

## Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria

effettuata nell'ambito dell'accordo di collaborazione tra ARPAL e Autorità Portuale della Spezia

presso

**'viale San Bartolomeo c/o ITI Cappellini-Sauro'**

Comune della Spezia

10 maggio ÷ 17 luglio 2018



### Dipartimento Provinciale della Spezia

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





# ARPAL

Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente ligure



Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

COMUNE	La Spezia
PERIODO	10 maggio ÷ 17 luglio 2018
ZONA MONITORATA	Via San Bartolomeo prossimità piazza G. Paita
COORDINATE	44.111253° - 9.836115° E - 1 m slm
INQUINANTI RILEVATI	NO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , PM10, PM 2.5
PARAMETRI METEOROLOGICI RILEVATI	temperatura, umidità, pressione atmosferica, velocità vento, direzione vento, precipitazione



Postazione RQA di  
via San Cipriano

## Dipartimento Provinciale della Spezia

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



**RINA**  
BS OHSAS 18001  
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro  
Certificato



## Strumentazione utilizzata

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

- 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 modello Vaisala WXT 510 installata su un palo telescopico di altezza circa 10 m - nr serie E1210013;
- nr.1 sistema di acquisizione dati EDA2000 costituito da PC, monitor flat 19", switch ethernet, modem GSM per la trasmissione dati al Centro Operativo installato presso ARPAL-Dipartimento della Spezia,

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 Provinciale della Spezia

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





## Premessa

Il Laboratorio Mobile è stato posizionato per la realizzazione delle campagne **I e II/2018** in prossimità dell'ingresso dell'ITI Cappellini-Sauro, che ha gentilmente concesso la possibilità di allaccio alla propria linea elettrica non essendo attivabile nell'area alcuna altra tipologia di alimentazione; tale sito è stato concordato con gli Enti Locali e inserito nel programma delle attività per l'anno 2018 secondo quanto definito in occasione della riunione del 14/11/2017 svoltasi tra Provincia della Spezia, Comune della Spezia, Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale e ARPAL-Dipartimento della Spezia.

Il sito prescelto presenta un'ottima apertura verso Sud, cioè verso l'area Portuale: questa è separata dal sito di monitoraggio da viale San Bartolomeo, dal muro di delimitazione e da una zona alberata, piantumata con platani.

Muovendoci verso Sud si trova poi il fascio dei binari di servizio al porto e quindi l'area operativa con la zona di attracco dei rimorchiatori ed il Molo Garibaldi dove, sul lato occidentale, stazionano le navi da crociera. Qui, ad una distanza variabile tra i 300 ed i 400 m, a seconda del posizionamento di prora o di poppa, si ha la presenza del fumaiolo, con il punto di emissione, ad un'altezza dell'ordine dei 50 m dal livello del mare.

Nelle rimanenti direzioni si sviluppa l'area urbana, caratterizzata lungo viale San Bartolomeo in direzione Ovest, dalla presenza di edifici fino a 7 piani; si evidenzia in direzione NW, ad una distanza inferiore a 100 m, viale Italia e nelle immediate adiacenze, in direzione N-NE, l'ITI.

Le sonde di campionamento dell'aria si trovano a circa 3 m dal centro della corsia stradale più vicina, a circa 15 m dal bordo stradale di Viale San Bartolomeo e dalla linea di attestazione delle auto presso l'incrocio con via Giacomo Doria.

Dal punto di vista della raccolta dati si segnalano alcuni episodi di mancanza degli stessi dovuti, nella fase iniziale alla criticità del riavvio della strumentazione (in particolare per gli ossidi di azoto) dopo oltre 6 mesi di fermo, quindi ad alcuni problemi legati alla fornitura di energia elettrica al Laboratorio. Si è inoltre registrato un guasto parziale al sistema di condizionamento che garantisce la climatizzazione del mezzo; a causa della stagione particolarmente calda e dell'esposizione del sito alla radiazione solare per molte ore del giorno, in alcune situazioni la strumentazione all'interno non ha funzionato nell'idoneo range di temperatura, facendo sì che i dati raccolti nel corso di questi momenti critici non potessero essere validati.

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 consente di avere un'informazione aggiuntiva: la stima della stabilità atmosferica con risoluzione oraria determinata mediante la misura dell'attività BETA associata ai prodotti di decadimento del Radon. Il Radon è un composto chimicamente stabile con un flusso emissivo che può essere considerato costante sulla scala spazio-temporale d'interesse e che è stato dimostrato essere correlato al potenziale di

### Dipartimento Provinciale della Spezia

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

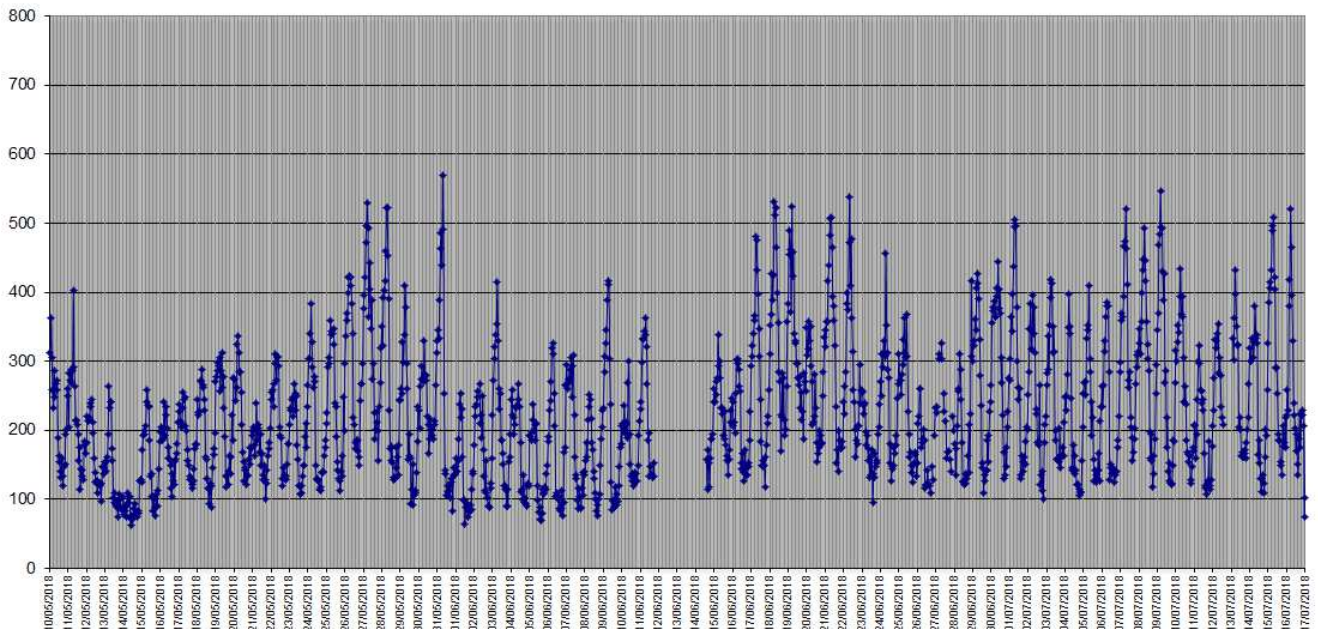




diluizione dello strato limite planetario (Planetary Boundary Layer). È prodotto nel suolo dal decadimento del  $^{222}\text{Rn}$  e dell'isotopo  $^{220}\text{Rn}$  (Thoron) ed è rilasciato in atmosfera dove si disperde prevalentemente per diffusione turbolenta. La concentrazione di Radon in atmosfera 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. 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.

Nel grafico sottostante sono rappresentati i valori dell'attività BETA associabile ai prodotti di decadimento del Radon rilevati con il campionatore SWAM: sono evidenti i cicli giornalieri (valori relativamente più elevati di notte rispetto al giorno) sempre ben delineati a significare la pressoché totale assenza di modifiche nello scenario meteo fatta eccezione per gli eventi di instabilità descritti nel dettaglio nel paragrafo seguente.

Nat.Rad. [cpm - MEZZOAP]



### Dipartimento Provinciale della Spezia

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



**RINA**  
 BS OHSAS 18001  
 Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro  
 Certificato





## La situazione meteorologica

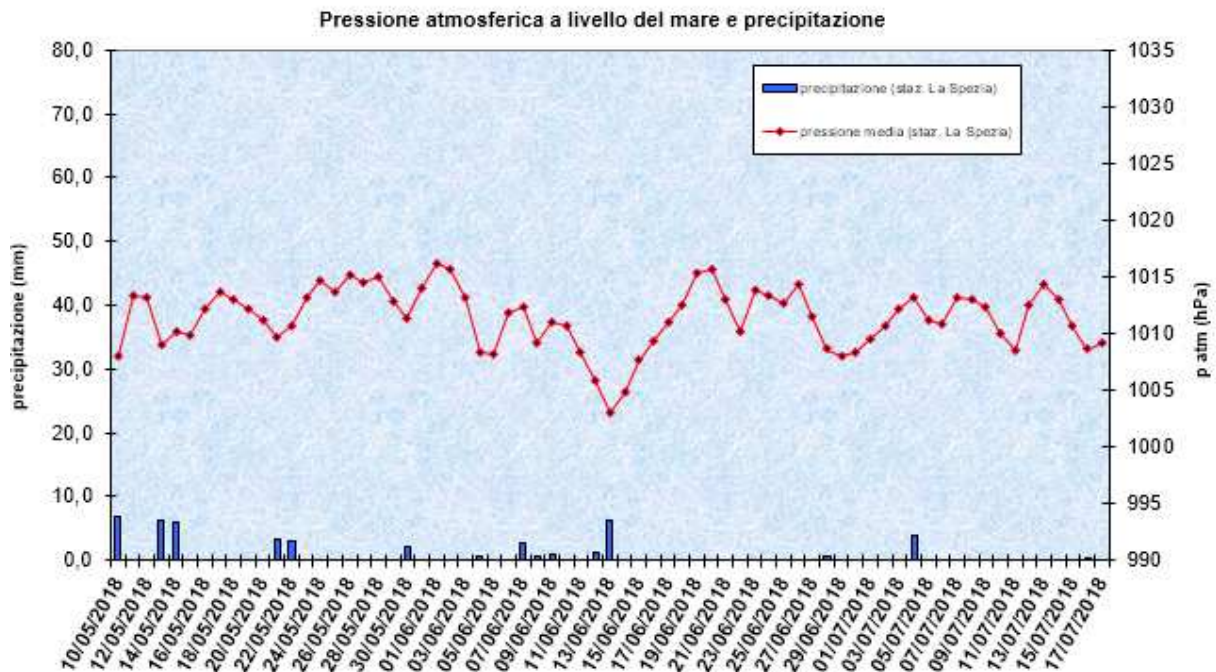
Dal punto di vista meteorologico la prima parte del monitoraggio è stata caratterizzata da condizioni di spiccata variabilità alternata ad annuvolamenti più consistenti per il succedersi di nuclei e infiltrazioni di aria più fresca provenienti dall'Europa settentrionale che hanno interessato il Mediterraneo occidentale e i versanti tirrenici. Tale configurazione ha determinato precipitazioni anche a carattere temporalesco, più significative nell'interno della Liguria.

Dopo questa fase, nel corso della terza settimana di maggio, si è avuto tempo progressivamente più soleggiato e caldo, grazie ad una rimonta anticiclonica che ha portato ad un incremento delle temperature che hanno raggiunto i valori tipici della stagione estiva, con picchi fino a 33°C.

Con il mese di giugno, in concomitanza con l'ingresso nell'estate meteorologica, si è assistito al ritorno di condizioni di spiccata variabilità associate al dominio di una circolazione depressionaria sull'Europa occidentale che ha dato luogo ad alcuni episodi precipitativi.

Dopo metà del mese si è avuto una rimonta della pressione sul continente, alternata però a qualche episodio instabile soprattutto verso la fine della seconda decade e nell'ultima parte del mese quando si è assistito ad un ritorno di aria instabile di origine balcanica. L'evento più rilevante si è avuto il 28/06 quando, in concomitanza con il passaggio di una linea d'instabilità proveniente dai quadranti settentrionali, si sono registrati rovesci e temporali che hanno interessato la Liguria con precipitazioni di moderata intensità ed episodi convettivi che nell'area urbana di Spezia hanno prodotto un importante rimescolamento nei bassi strati dell'atmosfera.

Con il mese di luglio si è entrati nel vivo della stagione estiva: si è assistito ad una più decisa rimonta anticiclonica che tuttavia non è riuscita pienamente a proteggere la nostra Penisola da alcune infiltrazioni di masse d'aria di origine atlantica; si sono infatti registrate discese di aria instabile più fresca verso le regioni alpine ed il Nord-Italia che hanno dato luogo a qualche episodio temporalesco.



### Dipartimento Provinciale della Spezia

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



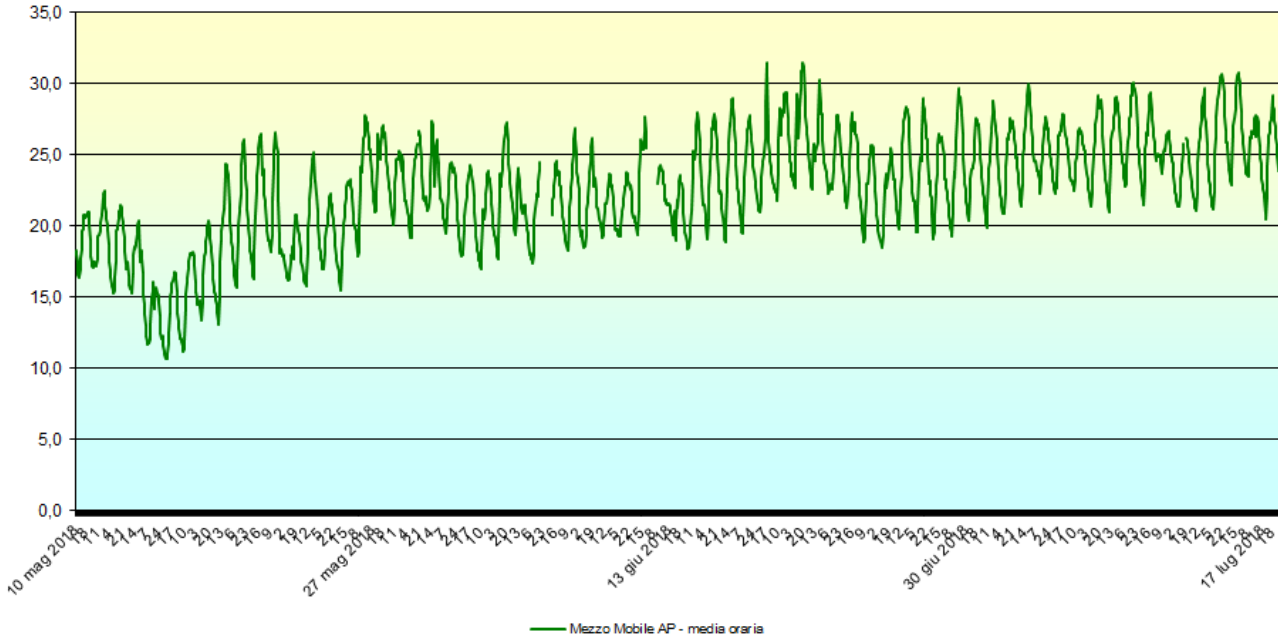
**RINA**  
BS OHSAS 18001  
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro  
Certificato





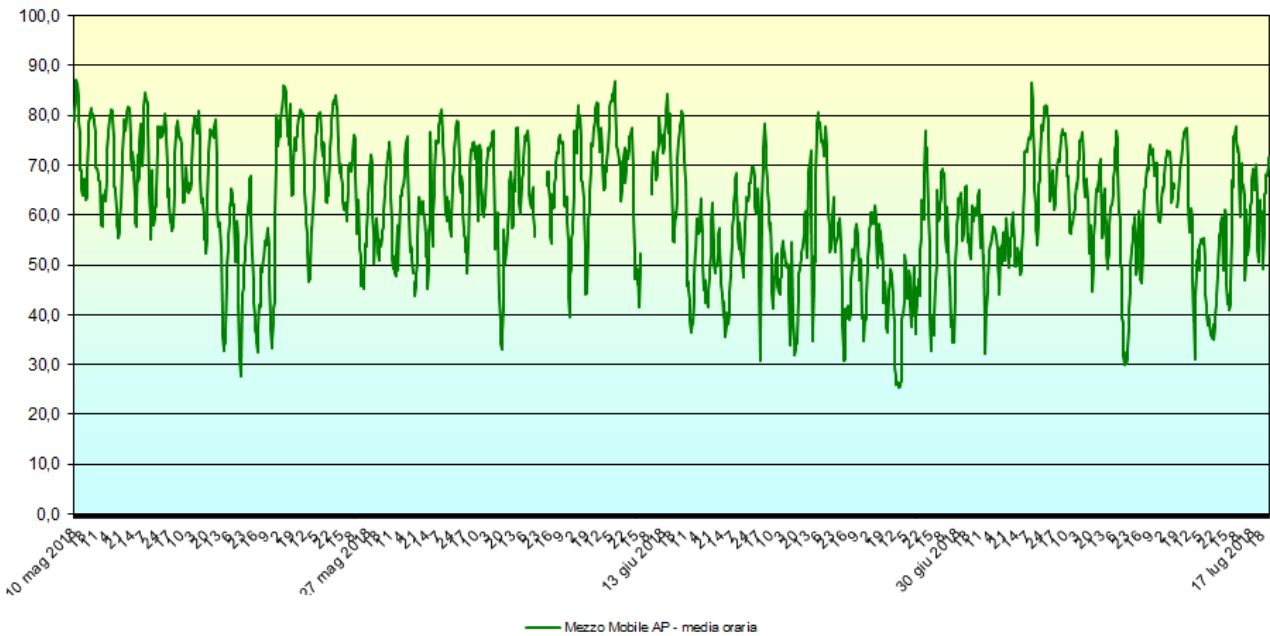
ARPAL - Dipartimento della Spezia  
Unita Operativa - Servizi Territoriali  
Settore - Agenti Fisici e Inquinamento Atmosferico

Parametro: Temp (°C), periodo: 10 mag 2018-17 lug 2018 - Dati validati



ARPAL - Dipartimento della Spezia  
Unita Operativa - Servizi Territoriali  
Settore - Agenti Fisici e Inquinamento Atmosferico

Parametro: U.R. (%), periodo: 10 mag 2018-17 lug 2018 - Dati validati



**Dipartimento Provinciale della Spezia**

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



**RINA**  
BS OHSAS 18001  
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro  
Certificato

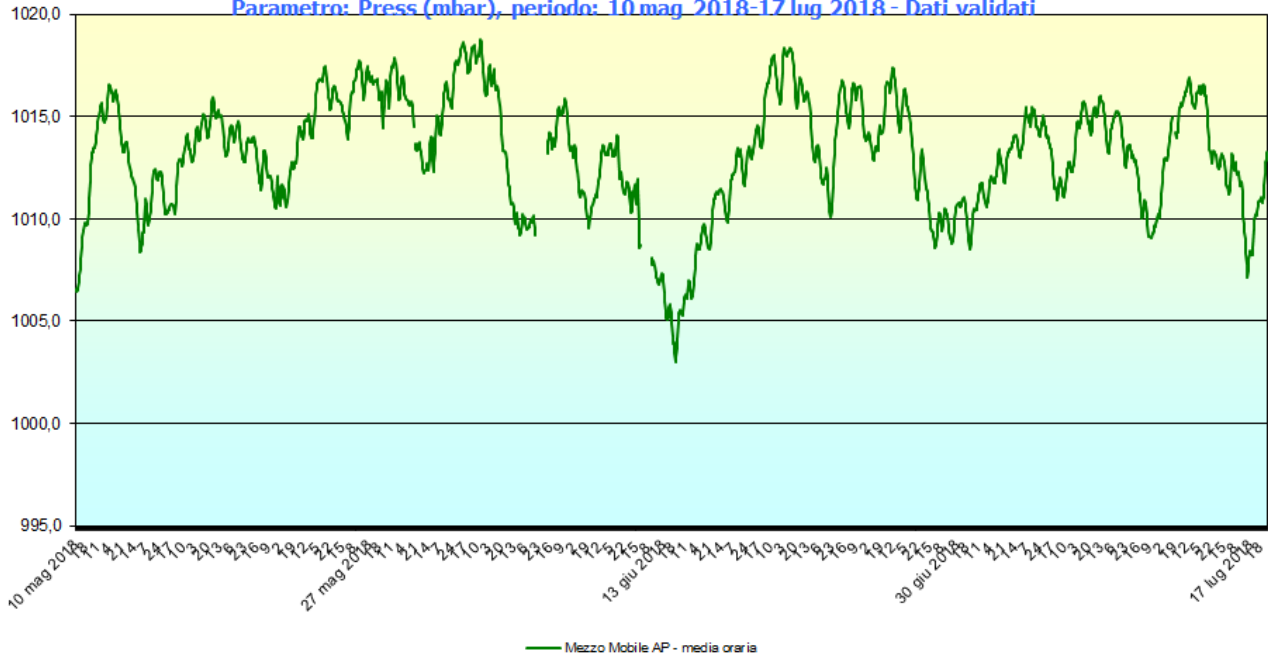






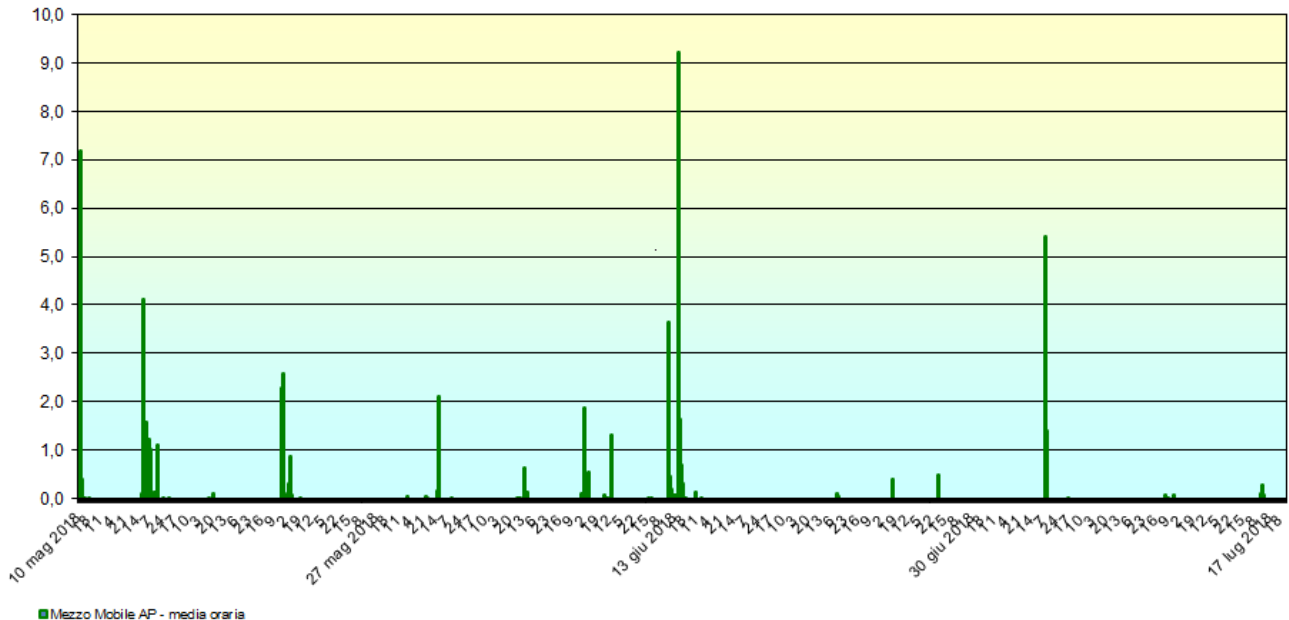
ARPAL - Dipartimento della Spezia  
Unita Operativa - Servizi Territoriali  
Settore - Agenti Fisici e Inquinamento Atmosferico

Parametro: Press (mbar), periodo: 10 mag 2018-17 lug 2018 - Dati validati



ARPAL - Dipartimento della Spezia  
Unita Operativa - Servizi Territoriali  
Settore - Agenti Fisici e Inquinamento Atmosferico

Parametro: Pluv (mm), periodo: 10 mag 2018-17 lug 2018 - Dati validati



**Dipartimento Provinciale della Spezia**

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



**RINA**  
BS OHSAS 18001  
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro  
Certificato

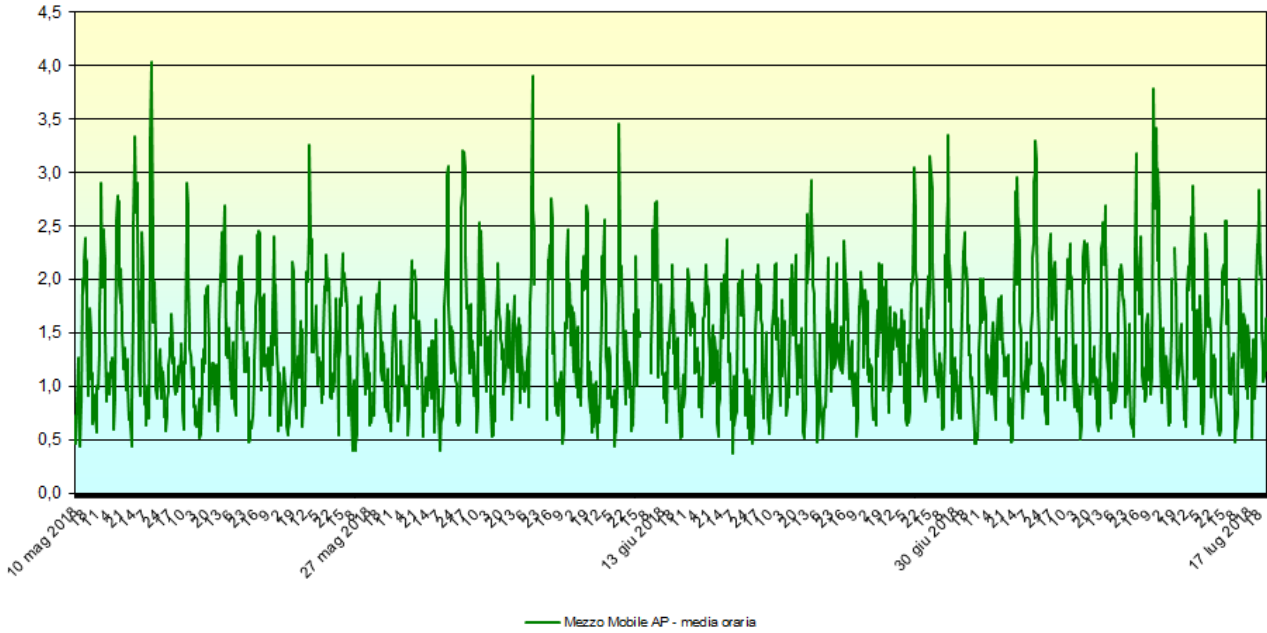






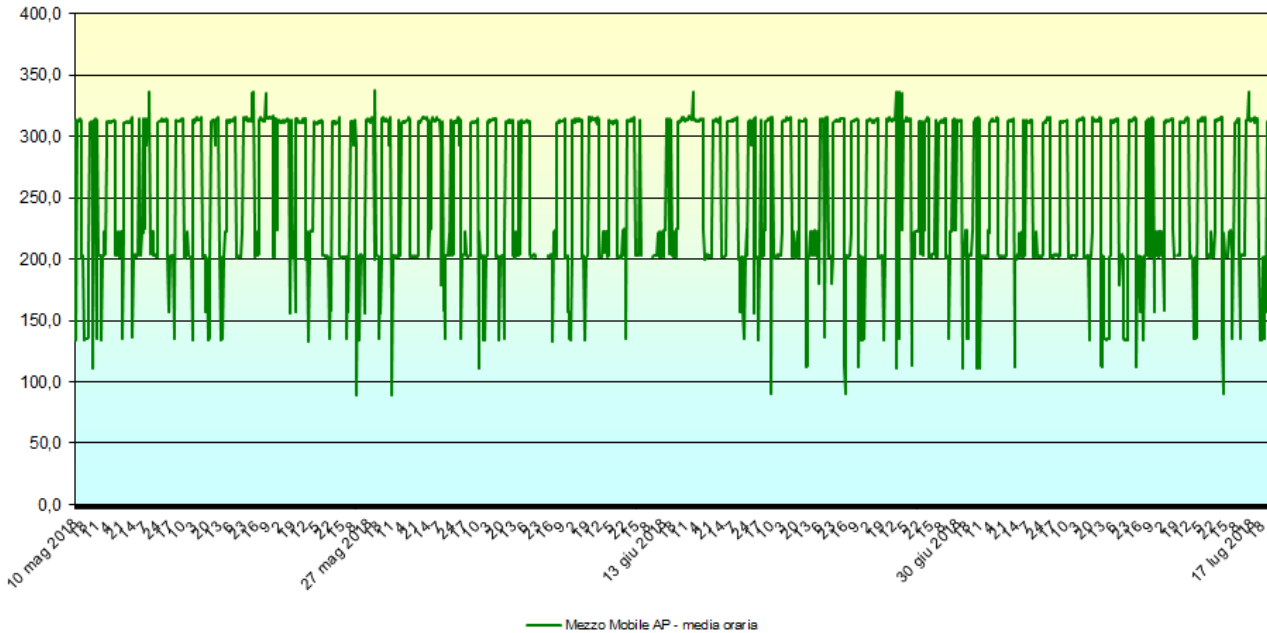
ARPAL - Dipartimento della Spezia  
Unita Operativa - Servizi Territoriali  
Settore - Agenti Fisici e Inquinamento Atmosferico

Parametro: VV (m/s), periodo: 10 mag 2018-17 lug 2018 - Dati validati



ARPAL - Dipartimento della Spezia  
Unita Operativa - Servizi Territoriali  
Settore - Agenti Fisici e Inquinamento Atmosferico

Parametro: DV (°), periodo: 10 mag 2018-17 lug 2018 - Dati validati



**Dipartimento Provinciale della Spezia**

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

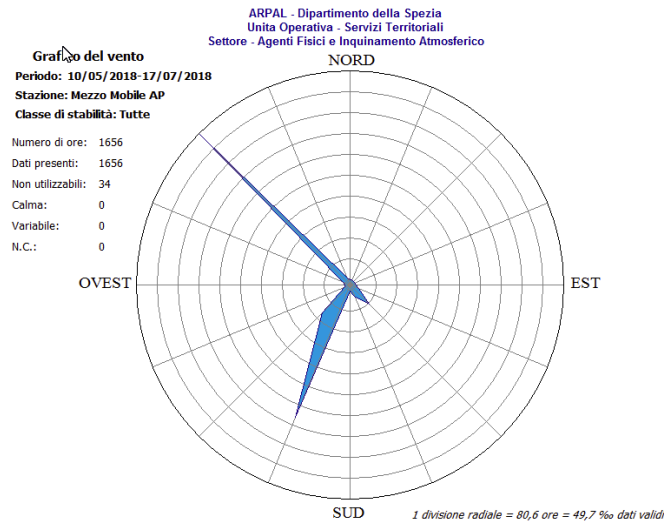


**RINA**  
BS OHSAS 18001  
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro  
Certificato



Nella tabella sottostante sono riportate le misure di direzione e velocità vento suddivise in 16 settori, con le frequenze espresse in millesimi e le velocità medie relative ai settori ed alle classi di velocità secondo quanto previsto dalla scala Beaufort.

ARPAL - Dipartimento della Spezia Unita Operativa - Servizi Territoriali Settore - Agenti Fisici e Inquinamento Atmosferico									
Direzione e velocità del vento: distribuzione delle frequenze (%)									
Stazione: Mezzo Mobile AP - Dati validati - periodo di rilevamento: 10/05/2018 - 17/07/2018									
Classe di stabilità: Tutte                      Ore complessive: 1656                      Dati validi: 1622									
Settori	Classi di velocità (m/s)							totale	velocità media (m/s)
	0 - 0,7	0,7 - 1,3	1,3 - 3,3	3,3 - 5,4	5,4 - 7,9	7,9 - 10,7	10,7 - 30		
<i>calma</i>	0,00							0,00	
<b>NORD</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
NNE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
NE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
ENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>EST</b>	2,47	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	3,08	0,71
ESE	5,55	3,08	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	9,25	0,74
SE	2,47	5,55	43,16	0,00	0,00	0,00	0,00	51,17	1,88
SSE	2,47	6,78	6,78	0,00	0,00	0,00	0,00	16,03	1,33
<b>SUD</b>	1,23	1,23	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	3,08	0,85
SSO	4,32	80,15	240,44	3,08	0,00	0,00	0,00	327,99	1,70
SO	0,00	24,66	52,40	3,70	0,00	0,00	0,00	80,76	1,88
OSO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>OVEST</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
ONO	3,70	1,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,55	0,61
<b>NO</b>	68,43	306,41	122,07	0,00	0,00	0,00	0,00	496,92	1,09
NNO	0,62	3,70	1,85	0,00	0,00	0,00	0,00	6,17	1,08
<i>variabile</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>totale</b>	91,25	433,42	468,56	6,78	0,00	0,00	0,00	1000	
<b>vel.media (m/s)</b>	0,59	1,02	1,86	3,57					1,39



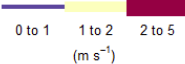
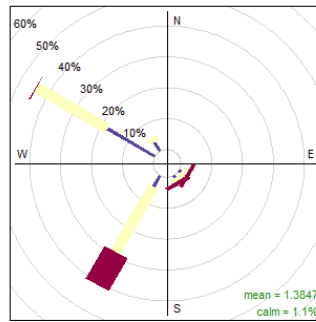
Il grafico sovrastante associato ai dati tabulati evidenzia le direzioni prevalenti associate alla circolazione di brezza ed influenzate dalla morfologia a microscala del sito di monitoraggio.

**Dipartimento Provinciale della Spezia**

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

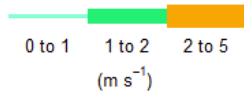
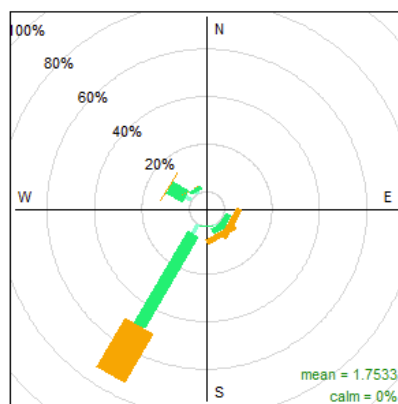


Rosa dei venti 10/05-18/07/18

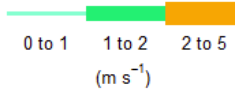
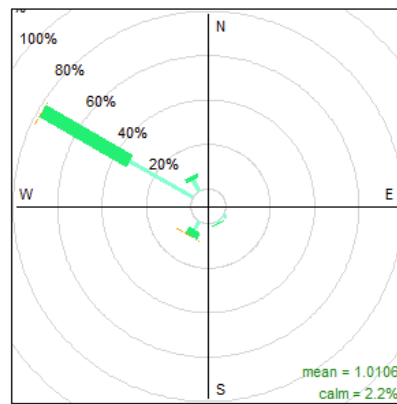


Frequency of counts by wind direction (%)

windrose giorno



windrose notte



L'analisi giorno/notte sovrastante associata ai dati tabulati, evidenzia le direzioni prevalenti che hanno visto in questo periodo la prevalenza del regime di brezza con vento proveniente di giorno dal mare e di notte dai monti, con l'evidente forzante costituita dagli ostacoli presenti nell'area.

Nel seguito si riporta un'analisi integrativa con elaborazioni grafiche che aiutano a correlare l'andamento di alcuni inquinanti con la direzione ed intensità del vento e dunque possono agevolare l'individuazione delle possibili sorgenti.

In particolare sono state utilizzate le funzioni di:

- **Calendar Plot**, che fornisce un modo rapido per l'esplorazione dei dati, mostrando le concentrazioni medie giornaliere disposte in formato calendario. La concentrazione di una specie è indicata da una scala di colori a cui è sovrapposto un vettore indicante la direzione e intensità del vento;
- **Pollution Rose**, rosa dei venti-concentrazione, una variante della rosa dei venti, utile per considerare le concentrazioni delle diverse specie in relazione con la direzione del vento, o più precisamente la percentuale di tempo in cui una determinata concentrazione si trova in un determinato settore di provenienza.

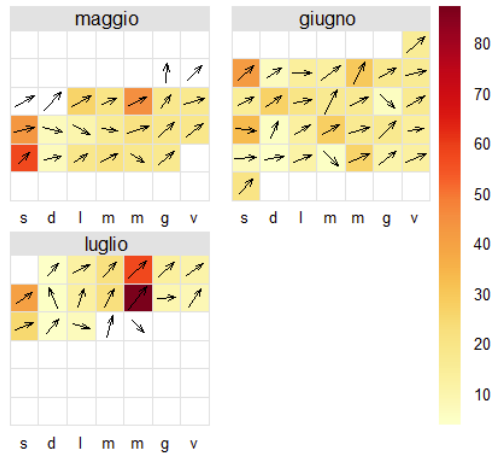
## Dipartimento Provinciale della Spezia

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

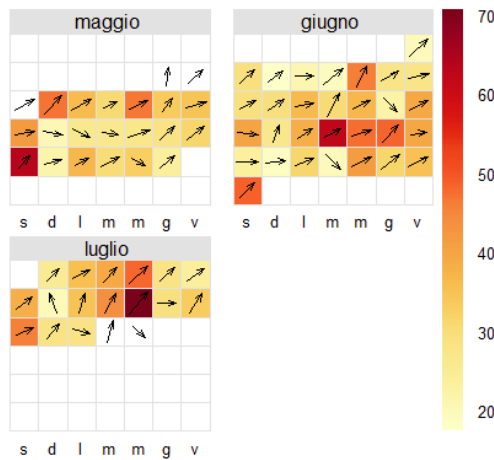




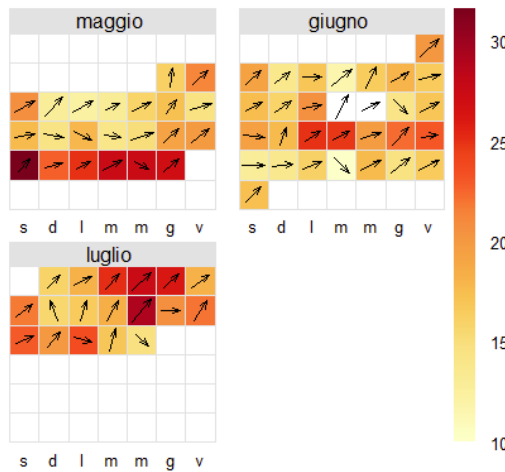
## NO (ug/m<sup>3</sup>)



## NO<sub>2</sub> (ug/m<sup>3</sup>)



## PM10 (ug/m<sup>3</sup>)



### Dipartimento Provinciale della Spezia

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



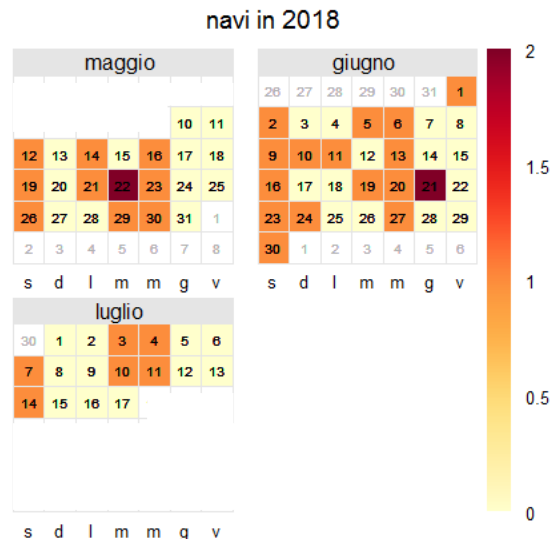
**RINA**  
 BS OHSAS 18001  
 Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro  
 Certificato





Nei grafici sovrastanti sono indicati sull'asse delle ascisse i giorni della settimana relativi ai due mesi circa nei quali si è sviluppata la campagna (da giovedì 10 maggio a mercoledì 18 luglio) e su quello delle ordinate la scala cromatica indicante i valori di concentrazione media giornaliera dei diversi parametri. All'interno di ogni giorno è indicata la direzione del vento prevalente.

Nel grafico sottostante è riportata la stessa rappresentazione grafica ma con scala cromatica indicante la presenza di navi da crociera (0 assenza, 1 nave, 2 navi) nei mesi della campagna di campionamento:

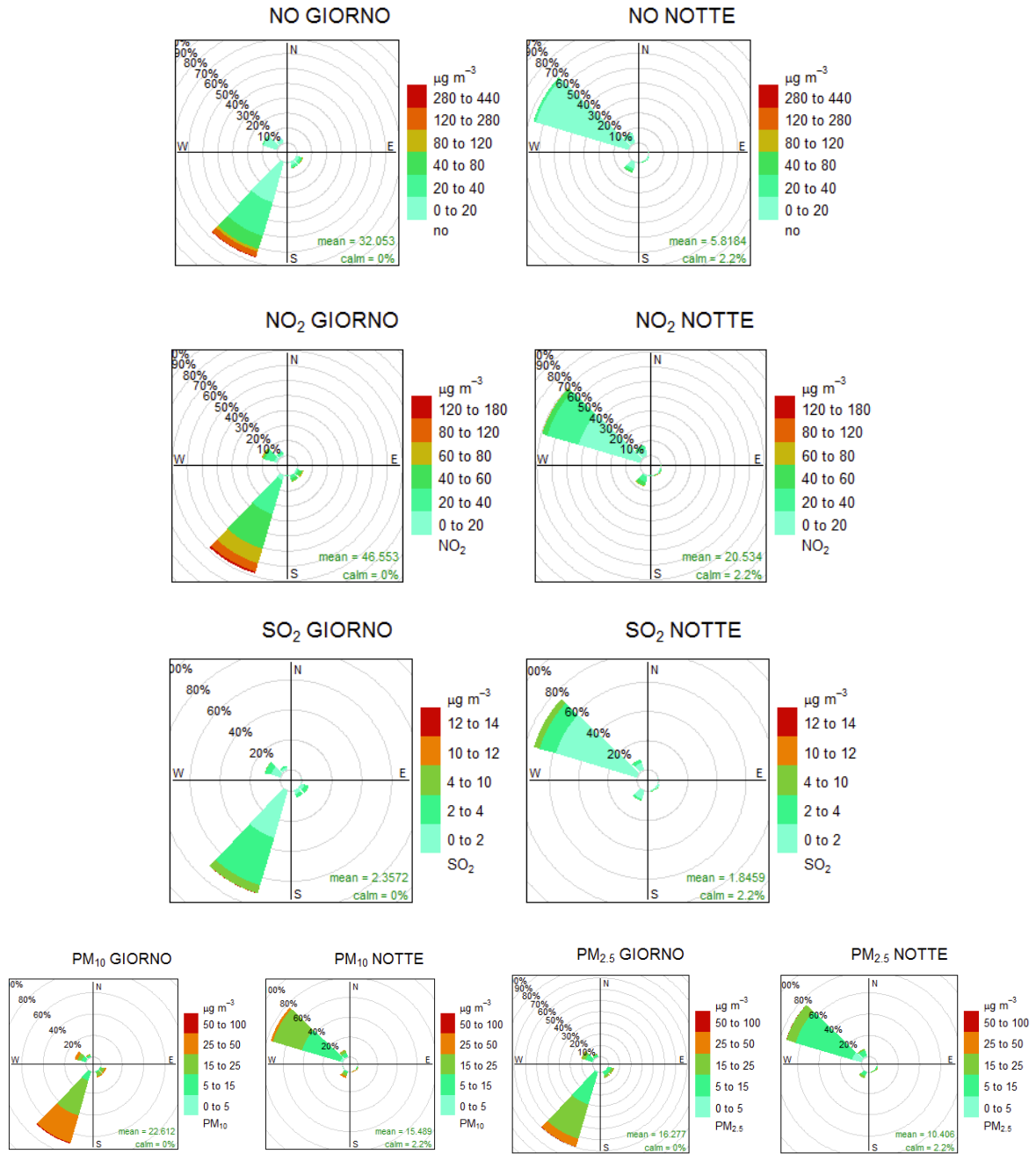


Nei grafici che seguono sono rappresentate le frequenze delle concentrazioni orarie rispetto alla direzione del vento; vista la conformazione del sito ed il prevalere ancora dei meccanismi di brezza, si è scelto di differenziare le elaborazioni tra ore diurne e notturne, così da avere una netta divisione tra le possibili sorgenti.

**Dipartimento Provinciale della Spezia**

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





Frequency of counts by wind direction (%)

### Dipartimento Provinciale della Spezia

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



**RINA**  
BS OHSAS 18001  
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro  
Certificato



## 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  $\mu m$ , con il termine  $PM_{2,5}$  si indicano le particelle con diametro non superiore ai 2,5  $\mu m$ .

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: <b>50 <math>\mu g/m^3</math></b> <i>da non superarsi più di 35 volte l'anno</i>
		Valore limite annuo: <b>40 <math>\mu g/m^3</math></b>
Particolato fine $PM_{2,5}$	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore obiettivo annuo: <b>25 <math>\mu g/m^3</math></b>

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;
- al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del  $PM_{2,5}$  specificato nell'Allegato VI del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero al metodo descritto nella norma UNI EN 14907:2005.

### Dipartimento Provinciale della Spezia

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



### 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 viene indicato 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>

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

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

La tecnica di misura si basa sulla reazione in fase gassosa tra monossido di azoto e ozono, capace di produrre una luminescenza caratteristica di intensità linearmente proporzionale alla concentrazione di NO. L'analizzatore a chemiluminescenza utilizza una singola camera di reazione ed un singolo fotomoltiplicatore che consentono l'esecuzione di una misura ciclica dell'NO e dell' $\text{NO}_x$ , quest'ultima necessaria per ricavare per differenza l' $\text{NO}_2$ .

### Dipartimento Provinciale della Spezia

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





## 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>

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 Provinciale della Spezia

Via Fontevivo, 21 L - 19125 La Spezia  
Tel. +39 0187 28141 - fax. +39 01872814230  
PEC: arpal@pec.arpal.gov.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): <b>10 mg/m<sup>3</sup></b>

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 Provinciale della Spezia

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



### Biossido di zolfo

Il Biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ) 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
<b>Biossido di zolfo (<math>\text{SO}_2</math>)</b>	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore limite orario: <b>350 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> <i>da non superarsi più di 24 volte per anno civile</i>
		Valore limite giornaliero: <b>125 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> <i>da non superarsi più di 3 volte per anno civile</i>
		Soglia di allarme: <b>500 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> <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  $\text{SO}_2$  presenti che, stabilizzandosi, emettono delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rilevatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di  $\text{SO}_2$  presente nell'aria.

### Dipartimento Provinciale della Spezia

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





## Parametri meteorologici

La misura dei parametri meteorologici viene effettuata mediante il Weather Transmitter WXT520 posizionato sulla sommità di un palo telescopico a circa 10 m dal suolo; si tratta di uno strumento multi sensore in grado di misurare:

- la velocità e direzione del vento,
- la precipitazione,
- la pressione barometrica,
- la temperatura,
- l'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 più classici, non presenta parti in movimento, è molto compatto e leggero, di facile e veloce installazione. Nel seguito sono dettagliate le modalità di misura dei vari parametri.

### Misura del vento

La velocità e la direzione del vento sono misurate attraverso il sensore Vaisala WINDCAP® senza parti in movimento. Il sensore utilizza gli ultrasuoni per determinare la direzione e la velocità orizzontale del vento.

Il sensore del vento non ha parti in movimento e quindi non necessita di manutenzione. Il campo di misura per la velocità del vento è da 0 a 60 m/s per la direzione del vento da 0° a 360°.

### Misura delle precipitazioni

Il sensore Vaisala RAINCAP® senza parti in movimento provvede alle misure delle precipitazioni. Il sensore rileva l'impatto di ogni singola goccia di pioggia sulla sua superficie. Il segnale generato dall'impatto è proporzionale al volume delle gocce. Successivamente, il segnale di ogni singola goccia può essere trasformato nella quantità di pioggia accumulata.

Le misure di pressione barometrica, temperatura ed umidità sono combinate in un modulo, installato all'interno di un apposito schermo contro le radiazioni. Lo schermo 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 il sensore al silicio Vaisala BAROCAP®. Il sensore ha una minima isteresi e una eccellente ripetibilità. Il campo di misura è compreso fra 600 hPa e 1100 hPa.

La misura della **temperatura** è basata sul sensore ceramico Vaisala THERMOCAP®. Il campo di misurazione è compreso fra -52 °C ÷ +60 °C.

La misura dell'**umidità relativa** è basata sulla tecnologia Vaisala HUMICAP®. Il sensore Vaisala HUMICAP® presenta eccellenti caratteristiche di stabilità nel lungo periodo nelle diverse condizioni ambientali, con valori di isteresi trascurabili. Il campo di misura è 0÷100 RH.

### Dipartimento Provinciale della Spezia

Via Fontevivo, 21 L - 19125 La Spezia  
Tel. +39 0187 28141 - fax. +39 01872814230  
PEC: arpal@pec.arpal.gov.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 come valor medio al minuto e successivamente elaborata, trasferita e memorizzata presso il Centro di Acquisizione presso il Dipartimento Provinciale della Spezia come dato orario<sup>1</sup>. 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  $\beta$  della sorgente e periodicamente verificata su un numero limitato di campioni presso il Laboratorio Dipartimentale.

Per quanto concerne la maggior parte degli inquinanti normati monitorati **NO<sub>2</sub>**, **CO**, **SO<sub>2</sub>**, **O<sub>3</sub>**, **PM10** e **PM2.5** si segnala che durante il periodo in oggetto non è stato 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 evidenzia un andamento di fondo caratterizzato dalla presenza dei doppi picchi tipici delle rush hours dei giorni lavorativi, con valori significativamente più bassi la domenica.

Su questo andamento tipico della sorgente traffico veicolare se ne sovrappone un altro ben evidente nelle giornate di sabato e mercoledì caratterizzato da un ulteriore picco (tra le 12 e le 15 quando la brezza di mare è più rilevante) che presenta valori di NO anche più elevati di quelli di NO<sub>2</sub>: queste giornate hanno visto la sistematica presenza nelle ore diurne di una nave da crociera accostata al molo Garibaldi. Pertanto, questo andamento può con buona probabilità essere messo in relazione con le emissioni dai camini delle navi che stazionano nell'area e, per la relativa vicinanza al sistema di misura, caratterizzati da una miscela di NOx costituita da una relativamente più elevata presenza di NO rispetto all'NO<sub>2</sub>.

Anche l'analisi per ciascun giorno della settimana dei valori orari del particolato (PM10 e PM2.5) evidenzia i picchi orari più elevati nelle giornate sopra-evidenziate ma con differenze rispetto agli altri giorni della settimana molto più contenute.

Dal confronto dei dati di NO<sub>2</sub> con quelli della postazione della rete di monitoraggio qualità dell'aria (RQA) più prossima (via San Cipriano a circa m 300 in direzione W) si evidenzia che negli andamenti dei valori massimi orari e medi giornalieri, esiste una discreta correlazione (con valori di R<sup>2</sup> pari a circa 0,7) anche se caratterizzata da valori medi significativamente più bassi presso il Laboratorio Mobile nel periodo di monitoraggio; analoghe conclusioni possono essere fatte analizzando gli andamenti dei valori giornalieri di PM10 e PM2.5 (la correlazione per questi parametri è risultata superiore, R<sup>2</sup> intorno a 0,8). Le due considerazioni insieme fanno ipotizzare che, data la vicinanza delle postazioni di rilevamento e gli analoghi andamenti dei sopraccitati inquinanti, esistano pressioni comuni che si manifestano con impatti quantitativamente differenti (superiori per la postazione fissa della RQA) probabilmente per effetto della morfologia locale che, nell'area dove è stato posizionato il Laboratorio Mobile, presenta condizioni più sfavorevoli all'accumulo degli inquinanti.

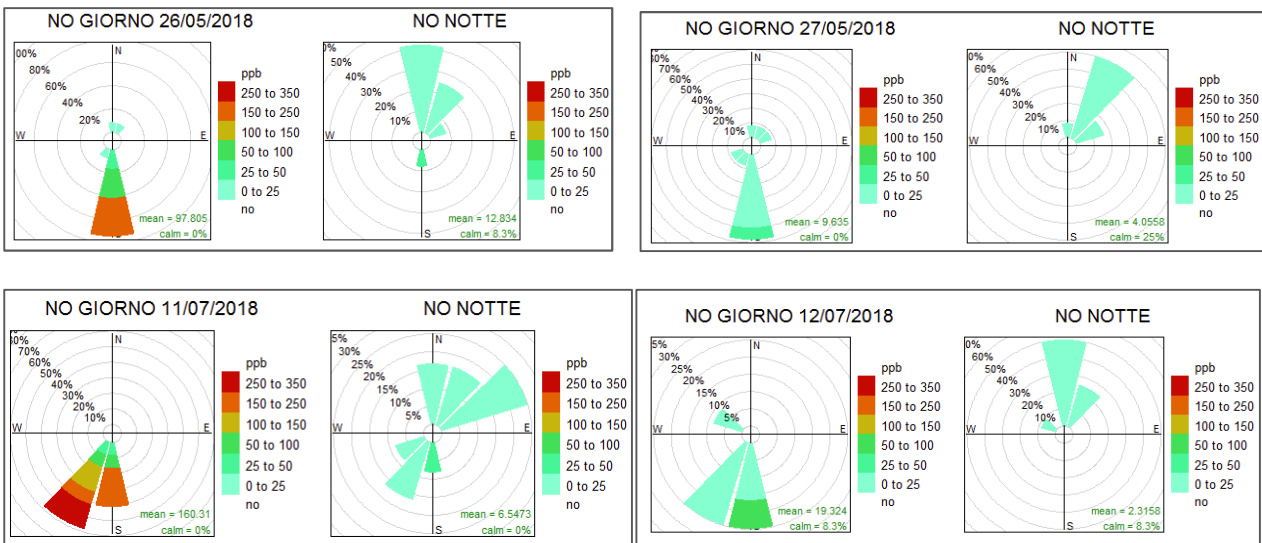
<sup>1</sup> si precisa che per tutte le elaborazioni l'ora di riferimento è quella solare



Al fine di agevolare l'individuazione delle possibili sorgenti, sono state realizzate ulteriori elaborazioni grafiche per correlare l'andamento di alcuni inquinanti con la direzione ed intensità del vento. In particolare, è stata utilizzata la funzione *Pollution Rose*, una variante della rosa dei venti, utile per valutare le concentrazioni delle diverse specie in relazione con la direzione del vento, più precisamente la percentuale di tempo in cui un valore di concentrazione di un inquinante si trova in un determinato settore di provenienza.

Dall'analisi dei grafici si può notare come i valori medi orari più elevati per tutti i parametri gassosi sono associati a venti provenienti dai quadranti meridionali (dunque da viale San Bartolomeo e dalla zona portuale), con particolare evidenza per l'NO che risulta da questa direzione circa 5 volte superiore rispetto alle altre direzioni.

Utilizzando le informazioni del Calendar Plot, sono stati elaborati proprio per questo parametro alcuni grafici giornalieri di *Pollution Rose*: a titolo di esempio, sotto, sono presentate le elaborazioni effettuate su due coppie di giornate meteorologicamente simili, ma differenti tra loro per la presenza o meno di una nave da crociera al molo Garibaldi.



Dai grafici sopra riportati è evidente che in presenza di navi da crociera (sabato 26 maggio e mercoledì 11 luglio) l'NO presenta tra giorno e notte variazioni di gran lunga superiori a quelle che si registrano nelle giornate in cui non vi sono navi all'accosto (domenica 27 maggio e giovedì 12 luglio): in entrambi i casi si rileva che la sorgente di NO si trova nel settore a meridione rispetto al sito di misura.

Il Dirigente Responsabile Settore Agenti Fisici-Inquinamento Atmosferico:

dott. Ing. G.C. Leveratto

Estensori del documento: M.C. Bove / R. Cresta / V. Stabielli

### Dipartimento Provinciale della Spezia

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



**RINA**  
BS OHSAS 18001  
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro  
Certificato



**ARPAL - Dipartimento della Spezia**  
**Unita Operativa - Servizi Territoriali**  
**Settore - Agenti Fisici e Inquinamento Atmosferico**

**Laboratorio Mobile viale San Bartolomeo c/o ITI Cappellini-Sauro (Comune della Spezia)**

**Valori medi giornalieri (\*)**

data	NO µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>x</sub> ppb	CO mg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM10 µg/m <sup>3</sup>	PM 2,5 µg/m <sup>3</sup>	Pluvio mm	DV °	VV m/s	U.R. %	Press. hPa	Temp. °C
giovedì 10 maggio 2018	-	-	-	0,4	40,3		16,2	11,8	10,4	235	1,3	74	1009,3	18,9
venerdì 11 maggio 2018	-	-	-	0,3	49,8	6,5	21,4	14,4	0,0	244	1,4	70	1014,9	19,3
sabato 12 maggio 2018	-	-	-	0,2	45	4,8	20,5	14,7	0,0	259	1,6	70	1015	18,5
domenica 13 maggio 2018	-	45,9	44,9	0	60,4	4,8	12,5	8,3	7,0	249	1,7	72	1010,8	17,4
lunedì 14 maggio 2018	24,6 D	34,8 D	38,6 D	0,4 D	49,6	3,3	11,8	5,0	5,0	262	1,5	71	1011,4	13,8
martedì 15 maggio 2018	19,6	30,8	32,3	0,4	35,3	2,4	13,4	6,0	0,0	254	1,1	70	1010,9	13,7
mercoledì 16 maggio 2018	44,9	47,5	61,8	0,4	31,3	2,6	16,2	10,1	0,0	256	1,3	71	1013,3	15,2
giovedì 17 maggio 2018	17,6	32,5	31,6	0,2	41	2,5	17,2	10,9	0,1	248	1,1	69	1014,7	17,1
venerdì 18 maggio 2018	17,2	34,8	32,5	0,1	48,9	2,6	14,5	11,5	0,0	263	1,5	57	1014,4	19,2
sabato 19 maggio 2018	42,7	42,3	57,3	0	54,8	3,3	17,7	14,2	0,0	269	1,4	51	1013,8	20,7
domenica 20 maggio 2018	6,9	19,5	16	-0,2	64,7 D	2,7	14,3	11,2	0,0	285	1,4	49	1013,1	21,7
lunedì 21 maggio 2018	9,8	27	22,3	-0,1	58,3	2,4	17,8	12,6	6,0	298	1,3	57	1011,5	20,8
martedì 22 maggio 2018	15,4	25,9	26,3	0,1	37,1	2,2	14,2	8,2	1,9	276	1,1	77	1012,3	18,2
mercoledì 23 maggio 2018	21,5	27,2	31,8	0,1	37,2	2,3	15,0	10,7	0,0	261	1,6	66	1014,7	20,3
giovedì 24 maggio 2018	18,3	28,9	30,2	0,1	49,7	2,2	19,5	12,9	0,0	245	1,4	74	1016,5	19,4
venerdì 25 maggio 2018	18,8	32,4	32,5	0	45	2,1	19,7	15,2	0,0	245	1,5	71	1015,4	20
sabato 26 maggio 2018	57,1	62,5	79,7	0	35	2,8	31,4	23,2	0,0	240	1,1	59	1017	23,7
domenica 27 maggio 2018	6,8	21,3	16,9	0	64,4	2,2	23,1	16,9	0,0	268	1,2	60	1016,3	24,3
lunedì 28 maggio 2018	18,2	36,5	34,3	0,2	41,9	2,5	25,1	17,1	0,1	245	1,1	61	1016,8	23
martedì 29 maggio 2018	20,4	29,7	32,4	0,3	47,4	2,5	27,4	17,4	0,1	260	1,4	59	1014,8	23,2
mercoledì 30 maggio 2018	17,6	33,1	31,9	0,3	37,5	2,3	27,5	17,1	3,9	298	1	61	1013,2	23,5
giovedì 31 maggio 2018	17,3	23,4	26,5	0,4	38,2	2,2	26,7	16,9	0,0	244	1,4	68	1015,8	22,1
venerdì 1 giugno 2018	15,3	19,9	23	0,5	43,2	2	19,9	13,9	0,0	250	1,7	66	1018	21
sabato 2 giugno 2018	41,9	29,5	49,7	0,5	38,7	2,2	19,8	14,6	0,0	242	1,4	68	1017,5	20,6
domenica 3 giugno 2018	6	17,2	13,9	0,5	48,4	1,8	13,4	9,8	0,0	253	1,2	57	1015,2	22,8
lunedì 4 giugno 2018	13,7	20,7	22	0,6	49,2	1,9	16,3	10,8	0,9	267	1,3	66	1010,3	21,2
martedì 5 giugno 2018	13,7 D	20,2 D	21,8 D	0,5 D	36,7 D	1,8 D	12,0	8,7	0 D	254,0 D	1,8 D	68,0 D	1009,7 D	20,3 D
mercoledì 6 giugno 2018	27,9 D	44,9 D	46,6 D	0,5 D	33,8 D	2,1 D	16,5	11,1	0 D	227,6 D	1,6 D	65,5 D	1014,1 D	22,7 D
giovedì 7 giugno 2018	17,4	26,6	28,3	0,4	35,4	1,9	18,1	12,3	2,6	255	1,4	63	1014,4	22
venerdì 8 giugno 2018	15,6	28,2	27,7	0,5	37,1	1,8	16,6	10,6	0,7	266	1,4	66	1010,9	21,9
sabato 9 giugno 2018	14,6	29,4	27,6	0,5	31,4	1,7	17,3	9,6	1,4	254	1,3	75	1012,7	21,3
domenica 10 giugno 2018	26,7	29,2	37,2	0,5	38,9	1,8	16,0	9,8	0,0	256	1,3	75	1012,5	21,4
lunedì 11 giugno 2018	21,0 D	37,5	39,6	0,6	30,3	1,8 D	15,6	11,3	0,0	264	1,2	59	1010,7	23,6
martedì 12 giugno 2018	15,8 D	29,5 D	28,5 D	0,8 D	45,2 D	1,3 D	-	-	4,3	207,6 D	1,8 D	72,3 D	1007,3 D	22,8 D
<b>Media valori giornalieri (*)</b>	<b>20,9</b>	<b>31,1</b>	<b>33,7</b>	<b>0,3</b>	<b>43,4</b>	<b>2,6</b>	<b>18,3</b>	<b>12,4</b>	<b>44,4</b>	<b>-</b>	<b>1,3</b>	<b>65,5</b>	<b>1013,8</b>	<b>20,3</b>

LEGENDA	
<b>NO</b>	monossido di azoto
<b>NO2</b>	biossido di azoto
<b>NOx</b>	ossidi di azoto
<b>CO</b>	monossido di carbonio
<b>O3</b>	ozono
<b>SO2</b>	biossido di zolfo
<b>PM10</b>	materiale particolato con diametro aerodinamico medio ≤ 10 µm
<b>PM2,5</b>	materiale particolato con diametro aerodinamico medio ≤ 2,5µm
<b>Pluvio</b>	precipitazione
<b>DV</b>	direzione del vento
<b>VV</b>	velocità del vento
<b>U.R.</b>	umidità relativa
<b>Press.</b>	pressione atmosferica a livello di stazione
<b>Temp.</b>	temperatura dell'aria

**D : dato non valido**

(\*) x la grandezza Pluvio si intende il valore cumulato, per la Direzione Vento quella prevalente

**ARPAL - Dipartimento della Spezia**  
**Unita Operativa - Servizi Territoriali**  
**Settore - Agenti Fisici e Inquinamento Atmosferico**

**Laboratorio Mobile viale San Bartolomeo c/o ITI Cappellini-Sauro (Comune della Spezia)**

**Valori medi giornalieri (\*)**

data	NO µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>x</sub> ppb	CO mg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM10 µg/m <sup>3</sup>	PM 2,5 µg/m <sup>3</sup>	Pluvio mm	DV °	VV m/s	U.R. %	Press. hPa	Temp. °C
mercoledì 13 giugno 2018	16,2	37,0	32,9	0,6	36,8	1,4	-	-	12,2	259	1,3	71	1004,9	21,1
giovedì 14 giugno 2018	5,6	22,4	16,5	0,6	37,7	1,3	-	-	0,3	315	1,3	56	1006,6	23,1
venerdì 15 giugno 2018	16,9	39,6	34,8	0,7	44,2	1,6	16,9	11,7	0,0	255	1,4	52	1009,3	23,8
sabato 16 giugno 2018	33,0	39,8	48,1	0,6	52,9	2,0	19,5	16,0	0,0	276	1,4	46	1011,0	24,2
domenica 17 giugno 2018	5,2	27,0	18,6	0,6	60,8	1,5	17,9	12,6	0,0	238	1,2	59	1012,7	23,9
lunedì 18 giugno 2018	12,6	37,7	30,3	0,7	51,9	1,6	25,1	17,6	0,0	249	1,3	64	1014,1	24,4
martedì 19 giugno 2018	27,9	62,7	56,0	0,7	45,1	1,9	24,5	19,4	0,0	250	1,3	52	1017,0	26,0
mercoledì 20 giugno 2018	16,1	47,4	38,4	0,7	48,1	2,0	19,8	15,2	0,0	266	1,4	43	1017,3	27,2
giovedì 21 giugno 2018	17,4	49,1	40,2	0,8	51,7	1,6	22,4	17,4	0,0	228	1,6	60	1014,8	25,6
venerdì 22 giugno 2018	13,9	39,2	32,1	0,8	41,7	1,5	23,4	16,8	0,1	266	1,1	66	1011,8	24,7
sabato 23 giugno 2018	7,0	23,0	17,9	0,7	55,6	1,5	12,2	9,2	0,0	260	1,5	46	1015,6	24,6
domenica 24 giugno 2018	4,1	18,6	13,2	0,7	59,3	1,5	13,6	9,5	0,0	247	1,4	49	1015,3	22,5
lunedì 25 giugno 2018	11,2	31,3	25,8	0,8	49,9	1,6	15,8	11,6	0,4	258	1,4	52	1014,2	22,2
martedì 26 giugno 2018	4,6	20,0	14,4	0,7	54,5	1,6	10,4	11,9	0,0	297	1,4	37	1016,1	24,4
mercoledì 27 giugno 2018	26,5	42,5	44,2	0,8	48,3	1,8	17,9	13,9	0,0	255	1,5	46	1013,4	24,2
giovedì 28 giugno 2018	10,3	30,5	24,6	0,8	54,2	1,6	11,8	11,1	0,5	256	1,6	56	1010,5	23,3
venerdì 29 giugno 2018	12,8	35,5	29,3	0,9	51,4	1,7	16,5	13,1	0,0	264	1,5	53	1009,7	24,6
sabato 30 giugno 2018	20,3	49,7	42,9	0,9	46,9	1,7	17,7	12,5	0,0	239	1,4	60	1010,1	24,2
domenica 1 luglio 2018	4,1	24,4	16,3	0,9	63,6	1,5	15,6	11,0	0,0	238	1,2	53	1011,1	24,4
lunedì 2 luglio 2018	12,1	35,0	28,4	1,0	53,5	1,6	18,3	14,9	0,0	254	1,3	54	1012,4	24,7
martedì 3 luglio 2018	21,7	39,2	38,5	1,0	36,3	1,6	25,6	17,0	0,0	243	1,4	56	1013,7	25,8
mercoledì 4 luglio 2018	57,2	48,9	72,6	1,0	23,3	1,9	27,1	17,3	6,8	245	1,7	72	1014,8	25,1
giovedì 5 luglio 2018	13,3	27,4	25,4	1,1	35,6	1,9	26,3	17,1	0,0	253	1,4	71	1013,0	25,2
venerdì 6 luglio 2018	10,6	23,7	21,2	0,6	46,1	1,4	18,0	11,4	0,0	253	1,5	67	1012,4	24,8
sabato 7 luglio 2018	40,1	38,2	53,0	0,4	35,8	1,7	21,6	15,7	0,0	261	1,4	63	1015,0	25,4
domenica 8 luglio 2018	5,2	20,3	15,0	0,4	56,5	1,3	15,8	10,9	0,0	218	1,4	61	1014,8	25,6
lunedì 9 luglio 2018	12,5	34,9	28,7	0,4	46,1	1,6	16,5	12,9	0,0	235	1,4	50	1014,2	26,7
martedì 10 luglio 2018	22,4	43,9	41,6	0,3	46,5	1,9	18,8	14,1	0,0	237	1,4	57	1011,9	25,6
mercoledì 11 luglio 2018	86,8	70,5	108,2	0,3	48,6	2,4	29,3	17,7	0,2	232	2,0	67	1010,1	25,0
giovedì 12 luglio 2018	9,0	28,9	22,3	0,5	51,4	1,5	11,1	5,5	0,0	277	1,3	69	1014,1	23,5
venerdì 13 luglio 2018	8,2	33,1	23,1	0,5	47,6	1,6	20,6	14,9	0,0	246	1,6	58	1016,1	25,1
sabato 14 luglio 2018	24,6	46,5	43,3	0,5	46,7	2,3	23,2	17,5	0,0	260	1,3	44	1014,9	26,5
domenica 15 luglio 2018	4,0	28,2	16,7	0,5 D	57,1	2,0	20,1	15,4	0,0	230	1,4	55	1012,4	27,0
lunedì 16 luglio 2018	7,1 D	28,7 D	18,1	0,5 D	48,7	1,9 D	23,5	15,7	0,5	275	1,2	64	1010,5	25,6
martedì 17 luglio 2018				0,5	53,0	1,9	16,9	11,5	0,0	239	1,5	63	1010,6	25,1
<b>Media valori giornalieri (*)</b>	<b>18,0</b>	<b>36,2</b>	<b>33,3</b>	<b>0,7</b>	<b>48,2</b>	<b>1,7</b>	<b>19,2</b>	<b>13,9</b>	<b>21,0</b>	<b>-</b>	<b>1,4</b>	<b>57</b>	<b>1012,8</b>	<b>24,7</b>

LEGENDA	
<b>NO</b>	monossido di azoto
<b>NO<sub>2</sub></b>	biossido di azoto
<b>NO<sub>x</sub></b>	ossidi di azoto
<b>CO</b>	monossido di carbonio
<b>O<sub>3</sub></b>	ozono
<b>PM10</b>	materiale particolato con diametro aerodinamico medio ≤ 10 µm
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	materiale particolato con diametro aerodinamico medio ≤ 2,5µm
<b>Pluvio</b>	precipitazione
<b>DV</b>	direzione del vento
<b>VV</b>	velocità del vento
<b>U.R.</b>	umidità relativa
<b>Press.</b>	pressione atmosferica a livello di stazione
<b>Temp.</b>	temperatura dell'aria

**D : dato non valido**

(\*) x la grandezza Pluvio si intende il valore cumulato, per la Direzione Vento quella prevalente

	NO µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>x</sub> ppb	CO mg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM10 µg/m <sup>3</sup>	PM 2,5 µg/m <sup>3</sup>	Pluvio mm	DV °	VV m/s	U.R. %	Press. hPa	Temp. °C
Media valori giornalieri validi (10 maggio - 17 luglio 18)	19,4	33,7	33,5	0,5	45,8	2,2	18,8	13,2	65,4	-	1,4	61,1	1013,3	22,5



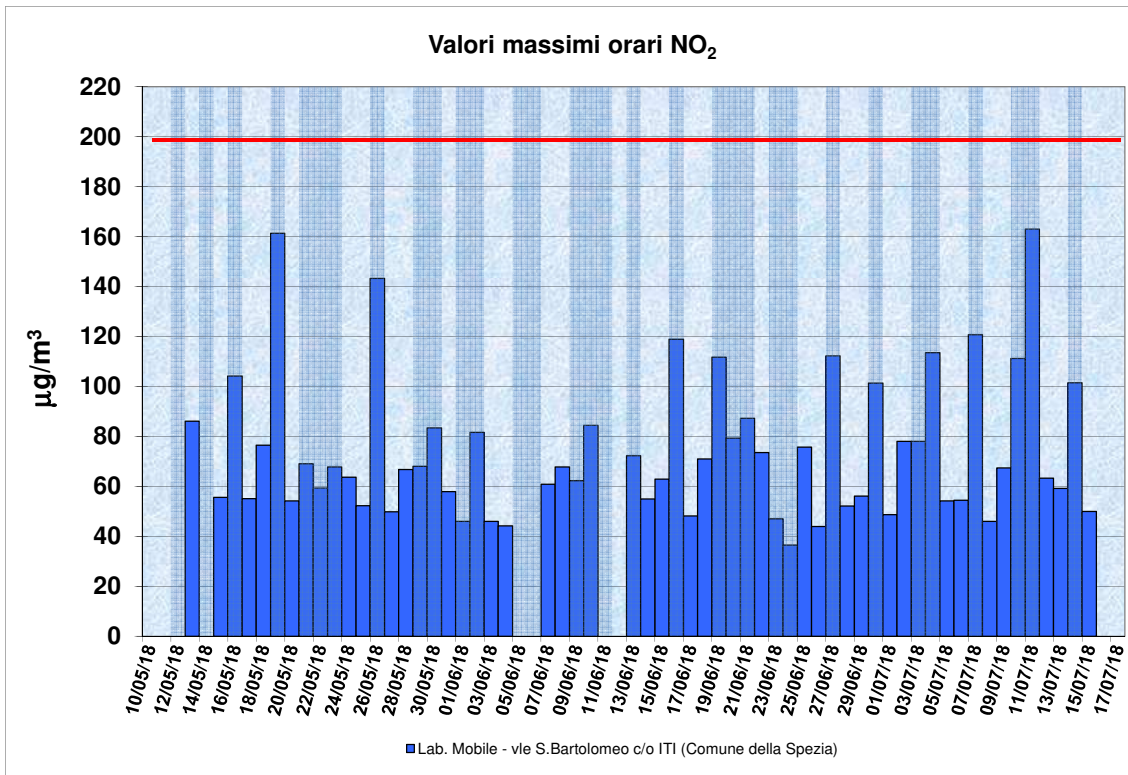
**NO<sub>2</sub>: Valori limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010**

1) Valore limite orario: **200 µg/m<sup>3</sup>** da non superarsi più di **18 volte** per anno civile

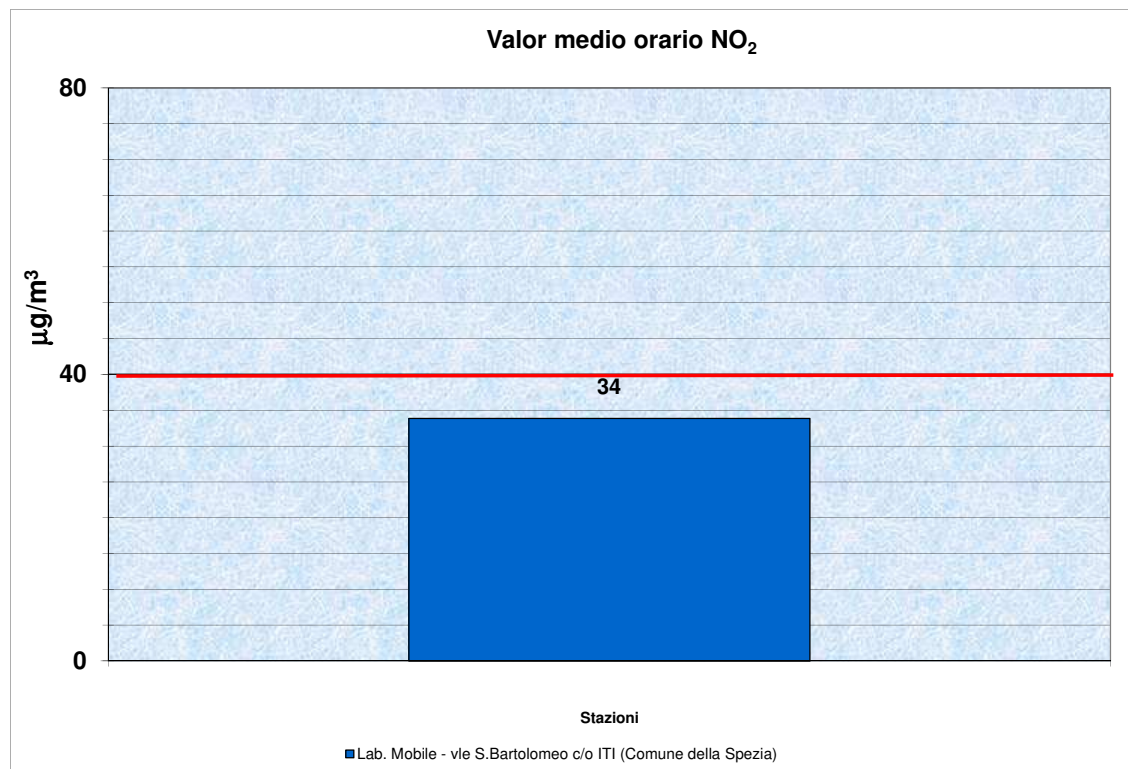
2) Valore limite medio annuale : **40 µg/m<sup>3</sup>**

**Campagna per Autorità Portuale della Spezia - vie San Bartolomeo c/o ITI Cappellini-Sauro  
 (periodo 10 maggio ÷ 17 luglio 2018)**

Stazione	N. dati validi	N.sup. valore limite orario	Valor medio valori orari [µg/m <sup>3</sup> ]	note
Lab. Mobile - vie S.Bartolomeo c/o ITI (Comune della Spezia)	89%	0	34	



Con sfondo più scuro sono evidenziate le giornate con almeno una nave da crociera attraccata al Molo Garibaldi





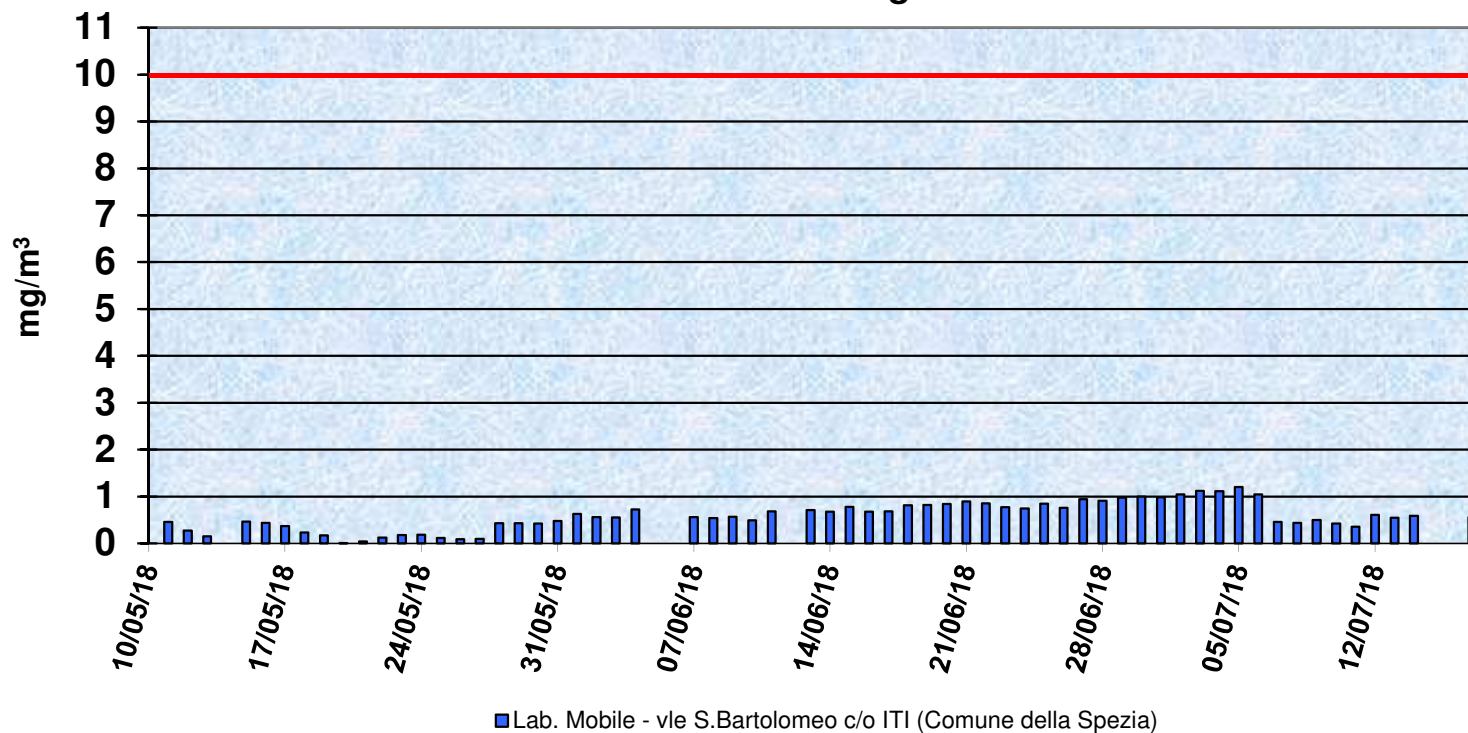
## CO: Valore limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010

Valore limite per la protezione della salute umana media massima giornaliera su 8 ore: **10 mg/m<sup>3</sup>**

**Campagna per Autorità Portuale della Spezia - vle San Bartolomeo c/o ITI Cappellini-Sauro  
(periodo 10 maggio ÷ 17 luglio 2018)**

Stazione	N.sup. valore limite protezione salute umana	% dati validi	note
Lab. Mobile - vle S.Bartolomeo c/o ITI (Comune della Spezia)	0	92%	

### Valori massimi media mobile giornaliera CO



## OZONO: Valori limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010

Soglia di informazione: media oraria **180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

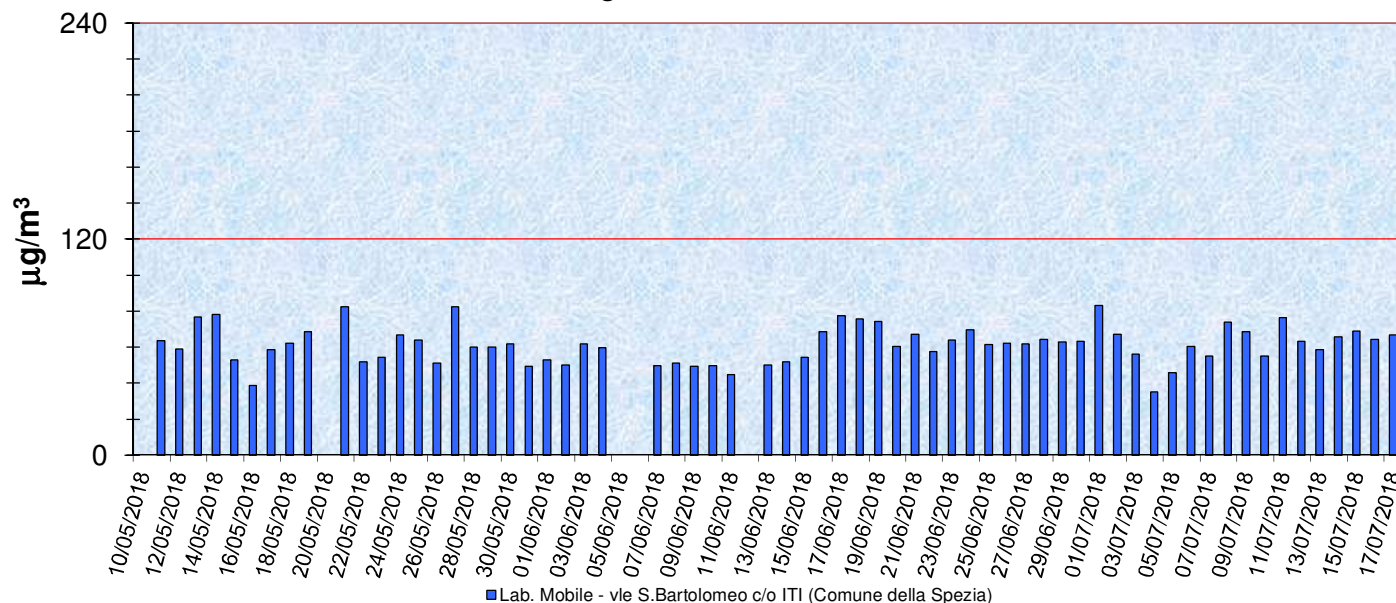
Soglia di allarme: media oraria **240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  (misurati su 3 ore consecutive)

Valore bersaglio per la protezione della salute umana: media massima giornaliera su **8 ore: 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**   
(da non superare per più di 25 volte per anno civile)

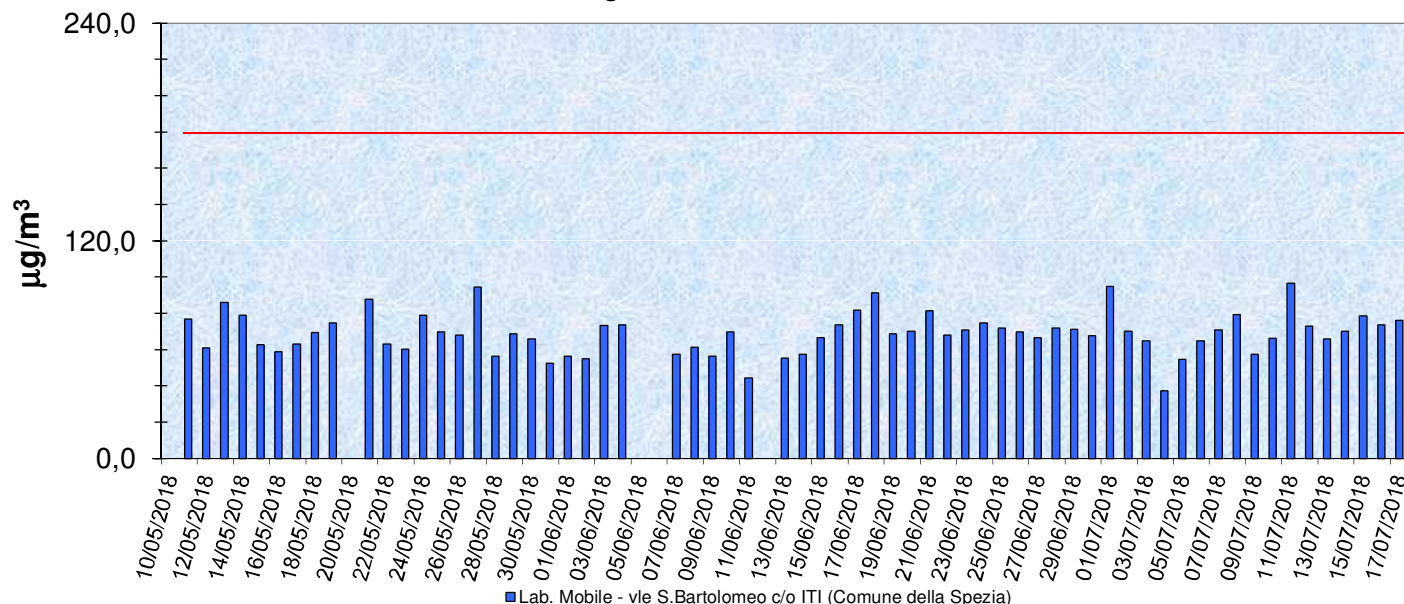
### Campagna per Autorità Portuale della Spezia - vie San Bartolomeo c/o ITI Cappellini-Sauro (periodo 10 maggio ÷ 17 luglio 2018)

Stazione	N.sup. soglia di informazione	N.sup. soglia di allarme	N. Sup. valore bersaglio	% dati validi	note
Lab. Mobile - vie S.Bartolomeo c/o ITI (Comune della Spezia)	0	0	0	92%	

#### Valori massimi giornalieri medie mobili Ozono



#### Valori massimi giornalieri media oraria Ozono



## SO<sub>2</sub>: Valori limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010

 1) Soglia di allarme: **500 µg/m<sup>3</sup>** (media oraria) misurati su **tre ore** consecutive

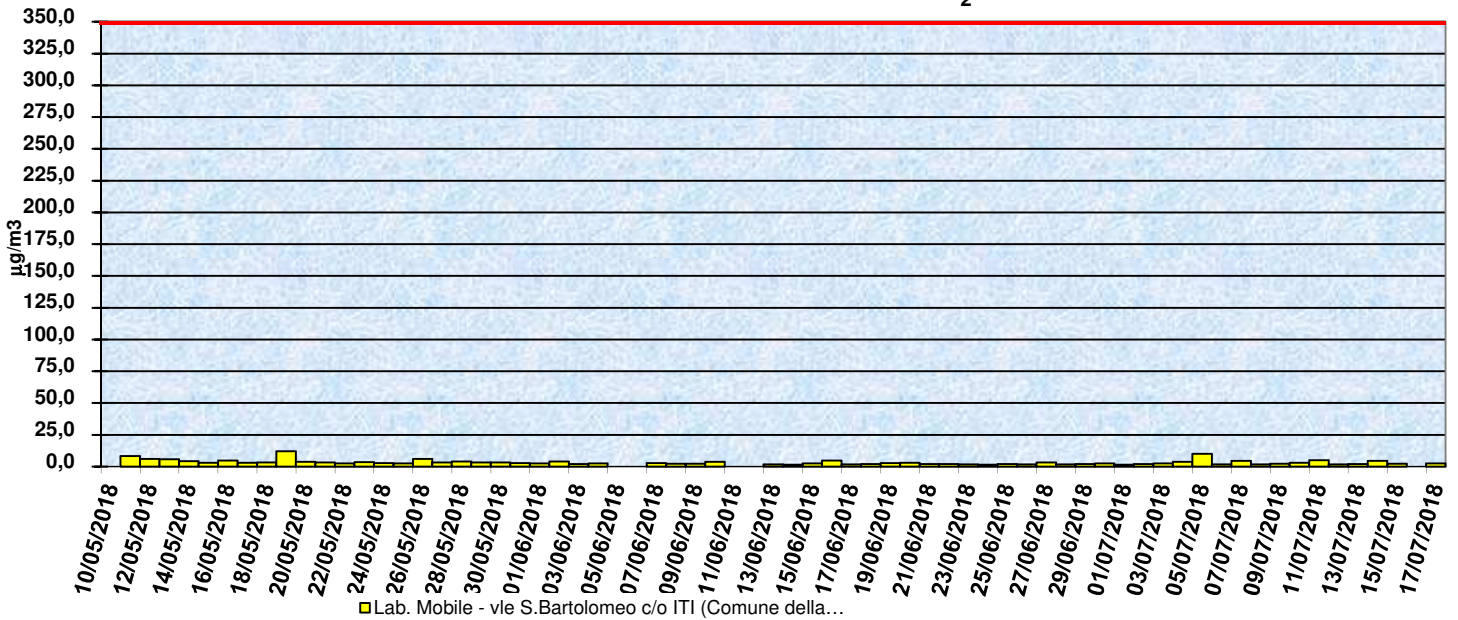
 2) Valore limite orario: **350 µg/m<sup>3</sup>** da non superarsi più di **24 volte** per anno civile

 3) Valore limite giornaliero: **125 µg/m<sup>3</sup>** da non superarsi più di **3 volte** per anno civile

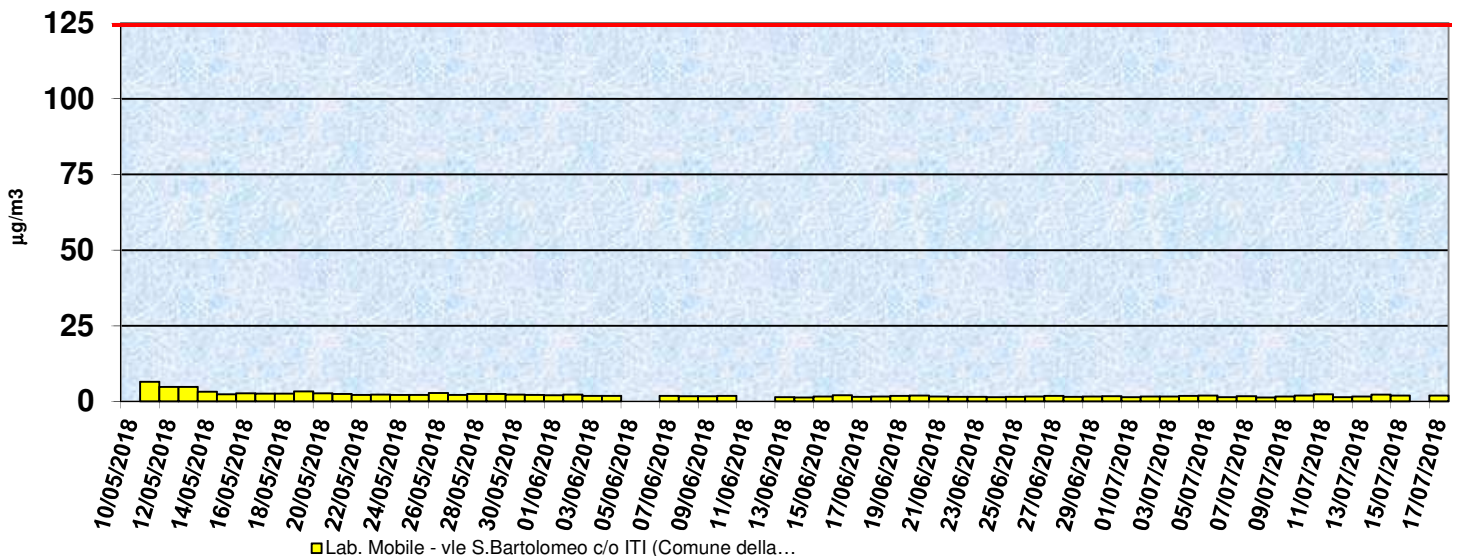
### Campagna per Autorità Portuale della Spezia - vle San Bartolomeo c/o ITI Cappellini-Sauro (periodo 10 maggio ÷ 17 luglio 2018)

Stazione	N. dati validi	N.sup. soglia di allarme	N.sup. valore limite orario	N. sup. valor limite 24h	note
Lab. Mobile - vle S.Bartolomeo c/o ITI (Comune della Spezia)	93%	0	0	0	

#### Valori massimi orari SO<sub>2</sub>



#### Valori medi giornalieri SO<sub>2</sub>



**NO<sub>2</sub>: Valori limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010**

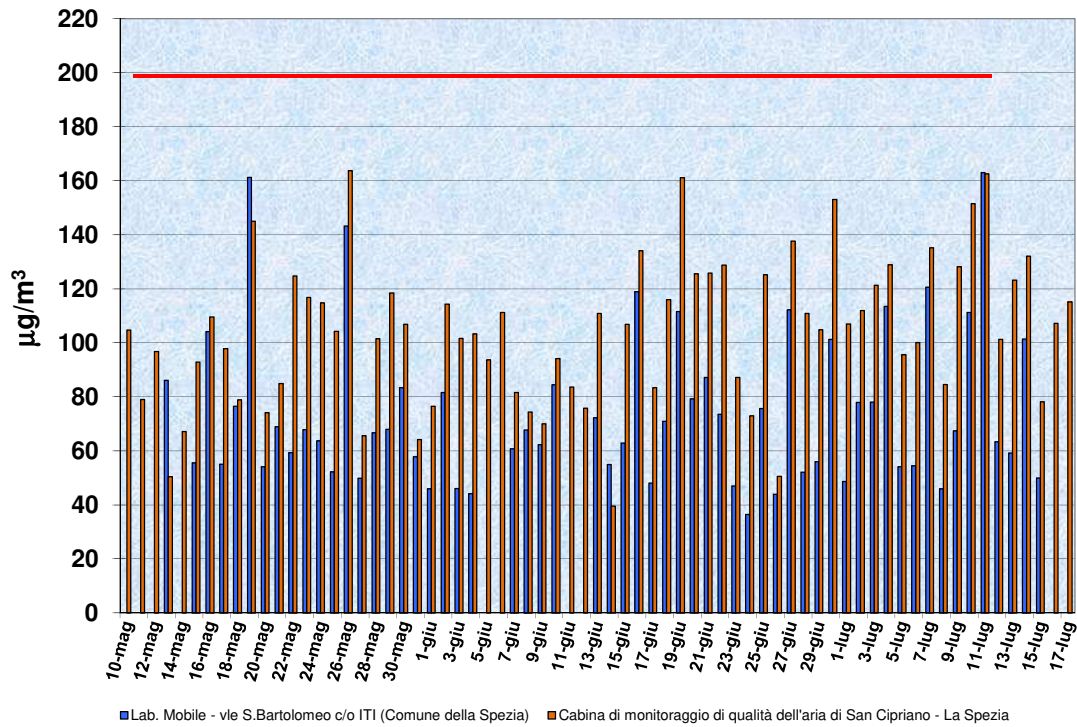
1) Valore limite orario: **200 µg/m<sup>3</sup>** da non superarsi più di **18 volte** per anno civile

2) Valore limite medio annuale : **40 µg/m<sup>3</sup>**

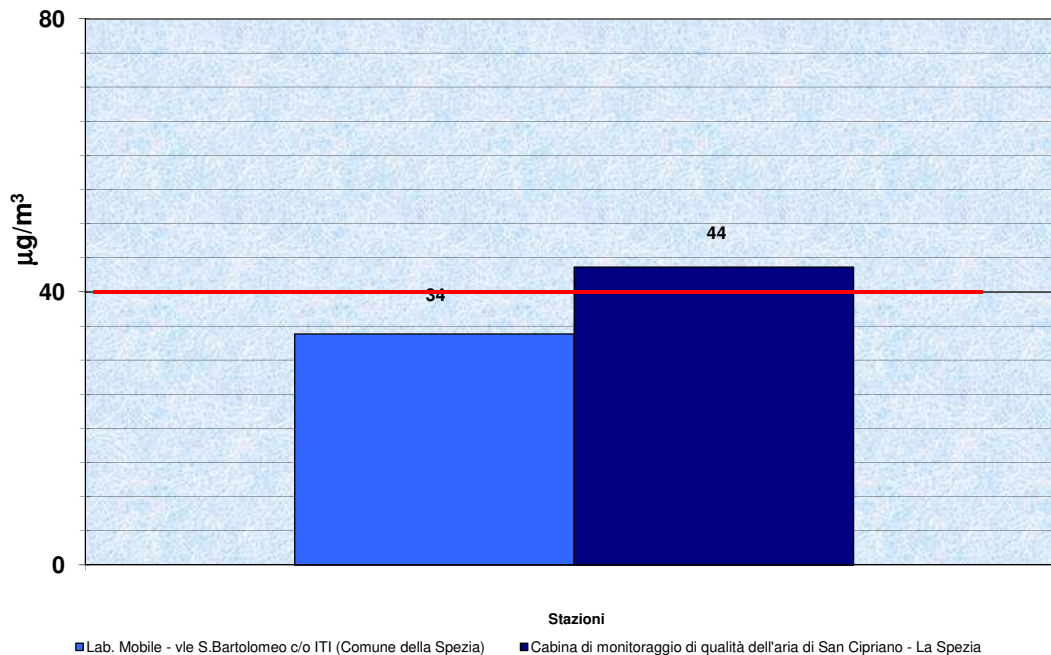
**Confronto dati rilevati dal laboratorio mobile e da altre postazioni della rete di monitoraggio**

Stazione	N. dati validi	N.sup. valore limite orario	Valor medio valori orari [µg/m <sup>3</sup> ]	correlazione massimi orari	correlazione medi giornalieri	note
Lab. Mobile - vle S.Bartolomeo c/o ITI (Comune della Spezia)	89%	0	34	71%	72%	
Cabina di monitoraggio di qualità dell'aria di San Cipriano - La Spezia	98%	0	44			

**Valori massimi orari NO<sub>2</sub>**

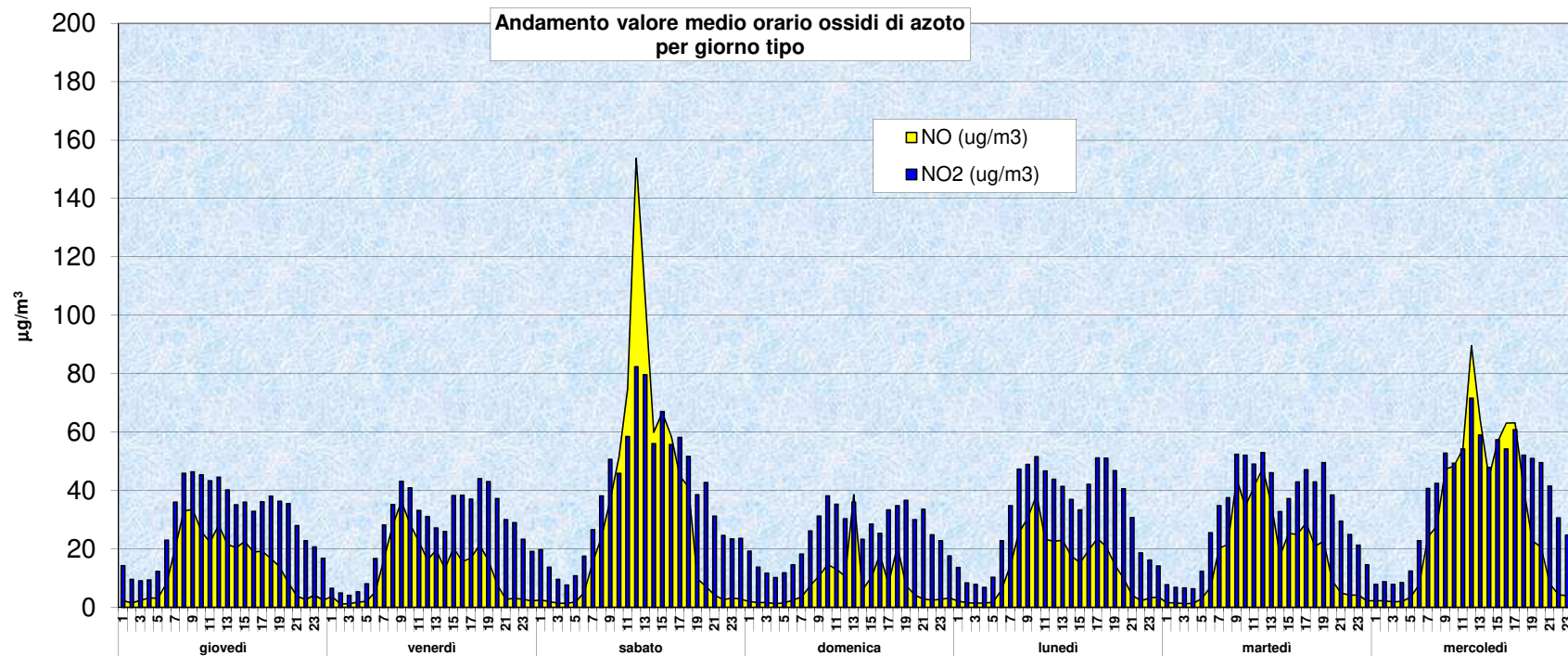


**Valori medi NO<sub>2</sub>**





**Campagna per Autorità Portuale della Spezia - viale San Bartolomeo c/o ITI Cappellini-Sauro**  
**(periodo 10 maggio ÷ 17 luglio 2018)**

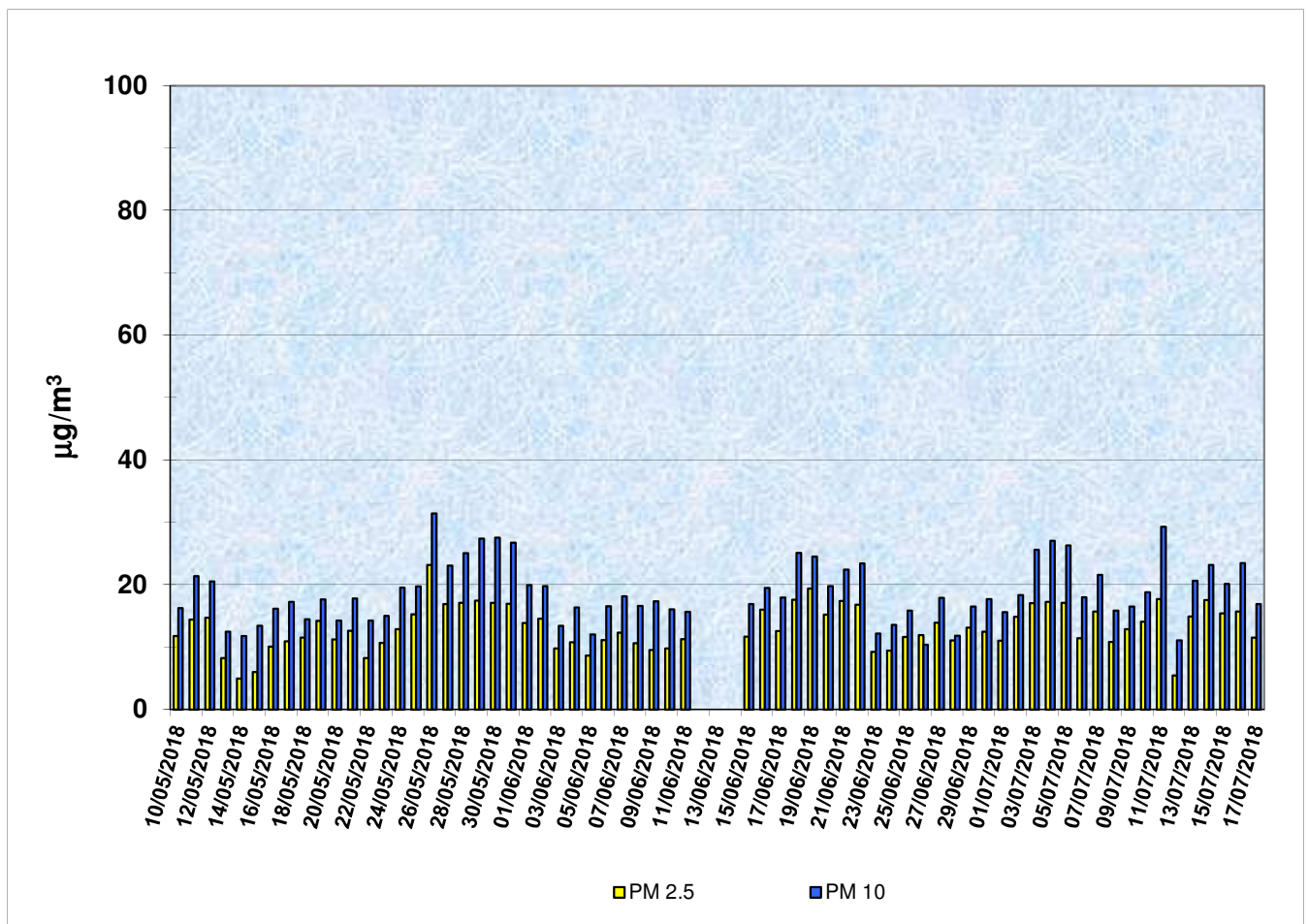




## PM10 e PM 2.5: andamenti giornalieri

Sintesi Lab. Mobile - vle S.Bartolomeo c/o ITI (Comune della Spezia)

Stazione	PM 2.5 Valor medio periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	PM 10 Valor medio periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	PM 2.5 % dati validi periodo	PM 10 % dati validi periodo
Lab. Mobile - vle S.Bartolomeo c/o ITI (Comune della Spezia)	13	19	96%	96%





# ARPAL

Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente ligure  
Dip.Prov.le La Spezia U.O. Servizi Territoriali  
Settore - Agenti Fisici-Inquinamento Atmosferico

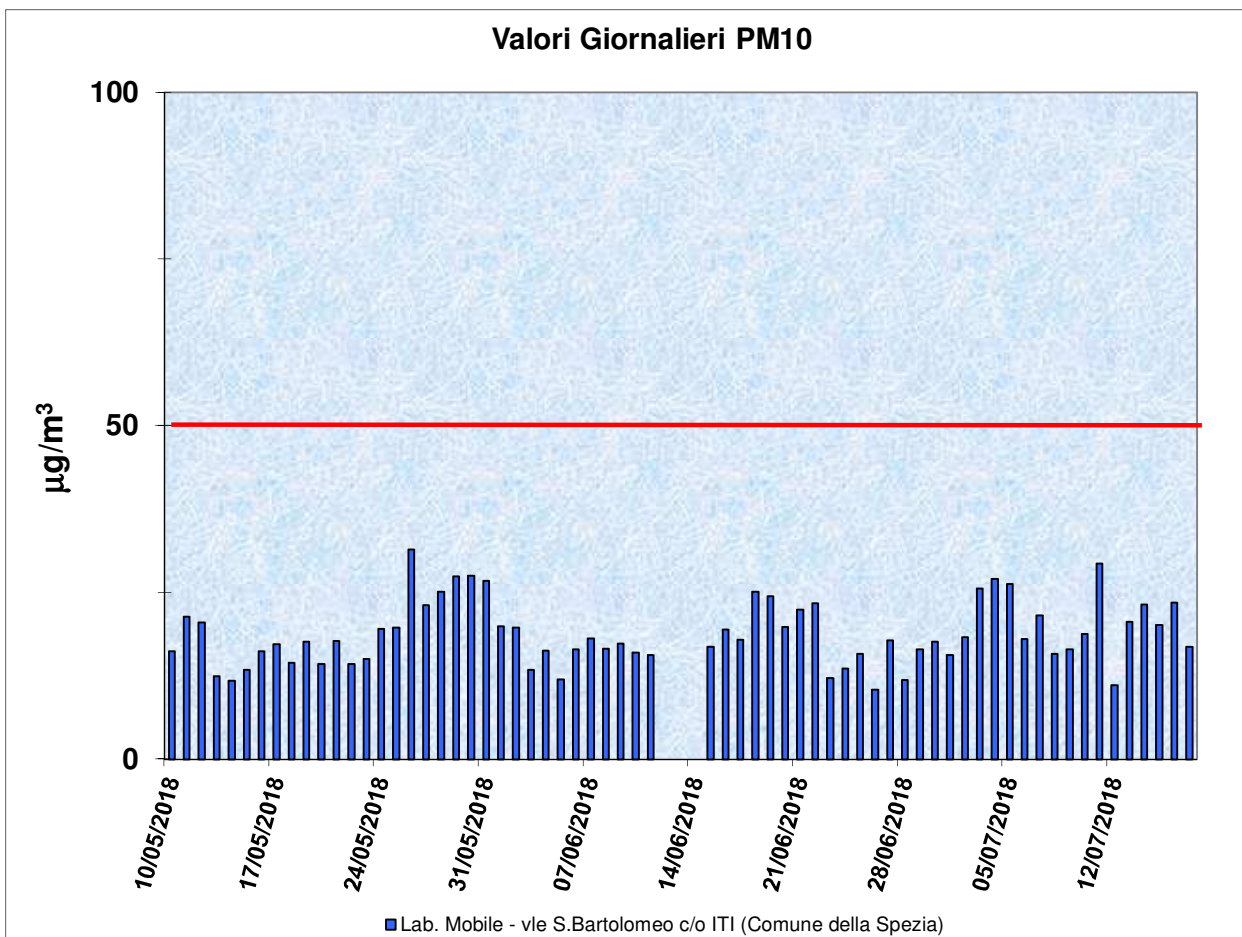
## PM 10: Valori limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010

1) Valore limite giornaliero:  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superarsi più di 35 volte per anno civile

2) Valore limite medio annuale :  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Sintesi Lab. Mobile - vle S.Bartolomeo c/o ITI (Comune della Spezia)

Stazione	N.sup. valore limite giornaliero campagna	Valor medio campagna [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	% dati validi
Lab. Mobile - vle S.Bartolomeo c/o ITI (Comune della Spezia)	0	19	96%



## PM 2,5: Valori limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010

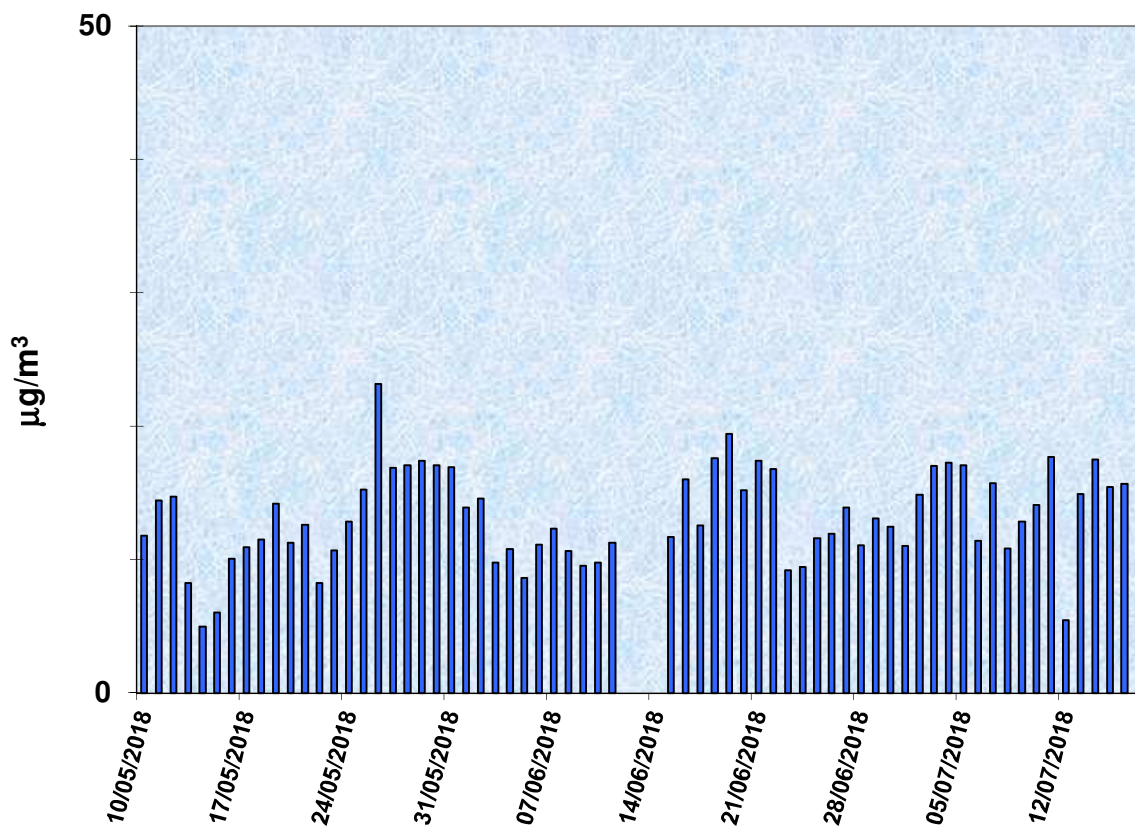
1) Valore limite annuale per la protezione della salute umana: 25 ug/m<sup>3</sup>

2) Valore obiettivo: 25 ug/m<sup>3</sup>

Sintesi Lab. Mobile - vle S.Bartolomeo c/o ITI (Comune della Spezia)

Stazione	Valor medio campagna [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	% dati validi
Lab. Mobile - vle S.Bartolomeo c/o ITI (Comune della Spezia)	13	96%

### Valori Giornalieri PM2,5

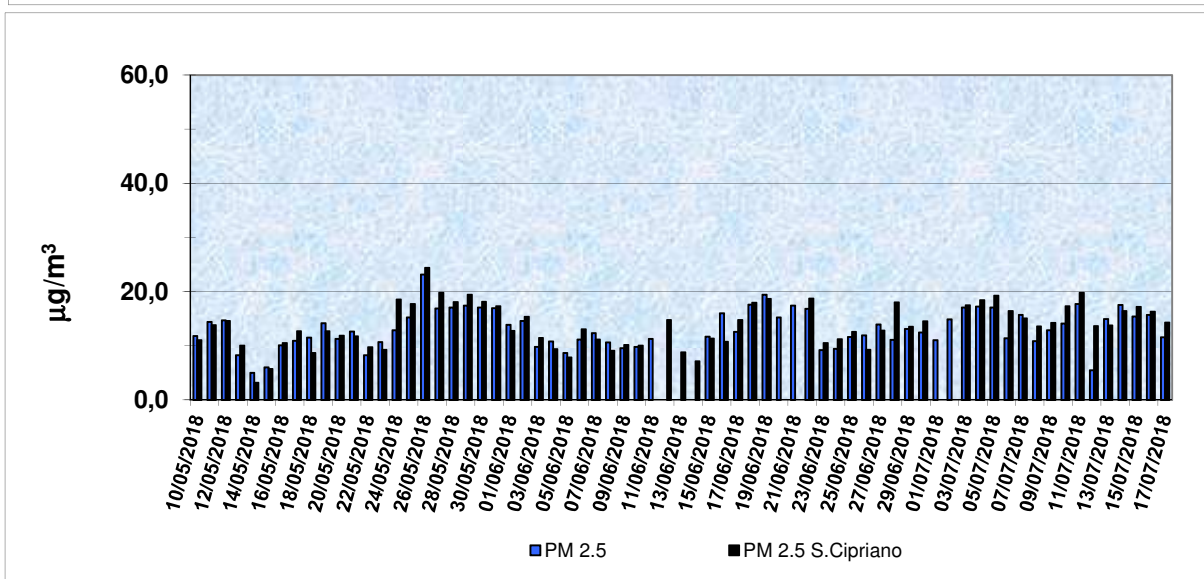
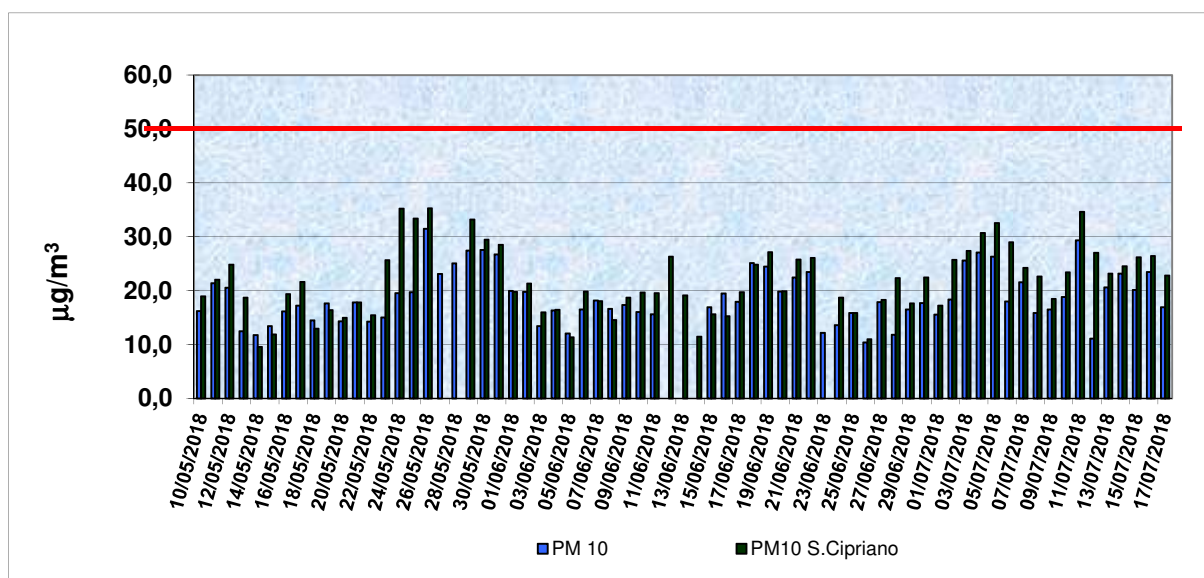


■ Lab. Mobile - vle S.Bartolomeo c/o ITI (Comune della Spezia)

## PM10 e PM 2.5: andamenti giornalieri

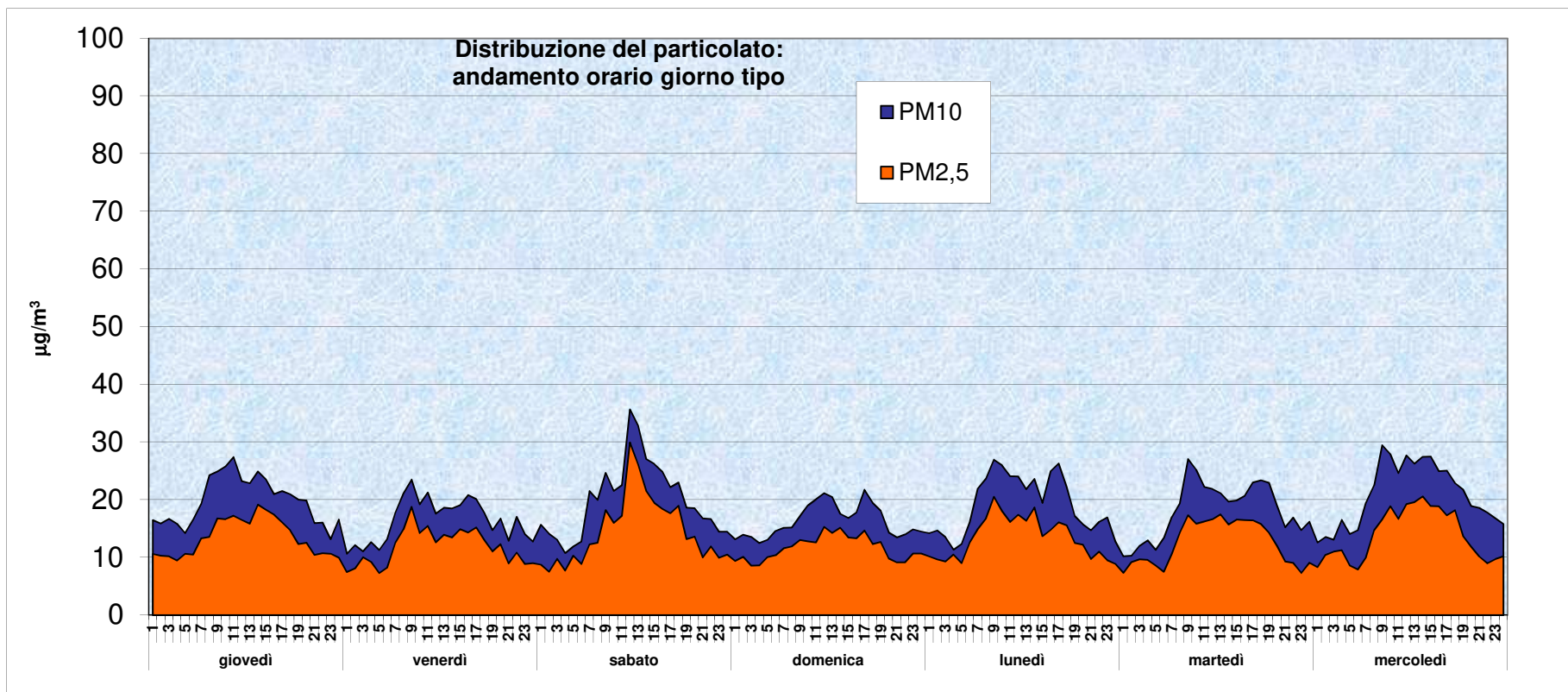
### Confronto dati rilevati dal laboratorio mobile e da altre postazioni della rete di monitoraggio

Stazione	PM 2.5 Valor medio periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	PM 10 Valor medio periodo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	PM 2.5 % dati validi periodo	PM 10 % dati validi periodo	PM 2,5 correlazione medi giornalieri	PM 10 correlazione medi giornalieri
Lab. Mobile - vle S.Bartolomeo c/o ITI (Comune della Spezia)	13	19	96%	96%	83%	76%
Cabina di monitoraggio di qualità dell'aria di San Cipriano - La Spezia	14	22	97%	97%		





**Campagna per Autorità Portuale della Spezia - viale San Bartolomeo c/o ITI Cappellini-Sauro**  
**(periodo 10 maggio ÷ 17 luglio 2018)**



**PM10** stima del valore di concentrazione di massa medio orario delle frazioni di particolato atmosferico con diametro aerodinamico  $< 10 \mu\text{m}$   
**PM2,5** stima del valore di concentrazione di massa medio orario delle frazioni di particolato atmosferico con diametro aerodinamico  $< 2,5 \mu\text{m}$

## Allegato 1

# Risultati delle verifiche di taratura della strumentazione presente su Laboratorio Mobile

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





## CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE MULTIPUNTO

**Cliente:** ARPA Liguria

**Data:** 19/04/2017

**Cabina:** Laboratorio mobile "ex Autorità Portuale di La Spezia"

**Calibratore:** BetaCAP 30 s.n. 300301

**Miscela NO Produttore** SIAD **Conc.** 975 ppb **Matricola cilindro** 287922

**Miscela SO2 Produttore** SIAD **Conc.** 351 ppb **Matricola cilindro** 195800

**Miscela NO2 Produttore** SIAD **Conc.** 478 ppb **Matricola cilindro** 058639

**Miscela CO Produttore** SIAD **Conc.** 45.0 ppm **Matricola cilindro** 287922

**Fotometro primario** O3 THERMO ELECTRON 49i PS s.n. 0614216937

Multipunto NO (Analizzatore TE42i s/n 0906534283)		
	VALORE TEORICO (ppb)	VALORE LETTO (ppb)
Zero	0.0	0.2
1° punto	32.5	33.0
2° punto.	97.5	98.3
3° punto	227.5	228.0
4° punto	682.5	684.0
5° punto	975.0	976.0

Multipunto CO (Analizzatore TE48i s/n 0906534292)		
	VALORE TEORICO (ppm)	VALORE LETTO (ppm)
Zero	0.0	0.1
1° punto	6.0	5.9
2° punto.	10.5	10.4
3° punto	30.0	30.1
4° punto	40.5	40.7
5° punto	45.0	45.2

Multipunto SO2 (Analizzatore TE43i s/n 1150560041)		
% F.S.	VALORE TEORICO (ppb)	VALORE LETTO (ppb)
Zero	0.0	0.1
1° punto	11.0	11.1
2° punto.	66.0	66.0
3° punto	132.0	132.0
4° punto	264.0	265.0
5° punto	330.0	332.0

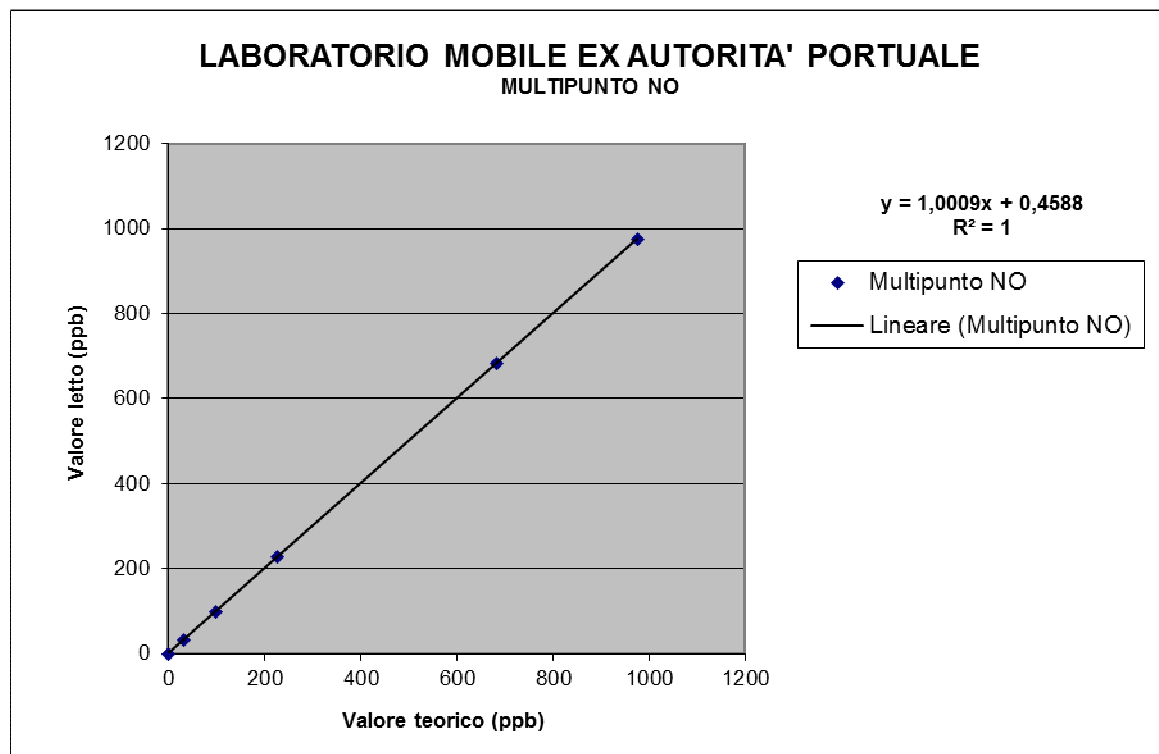


Verifica efficienza convertitore NO2/NO

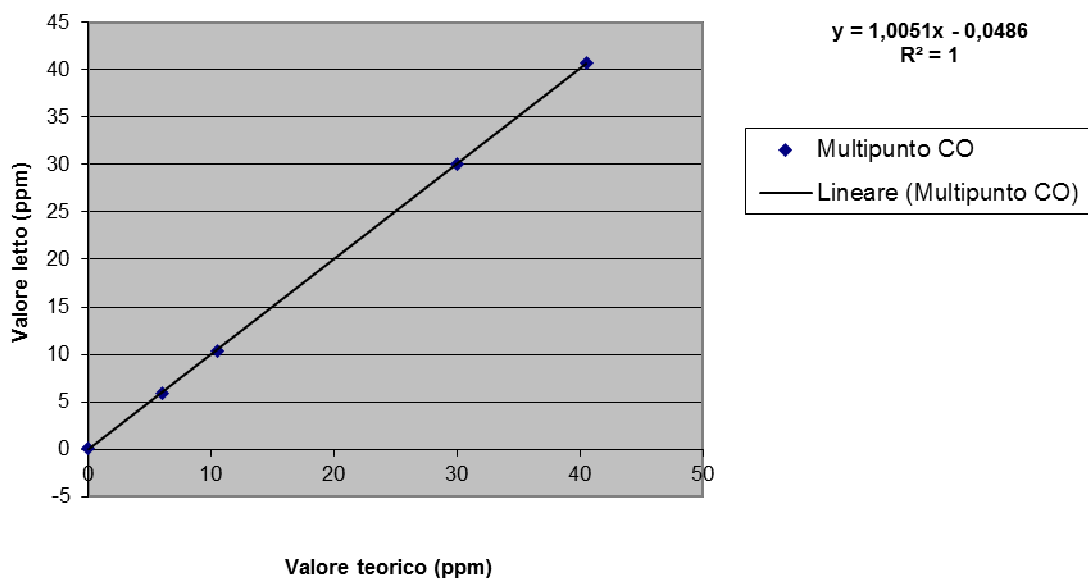
Eff. Conv% = 98,2 %

OZONO T.E. 49I S/N 0906534274 STAZIONE MM A.P. 19/04/2017

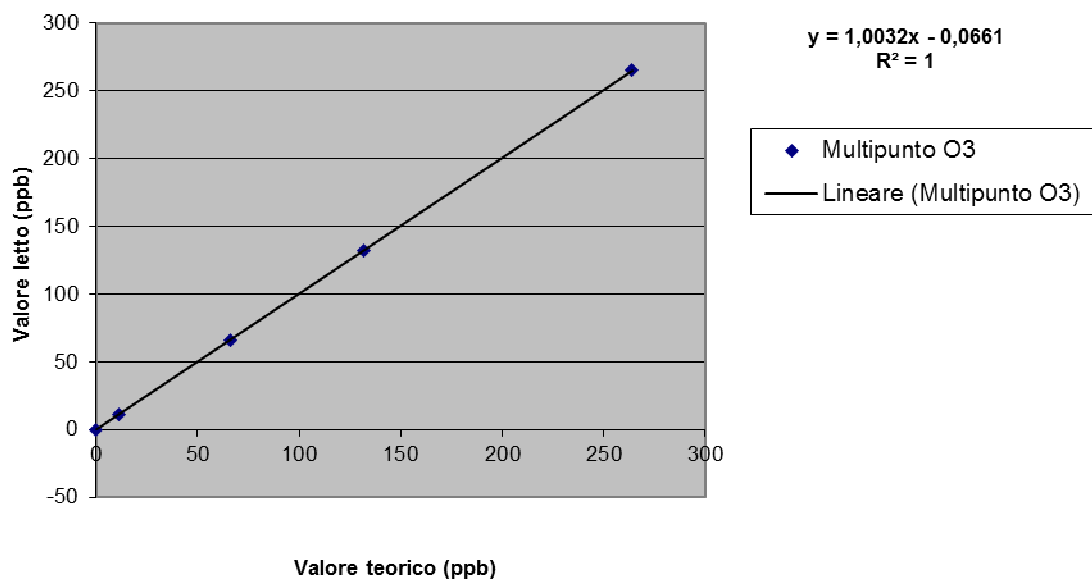
STD	STRUMENTO	STD	STRUMENTO	STD	STRUMENTO
0,1	0,1	200	200	403	403
0,1	0,1	202	201	403	402
0,1	0	202	201	401	400
0,2	0,1	201	200	399	400
0,1	0,2	200	199	400	400
FLUSSAGGIO IN ZERO					
0	0	201	200	400	400
0	0	202	202	400	401
0	0	202	201	400	399
0,1	0	200	200	401	401
0,2	0,1	201	200	400	400



**LABORATORIO MOBILE EX AUTORITA' PORTUALE**  
MULTIPUNTO CO



**LABORATORIO MOBILE EX AUTORITA' PORTUALE**  
MULTIPUNTO SO2





Campogalliano, 05 Gennaio 2018

Spett.le

**Orion S.r.l.**

Via Volta, 25/B

35030 Veggiano (PD)

Tel. 049 9006911

Fax 049 9006939

Alla C. A.

**Dott. Fabrizio di Monte**

e-mail: [f.dimonte@orion-srl.it](mailto:f.dimonte@orion-srl.it)

**Oggetto:** Certificazione funzionale sensore meteorologico.

Con la presente siamo a trasmettervi il resoconto delle verifiche effettuate sul sensore multiparametrico da voi inviato:

**Marca: VAISALA**

**Modello: WXT520**

**Serial Number: E1210013**

• Verifica del parametro **TEMPERATURA**

Simulatore: Camera climatica Angelantoni Mod. EOS200

Strumenti Campione:

- Termometro Karl Shneider Sohn 055125

Certificato: DKD-K-12501 del 13/03/2009

Incertezza: 0,05 °C

Campo di misura: -38° / +2°C

- Termometro Amarell C09088

Certificato: SIT 09-ST-0612 27/03/2009

Incertezza: 0,07 °C

Campo di misura: -11,9° / +52,2°C

Misure:

Strumento campione [°C]	Sensore in test [°C]
+25,0	+25.2
-5,0	-4,8

• Verifica del parametro **UMDITA' RELATIVA**

Simulatore: Camera climatica Angelantoni Mod. EOS200

Strumenti Campione:

Primario

- Fiale ROTRONIC 35%rh            Incertezza:  $\pm 0,5\%$ rh  
Certificato: Swiss Calibration Service SZ-20085020
- Fiale ROTRONIC 80%rh            Incertezza:  $\pm 1,2\%$ rh  
Certificato: Swiss Calibration Service SZ-20085019
- Fiale ROTRONIC 95%rh            Incertezza:  $\pm 1,2\%$ rh  
Certificato: Swiss Calibration Service SZ-20085009

Secondario

- Gefran DIGICOR mod. T282-1-0-A-K6-0 Serial Number: 05470001  
Calibrazione semestrale effettuata da MTX utilizzando le fiale ROTRONIC

Verifica effettuata ad una temperatura costante di  $+23,0 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$

Misure:

Strumento campione [%rh]	Sensore in test [%rh]
35,0	33,2
85,0	82,5

• Verifica del parametro **PRESSIONE ATMOSFERICA**

Simulatore: Camera barica TJ302

Strumenti Campione:

- Barometro elettronico SETRA 470      S/N 314364      Campo di misura: 500 – 1100 hPa  
Certificato: LAT51C1110C2E50 del 20/09/11  
Incertezza:  $\pm 0,02\%$  FS

Verifica effettuata ad una temperatura costante di  $+20,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$

Misure:

Strumento campione [hPa]	Sensore in test [hPa]
1015,0	1014,6
995,0	994,7

• Verifica del parametro **DIREZIONE VENTO**

Simulatore: Generatore vento MTX TJ320

Strumenti Campione:

- Goniometro Italgraf s/n 1076 Campo di misura: 0 – 360 °  
EUROLAB M11-678-003  
Incertezza: 7,5`

Verifica effettuata ad una temperatura costante di  $+17 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$  e con un flusso di  $7,0 \pm 1\text{m/s}$

Misure:

Strumento campione [°]	Sensore in test [°]
0	358
90	90
180	181
270	273

• Verifica del parametro **VELOCITA' VENTO**

Simulatore: Generatore vento MTX TJ320

Strumenti Campione:

- Anemometro Schiltknecht s/n 48961 Campo di misura: 0 – 40 m/s  
Swiss Calibration Service 34073  
Incertezza: + / - 0,5% lettura

Verifica effettuata ad una temperatura costante di  $+17 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$

Misure:

Strumento campione [m/s]	Sensore in test [m/s]
3,2	3,0
7,5	7,3
13,5	13,1
21,0	20,0



METEOROLOGY - HYDROLOGY  
ENVIRONMENTAL MONITORING

• Verifica del parametro **PIOGGIA**

Simulatore: Banco taratura pluviometri MTX TJ314

Strumenti di riferimento:

- Bilancia di precisione Sartorius QT6100 s/n 39020075

Per la verifica del parametro pioggia, poiché lo strumento utilizza una tecnologia proprietaria del costruttore, MTX si è limitata ad una verifica funzionale.

La prova è stata realizzata utilizzando il simulatore di pioggia MTX. Mediante tale strumento sono state generate gocce d'acqua del peso indicativo di 0,11g. Le gocce generate (che simulano le gocce naturali della pioggia) sono state fatte cadere sul sensore da un'altezza di 1m, con la cadenza di 1 secondo.

La prova eseguita ha permesso di verificare la reazione dello strumento all'impatto delle gocce. Purtroppo, a causa della mancanza di precipitazioni naturale, non è stato possibile ripetere le prove per confronto con un pluviometro tradizionale, come realizzato nel 2016.

Il responsabile tecnico

MTX srl  
Bonpani Gabriele

## Allegato 2

**Servizio di Manutenzione dei sistemi di  
monitoraggio automatico in telemisura  
della Regione Liguria gestiti da ARPAL**  
(DG ARPAL nr. 79 del 26/02/2014)

**Estratto relativo alle attività di manutenzione  
programmata sulla rete di Qualità dell'Aria**

## **Rete di rilevamento della qualità dell'aria**

### **Stazioni periferiche fisse**

#### Verifiche Mensili

- esame visivo esterno per la verifica del corretto stato di conservazione del sito che ospita la centralina; stato delle prese campioni (esterne ed interne) e loro pulizia;
- sistemi di allarme stazione (temperatura, porta aperta, mancanza alimentazione, etc.);
- stato di pulizia dei filtri del condizionatore e controllo circuito di termostatazione;
- temperatura della sonda di prelievo.

#### Verifiche Semestrali

- collegamento di messa a terra della postazione;
- mantenimento della termostatazione dei tubi a permeazione all'interno degli appositi fornetti;
- condizioni generali dell'impianto elettrico, dei cablaggi e delle linee di prelievo;
- parti strutturali.

### **Climatizzatori**

#### Verifiche mensili

- controllo settaggio termostato;
- pulizia filtro antipolvere.

#### Verifiche semestrali

- pulizia interna del condizionatore, quella preestiva entro il 30 aprile di ogni anno.

### **Acquisitori dati locali**

#### Verifiche annuali

- verifica dei segnali di ingresso per tutti i parametri e loro conversione in unità ingegneristiche ed eventuale correzione.



## **Compressori**

### Verifica mensile

- Controllo pressione colonne;
- Controllo pressione uscita;
- Controllo tenuta pneumatica;
- Controllo/sostituzione cinghia;
- Controllo/sostituzione C spunto;
- Controllo scarico elettrovalvole;
- Controllo rumorosità.

### Verifica semestrale

- controllo circuito pneumatico;
- controllo valvole scarico condensa;
- eventuale sostituzione parti usurate e danneggiate.

## **Analizzatori di monossido di carbonio**

### Verifiche mensili

- controllo del flusso;
- controllo generale delle regolazioni e dei parametri strumentali;
- controllo capillari e loro pulizia;
- controllo membrana pompa ed eventuale sostituzione;
- controllo sorgente IR;
- taratura chimica;
- taratura elettrica;
- taratura test;
- controllo circuito pneumatico;
- controllo funzionamento ventola;
- controllo bombole;
- sostituzione filtro ingresso campione;
- pulizia filtro aerazione.

Verifiche semestrali

- sostituzione membrana pompa;
- pulizia capillari e/o sostituzione;
- controllo disco chopper e correlazione;
- controllo temperatura della cella;
- sostituzione filtro sinterizzato.

Verifiche annuali

- controllo e pulizia banco ottico;
- verifica tenuta delle elettrovalvole ed eventuale sostituzione;
- sostituzione sorgente IR;
- sostituzione orifizio 13 ML;
- sostituzione capillari.

**Analizzatori di ossidi di azoto**Verifiche mensili

- controllo delle portate (sample + ozono);
- controllo vuoto pompa;
- controllo membrana pompa ed eventuale sostituzione;
- controllo funzionamento ventola;
- controllo generale delle regolazioni e dei parametri strumentali;
- controllo bombole;
- controllo temperatura convertitore;
- controllo circuito pneumatico;
- taratura chimica;
- taratura elettrica;
- taratura test;
- pulizia capillari e/o sostituzione;
- sostituzione drierite;
- sostituzione filtro ingresso campione.

### Verifiche semestrali

- sostituzione membrana pompa;
- sostituzione filtro scarico ozono;
- sostituzione filtro sinterizzato;
- sostituzione filtri DFU;
- sostituzione filtro ventilatore;
- sostituzione carbone attivo (IZS);
- sostituzione carbone attivo (SCRUBBER);
- controllo efficienza del convertitore NO<sub>2</sub> - NO con procedura GPT ed eventuale sostituzione del catalizzatore, in occasione della taratura multipunto semestrale.

### Verifiche annuali

- pulizia camera;
- pulizia membrana permapure;
- verifica tenuta delle elettrovalvole ed eventuale sostituzione;
- sostituzione capillari;
- sostituzione tubi a permeazione, dove presenti.

### **Multi calibratori**

#### Verifica mensile

- controllo tenuta ingressi bombole;
- controllo temperatura fornello;
- controllo circuito pneumatico;
- taratura test;
- taratura elettrica;
- controllo funzionamento ventola;
- verifica flusso lavaggio/diluizione.

#### Verifica semestrale

- controllo ed eventuale taratura mass-flow meter;
- controllo lampada ozonatore.

Verifica annuale

- sostituzione tubo a permeazione SO<sub>2</sub>.

**Analizzatori LSPM10 di polveri PM10 in continuo**Verifica mensile

- smontaggio e pulizia testa con diluente sintetico;
- lubrificazione delle parti filettate e del piattello dell'impattatore con lubrificante al PTFE.

Verifica trimestrale

- sostituzione filtro sample;
- controllo ed eventuale sostituzione palette della pompa di aspirazione sample;
- controllo ed eventuale sostituzione filtro NDF;
- controllo PMT.

Verifica annuale

- Sostituzione lampada;
- Sostituzione o-ring tubo sample;
- Sostituzione o-rings testa di prelievo;
- Sostituzione filtro KG1;
- Sostituzione filtro interno pompa;
- Pulizia componenti interni camera ottica.

**Campionatori gravimetrici**

(SKYPOST PM TCR Tecora, SENTINEL Tecora, SKYPOST PTS Tecora)

Verifica mensile

- smontaggio del parapioggia e pulizia del disco distributore della testa di prelievo;
- smontaggio e pulizia degli ugelli di separazione;
- pulizia del disco di impatto del particolato;
- controllo e pulizia del serbatoio di raccolta della pioggia e verifica stato guarnizioni.

### Verifica semestrale

- sostituzione palette in grafite della pompa;
- sostituzione filtro di protezione esterno;
- sostituzione filtro interno di protezione del contattore volumetrico;
- verifica sensori temperatura;
- verifica sensori pressione;
- verifica sistema pneumatico (flusso di campionamento);
- verifica funzionale.

### Verifica annuale

- verifica del contattore volumetrico;
- sostituzione O-ring di tenuta sulla linea di aspirazione;
- revisione dispositivo movimentazione filtri;
- verifica funzionale.

### **Analizzatori SWAM 5A Dual Channel Monitor PM10/PM2.5**

Fanno parte della manutenzione preventiva la gestione ordinaria del sistema che include gli interventi di pulizia della strumentazione e tutti i controlli che gli operatori eseguono durante il ciclo operativo dello strumento.

Gli interventi di verifica e manutenzione preventiva raccomandati sono elencati nella seguente tabella:

<b>Tipo di intervento</b>	<b>Periodicità</b>
Pulizia e ingrassaggio della testa	mensile
Spurgo della linea di prelievo	trimestrale
Controllo della linea di prelievo	trimestrale
Controllo livello olio e filtro aria del compressore di servizio	semestrale
Sostituzione parti usurabili della pompa	annuale

Le condizioni operative dello strumento possono essere molto diverse nel tempo, è pertanto consigliato effettuare i vari interventi con una periodicità adeguata alle effettive condizioni di impiego tenendo comunque presente come riferimento orientativo la tabella sopra riportata.

### OPC Multichannel Monitor di polveri PM10/PM2.5 in continuo

Fanno parte della manutenzione preventiva la gestione ordinaria del sistema che include gli interventi di pulizia della strumentazione e tutti i controlli che gli operatori eseguono durante il ciclo operativo dello strumento.

Gli interventi di verifica e manutenzione preventiva raccomandati sono elencati nella seguente tabella:

Tipo di intervento	Periodicità
Pulizia della testa e ingrassaggio dell'impattore	mensile
Controllo e pulizia della linea di prelievo	trimestrale
Sostituzione dei filtri	annuale
Prove e verifiche di qualità delle misure	annuale
Sostituzione parti usurabili della pompa	annuale
Controllo calibrazione del Sensore Laser	annuale

Le condizioni operative dello strumento possono essere molto diverse nel tempo, è pertanto consigliato effettuare i vari interventi con una periodicità adeguata alle effettive condizioni di impiego tenendo comunque presente come riferimento orientativo la tabella sopra riportata.

### Analizzatore SHARP modello 5030

Quanto previsto nel manuale di uso dello strumento

#### Analizzatori di ozono

##### Verifiche mensili

- pulizia capillari e/o sostituzione;
- controllo generale delle regolazioni e dei parametri strumentali;
- misura portata sample;
- controllo membrana pompa ed eventuale sostituzione;
- controllo funzionamento ventola;
- controllo circuito pneumatico;
- pulizia filtro aerazione;
- sostituzione filtro ingresso campione;
- taratura chimica;



- taratura elettrica;
- taratura test.

#### Verifiche semestrali

- sostituzione membrana pompa;
- pulizia camere;
- sostituzione carbone attivo;
- sostituzione filtri sinterizzati;
- sostituzione filtri DFU;
- sostituzione scrubber interno;
- controllo lampada ozonatore;
- pulizia circuito pneumatico, presa sonda e pompa di aspirazione campione;
- pulizia flussimetro;
- pulizia valvole a tre vie;
- taratura con calibratore esterno certificato.

#### Verifiche annuali

- sostituzione lampada UV segnale O<sub>3</sub>;
- sostituzione lampada UV generatore O<sub>3</sub>;
- sostituzione valvole a tre vie in teflon;
- sostituzione capillari;
- sostituzione convertitore;
- pulizia banco ottico;
- pulizia filtro ventola.

### **Analizzatori di biossido di Zolfo**

#### Verifiche mensili

- controllo flusso;
- controllo vuoto pompa;
- controllo ventola;
- controllo tensione lampada;
- controllo circuito pneumatico;

- controllo temperatura fornello/calibratore interno;
- controllo portata campione;
- controllo generale di tutte le regolazioni e di tutti i parametri strumentali;
- controllo carbone attivo - aria di zero;
- taratura chimica;
- taratura elettrica;
- taratura test;
- taratura pulse test;
- taratura span test;
- misura flusso;
- pulizia capillari e/o sostituzione;
- pulizia filtro aerazione;
- controlli termoregolazione;
- sostituzione filtro ingresso campione.

#### Verifiche semestrali

- sostituzione membrana pompa;
- sostituzione filtri DFU (kicker e zero air);
- sostituzione filtro ventilatore;
- sostituzione filtri sinterizzati;
- sostituzione filtro carbone attivo ove necessario.

#### Verifiche annuali

- sostituzione lampada U.V.;
- sostituzione tubo a permeazione;
- controllo tenuta elettrovalvole ed eventuale sostituzione;
- pulizia filtri ventola;
- pulizia camera di reazione;
- sostituzione capillari.

**Analizzatori di BTX**Verifiche Mensili

- controllo dei flussi;
- controllo ed eventuale sostituzione membrana pompa;
- controllo dei parametri di funzionamento e del detector;
- controllo pressioni H2 ed aria in ingresso;
- verifica funzionalità del PC e del software applicativo;
- controllo stato di "Run" e Detector.

Verifiche semestrali

- controllo portata pompa e sostituzione membrana;
- controllo circuito pneumatico;
- controllo set point temperatura di colonna;
- controllo set point temperatura della trappola;
- controllo funzionalità trappola Tenax ed eventuale sostituzione;
- controllo separazione colonna ed eventuale sostituzione;
- sostituzione filtro umidità;
- sostituzione filtro ossigeno;
- sostituzione filtro carbone;
- taratura elettrica e dei flussi di esercizio;
- taratura chimica,
- pulizia detector F.I.D.

Verifiche annuali

- pulizia generale interna;
- sostituzione trappola Tenax;
- sostituzione colonna analitica.

**Generatori di aria**Verifiche mensili

- controllo temperatura catalizzatore;
- controllo pressione di esercizio;

- controllo ventola;
- controllo ed eventuale sostituzione drierite;
- controllo ed eventuale sostituzione purafill;
- controllo ed eventuale sostituzione carbone attivo;
- controllo ed eventuale sostituzione catalizzatore;
- verifica sequenza ciclo delle colonne di essiccazione;
- controllo e pulizia circuito pneumatico;
- pulizia ventola di raffreddamento;
- verifica parametri di funzionamento.

#### Verifiche semestrali

- sostituzione purafill / drierite e carbone attivo.

#### Verifiche annuali

- sostituzione cartuccia filtrante.

### **Sensori meteorologici**

#### Verifiche mensili

- controllo gel di silice sensore radiazione solare e pulizia della cupola;
- pulizia capannina alloggiamento sensori;
- controllo ventola sensore temperatura quando applicabile;
- controllo stato sensori Direzione Vento e Velocità Vento.

#### Verifiche annuali

- sostituzione sensore umidità relativa quando applicabile;
- smontaggio e pulizia sensori;
- sostituzione cuscinetti quando applicabile;
- controllo orientamento sonda direzione vento.
- controllo uscite analogiche sensori;
- verifica taratura con riferimento certificato

### Ulteriore strumentazione

**Generatore di ozono con scheda acquisizione dati per multipunto** (riferimento regionale catena metrologica ozono) del Dipartimento ARPAL di Savona ubicato nella centralina “Mercato Generale – Quiliano” di cui alla tabella 5: da tarare annualmente con sistema di riferimento nazionale e da mantenere secondo quanto specificato nel manuale dello strumento

**Flussimetro per PM10/PM2.5 Tecora** del Dipartimento ARPAL di Savona: da tarare annualmente con sistema di riferimento nazionale

**Flussimetro flowtest ST 2.5.0001 TCR Tecora** del Dipartimento ARPAL di Savona: da tarare annualmente con sistema di riferimento nazionale

**Flussimetro per PM10/PM2.5 Tecora** del Dipartimento ARPAL della Spezia: da tarare annualmente con sistema di riferimento nazionale

## Tarature

La taratura del convertitore NO<sub>2</sub> - NO con procedura GPT ed eventuale sostituzione del catalizzatore dovrà avvenire in occasione della taratura multipunto semestrale.

Con cadenza bisettimanale (lunedì - giovedì) dovrà essere eseguita su tutti gli analizzatori la verifica della variazione del segnale di zero e span sulle 24 (ventiquattro) ore.

Le bombole dei gas utilizzati nella calibrazione automatica (quotidiana o settimanale) dovranno avere una precisione  $\pm 2\%$  (due per cento) rispetto al titolo dichiarato. I certificati di analisi delle bombole dovranno riportare, oltre ai requisiti richiesti, anche la certificazione di stabilità. Dovrà inoltre essere evitato che, all'interno di ogni bombola, la pressione residua scenda al di sotto di 5 (cinque) bar.

I tubi a permeazione per il biossido di zolfo ed il biossido di azoto dovranno essere certificati come standard di riferimento (traceable) dal N.I.S.T., forniti di precisione pari a  $\pm 2\%$  (due per cento) e con allegata la dichiarazione sull'incertezza di misura relativa. Dovranno essere sostituiti sulla base del loro utilizzo e, comunque, non oltre i 12 (dodici) mesi.

Tarature e calibrazioni devono soddisfare i requisiti di cui alla norma ISO/IEC 17025 e, se le stesse non possono essere effettuate in campo, l'Impresa dovrà fornire uno strumento sostitutivo al fine di garantire la continuità del dato. Tutta la strumentazione adibita e/o utilizzata per le tarature, dovrà essere fornita di adeguata e recente certificazione LAT o di altro Ente certificato. Qualsiasi operazione effettuata dalla ditta aggiudicataria dovrà essere annotata nel sistema informativo Infofacility.

I report delle prove di taratura semestrale dovranno essere consegnate al Referente Operativo entro 1 (un) mese dall'esecuzione delle prove, corredati dei tracciati di registrazione.

Prima dei controlli sopra riportati, i tecnici della ditta aggiudicataria dovranno effettuare controlli e taratura dei calibratori e/o multicalibratori presenti nella RETE, a completamento dei quali sarà rilasciata all'ARPAL relazione dettagliata sugli interventi effettuati corredata dei grafici ove necessari.



## Mezzi mobili

I mezzi mobili vengono utilizzati per l'esecuzione di campagne in ubicazioni site nel territorio della Provincia della Spezia e di Savona. Ogni campagna ha una durata media di circa 30 giorni.

I mezzi mobili contengono la strumentazione già indicata in Allegato 1.

L'attività di manutenzione programmata dovrà essere effettuata nelle seguenti situazioni:

- A. avvio campagna
- B. verifiche a campagna in corso
- C. chiusura campagna

### Avvio campagna

ARPAL provvederà al trasferimento del mezzo ed alla predisposizione del punto di allaccio dell'energia elettrica.

L'Impresa, dopo il posizionamento del mezzo mobile nell'ubicazione prescelta, dovrà effettuare l'allacciamento alla rete elettrica. Dovranno essere effettuate tutte le verifiche previste con cadenza mensile per le stazioni fisse, nonché la verifica del segnale di zero e span.

### Verifiche a campagna in corso

Con cadenza settimanale, gli analizzatori dovranno essere sottoposti alle seguenti verifiche:

- controlli di zero e span
- controllo generale delle regolazioni e dei parametri strumentali

### Chiusura della campagna

Al termine della campagna dovranno essere effettuati i controlli di zero e span, quindi l'intero sistema di misura ed acquisizione dati dovrà essere spento e dovrà essere disattivato l'impianto elettrico per la disconnessione dalle rete di alimentazione.

Inoltre dovranno essere eseguite tutte le verifiche e le tarature previste per le stazioni fisse con cadenza semestrale o annuale.

Il calendario degli interventi dovrà essere preventivamente concordato con il Referente Operativo.

Il mezzo mobile di proprietà ARPAL utilizzato presso il Dipartimento di La Spezia è in garanzia a decorrere da 19/04/12 per 24 mesi. Nel periodo di vigenza della garanzia (cioè per i primi quattro mesi del 2014) si richiede che vengano forniti e quotati nell'offerta, ad integrazione di quanto già compreso nella garanzia, i servizi previsti per l'avvio campagna, verifiche a campagna in corso e la chiusura campagna.

Si precisa che si prevede lo spostamento del mezzo mobile per la realizzazione di campagne della durata media di un mese per un totale massimo di 10 campagne/anno e che la garanzia del mezzo mobile è comprensiva di:

- Manutenzione ordinaria e preventiva di tutti i componenti di fornitura.
- Manutenzione correttiva (manutenzione straordinaria e riparazione di tutte le tipologie di guasto) di tutti i componenti di fornitura con numero illimitato di interventi.
- Fornitura di tutti i materiali di consumo necessari al corretto funzionamento di tutti i componenti di fornitura.
- Fornitura di tutte le parti di ricambio utilizzate nel corso degli interventi di manutenzione correttiva.