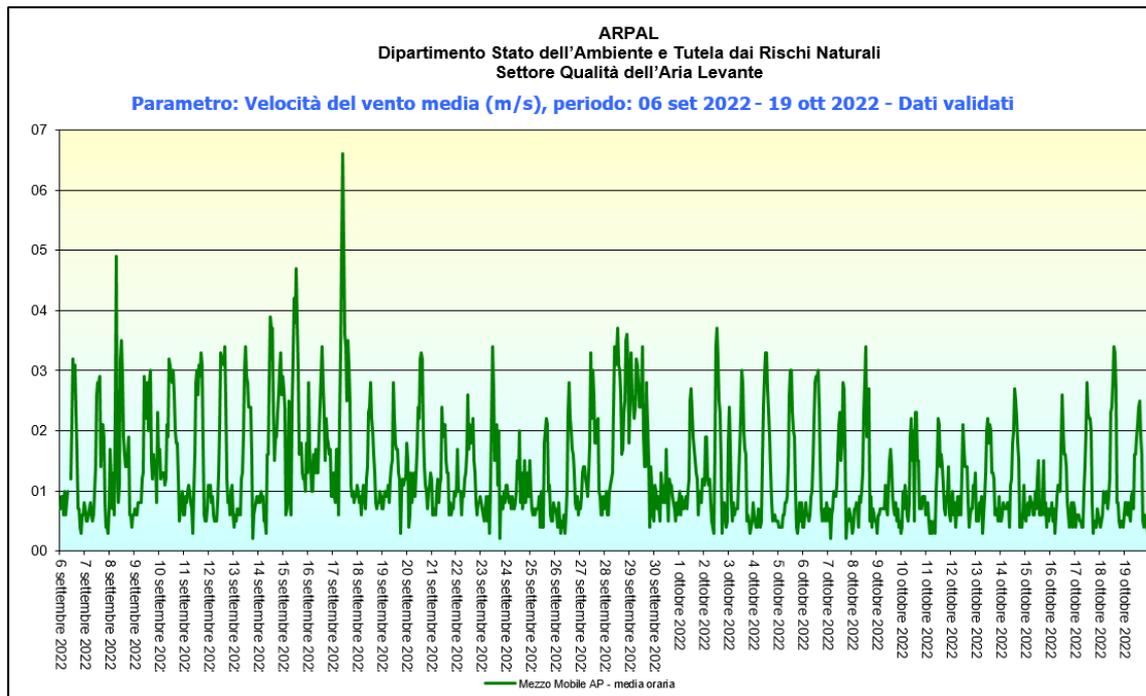
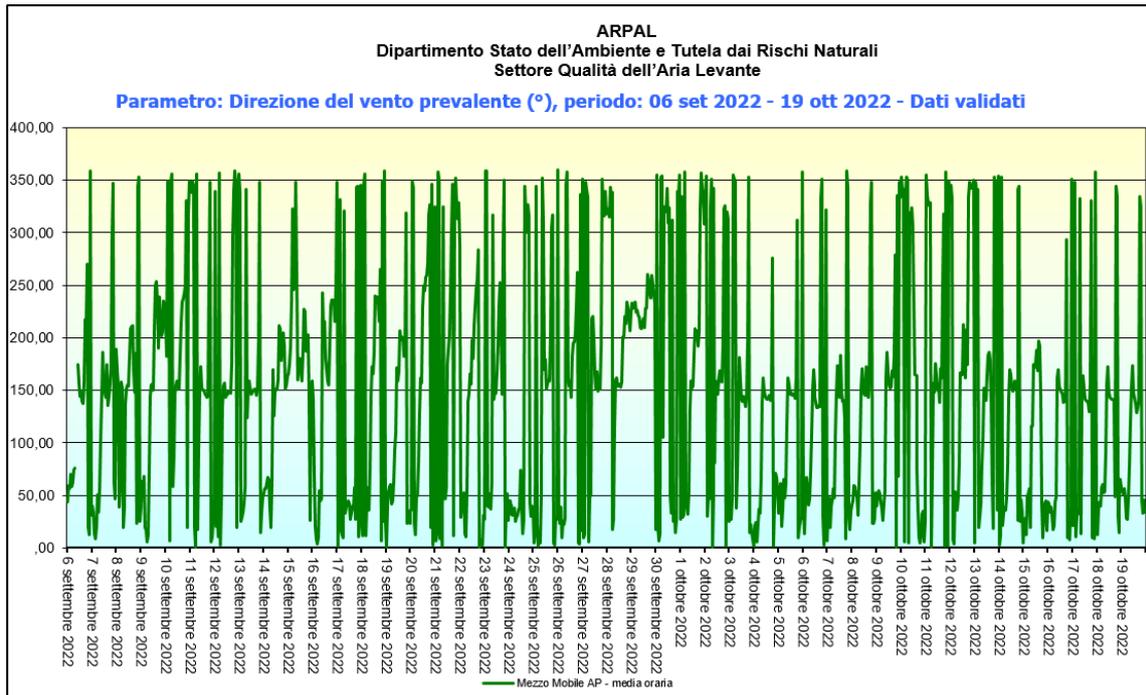
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107





Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischii 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



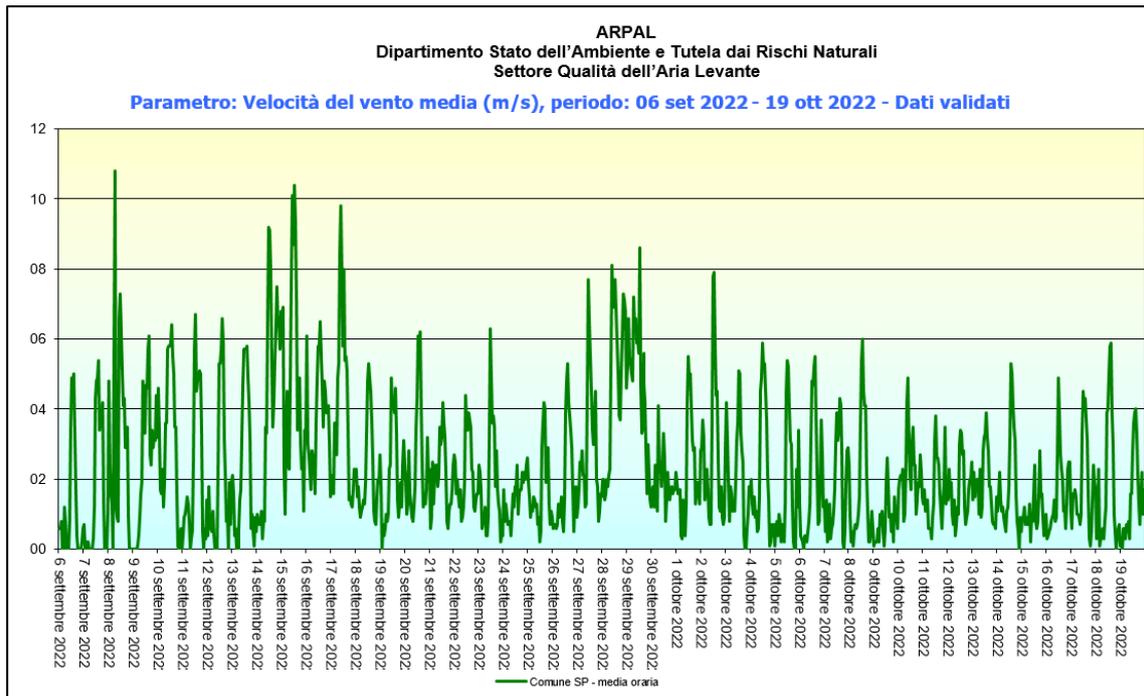
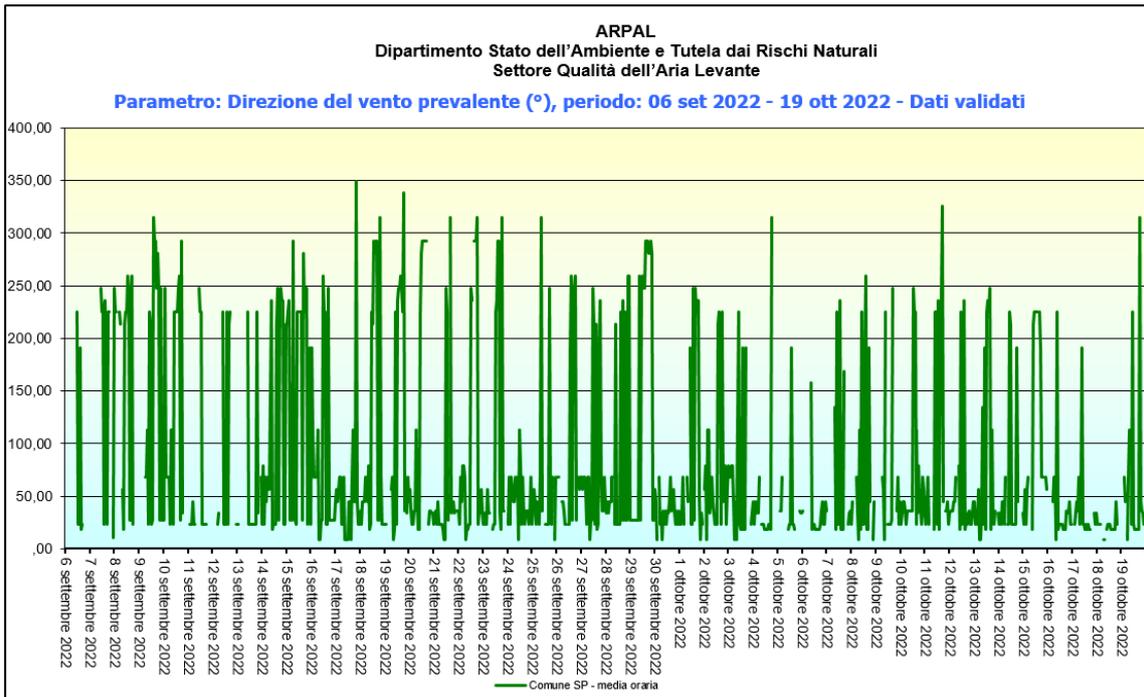


Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria

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

Member of CISQ Federation





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

Member of CISQ Federation



Nel grafico che rappresenta i dati di direzione del vento prevalente, misurati nella postazione meteo situata sulla sommità del Palazzo Comunale, si possono notare numerosi “buchi” associati a 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” (12% dei dati), mentre il numero di valori riconducibili a “vento non determinabile” è risultata pari al 6%, per un totale di dati non disponibili pari al 18%.

**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 PM_{10} 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 PM_{10} 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 $\mu g/m^3$ <i>da non superarsi più di 35 volte l'anno</i>
		Valore limite annuo: 40 $\mu g/m^3$
Particolato fine $PM_{2.5}$	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore obiettivo annuo: 25 $\mu g/m^3$

La determinazione del particolato sul Laboratorio Mobile AP è realizzata attraverso un campionario/misuratore operante simultaneamente su due linee indipendenti per i tagli granulometrici previsti dalla vigente normativa (PM_{10} , $PM_{2.5}$). 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 **campionario-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 ^{14}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 PM_{10} specificato nell'Allegato VI del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero al metodo descritto nella norma UNI EN 12341:2001;

**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

- 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.

Biossido di azoto

Il Biossido di azoto (NO₂) 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/NO₂ decisamente a favore del primo (il contenuto di NO₂ 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 NO₂ e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di O₃ troposferico.

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

Riferimenti normativi

Inquinante	Riferimento	Limiti
Biossido di azoto (NO₂)	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore limite orario: 200 µg/m³ <i>da non superarsi più di 18 volte per anno civile</i>
		Valore limite annuo: 40 µg/m³
		Soglia di allarme: 400 µg/m³ <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

**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

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'NO₂.

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 (O₃)	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.

**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 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.

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

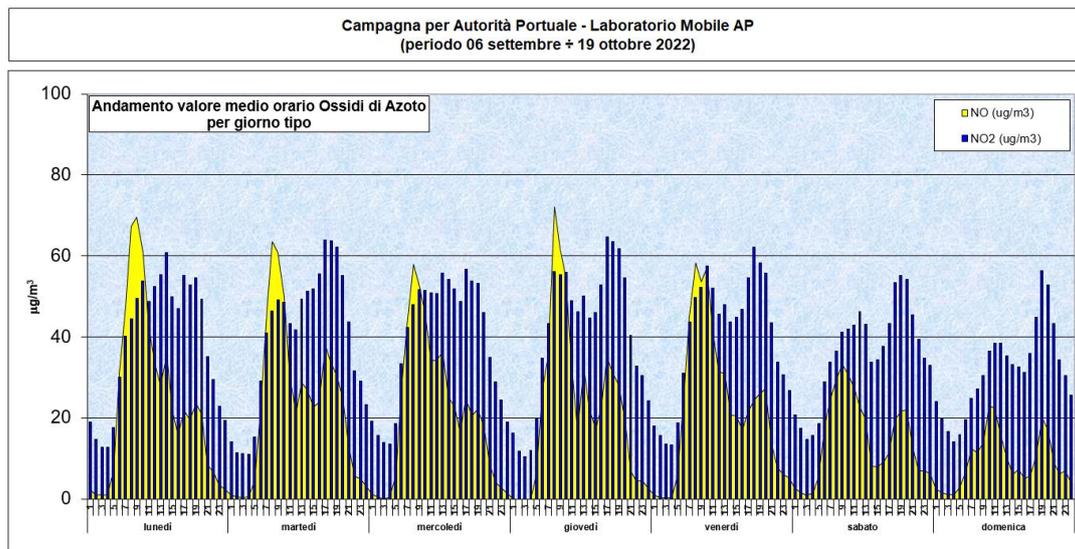
Via Bombrini 8, 16149 Genova
 Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
 C.F. e P.IVA 01305930107

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 notano valori relativamente più elevati dal lunedì al venerdì con picchi in mattinata ed in serata, in concomitanza dunque con i momenti di più intenso traffico veicolare cittadino e valori più contenuti, soprattutto per il Monossido di Azoto, nel weekend.



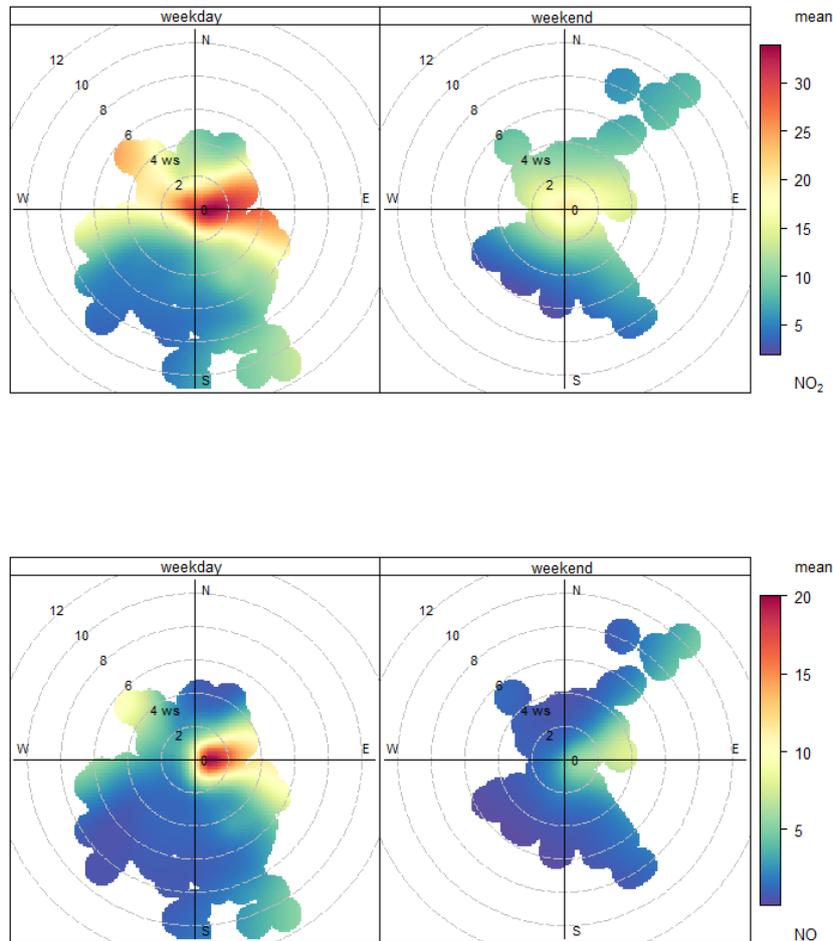
Dai grafici successivi, che riportano i dati di concentrazione di NO e NO₂ rilevati durante i giorni della settimana e nel fine settimana, associati alla velocità e direzione del vento, si riesce ad individuare maggiormente l'origine delle componenti inquinanti. Come si può notare, nel corso dei giorni feriali è visibile una componente da NW, con velocità del vento intorno ai 6 m/s, che probabilmente è riconducibile al traffico di Viale Italia e una componente da E, anche molto vicina al sito di misura con venti molto deboli, riconducibile in parte ad un cantiere presente nelle immediate vicinanze per la durata della intera campagna, in parte al transito dei mezzi che trasportano i passeggeri dalle navi al Terminal Crociere e in parte dall'ormeggio delle navi da

² 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

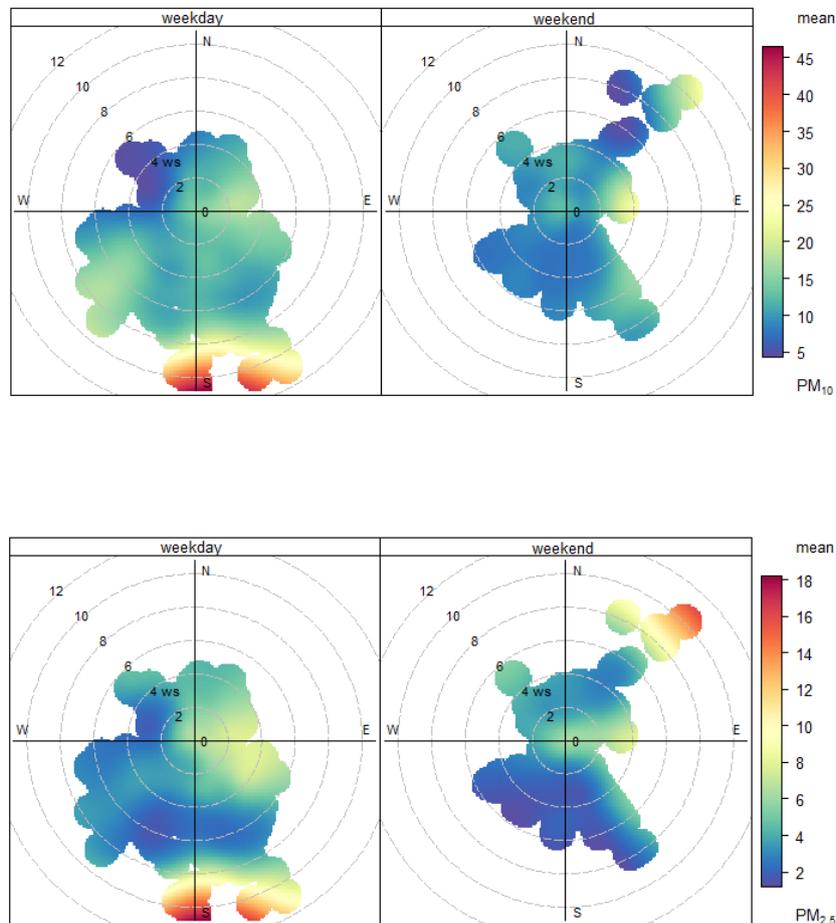
crociera che durante tale periodo si sono registrate principalmente nei giorni compresi tra il lunedì e il giovedì. Nel weekend l'apporto da E è più vicino al sito di misura e più contenuto. Per l'elaborazione dei grafici si è scelto di utilizzare i dati meteo del Laboratorio Mobile, ritenuti più rappresentativi per la posizione del sito di misura.



I grafici successivi, invece riportano i dati di concentrazione di PM₁₀ e PM_{2.5} rilevati durante i giorni della settimana e nel fine settimana, associati alla velocità e direzione del vento, che confermano quanto già evidenziato durante la campagna del 2016 e cioè, per l'estrema vicinanza del sito al mare, la prevalenza dell'aerosol marino e apporto navale da S ed E ma anche un apporto di particolato di origine antropica con vento più forte da NE probabilmente riconducibile al traffico e più evidente nel fine settimana.

**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



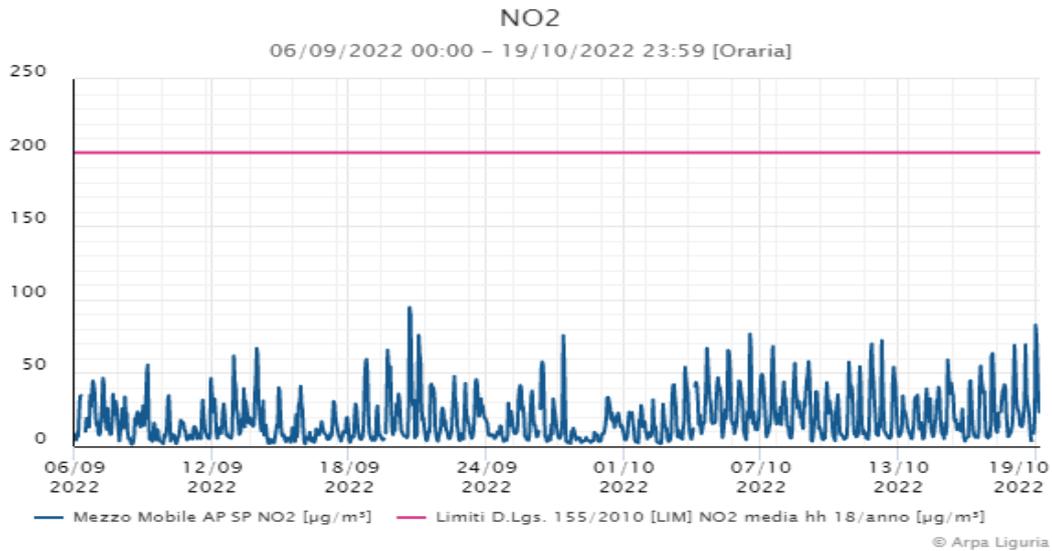
Si riportano di seguito i valori degli inquinanti monitorati (**NO₂**, **CO**, **O₃**, **SO₂**, **PM₁₀** e **PM_{2.5}**), registrati nel corso della campagna di monitoraggio, per i quali viene fissato un limite dalla normativa vigente.

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 06/09/2022 al 19/10/2022, risultata pari a 18,7 µg/m³, è inferiore al valore limite medio annuo previsto dal D.Lgs 155/2010, fissato a 40 µg/m³. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 99,4%.

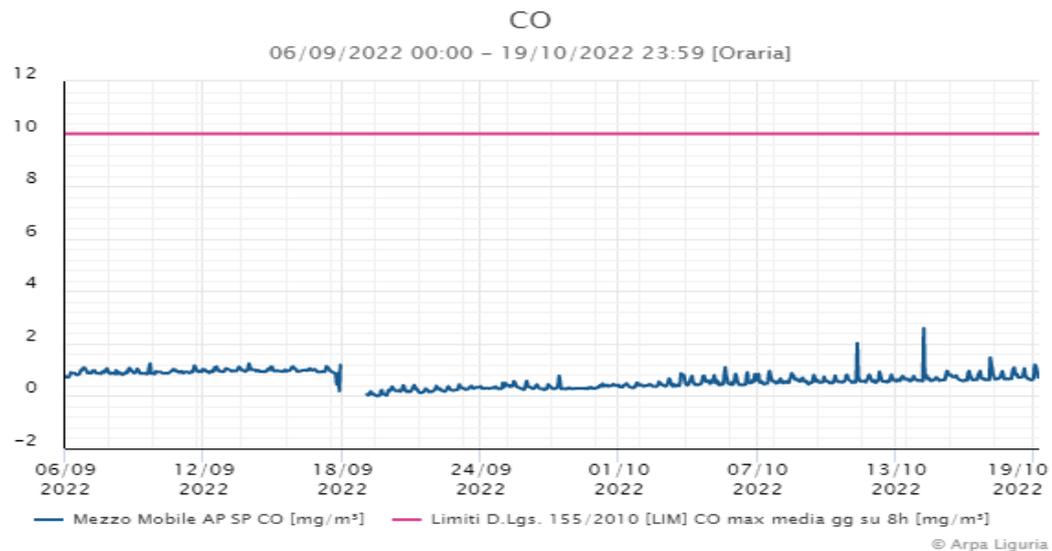
**Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai
Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria**

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



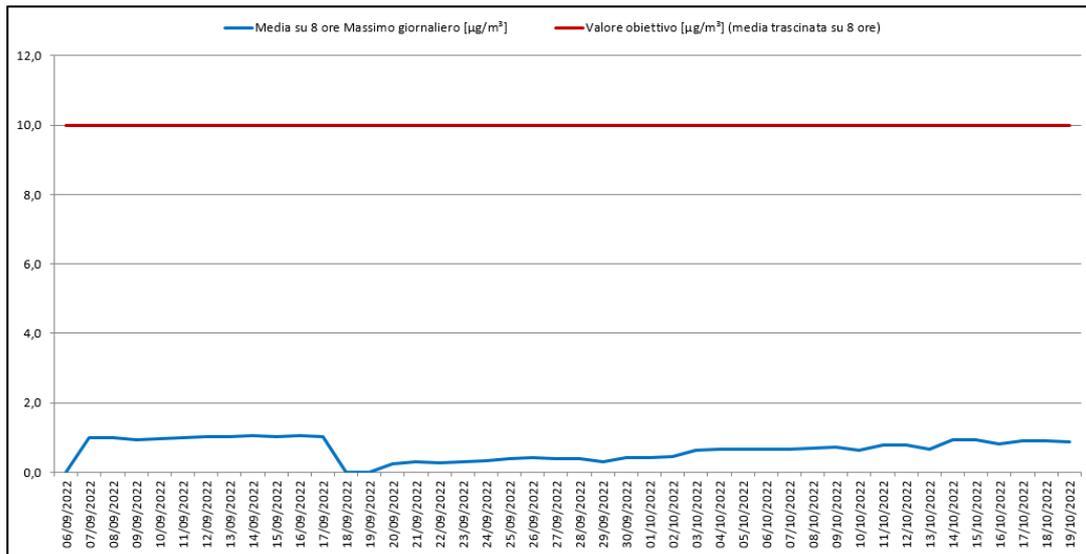
CO

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 µg/m³. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 96,5%.



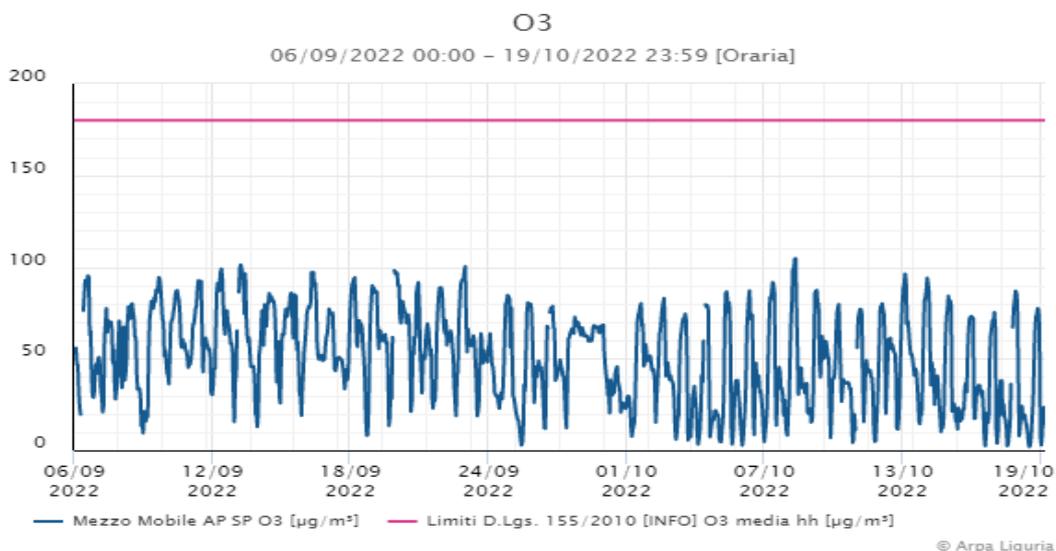
Come si può notare nel secondo grafico, non vi sono stati superamenti del Valore Obiettivo (media su 8 ore – valore massimo giornaliero) fissato a 10 µg/m³.

**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



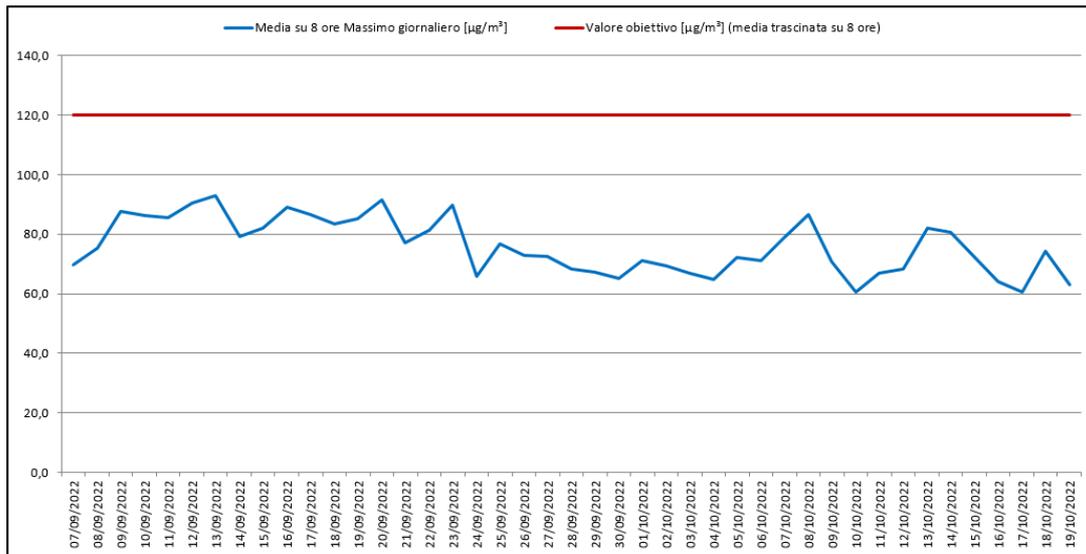
O₃

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. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 99,3%.



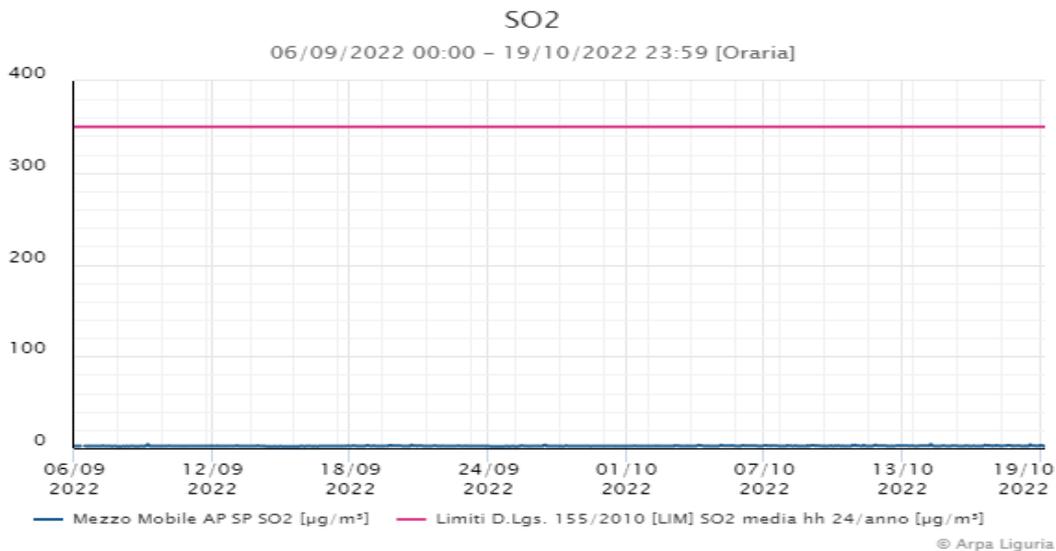
Come si può notare nel secondo grafico, non vi sono stati superamenti del Valore Obiettivo (media su 8 ore – valore massimo giornaliero) fissato a 120 µg/m³.

**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%.

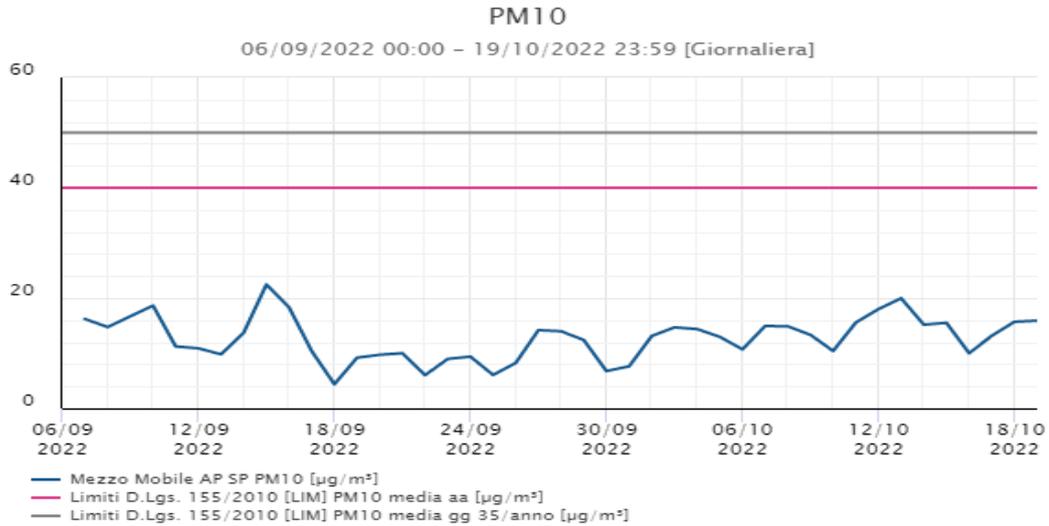


**Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai
Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria**

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

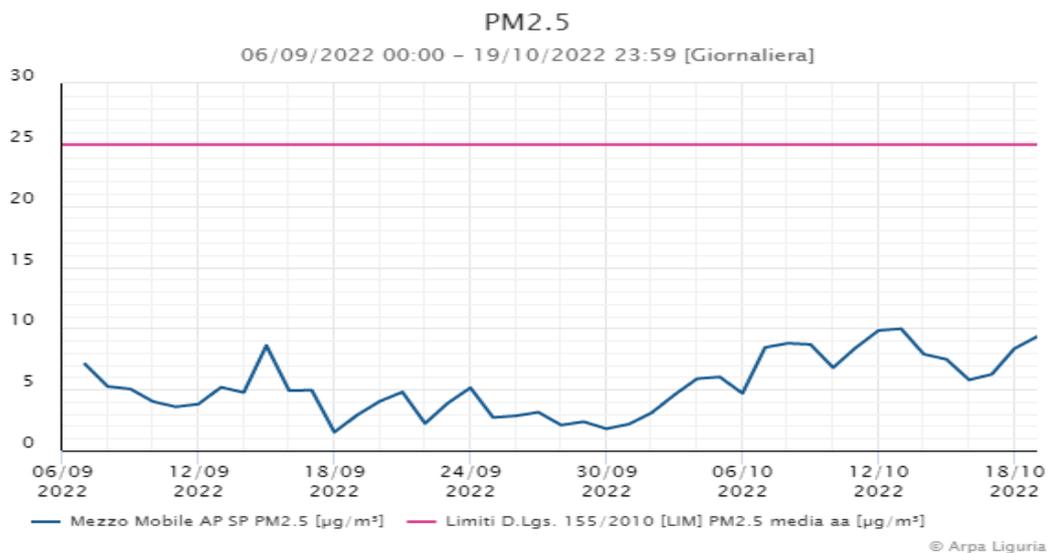
PM₁₀

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. 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/m³, e risulta pari a 12,8 µg/m³. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 97,7%.



PM_{2.5}

In merito al parametro PM_{2.5} le medie giornaliere del periodo di misura hanno evidenziato valori inferiori al limite (annuo) fissato a 25 µg/m³. La media calcolata dal 06/09/2022 al 19/10/2022, pari a 5,3 µg/m³, è inferiore al valore limite medio annuo di 25 µg/m³. La percentuale di dati validi, nel periodo in esame, risulta essere pari al 100,0%.



**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 conclusione, da questa campagna scaturisce un quadro con valori ben ampiamente al di sotto dei limiti normativi per tutti i principali parametri (NO₂, SO₂, PM10 e PM2.5) che presentano, ai sensi del D. Lgs.155/2010, anche un valore di riferimento medio sull'anno solare.

L'analisi per ciascun giorno della settimana dei valori orari degli ossidi di azoto mostra valori più elevati nei giorni feriali riconducibili al traffico cittadino e in parte al transito dei mezzi che trasportano i passeggeri dalle navi al Terminal Crociere e in parte all'ormeggio delle navi da crociera che durante tale periodo si sono registrate principalmente nei giorni feriali della settimana. I valori medi degli ossidi di azoto rilevati durante questa campagna sono abbastanza confrontabili con quelli rilevati durante la campagna **4/2016** eseguita nello stesso sito ma in una stagione prettamente estiva (giugno-luglio 2016) caratterizzata da intenso traffico navale ma inferiore traffico veicolare; i valori medi di particolato misurato durante questa campagna risultano invece inferiori a quelli rilevati durante la campagna del 2016.

Il Direttore del Dipartimento
Stato dell'Ambiente e Tutela dei Rischi Naturali:

Dott.ssa Fabrizia Colonna

**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