

Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria effettuata nell'ambito dell'accordo di collaborazione anno 2019 tra ARPAL e Comune della Spezia

presso

'Piazza Battisti'
Comune della Spezia
19 novembre ÷ 17 dicembre 2019



**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.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation

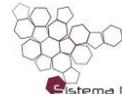


CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
BS OHSAS 18001



ARPAL

Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente ligure



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

COMUNE	La Spezia
PERIODO	19 novembre ÷ 17 dicembre 2019
ZONA MONITORATA	Piazza C. Battisti
COORDINATE e QUOTA	44° 6'11.20"N - 9°49'14.63"E
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.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation



CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
BS OHSAS 18001

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 Davis Vantage Pro installata su un palo telescopico di altezza circa 10 m;
- nr.1 sistema di acquisizione dati OPAS DL per la trasmissione dati al Centro Operativo Regionale di U.O. Qualità dell'Aria ARPAL- Genova.

La manutenzione della strumentazione sopraelencata è effettuata sulla base delle specifiche tecniche richiamate nel documento 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.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation



CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
BS OHSAS 18001

Premessa

La campagna **4/2019** è stata effettuata nell'ambito della Convenzione per l'anno 2019 tra Comune della Spezia ed ARPAL in un sito già oggetto di un monitoraggio della qualità dell'aria nell'anno 2014. Il Laboratorio Mobile è stato posizionato in piazza Battisti, in prossimità del Museo Camec, circa 100 m a Sud del sito dove era stata effettuata nel 2009 un analogo monitoraggio sempre per conto del Comune della Spezia.

La campagna è stata inserita dal Servizio Ambiente del Comune della Spezia nel programma delle attività per l'anno 2019 con lo scopo di monitorare la qualità dell'aria in una zona esposta ad intenso traffico veicolare e che vede a circa 150 m di distanza, in Piazza Chiodo, lungo Viale Amendola, una postazione fissa della rete di rilevamento della qualità dell'aria.

Il sito prescelto si trova all'interno dal profondo canyon urbano costituito da via Gramsci/Piazza Battisti (con abitazioni in media di 4 piani ed una distanza tra gli edifici sui due lati della strada in molti tratti di poco superiore ai 10 m) sulla quale insiste un significativo traffico veicolare lungo la direttrice monte-mare.

Il Laboratorio è stato posizionato in un tratto largo circa 18 m, a valle di una fermata degli autobus posta a circa 20 m, a monte dell'incrocio semaforico con via Chiodo, posto a circa 70 m, con le sonde di prelievo a poco meno di 4 m dal centro della corsia di traffico più vicina.

Nel prosieguo sono presentati i valori rilevati dai vari sistemi di monitoraggio ed un breve inquadramento della situazione meteorologica del periodo. È infatti importante che i valori di concentrazione osservati, soprattutto durante una campagna di breve durata, siano valutati alla luce delle condizioni meteorologiche verificatesi nel periodo del monitoraggio. 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 installato sul Laboratorio Mobile consente di avere un'informazione aggiuntiva: la stima della stabilità atmosferica con risoluzione oraria determinata mediante la misura dell'attività BETA associata ai prodotti di decadimento del Radon. Il Radon è un composto chimicamente stabile con un flusso emissivo che può essere considerato costante sulla scala spazio temporale d'interesse e che è stato dimostrato essere correlato al potenziale di diluizione dello strato limite planetario (Planetary Boundary Layer). È prodotto nel suolo dal decadimento del ^{222}Rn e dell'isotopo ^{220}Rn (Thoron) ed è rilasciato in atmosfera dove si disperde prevalentemente per diffusione turbolenta. La concentrazione di Radon in atmosfera quindi dipende principalmente dal fattore di diluizione verticale 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.

Il Laboratorio Mobile è dotato anche di strumentazione in grado di misurare temperatura, umidità, pressione atmosferica, velocità vento, direzione vento e precipitazione: la lettura delle informazioni ricavate da questi strumenti consente di meglio valutare la rappresentatività dei dati di qualità dell'aria rilevati ed in certe situazioni di ricostruire le possibili influenze delle varie sorgenti.

**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.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

La pressione atmosferica fornisce informazioni su scala più vasta e quindi di carattere sinottico, gli altri parametri sopraccitati presentando una più significativa variabilità spaziale e pertanto, eventualmente insieme all'inquadrimento orografico/urbanistico, sono molto utili a caratterizzare la campagna di misura.

La precipitazione ha un ruolo molto importante per la qualità dell'aria: infatti riesce ad intrappolare gli inquinanti dispersi in atmosfera e a portarli al suolo ripulendo in questo modo l'aria: ovviamente questa operazione di dilavamento risulterà tanto più efficace quanto gli eventi piovosi saranno di una certa intensità.

Anche il vento è un importante variabile da considerare nell'inquinamento atmosferico: in alcune zone può avere un effetto positivo perché disperde gli inquinanti, in altre invece può avere un effetto negativo perché sposta le masse d'aria inquinata in zone meno inquinate.

La temperatura dell'aria influenza in diversi modi i fenomeni di inquinamento atmosferico. In primo luogo nel periodo invernale si ha un aumento delle emissioni derivanti dagli impianti termici per il riscaldamento domestico; inoltre in corrispondenza di temperature più fredde si possono avere emissioni più elevate di alcuni inquinanti quali il monossido di carbonio che nelle aree urbane è emesso principalmente dal traffico autoveicolare.

La temperatura ambiente influenza infine in modo determinante una serie di trasformazioni chimiche quali il passaggio in soluzione acquosa degli inquinanti atmosferici e le velocità di numerose reazioni chimiche che contribuiscono a modificare l'andamento delle concentrazioni degli inquinanti presenti in atmosfera.

Il ruolo dell'umidità relativa nell'influenzare i fenomeni di inquinamento atmosferico, non è ancora sufficientemente definito. Nelle aree urbane interessate da elevati livelli di inquinamento atmosferico in presenza di elevata umidità relativa si possono verificare significativi trasferimenti di massa per alcuni inquinanti dalla fase gassosa alla fase acquosa. Queste nebbie costituiscono una delle modalità con cui si possono verificare le così dette "deposizioni occulte". Queste deposizioni, cariche di inquinanti reattivi presenti nelle soluzioni acquose delle goccioline, venendo a contatto con le foglie delle piante e con i materiali degli edifici e dei monumenti possono essere causa di processi di deterioramento anche consistenti.

**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.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

La situazione meteorologica

Dal punto di vista meteorologico nella seconda metà di novembre si assiste, come già nel precedente periodo, a varie sequenze di passaggi perturbati: in particolare la terza settimana del mese risulta ancora caratterizzata da diverse fasi di maltempo che hanno interessato tutta la regione con il passaggio di un sistema frontale verso il 19/10 e precipitazioni che localmente hanno visto ancora valori elevati. Successivamente, tra il 22 ed il 25, una profonda depressione si è spostata dal Golfo di Biscaglia verso il Tirreno con la formazione tra il Golfo del Leone e la Provenza di un minimo al suolo di 991 hPa: da qui si è innescato un esteso ed intenso flusso di scirocco. Il movimento della depressione verso il Tirreno centro meridionale è risultato molto lento a causa dallo sbarramento orografico indotto dalle Alpi e dall'Appennino settentrionale con conseguente persistenza dei fenomeni.

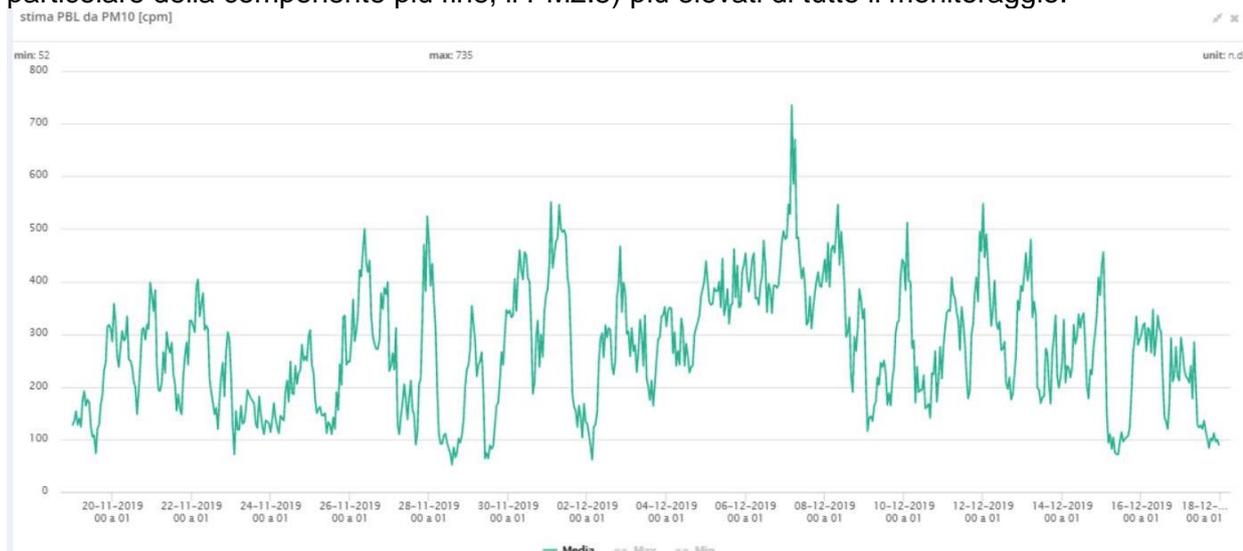
La situazione è dunque rimasta perturbata fino al giorno 27 allorché ha inizio una fase di progressiva variabilità alternata a parziali schiarite e residui rovesci sul mare in allontanamento verso Est.

Più in generale gli eventi sopracitati hanno comportato una significativa anomalia precipitativa confermando la natura straordinariamente perturbata del novembre 2019 in Europa centro-occidentale e in Italia.

Anche il prosieguo della campagna nel corso del mese di dicembre veda il transito di una serie di depressioni atlantiche che nelle prime due decadi hanno insistito a tratti anche sull'area mediterranea con diverse fasi perturbate, accompagnate da intense precipitazioni intervallate da qualche giornata di tempo più stabile in particolare intorno al 7 dicembre.

Nel complesso dunque il periodo è stato interessato da precipitazioni significative con valori cumulati in linea comunque con quelli climatologici.

Nel grafico sottostante sono rappresentati i valori disponibili dell'attività BETA associabile ai prodotti di decadimento del Radon rilevati con il campionario SWAM: 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 spesso portato alla quasi totale scomparsa del ciclo giorno/notte, nelle fasi di tempo relativamente perturbato registrate: è evidente inoltre il periodo di massima stabilità tra i giorni 5 e 8 dicembre, caratterizzato infatti dai valori di particolato (in particolare della componente più fine, il PM2.5) più elevati di tutto il monitoraggio.



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.gov.it

C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation

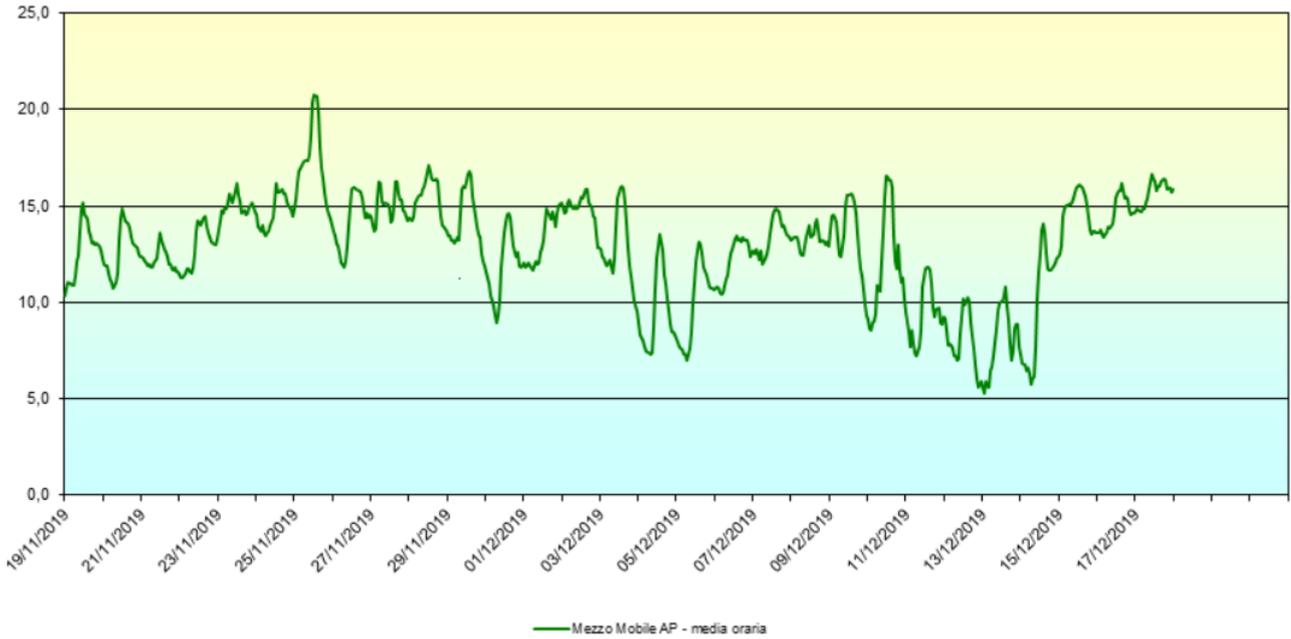


CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
BS OHSAS 18001



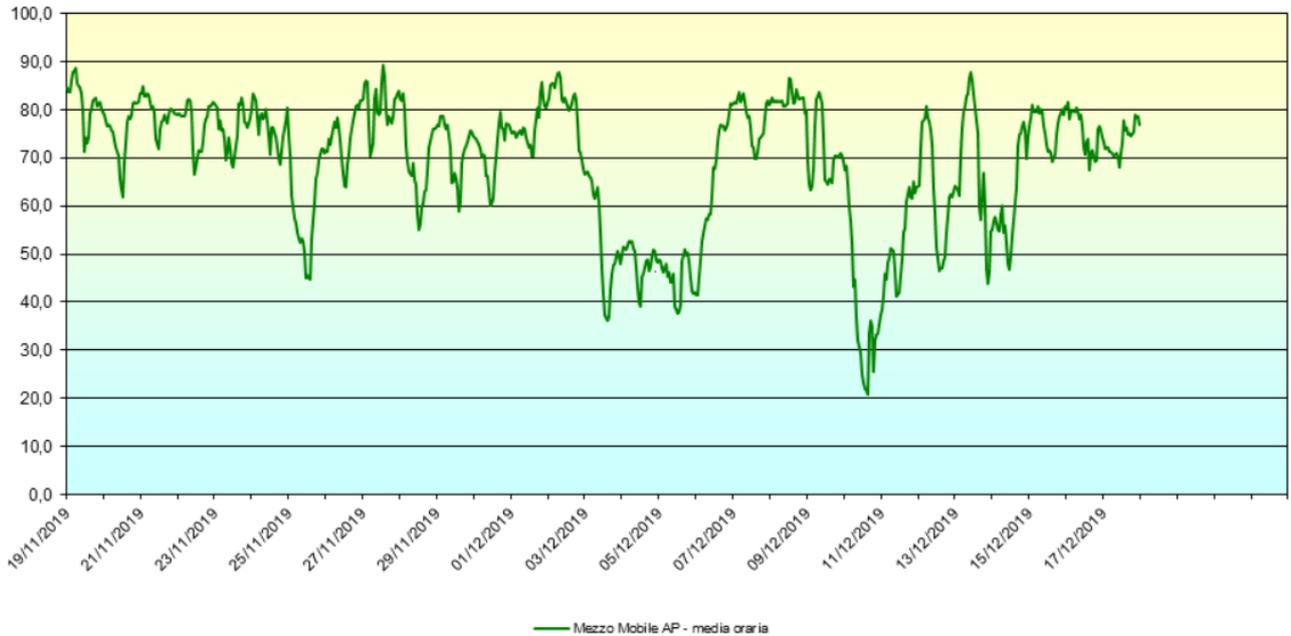
ARPAL
Dipartimento Stato dell'ambiente e tutela dai rischi naturali
U.O. Qualità dell'Aria

Parametro: Temperatura aria (°C)



ARPAL
Dipartimento Stato dell'ambiente e tutela dai rischi naturali
U.O. Qualità dell'Aria

Parametro: Umidità relativa(%)



**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.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation

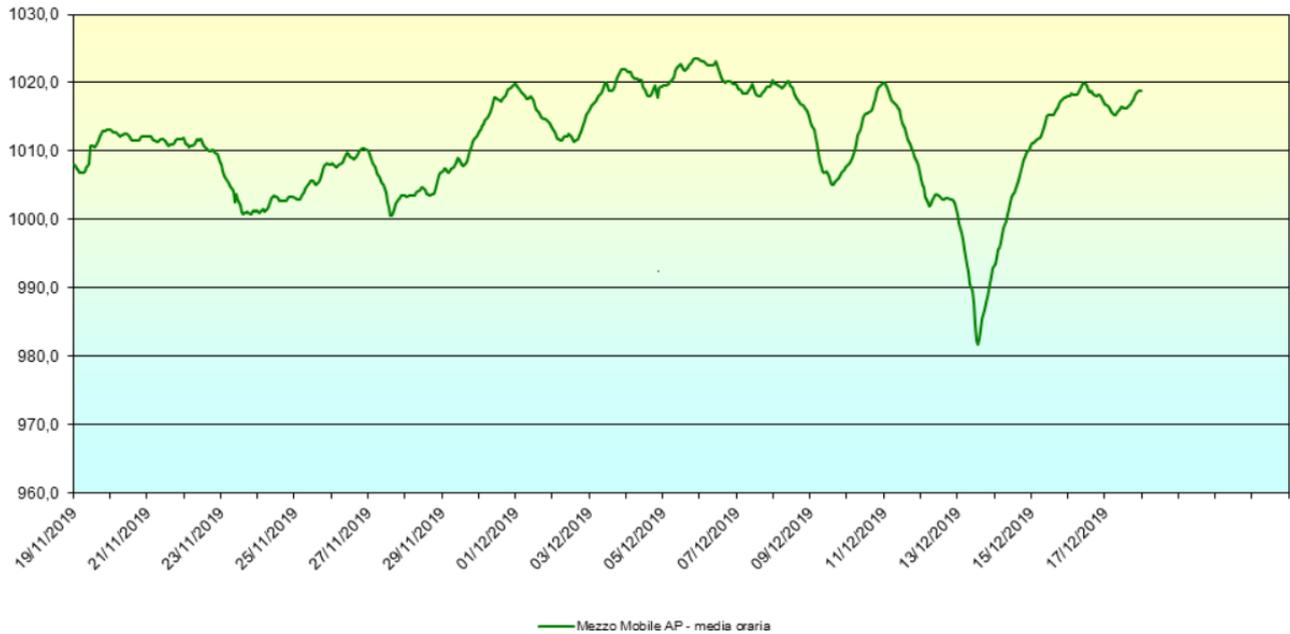


CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
BS OHSAS 18001



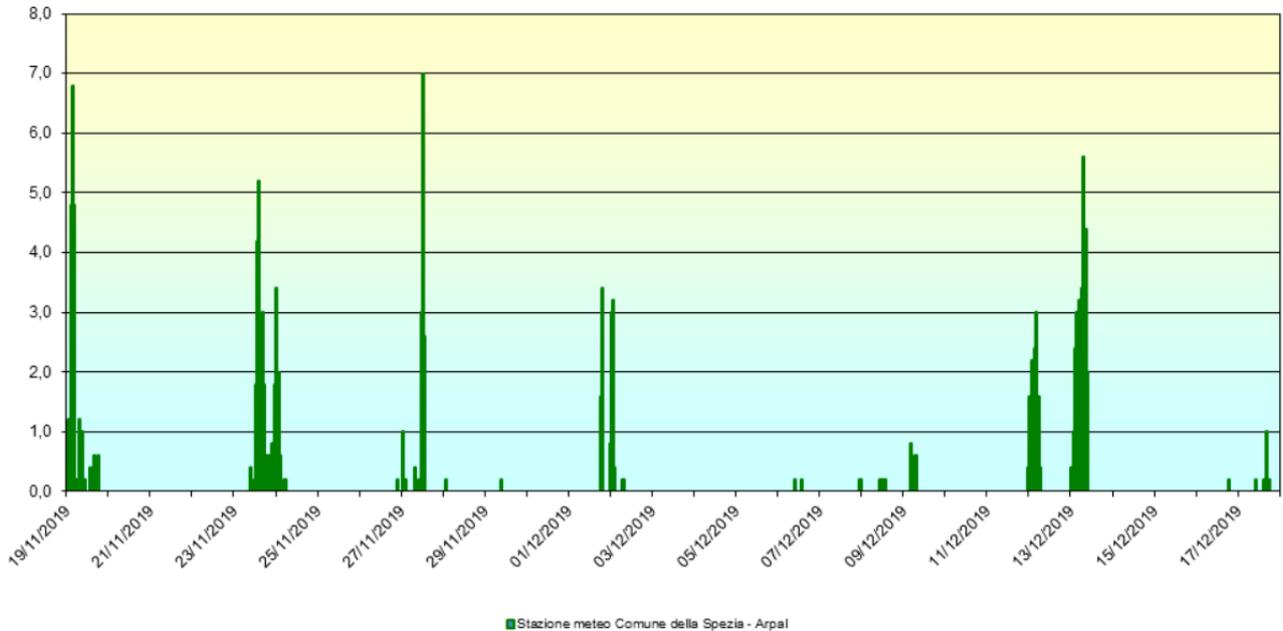
ARPAL
Dipartimento Stato dell'ambiente e tutela dai rischi naturali
U.O. Qualità dell'Aria

Parametro: Pressione atmosferica (hPa)



ARPAL
Dipartimento Stato dell'ambiente e tutela dai rischi naturali
U.O. Qualità dell'Aria

Parametro: Precipitazione cumulata oraria (mm)



**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.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation

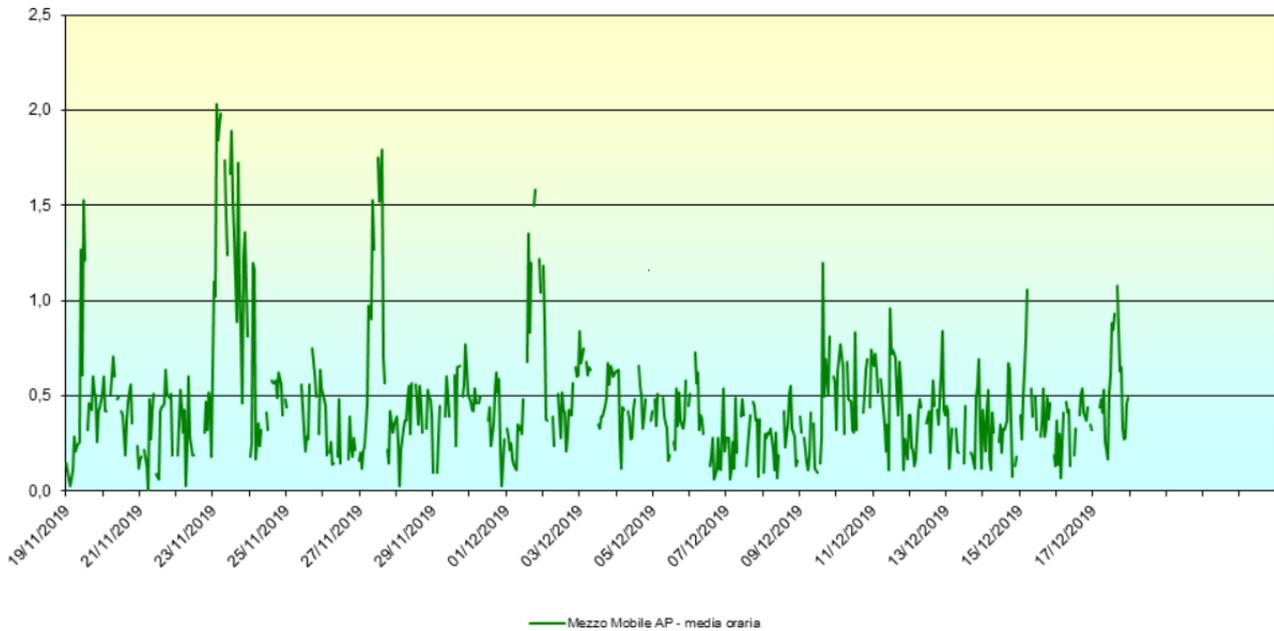


CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
BS OHSAS 18001



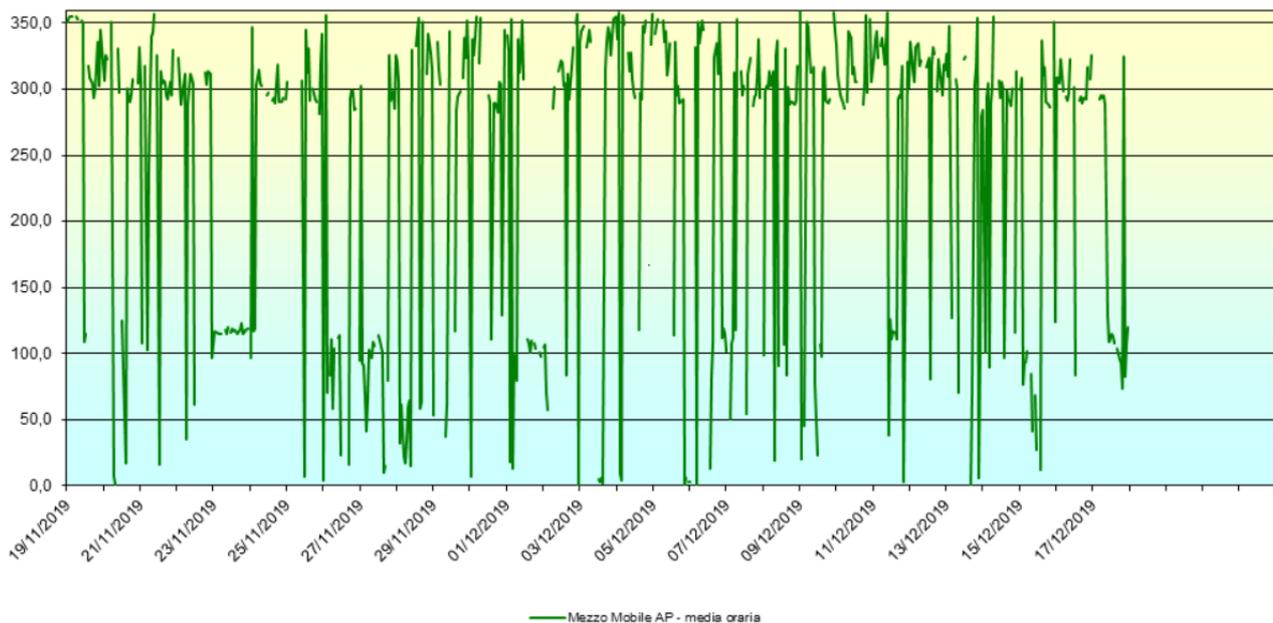
ARPAL
Dipartimento Stato dell'ambiente e tutela dai rischi naturali
U.O. Qualità dell'Aria

Parametro: Velocità del vento media (m/s)



ARPAL
Dipartimento Stato dell'ambiente e tutela dai rischi naturali
Settore Qualità dell'aria Levante

Parametro: Direzione del vento prevalente (°)



**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.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation



CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
BS OHSAS 18001

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 $\mu g/m^3$

Tale parametro sul Laboratorio Mobile AP è stato ricavato utilizzando un campionatore/misuratore operante simultaneamente su due linee indipendenti per i tagli granulometrici previsti dalla vigente normativa (PM_{10} , $PM_{2.5}$).

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

- campionamento sequenziale del materiale particellare in sospensione in atmosfera su singole membrane filtranti con diametro standard di 47mm per la eventuale successiva determinazione gravimetrica di laboratorio;
- misura di massa 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 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.gov.it
 C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation



CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
BS OHSAS 18001

Biossido di azoto

Il Biossido di azoto (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 (NO_x).

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

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

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

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

Riferimenti normativi

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

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

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

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

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

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

Member of CISQ Federation



CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
BS OHSAS 18001

Ozono

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

Riferimenti normativi

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

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

Lo strumento è certificato dal TUV tedesco come conforme alla norma europea UNI EN 14625:2005, così come previsto dal D.Lgs. 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.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): 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.gov.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.gov.it
 C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation



CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
BS OHSAS 18001

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 e successivamente elaborata, trasferita e memorizzata presso il Centro di Operativo Regionale come dato orario¹. Per quanto riguarda il particolato, PM10 e PM2.5, il campione viene ottenuto facendo fluire un volume di aria ad un flusso noto e costante (38 l/min) attraverso un supporto filtrante neutro. La determinazione del materiale particolato depositato viene effettuata direttamente dall'analizzatore attraverso la misura dell'assorbimento della radiazione β della sorgente di cui dispone lo strumento e verificata periodicamente su un numero limitato di campioni con metodo gravimetrico.

Durante il periodo in oggetto non è stato registrato alcun superamento dei valori limite definiti dalla normativa vigente per tutti gli inquinanti normati monitorati, e cioè **NO₂**, **CO**, **SO₂**, **O₃** e **PM10**. Nella tabella sottostante è possibile effettuare un sintetico confronto tra i valori medi rilevati per i principali parametri monitorati con quelli delle precedenti campagne.

	PM10 µg/m ³	PM 2.5 µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	O ₃ µg/m ³	CO mg/m ³	precipitazione cumulata mm
03/04/09 ÷ 03/05/09 (*)	33	-	41	40	0,5	60
11/11/14 ÷ 14/12/14	24	13	30	10	0,7	236
19/11/19 ÷ 17/12/19	20	11	21	19	1,3	112

(*) Laboratorio posizionato in via Gramsci circa 150 m direzione monte.

Nel corso della campagna oggetto del presente rapporto i valori degli inquinanti più significativi in ambito urbano sono risultati in gran parte inferiori rispetto alla precedente campagna che si era svolta nel medesimo periodo dell'anno.

Dall'analisi delle elaborazioni allegate relative all'andamento orario per giorno settimanale degli ossidi di azoto, risultano ben evidenti i massimi relativi legati al traffico veicolare locale in mattinata e nel tardo pomeriggio con rapporto NO/NO₂ >> 1 per gran parte del giorno: la morfologia del sito (con effetto canyon in grado di favorire il ristagno e l'accumulo degli inquinanti) e la limitata distanza dalla carreggiata hanno sicuramente accentuato questo aspetto. Di rilievo il fatto che i picchi più elevati di NO in serata si siano riscontrati nel fine settimana: la spiegazione può essere individuata nel maggior traffico in quella fascia oraria in via Gramsci dove, dal 2018, è stata concessa la possibilità di parcheggiare nelle corsie preferenziali degli autobus a partire dalle 20:30. Questa ipotesi è confermata anche dall'analisi dell'andamento orario per giorno settimanale del particolato, con i valori massimi di PM10 nella serata del sabato, attribuibili dunque al limitrofo traffico.

Dal confronto dei dati di NO₂ con quelli della postazione della rete di monitoraggio qualità dell'aria più prossima (Viale Amendola, a circa m 150 in direzione W) emerge l'esistenza di una buona correlazione, specie sul valor medio giornaliero e un valore sull'intero periodo molto più basso.

La correlazione relativa agli andamenti dei valori giornalieri di PM10 è risultata ottima, con valori di R² superiori a 0,9: in questo caso la differenza sul valore medio del periodo risulta molto piccola e all'interno dell'incertezza di misura.

Il Dirigente Responsabile
 U.O. Qualità dell'Aria:

D.ssa Fabrizia Colonna

Estensore del documento:

dott. R. Cresta

¹ 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.gov.it
 C.F. e P.IVA 01305930107

ARPAL
Dipartimento Stato dell'ambiente e tutela dai rischi naturali
U.O. Qualità dell'Aria

Laboratorio Mobile Melara (Comune della Spezia)

Valori medi giornalieri (*)

data	NO µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	NO _x ppb	CO mg/m ³	O ₃ µg/m ³	SO ₂ µg/m ³	PM10 µg/m ³	PM 2,5 µg/m ³	Pluvio (**) mm	DV °	VV m/s	U.R. %	Press. hPa	Temp. °C
martedì 19 novembre 2019	22,8	23,4	30,5	1,2	-	2,3	10,8	-	22,4	309,7	0,5	82	1009,9	12,7
mercoledì 20 novembre 2019	16,8	18,3	23,0	1,2	14,1	1,9	14,7	7,9	0,0	238,8	0,4	75	1012,2	12,6
giovedì 21 novembre 2019	15,9	24,2	25,4	1,2	13,3	1,6	13,2	9,1	0,0	276,8	0,3	80	1011,6	12,2
venerdì 22 novembre 2019	24,2	24,8	32,4	1,2	16,6	2,1	16,2	10,2	0,0	256,2	0,3	77	1010,6	12,9
sabato 23 novembre 2019	11,4	11,3	15,0	1,0	40,8	1,1	17,3	7,4	23,6	116,9	1,4	76	1003,1	15,0
domenica 24 novembre 2019	15,5	20,2	23,0	1,2	25,8	1,4	13,1	8,0	6,4	272,7	0,5	76	1002,5	14,7
lunedì 25 novembre 2019	20,7	18,7	26,4	1,3	23,7	2,3	18,3	10,2	0,0	291,7	0,4	59	1005,4	17,2
martedì 26 novembre 2019	53,4	24,7	55,7	1,4	8,2	3,6	26,2	13,4	0,2	161,6	0,3	74	1009,1	14,1
mercoledì 27 novembre 2019	14,9	17,1	20,9	1,2	22,0	1,5	17,9	9,0	14,4	144,4	0,7	81	1004,6	15,0
giovedì 28 novembre 2019	6,1	12,5	11,4	1,1	30,4	1,3	20,1	7,0	0,2	199,8	0,4	69	1004,2	15,5
venerdì 29 novembre 2019	14,7	16,9	20,6	1,2	23,1	1,7	23,2	8,9	0,2	264,0	0,5	72	1008,8	14,3
sabato 30 novembre 2019	22,8	17,4	27,4	1,3	13,7	2,1	20,4	10,0	0,0	278,0	0,4	71	1016,9	11,9
domenica 1 dicembre 2019	8,4	11,0	12,5	1,2	17,0	1,3	15,1	6,8	5,8	185,4	0,6	77	1016,7	13,3
lunedì 2 dicembre 2019	26,9	18,3	31,1	1,4	21,4	2,6	20,6	10,7	7,0	238,5	0,5	81	1012,6	14,8
martedì 3 dicembre 2019	9,8	11,7	14,0	1,2	24,1	1,4	9,1	5,7	0,0	271,3	0,6	53	1019,2	12,7
mercoledì 4 dicembre 2019	18,0	17,6	23,7	1,3	23,9	3,8	15,2	9,7	0,0	286,2	0,4	48	1019,8	9,6
giovedì 5 dicembre 2019	32,7	24,3	38,9	1,3	19,2	3,2	21,4	14,0	0,0	261,6	0,4	45	1021,8	9,9
venerdì 6 dicembre 2019	39,4	24,3	44,3	1,5	-	3,3	22,4	14,2	0,4	228,3	0,3	65	1021,6	12,2
sabato 7 dicembre 2019	30,9	25,9	38,3	1,7	-	2,1	33,0	20,5	0,4	240,8	0,3	78	1019,0	13,4
domenica 8 dicembre 2019	19,0	22,5	27,0	1,5	6,8	2,1	23,3	16,3	0,8	251,9	0,3	82	1018,4	13,3
lunedì 9 dicembre 2019	17,4	18,9	23,8	1,4	22,1	1,7	17,8	9,0	2,2	241,2	0,4	71	1008,0	13,4
martedì 10 dicembre 2019	29,9	24,3	36,7	1,5	17,3	2,7	16,0	9,3	0,0	311,7	0,5	39	1014,4	12,2
mercoledì 11 dicembre 2019	30,1	25,8	37,6	1,4	18,1	2,2	18,2	10,6	0,4	242,6	0,5	52	1014,0	9,4
giovedì 12 dicembre 2019	16,0	20,4	23,5	1,4	17,1	1,6	15,5	10,0	-	308,4	0,4	64	1003,2	7,9
venerdì 13 dicembre 2019	28,1	27,1	36,7	1,4	14,9	2,5	13,7	9,3	25,8	215,1	0,3	69	990,3	8,0
sabato 14 dicembre 2019	58,5	40,3	68,0	1,7	8,3	4,1	36,1	18,6	0,0	261,1	0,3	62	1002,9	9,9
domenica 15 dicembre 2019	19,8	18,0	25,3	1,5	25,8	2,5	26,8	11,5	-	189,9	0,4	77	1014,7	14,8
lunedì 16 dicembre 2019	44,4	31,2	51,9	1,7	5,7	3,2	30,2	14,2	0,2	291,8	0,3	76	1018,6	14,6
martedì 17 dicembre 2019	28,4	28,1	37,5	1,5	13,6	2,7	31,7	11,2	1,6	173,0	0,5	74	1016,8	15,7
Media valori giornalieri (*)	24,0	21,4	30,4	1,3	18,7	2,3	19,9	10,8	112,0	-	0,5	69	1011,4	12,9

(*) x la grandezza Pluvio si intende il valore cumulato
(**) rilevato presso la stazione ARPAL del Comune della Spezia

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

D : dato non valido



NO₂: Valori limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010

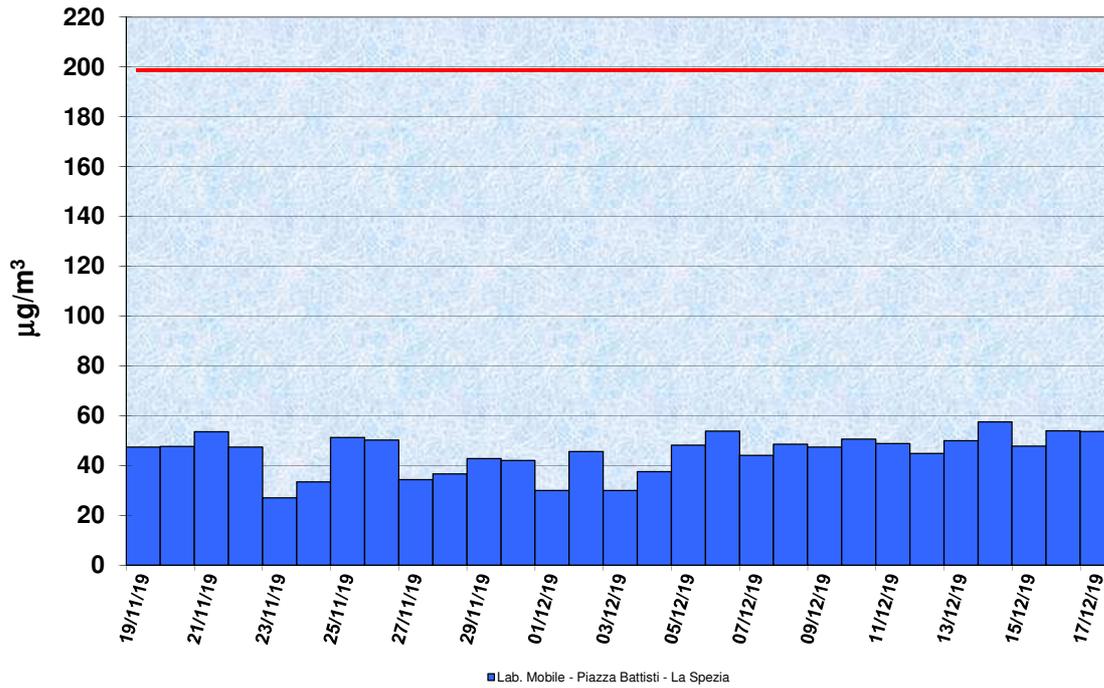
1) Valore limite orario: **200 µg/m³** da non superarsi più di **18 volte** per anno civile

2) Valore limite medio annuale : **40 µg/m³**

Campagna per Comune della Spezia - Piazza Battisti
(periodo 19 novembre ÷ 17 dicembre 2019)

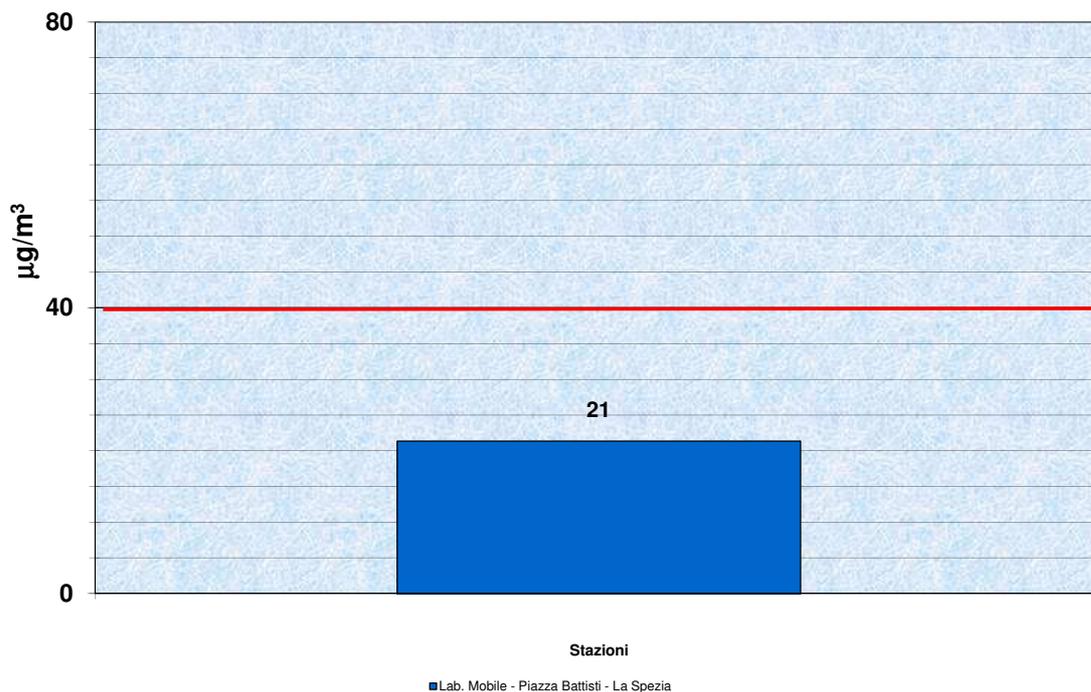
Stazione	N. dati validi	N.sup. valore limite orario	Valor medio valori orari [µg/m ³]	note
Lab. Mobile - Piazza Battisti - La Spezia	100%	0	21	

Valori massimi orari NO₂



NB - lo sfondo più scuro evidenzia giornate di attività del gruppo3 della CTE ENEL E. Montale

Valor medio orario NO₂



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

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

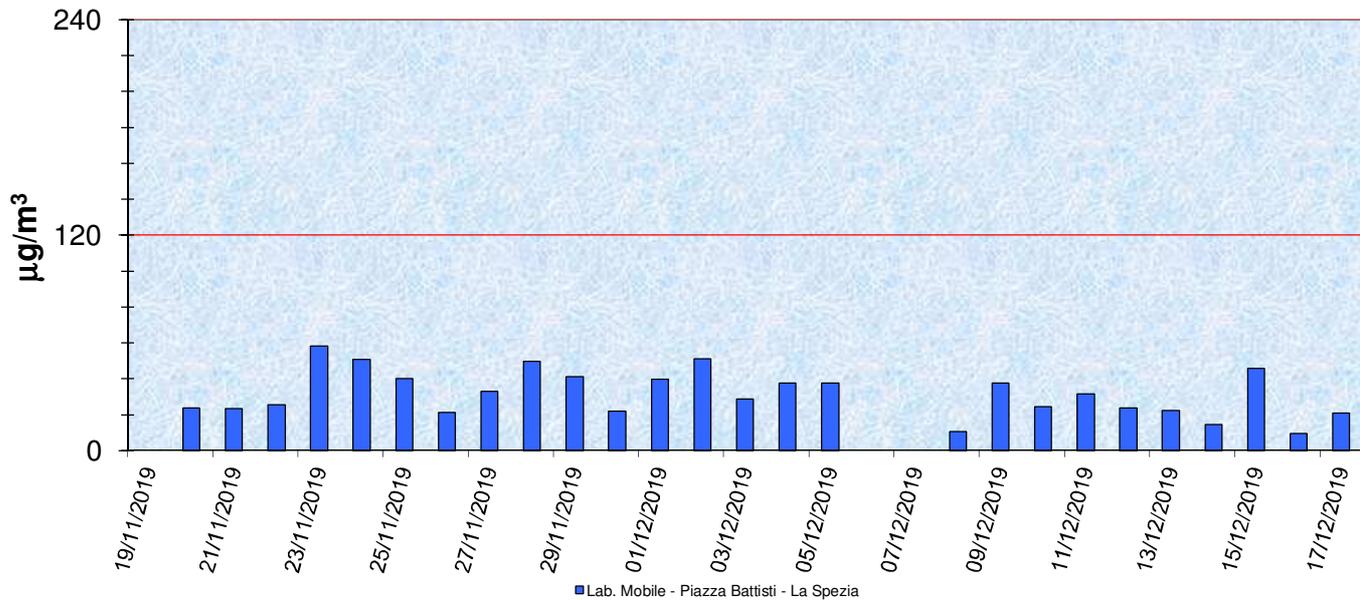
Soglia di allarme: media oraria **240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (misurati su 3 ore consecutive)

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)

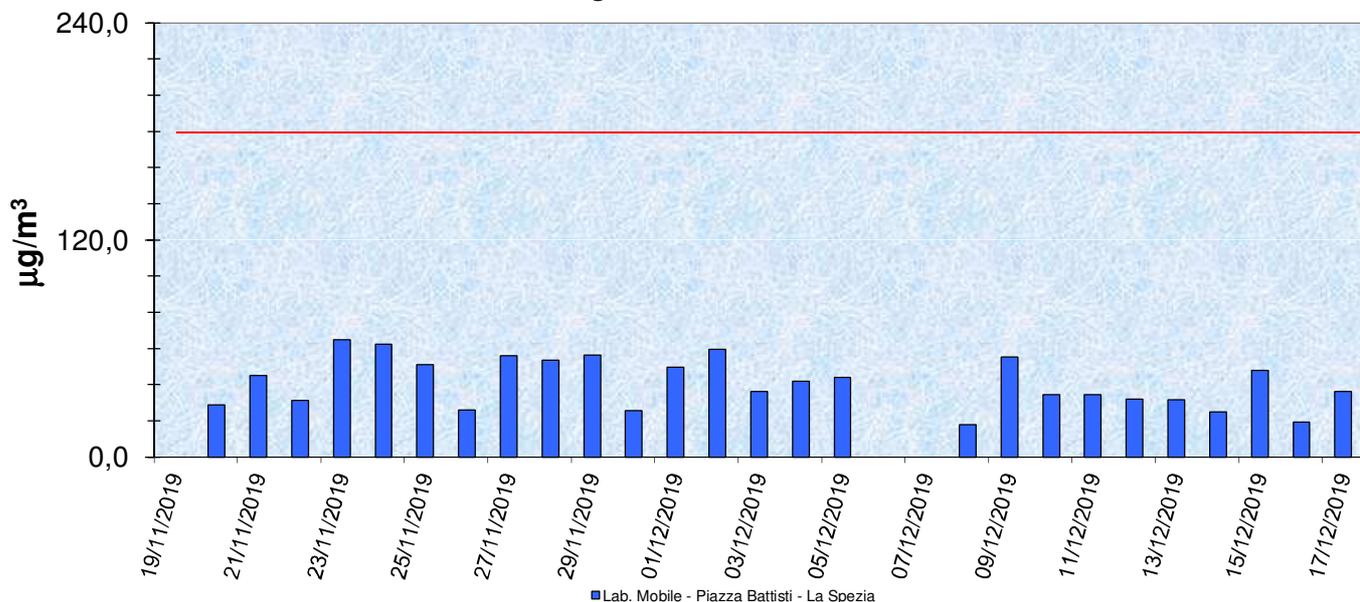
Campagna per Comune della Spezia - Piazza Battisti (periodo 19 novembre ÷ 17 dicembre 2019)

Stazione	N.sup. soglia di informazione	N.sup. soglia di allarme	N. Sup. valore bersaglio	% dati validi	note
Lab. Mobile - Piazza Battisti - La Spezia	0	0	0	90%	

Valori massimi giornalieri medie mobili Ozono



Valori massimi giornalieri media oraria Ozono





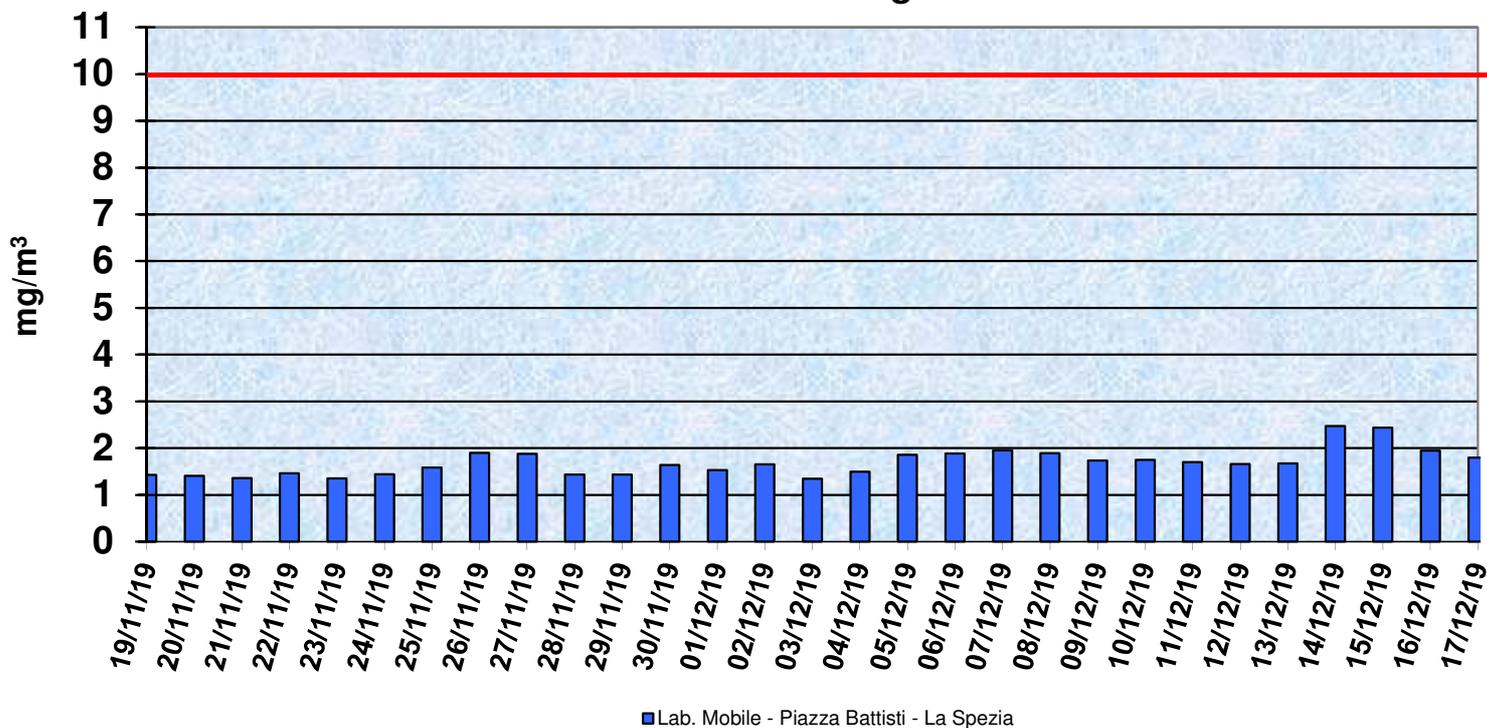
CO: Valore limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010

Valore limite per la protezione della salute umana media massima giornaliera su 8 ore: **10 mg/m³**

Campagna per Comune della Spezia - Piazza Battisti (periodo 19 novembre ÷ 17 dicembre 2019)

Stazione	N.sup. valore limite protezione salute umana	% dati validi	note
Lab. Mobile - Piazza Battisti - La Spezia	0	97%	

Valori massimi media mobile giornaliera CO



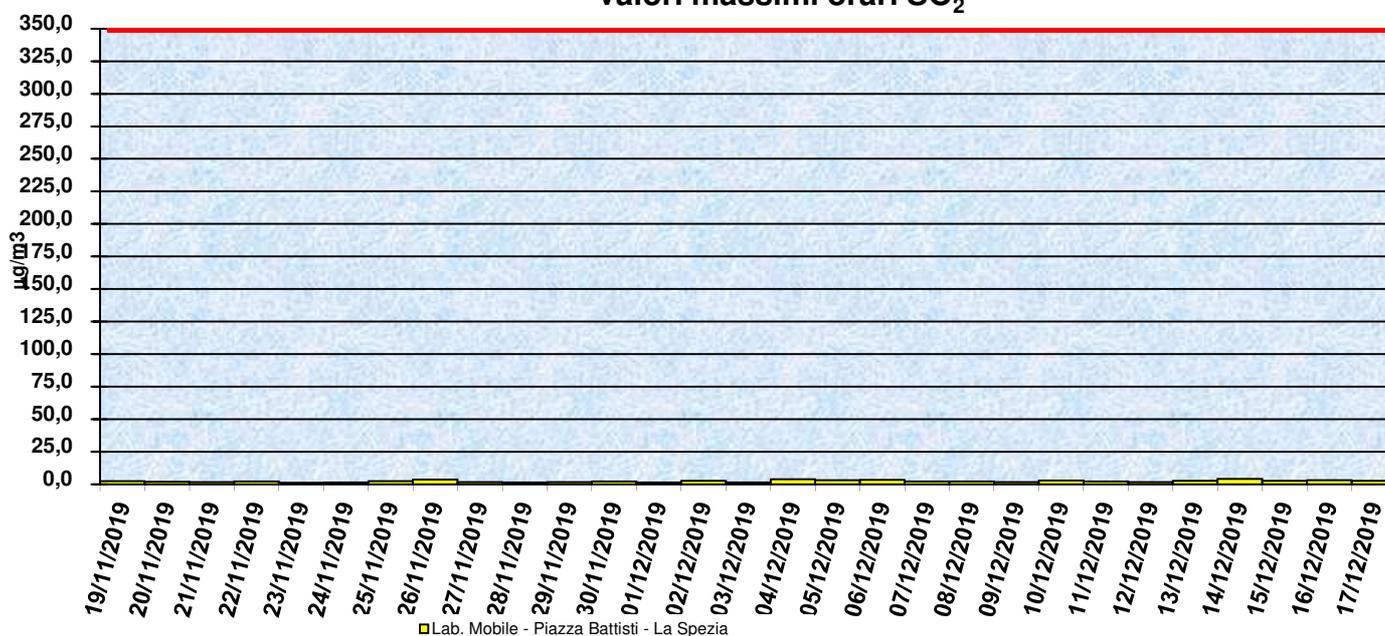
SO₂: Valori limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010

- 1) Soglia di allarme: **500 µg/m³** (media oraria) misurati su **tre ore** consecutive
- 2) Valore limite orario: **350 µg/m³** da non superarsi più di **24 volte** per anno civile
- 3) Valore limite giornaliero: **125 µg/m³** da non superarsi più di **3 volte** per anno civile

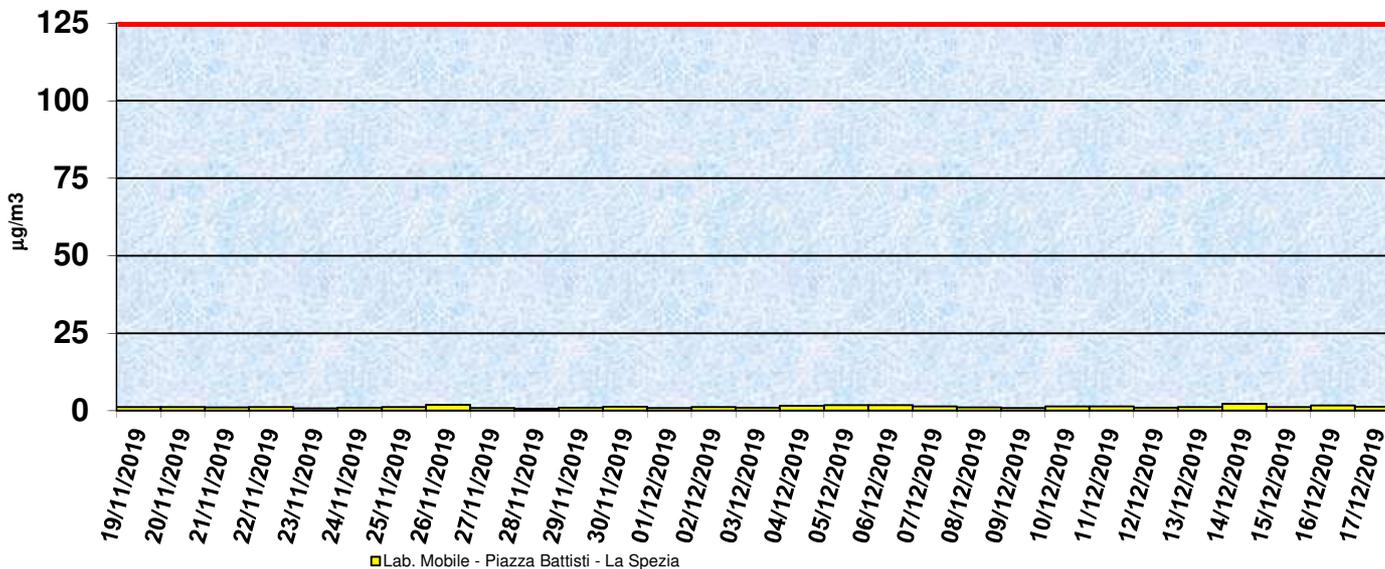
Campagna per Comune della Spezia - Piazza Battisti (periodo 19 novembre ÷ 17 dicembre 2019)

Stazione	N. dati validi	N.sup. soglia di allarme	N.sup. valore limite orario	N. sup. valor limite 24h	note
Lab. Mobile - Piazza Battisti - La Spezia	96%	0	0	0	

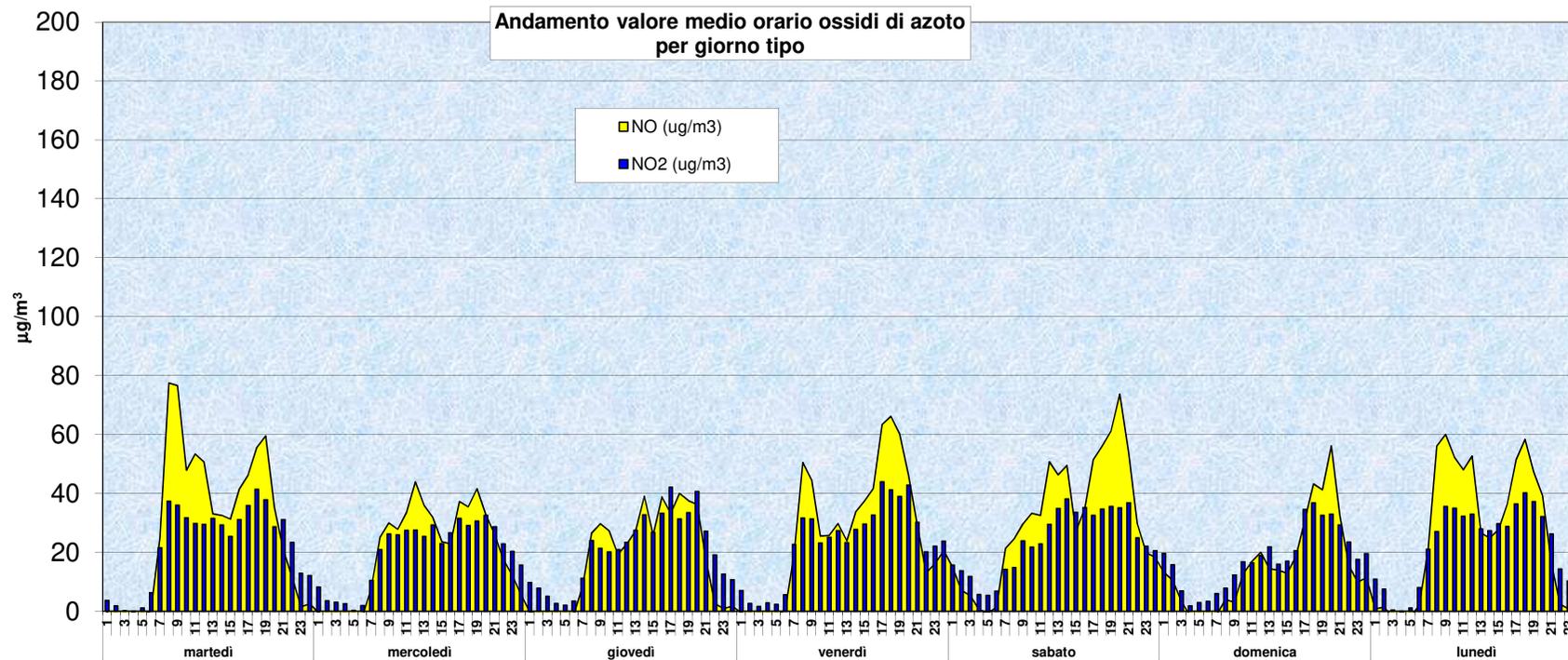
Valori massimi orari SO₂



Valori medi giornalieri SO₂



Campagna per Comune della Spezia - Piazza Battisti
(periodo 19 novembre ÷ 17 dicembre 2019)



NO₂: Valori limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010

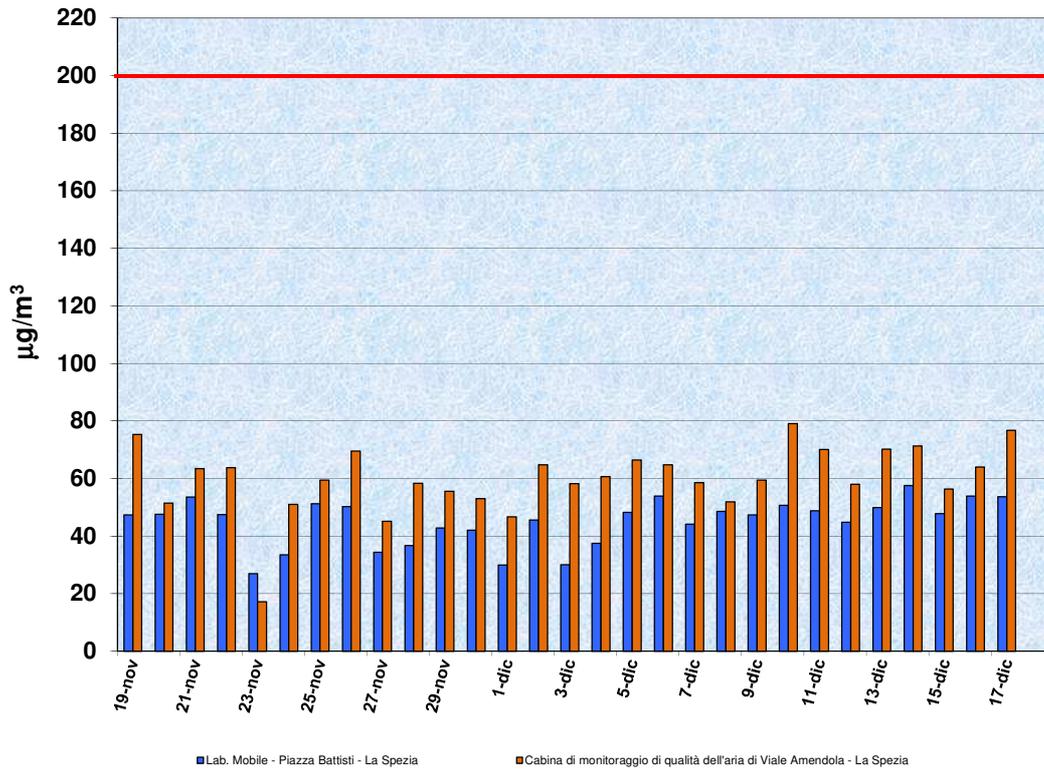
1) Valore limite orario: **200 µg/m³** da non superarsi più di **18 volte** per anno civile

2) Valore limite medio annuale : **40 µg/m³**

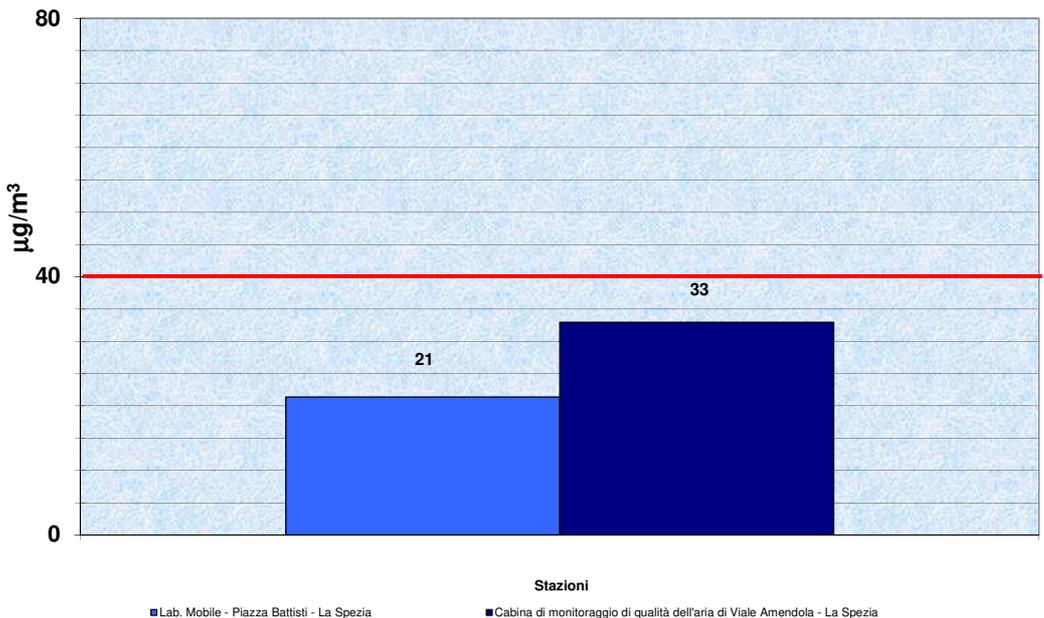
Confronto dati rilevati dal laboratorio mobile e da altre postazioni della rete di monitoraggio

Stazione	N. dati validi	N.sup. valore limite orario	Valor medio valori orari [µg/m ³]	correlazione massimi orari	correlazione medi giornalieri	note
Lab. Mobile - Piazza Battisti - La Spezia	100%	0	21	73%	86%	
Cabina di monitoraggio di qualità dell'aria di Viale Amendola - La Spezia	96%	0	33			

Valori massimi orari NO₂



Valori medi NO₂





ARPAL

Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente ligure
Dipartimento Stato dell'ambiente e tutela dai rischi naturali
U.O. Qualità dell'Aria

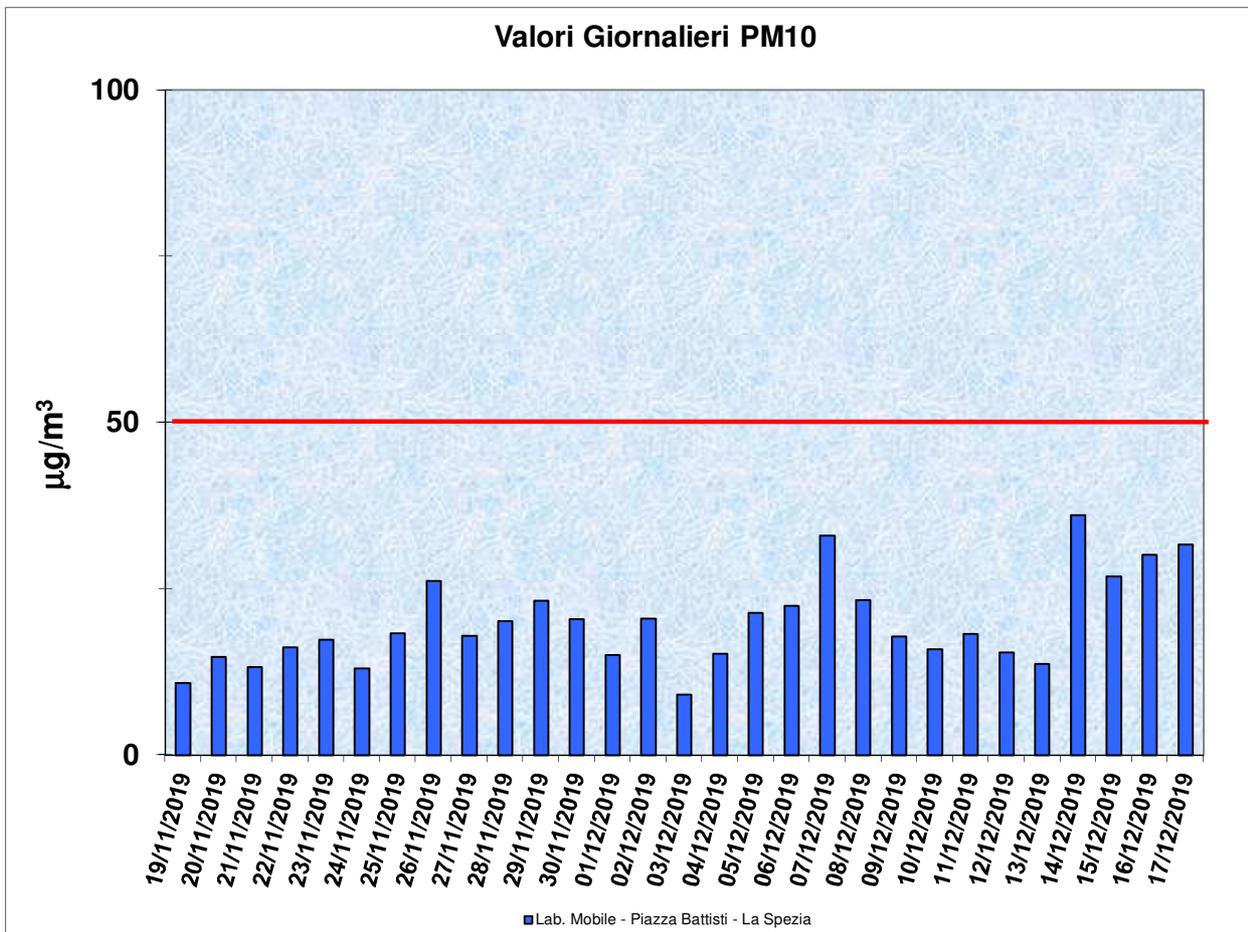
PM 10: Valori limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010

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 - Piazza Battisti - La Spezia

Stazione	N.sup. valore limite giornaliero campagna	Valor medio campagna [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	% dati validi
Lab. Mobile - Piazza Battisti - La Spezia	0	20	100%





ARPAL

Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente ligure
Dipartimento Stato dell'ambiente e tutela dai rischi naturali
U.O. Qualità dell'Aria

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

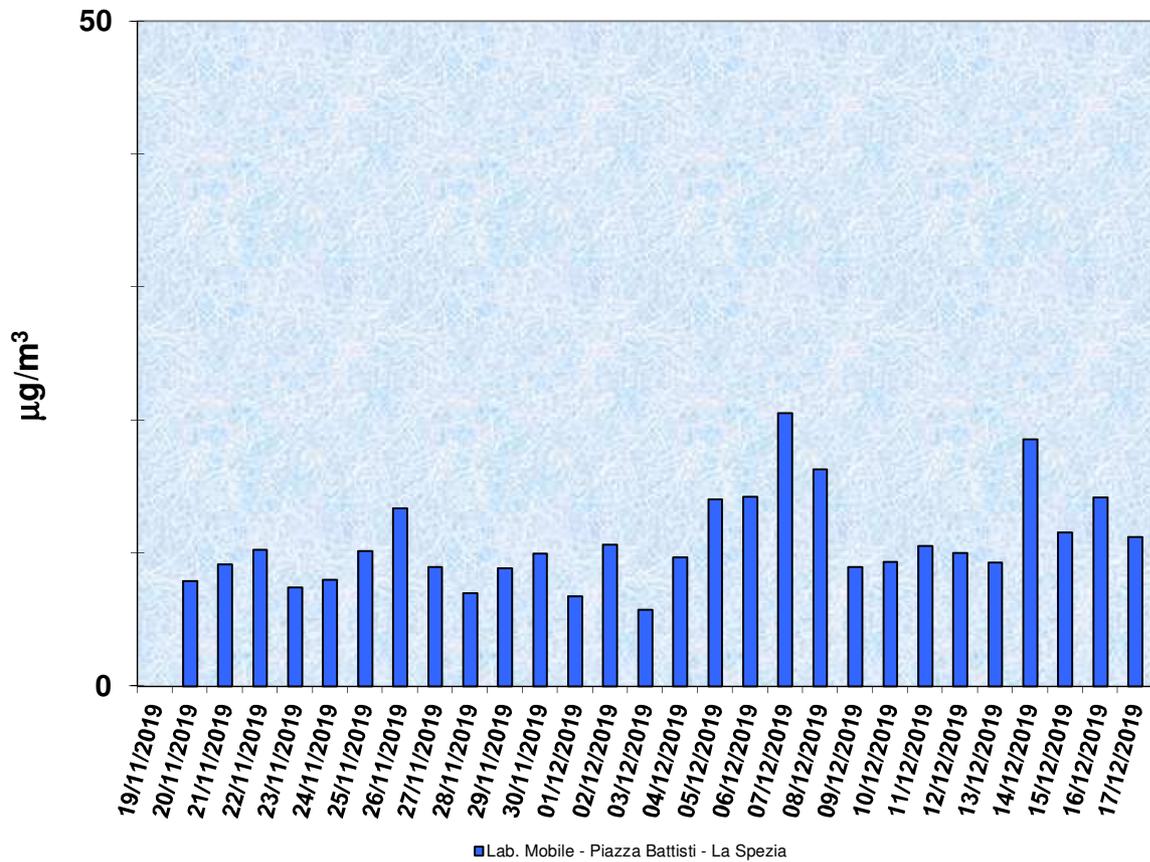
1) Valore limite annuale per la protezione della salute umana: 25 ug/m³

2) Valore obiettivo: 25 ug/m³

Sintesi Lab. Mobile - Piazza Battisti - La Spezia

Stazione	Valor medio campagna [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	% dati validi
Lab. Mobile - Piazza Battisti - La Spezia	11	97%

Valori Giornalieri PM_{2,5}

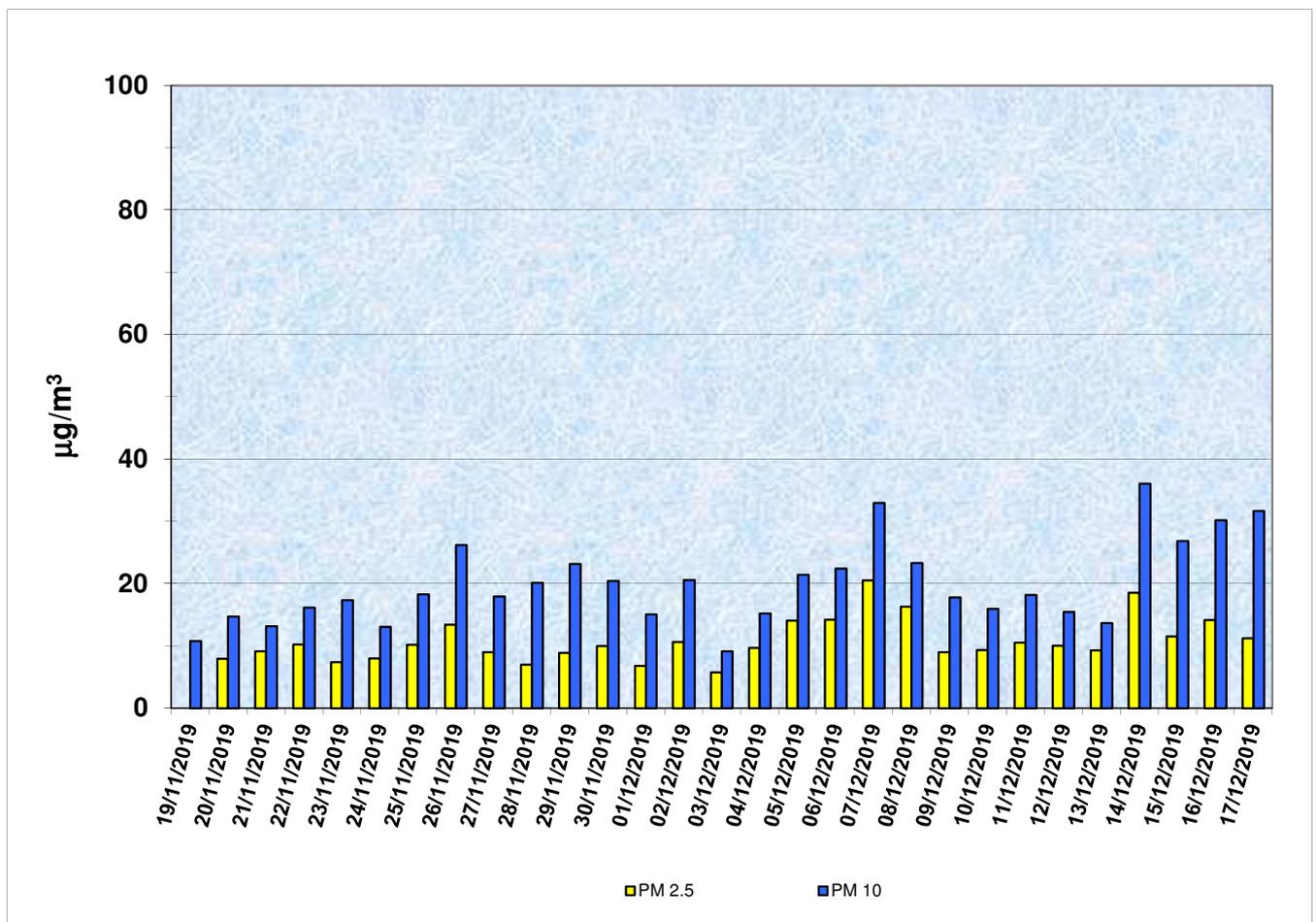




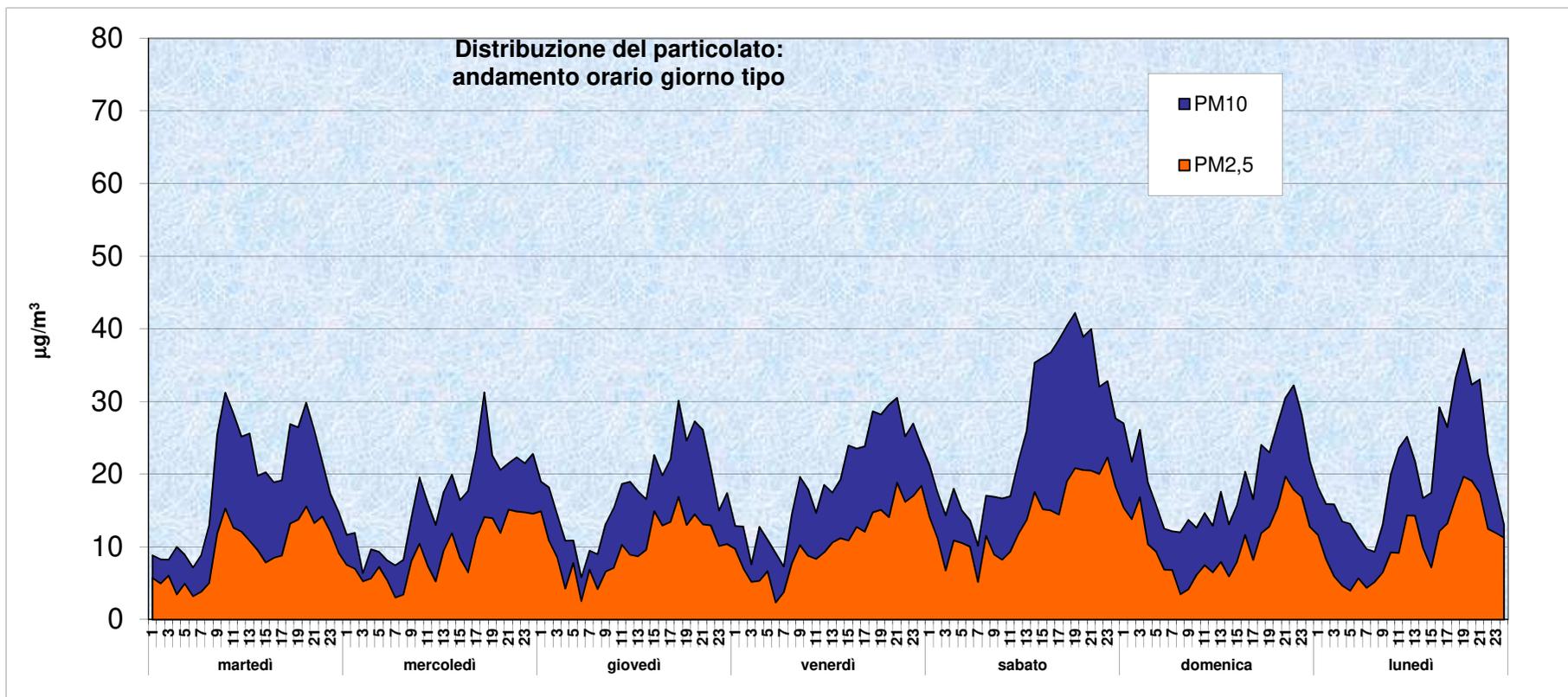
PM10 e PM 2.5: andamenti giornalieri

Sintesi Lab. Mobile - Piazza Battisti - La 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 - Piazza Battisti - La Spezia	11	20	97%	100%



Campagna per Comune della Spezia - Piazza Battisti
(periodo 19 novembre ÷ 17 dicembre 2019)

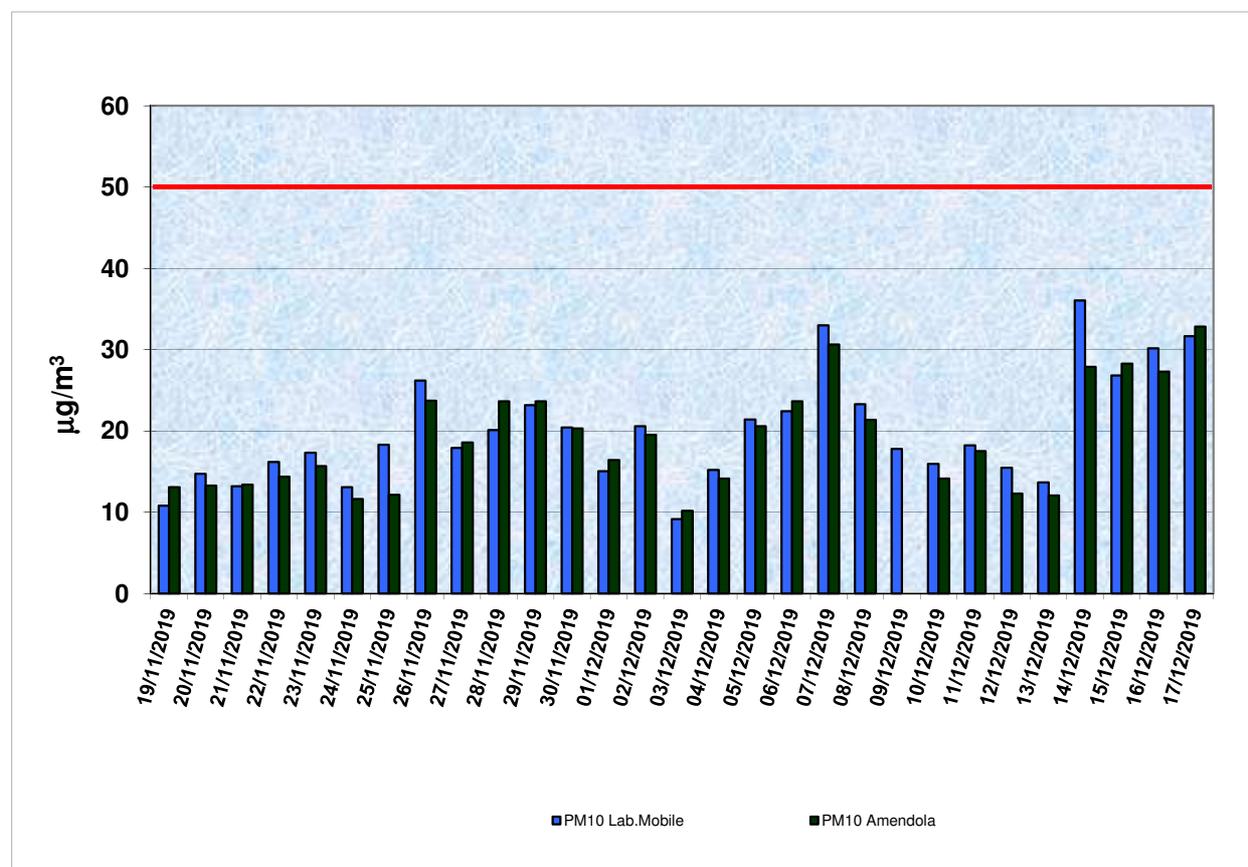


PM10 stima del valore di concentrazione di massa medio orario delle frazioni di particolato atmosferico con diametro aerodinamico $< 10 \mu\text{m}$
PM2,5 stima del valore di concentrazione di massa medio orario delle frazioni di particolato atmosferico con diametro aerodinamico $< 2,5 \mu\text{m}$

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 - Piazza Battisti - La Spezia	11	20	97%	100%	-	94%
Cabina di monitoraggio di qualità dell'aria di Viale Amendola - La Spezia	-	18	-	85%		



NO₂: Valori limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010

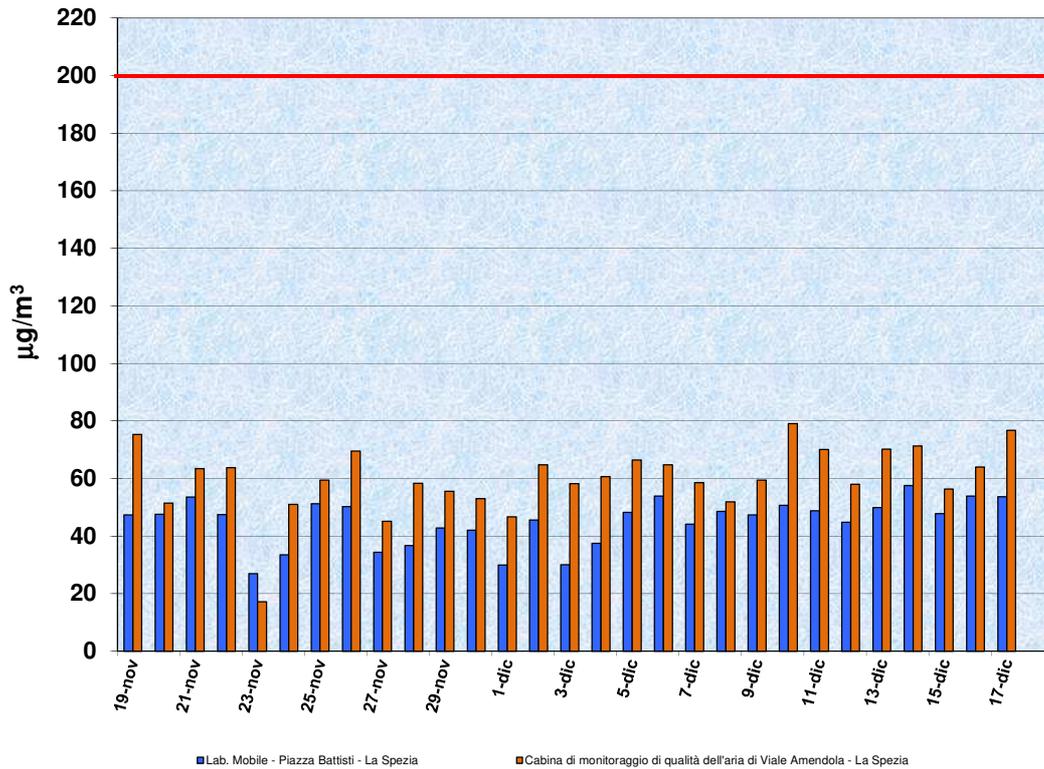
1) Valore limite orario: **200 µg/m³** da non superarsi più di **18 volte** per anno civile

2) Valore limite medio annuale : **40 µg/m³**

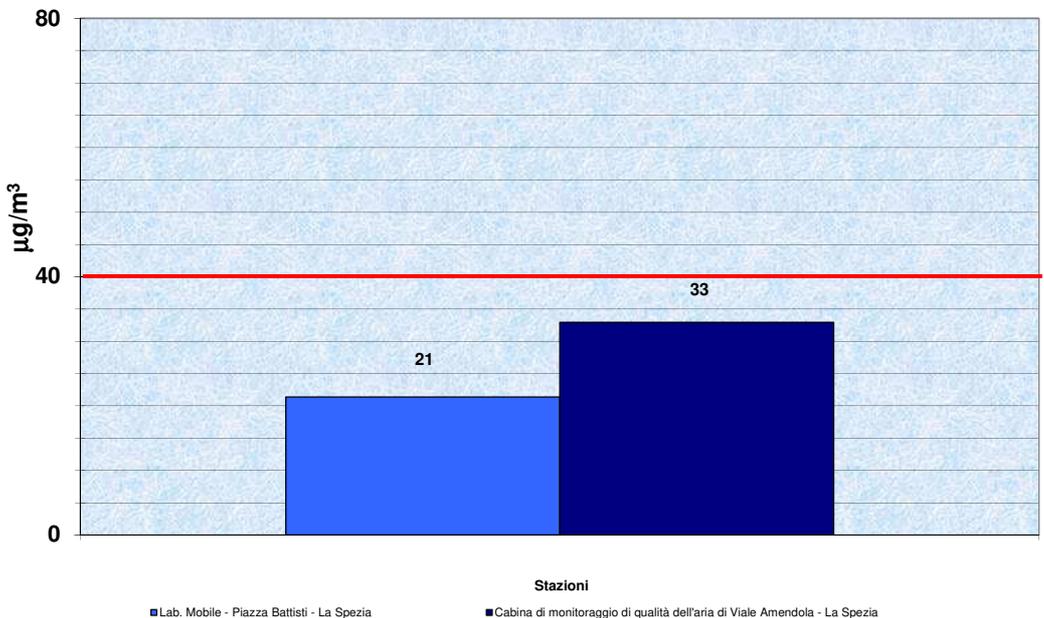
Confronto dati rilevati dal laboratorio mobile e da altre postazioni della rete di monitoraggio

Stazione	N. dati validi	N.sup. valore limite orario	Valor medio valori orari [µg/m ³]	correlazione massimi orari	correlazione medi giornalieri	note
Lab. Mobile - Piazza Battisti - La Spezia	100%	0	21	73%	86%	
Cabina di monitoraggio di qualità dell'aria di Viale Amendola - La Spezia	96%	0	33			

Valori massimi orari NO₂



Valori medi NO₂



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 - Piazza Battisti - La Spezia	11	20	97%	100%	-	94%
Cabina di monitoraggio di qualità dell'aria di Viale Amendola - La Spezia	-	18	-	85%		

