

Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria

presso

'Via Sarzana incrocio con via delle Pianazze' Comune della Spezia

17 aprile ÷ 14 maggio 2012



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

Via Fontevivo, 21 L - 19125 La Spezia
Tel. +39 0187 2814 207- fax. +39 0187 2814 230
C.F. e P.IVA 01305930107

CSQ
H&S
CERTIFIED OHSAS
18001



COMUNE	La Spezia
PERIODO	17 aprile ÷ 14 maggio 2012
ZONA MONITORATA	La Spezia, Via Sarzana incrocio con via delle Pianazze
COORDINATE	44° 6'58.18"N - 9°52'33.41"E
INQUINANTI RILEVATI	NO ₂ , CO, O ₃ , PM10, PM2.5, benzene
PARAMETRI METEOROLOGICI RILEVATI	temperatura, umidità, pressione atmosferica, velocità vento, direzione vento, precipitazione, radiazione solare



Strumentazione utilizzata

Si riportano nel seguito i dati salienti delle apparecchiature operanti sul Laboratorio Mobile:

- analizzatore di Ossidi di Azoto Carbonio mod. API 200E completo di tubo a permeazione s/n F-36110 - nr serie 4152;
- analizzatore di Monossido di Carbonio mod. API 300E - nr serie 2904;
- analizzatore di Ozono mod. API 400E - nr serie 2865;
- sistema per il prelievo aria ambiente posta a circa 4 m dal suolo;
- sistema per la verifica della calibrazione automatica mediante bombola a bassa concentrazione di Monossido di Carbonio;
- analizzatore/campionatore automatico di polveri bicanale modello SWAM 5a DC, completo di teste di campionamento PM10 e PM 2.5 (posta a circa 4 m dal suolo) – nr. serie 263;
- sistema ottico conta particelle modello OPC MCH, completo di testa di campionamento polveri (posta a circa 4 m dal suolo) – nr. serie 120;
- stazione Meteo modello Vaisala WXT 510 installata su un palo telescopico di altezza circa 10 m;
- sensore di radiazione solare globale mod DPA 554;
- nr.1 sistema di acquisizione dati ECOREMOTE costituito da PC, monitor flat 17", switch ethernet 8 porte, 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 nr. 508 del 15/12/2009 e successive integrazioni.

Ad integrazione della strumentazione di monitoraggio sopraelencata per il monitoraggio del benzene in aria sono stati utilizzati nr. 2 di campionatori passivi che sono stati esposti ciascuno per circa 15 giorni.

Premessa

La campagna II/2012 ha visto il posizionamento del Laboratorio mobile nell'area spartitraffico presente tra via Sarzana (all'altezza del civico 733) e via delle Pianazze, dove in precedenza era già stata condotta una campagna nel periodo 17 aprile + 12 maggio 2010.

La campagna è stata richiesta dal Comune della Spezia e dunque inserita nel programma delle attività di monitoraggio per l'anno 2012.

Il sito dove è stato collocato il Laboratorio è abbastanza aperto in tutte le direzioni, con la presenza di un unico ostacolo significativo posto a poco più di 20 m in direzione S-SE, ostacolo costituito da un edificio di 3 piani in costruzione durante l'esecuzione della campagna. Il punto di misura è immerso in una zona con elevato transito veicolare locale (si segnala a questo proposito la presenza di una scuola nelle immediate vicinanze) e ad una distanza di circa 70 m in direzione S vede la presenza del raccordo autostradale La Spezia – Santo Stefano.

Dal punto di vista strumentale nel corso della campagna si sono avuti alcuni malfunzionamenti legati alla fase di primo impiego del sistema consegnato ad ARPAL nel marzo 2012, con problemi legati alla gestione della memorizzazione del dato di calma di vento che si sono evidenziati solo successivamente, una volta completata l'integrazione del sistema di acquisizione dati in quello esistente presso ARPAL- Dipartimento della Spezia: pertanto per tutta la campagna non sono disponibili le elaborazioni dei dati di vento.

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 scopo il Laboratorio Mobile è dotato di strumentazione in grado di misurare temperatura, umidità, pressione atmosferica, velocità vento, direzione vento, precipitazione, radiazione solare.

Mentre la pressione atmosferica fornisce informazioni su scala più vasta e quindi di carattere sinottico, gli altri parametri sopracitati presentando una più significativa variabilità spaziale e pertanto, eventualmente insieme all'inquadramento 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'influencare 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.

Infine la radiazione solare è uno dei parametri più significativi per la definizione del grado di instabilità atmosferica che caratterizza il PBL (Planetary Boundary Layer). In generale una maggiore intensità della radiazione solare innalza il livello di turbolenza convettiva che favorisce il rimescolamento degli inquinanti.

La radiazione solare è inoltre un ottimo catalizzatore per una numerosa serie di reazioni chimiche che subiscono gli inquinanti presenti in atmosfera. In particolare l'intensità dei fenomeni di inquinamento secondario di origine fotochimica aumenta all'aumentare dell'intensità della radiazione solare. E' noto che le più alte concentrazioni di ozono ed i più alti rapporti tra le concentrazioni di biossido di azoto e quelle del monossido di azoto si verificano nei mesi di massima insolazione.

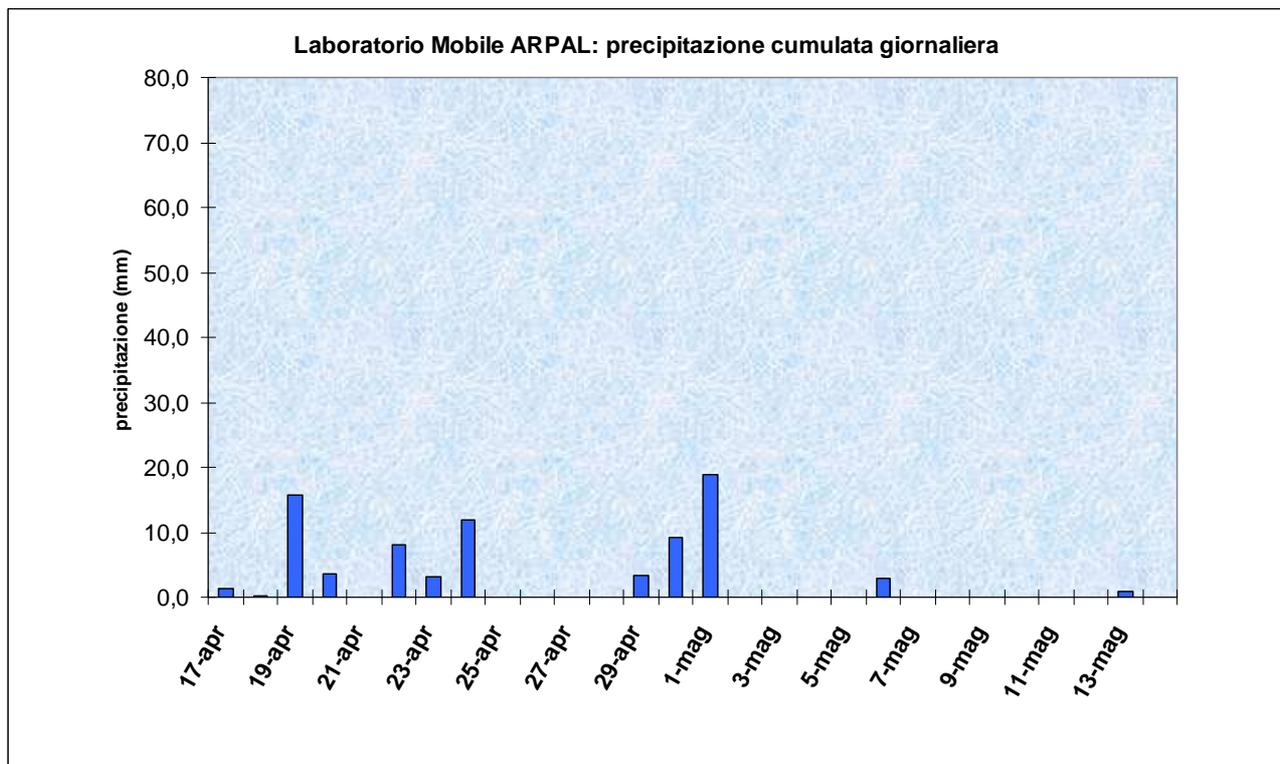
La situazione meteorologica

Dal punto di vista meteorologico il periodo di monitoraggio ha visto una prima fase caratterizzata da tempo moderatamente instabile con piogge diffuse, anche se intermittenti e di intensità generalmente debole: in sostanza dunque uno scenario tipicamente primaverile con frequenti precipitazioni alternate a brevi periodi di tregua in un contesto nuvoloso e con temperature nella media della stagione. Il vento in questa fase è stato protagonista (si segnalano due significative mareggiate di Libeccio in data 21 e 24 aprile, con onde che presso la Boa di Spezia hanno raggiunto l'altezza di circa 7 m) favorendo dunque la dispersione degli inquinanti.

Solo all'inizio dell'ultima settimana del mese ha preso campo un promontorio anticiclonico che dall'Europa dell'Est estendendosi fino al Mediterraneo ha garantito sulle regioni protette tempo stabile e soleggiato: questa fase è però durata pochi giorni perché già nel finale del mese di aprile il tempo è tornato instabile e spiccatamente variabile con precipitazioni dai valori cumulati comunque poco rilevanti.

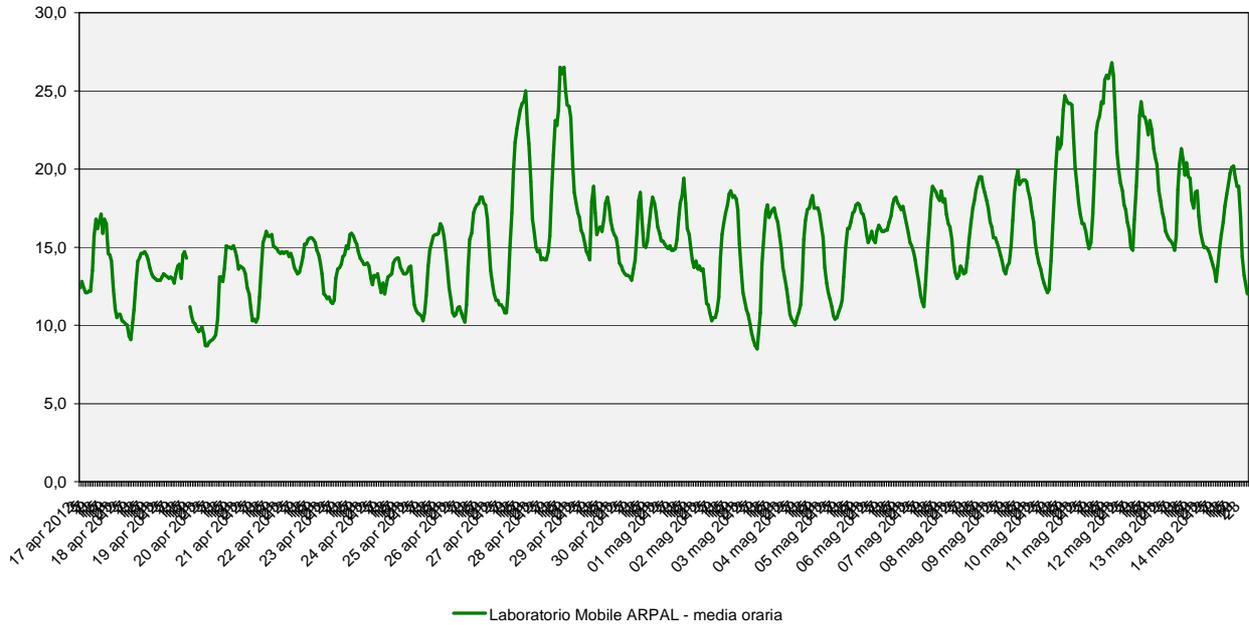
Il mese di maggio si è aperto con l'esaurirsi dell'instabilità e con la presenza sulla penisola italiana di un debole promontorio anticiclonico che è andato via via consolidandosi per effetto dell'unione dell'alta pressione delle Azzorre e dell'anticiclone subtropicale che hanno regalato già nella prima decade un anticipo d'estate anche sulla nostra area.

Nei grafici seguenti sono riportati i valori giornalieri di precipitazione ed i valori medi orari di temperatura, pressione atmosferica alla quota di stazione, umidità relativa, radiazione solare rilevati dalla stazione meteo installata sul Laboratorio Mobile.



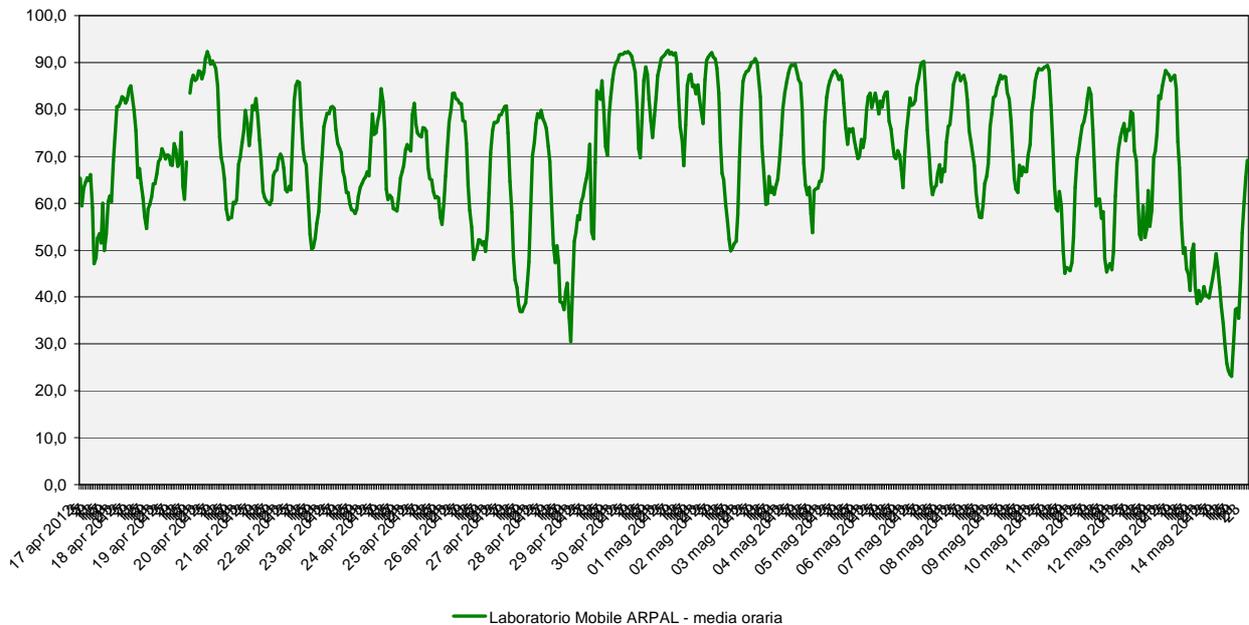
ARPAL - Dipartimento della Spezia
 Unita Operativa - Servizi Territoriali
 Settore - Agenti Fisici e Inquinamento Atmosferico

Parametro: Temp (°C), periodo: 17 apr 2012-14 mag 2012 - Dati validati



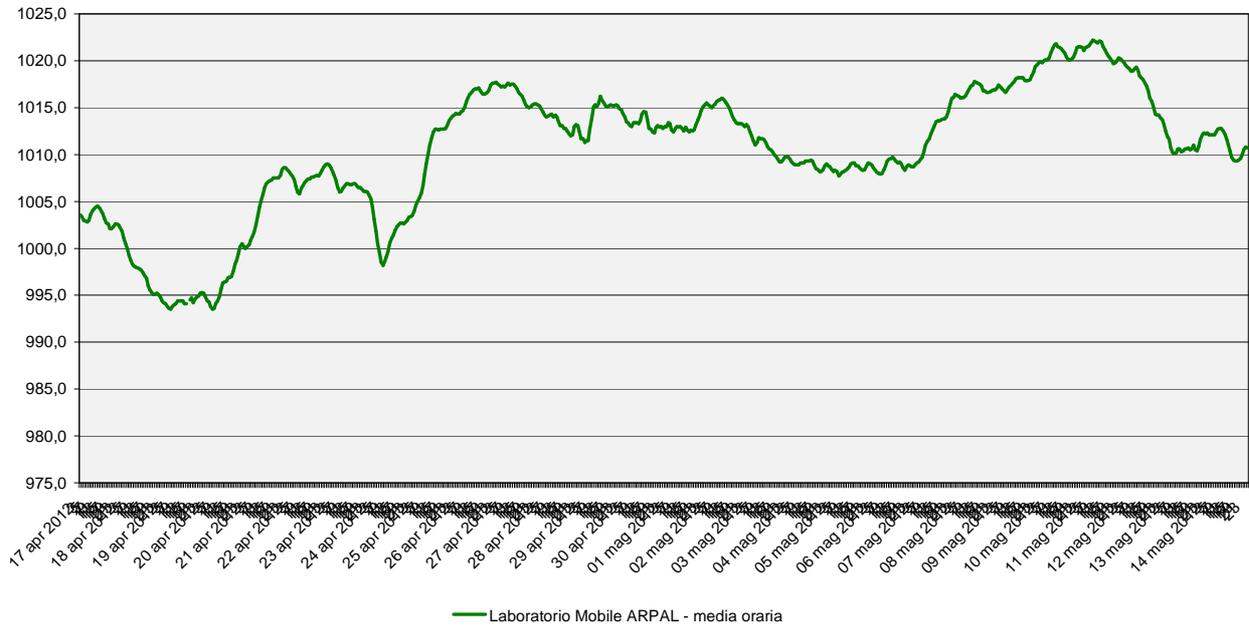
ARPAL - Dipartimento della Spezia
 Unita Operativa - Servizi Territoriali
 Settore - Agenti Fisici e Inquinamento Atmosferico

Parametro: U.R. (%), periodo: 17 apr 2012-14 mag 2012 - Dati validati



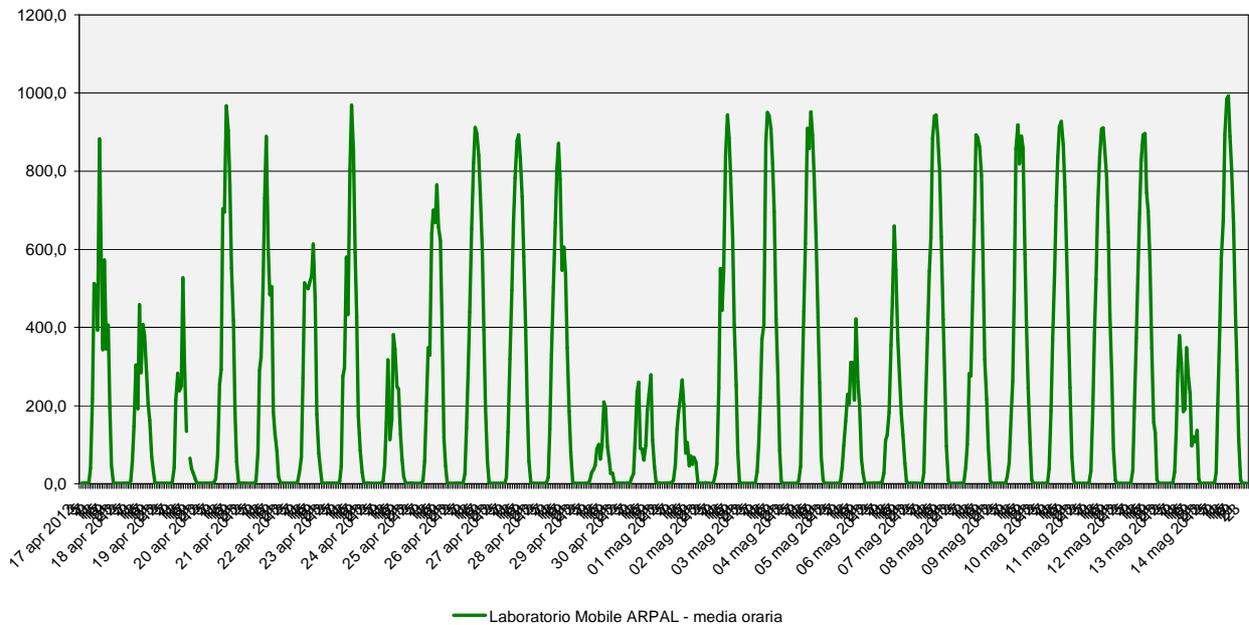
ARPAL - Dipartimento della Spezia
Unita Operativa - Servizi Territoriali
Settore - Agenti Fisici e Inquinamento Atmosferico

Parametro: Press (hPa), periodo: 17 apr 2012-14 mag 2012 - Dati validati



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

Parametro: RADSOL (W/m²), periodo: 17 apr 2012-14 mag 2012 - Dati validati



Parametri chimici

Particolato fine (PM₁₀) e (PM_{2,5})

Il materiale particolato (PM) è una miscela di particelle solide e liquide di diverse caratteristiche chimico-fisiche, che si trova in sospensione nell'aria.

In particolare con il termine PM₁₀ si indicano le particelle con diametro non superiore ai 10 µm mentre, analogamente, 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 PM₁₀	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore limite giornaliero: 50 µg/m³ <i>da non superarsi più di 35 volte l'anno</i>
		Valore limite annuo: 40 µg/m³
Particolato fine PM_{2,5}	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore obiettivo annuo (anno 2012): 27,1 µg/m³

Tali parametri sono stati ricavati utilizzando due strumenti operanti su diverse linee di campionamento, nel dettaglio:

- un campionatore/misuratore operante simultaneamente su due linee indipendenti per i tagli granulometrici previsti dalla vigente normativa (PM₁₀, PM_{2,5});
- un analizzatore in continuo, basato su principio di misura ottico che consente, sia la caratterizzazione in tempo reale ed in continuo della distribuzione granulometrica del materiale particellare aerodisperso nell'intervallo > 0.28 µm, suddiviso in 8 classi granulometriche contigue, sia una stima dei dati di concentrazione di massa delle tre frazioni PM₁₀, PM_{2,5} e PM₁.

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

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

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

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

Dipartimento Provinciale della Spezia

Unita Operativa - Servizi Territoriali

Settore - Agenti Fisici-Inquinamento Atmosferico

Via Fontevivo, 21 L - 19125 La Spezia

Tel. +39 0187 2814 207- fax. +39 0187 2814 230

C.F. e P.IVA 01305930107

- 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.

Inoltre nella funzione campionatore di PM₁₀:

- è idoneo all'applicazione del metodo di riferimento per il campionamento del piombo specificato nell'Allegato VI del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero del metodo descritto nella norma UNI EN 12341:2001;
- soddisfa le specifiche richieste per le apparecchiature di campionamento previste dal metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione dell'arsenico, del cadmio e del nichel nell'aria ambiente specificato nell'Allegato VI del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero dalla norma UNI EN 14902:2005;
- soddisfa le specifiche richieste per le apparecchiature di campionamento previste dal metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del benzo(a)pirene nell'aria ambiente specificato nell'Allegato VI del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero dalla norma UNI EN 15549:2008.

Il funzionamento dell'analizzatore in continuo è basato sul principio fisico del "Light Scattering", ovvero sulla misura della luce "diffusa" da una particella che interagisce con una sorgente luminosa e che risulta proporzionale al diametro equivalente della particella stessa.

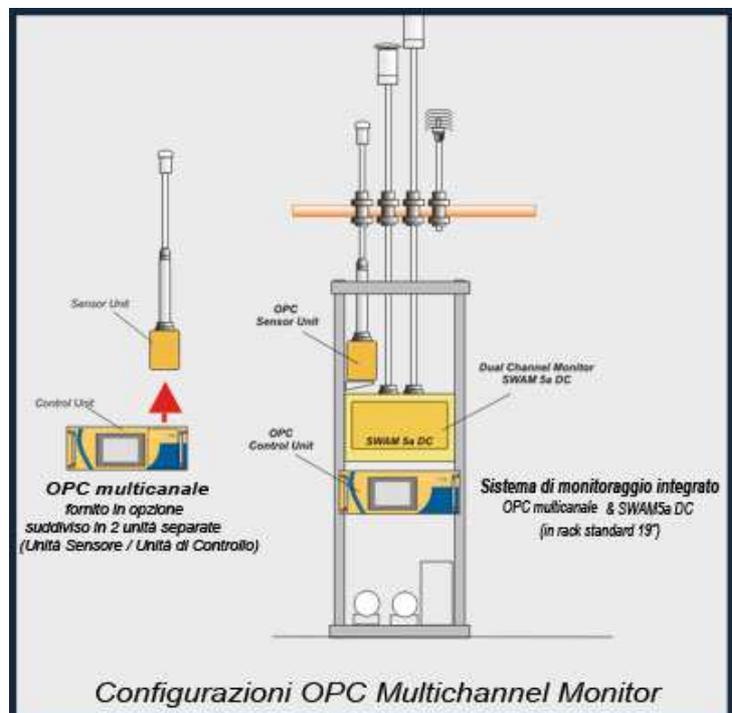
L'accuratezza della misura del parametro "dimensione ottica" della particella in esame non è rilevabile direttamente, ma è basata sulla trasformazione di impulsi luminosi in corrente: essa è, pertanto, strettamente correlata alla qualità del sistema ottico ed elettronico di rilevazione.

Lo strumento fornisce il numero di particelle presenti in atmosfera sotto forma di conteggi/minuto (ovvero conteggi/litro) per i seguenti intervalli dimensionali:

0,28 μm; 0,4 μm; 0,5 μm; 0,7 μm; 1,1 μm; 2,0 μm; 3,0 μm; 5,0 μm.

Partendo dai valori del numero e della dimensione delle particelle rilevate, lo strumento fornisce, inoltre, attraverso l'impostazione di specifici parametri di calcolo, la stima dei valori di concentrazione di massa delle frazioni PM₁₀, PM_{2,5} e PM₁. La correzione quotidiana di tali parametri viene effettuata utilizzando i valori di concentrazione di massa per le due frazioni PM_{2,5} e PM₁₀ giornalmente forniti dal campionatore/misuratore.

Nello schema a lato sono rappresentati gli strumenti impiegati per la determinazione del particolato così come installati sul Laboratorio Mobile.



Biossido di azoto

Il Biossido di azoto (NO₂) 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/NO₂ decisamente a favore del primo (il contenuto di NO₂ nelle emissioni è circa tra il 5 e il 10% del totale degli ossidi di azoto) che viene poi ossidato in atmosfera dall'ossigeno e più rapidamente dall'ozono, dando luogo al biossido di azoto.

Il monossido di azoto non è soggetto a normativa, in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente: se ne misurano comunque i livelli per via del fatto che, attraverso la sua ossidazione in NO₂ e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di O₃ troposferico.

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

Riferimenti normativi

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

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

- è basato sul metodo di riferimento per la misurazione del biossido di azoto e degli ossidi di azoto specificato nell'Allegato VI, sezione A, paragrafo 2 del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero sul metodo descritto nella norma UNI EN 14211:2005;
- è stato sottoposto a prove in laboratorio e a campo e valutato dal TÜV conforme ai requisiti di prestazione individuati nella norma EN 14211:2005;
- è approvato dall'UBA quale strumento idoneo per la misura in continuo di NO, NO₂ e NO_x in aria ambiente;
- è certificato dal SIRA Certification Service conforme agli standard prestazionali MCERTS per i sistemi di monitoraggio in continuo della qualità dell'aria, Versione 6 (dicembre 2008);
- è certificato dall'US-EPA come metodo di riferimento automatizzato per la determinazione di concentrazioni di biossido di azoto in aria ambiente, in accordo con le richieste definite nel Code of Federal Regulation, Title 40, Part 53.

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.

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>

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

- è basato sul metodo di riferimento per la misurazione del monossido di carbonio specificato nell'Allegato VI, sezione A, paragrafo 8 del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero sul metodo descritto nella norma UNI EN 14625:2005;
- è stato sottoposto a prove in laboratorio e a campo e valutato dal TÜV conforme ai requisiti di prestazione individuati nella norma EN14625:2005;
- è approvato dall'UBA quale strumento idoneo per la misura in continuo di O₃ in aria ambiente;
- è certificato dal SIRA Certification Service conforme agli standard prestazionali MCERTS per i sistemi di monitoraggio in continuo della qualità dell'aria, Versione 6 (dicembre 2008);
- è certificato dall'US-EPA come metodo equivalente automatizzato per la determinazione di concentrazioni di ozono in aria ambiente, in accordo con le richieste definite nel Code of Federal Regulation, Title 40, Part 53.

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

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

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

- è basato sul metodo di riferimento per la misurazione del monossido di carbonio specificato nell'Allegato VI, sezione A, paragrafo 7 del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, ovvero sul metodo descritto nella norma UNI EN 14626:2005;
- è stato sottoposto a prove in laboratorio e a campo e valutato dal TÜV conforme ai requisiti di prestazione individuati nella norma EN 14626:2005;
- Le prove eseguite dal TÜV sullo strumento T-API modello 300E secondo le procedure stabilite dalla norma EN 14626:2005 ed i corrispondenti risultati, che ne dimostrano la rispondenza ai requisiti della stessa norma, sono illustrati nel Report TÜV n° 936/21207124/A del 22 agosto 2007;
- è approvato dall'UBA quale strumento idoneo per la misura in continuo di CO in aria ambiente;
- è certificato dal SIRA Certification Service conforme agli standard prestazionali MCERTS per i sistemi di monitoraggio in continuo della qualità dell'aria, Versione 6 (dicembre 2008);
- è certificato dall'US-EPA come metodo di riferimento automatizzato per la determinazione di concentrazioni di monossido di carbonio in aria ambiente, in accordo con le richieste definite nel Code of Federal Regulation, Title 40, Part 53.

La tecnica di misura si basa sull'assorbimento da parte delle molecole di CO di radiazioni IR alla lunghezza d'onda di 4,6 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.

Benzene

Il benzene (C₆H₆) è un idrocarburo aromatico altamente volatile a temperatura ambiente. È un inquinante caratteristico dei siti più esposti al traffico auto veicolare in quanto, per le sue caratteristiche antidetonanti, viene utilizzato nelle benzine, insieme ad altri composti aromatici, in sostituzione del piombo tetraetile.

Riferimenti normativi

Inquinante	Riferimento	Limiti
Benzene	D. Lgs. n. 155 del 13/8/2010	Valore limite annuale: 5 µg /m³

Per la misura di questo idrocarburo è stato utilizzato un sistema di campionamento passivo collocato all'interno di una capannina di protezione adeguatamente ventilata ed esposta all'aria.

Il campionatore è costituito da una fialetta metallica contenente al suo interno materiale inerte che adsorbe l'aria ambiente; detta fialetta viene quindi aperta per un tempo prefissato in funzione della presunta concentrazione della specie di interesse. Il tempo di esposizione è l'intervallo di tempo che passa tra l'apertura e la chiusura del dispositivo che viene appeso con l'apertura verso il basso tramite un apposito anello munito di gancio.

Terminato il tempo di esposizione prestabilito, il campionatore viene portato presso il Laboratorio Dipartimentale dove, mediante un Gascromatografo con rivelatore FID, la lettura del tracciato cromatografico e successive elaborazioni, viene determinato il valore di tale parametro.

In questa modalità di monitoraggio si è scelto un tempo di esposizione di circa 15 giorni e pertanto vengono tipicamente impiegate due fialette: ovviamente così operando il dato che viene ottenuto è rappresentativo del periodo di esposizione di ciascuna fialetta e non è possibile pertanto avere informazioni con una risoluzione temporale maggiore.

Parametri meteorologici

La misura della gran parte dei parametri meteorologici monitorati 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:

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

L'utilizzo di questo strumento su un laboratorio mobile presenta notevoli vantaggi in quanto pur garantendo misure precise e stabili tipiche dei sistemi di rilevamento classici non presenta parti in movimento, è molto compatto e leggero, 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 $0 \div 60$ m/s per la direzione del vento $0^\circ \div 360^\circ$.

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 che protegge i sensori dalla radiazione solare diretta e riflessa, nonché dalle precipitazioni. Il materiale plastico dei piattini presenta caratteristiche termiche eccellenti e stabilità nei confronti dei raggi ultravioletti. La superficie esterna bianca riflette le radiazioni, mentre quella nera interna assorbe il calore accumulato.

Nel seguito il dettaglio dei singoli sensori.

La **pressione barometrica** è misurata utilizzando il sensore al silicio Vaisala BAROCAP®. Il sensore ha una minima isteresi e un'eccellente ripetibilità. Il campo di misura è $600 \div 1100$ hPa.

La misura della **temperatura** è basata sul sensore ceramico Vaisala THERMOCAP®. Il campo di misura è $-52 \div 60$ °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 $0 \div 100$ RH.

Misura delle radiazioni solari

Il radiometro globale a termopila modello C510R, di produzione LSI-LASTEM, consente di rilevare la radiazione solare globale, vale a dire la radiazione risultante dalla somma dei contributi della radiazione diretta del sole e di quella diffusa dal cielo e dai sistemi nuvolosi.

Il campo di misurazione è $305 \div 2800$ nm.

Il sensore rientra tra i piranometri di "Prima Classe" secondo la norma ISO9060 (1990) e di "Good Quality" secondo le specifiche della WMO). Il trasduttore è ricoperto da due cupole in vetro di precisione (Schott NK5) che lo proteggono dagli agenti atmosferici. Il vetro delle cupole presenta un'elevata trasmissività spettrale, così da essere completamente trasparente alle radiazioni di lunghezze d'onda comprese nel campo di interesse.

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 come valor medio al minuto e successivamente elaborata, trasferita e memorizzata presso il Centro di Acquisizione presso il Dipartimento Provinciale della Spezia come dato orario¹.

Per quanto riguarda il particolato i campioni di PM10 e PM 2,5 vengono ottenuti facendo fluire un volume di aria ad un flusso noto e costante (38 l/min) attraverso un opportuno supporto filtrante neutro precedentemente pesato. La durata di ogni singolo prelievo è impostata sulle 24 ore (nel dettaglio dalle ore 00:05 alle ore 23:55). La determinazione del materiale particolato depositato viene quindi effettuata presso il Laboratorio Dipartimentale attraverso la pesatura dei filtri esposti e riportandone poi il risultato con il volume di aria effettivamente aspirata.

Nel corso del periodo di monitoraggio non si è rilevato alcun supero nei valori dei parametri monitorati.

Dalla tabella sottostante è possibile effettuare un sintetico confronto tra i valori medi rilevati per i vari parametri attualmente monitorati con quelli della precedente campagna:

	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	O ₃ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CO mg/m^3
17/04/10 ÷ 12/05/10	25	36	41	0,4
17/04/12 ÷ 14/05/12	24	21	47	0,2

Nel corso della campagna 2012 è evidente una riduzione dei valori nel biossido di azoto e nel monossido di carbonio, mentre si registra un lieve aumento nell'ozono: è doveroso puntualizzare che, pur essendo le due campagne state condotte nello stesso periodo dell'anno, per effetto anche dell'esiguità del tempo di monitoraggio, è probabile che tali variazioni siano implicabili a fattori esclusivamente meteorologici; non va poi dimenticata la presenza di un cantiere edile nelle immediate vicinanze operativo su un'area dove nel 2010 era presente della vegetazione.

Dall'analisi dell'andamento orario per giorno settimanale degli ossidi di azoto si segnala come il mutare del rapporto NO/NO₂² consenta di evidenziare il traffico locale (i valori massimi del rapporto intorno alle 8 del mattino dei giorni feriali possono essere spiegati dalle soste e ripartenze delle auto utilizzate per accompagnare i bambini a scuola) e probabilmente l'influenza del vicino raccordo autostradale (valori di NO₂ più elevati nel tardo pomeriggio di tutti i giorni, domenica compresa).

Analizzando invece l'andamento per giorno settimanale del particolato distribuito secondo le tre classi dimensionali realizzato attraverso il sistema ottico integrato si evidenziano analoghi picchi legati al traffico mattutino e pomeridiano ai quali probabilmente si deve aggiungere un contributo legato alle attività del vicino cantiere edile.

Estensore del documento

dott. R. Cresta


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

² si ricorda che l'NO prodotto nel corso dei processi di combustione ad alta temperatura viene velocemente ossidato in atmosfera e pertanto è tipico dei siti nelle immediate vicinanze delle sorgenti

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

Mezzo Mobile via Sarzana / via delle Pianazze (Comune della Spezia)

Valori medi giornalieri (*)

data	NO _x ppb	NO µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO mg/m ³	O ₃ µg/m ³	Pluvio mm	DV °	VV m/s	U.R. %	Press. hPa	Temp. °C	Rad.sol. W/m ²
martedì 17 aprile 2012	21,5	12,1	22,6	0,3	40,9	1,4	-	-	62	1003,2	13,7	211
mercoledì 18 aprile 2012	18,7	10,7	19,4	0,2	41,2	0,2	-	-	70	997,4	12,4	125
giovedì 19 aprile 2012	19,1	9,6	21,8	0,2	54,0	15,7	-	-	76	994,4	12,1	94
venerdì 20 aprile 2012	19,7	10,7	21,3	0,2	47,7	3,7	-	-	74	996,6	12,4	246
sabato 21 aprile 2012	14,1	7,4	15,7	0,2	55,4	0,0	-	-	69	1005,5	13,7	202
domenica 22 aprile 2012	10,5	4,7	12,9	0,2	63,3	8,1	-	-	69	1007,6	14,1	181
lunedì 23 aprile 2012	14,7	7,7	16,3	0,2	58,7	3,2	-	-	67	1006,7	14,1	233
martedì 24 aprile 2012	14,5	7,3	16,5	0,1	61,8	11,9	-	-	70	1001,5	13,2	93
mercoledì 25 aprile 2012	10,7	5,2	12,3	0,1	53,7	0,0	-	-	70	1010,5	13,2	232
giovedì 26 aprile 2012	21,8	10,9	25,1	0,2	43,7	0,0	-	-	65	1016,3	14,4	292
venerdì 27 aprile 2012	29,7	14,1	35,1	0,3	45,1	0,0	-	-	60	1016,5	17,6	291
sabato 28 aprile 2012	22,6	9,4	28,7	0,3	58,8	0,0	-	-	55	1013,5	19,9	268
domenica 29 aprile 2012	15,9	7,3	19,2	0,1	38,8	3,3	-	-	76	1014,3	16,1	46
lunedì 30 aprile 2012	30,2	19,3	28,1	0,2	19,6	9,2	-	-	85	1013,4	15,5	77
martedì 1 maggio 2012	12,6	6,2	14,6	0,1	44,5	18,9	-	-	85	1013,2	15,2	65
mercoledì 2 maggio 2012	21,9	12,1	23,3	0,1	43,0	0,0	-	-	74	1014,7	14,2	279
giovedì 3 maggio 2012	21,8	12,4	22,7	0,1	41,9	0,0	-	-	76	1010,7	13,5	297
venerdì 4 maggio 2012	23,4	13,9	23,4	0,1	36,8	0,0	-	-	74	1008,9	14,2	299
sabato 5 maggio 2012	17,3	8,4	20,1	0,1	41,5	0,0	-	-	79	1008,5	14,8	107
domenica 6 maggio 2012	10,1	4,7	12,1	0,0	61,8	2,9	-	-	77	1008,8	16,5	146
lunedì 7 maggio 2012	19,7	12,1	19,2	0,2	40,4	0,0	-	-	76	1012,6	15,7	319
martedì 8 maggio 2012	21,8	11,9	23,4	0,3	44,2	0,0	-	-	75	1016,8	16,3	271
mercoledì 9 maggio 2012	23,5	14,6	22,6	0,3	34,3	0,0	-	-	77	1017,9	16,6	279
giovedì 10 maggio 2012	28,5	16,8	28,8	0,3	32,8	0,0	-	-	67	1020,8	18,8	312
venerdì 11 maggio 2012	33,5	17,4	37,2	0,3	41,6	0,0	-	-	65	1021,1	21,1	316
sabato 12 maggio 2012	18,6	9,9	20,5	0,3	50,5	0,0	-	-	69	1017,1	19,7	297
domenica 13 maggio 2012	8,7	5,1	8,9	0,1	51,3	0,8	-	-	59	1011,0	17,5	119
lunedì 14 maggio 2012	15,7	7,2	19,0	0,1	64,1	0,0	-	-	41	1011,2	16,1	332
Media valori giornalieri (*)	19,3	10,3	21,1	0,2	46,8	79,3	-	-	70	1010,4	15,5	-

LEGENDA	
NO	monossido di azoto
NO2	biossido di azoto
NOx	ossidi di azoto
CO	monossido di carbonio
O3	ozono
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
Rad.sol.	radiazione solare globale

D : dato non valido

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

Il tecnico

dott. R. Cresta

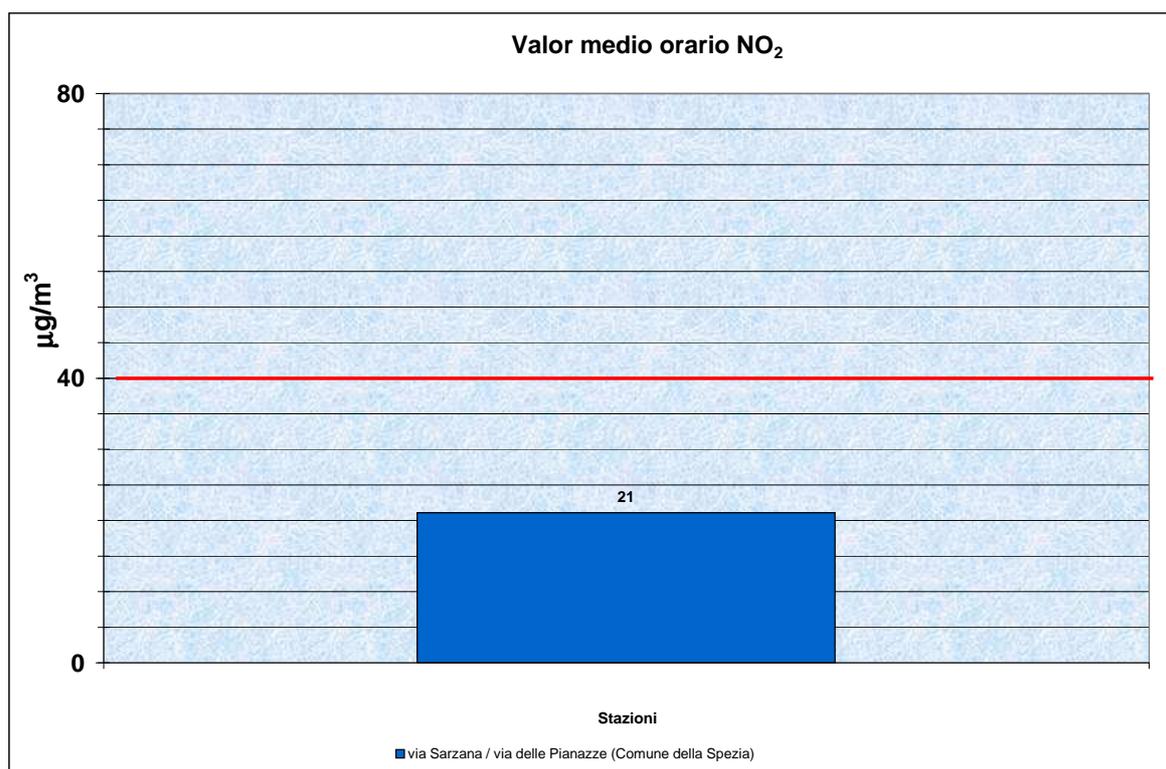
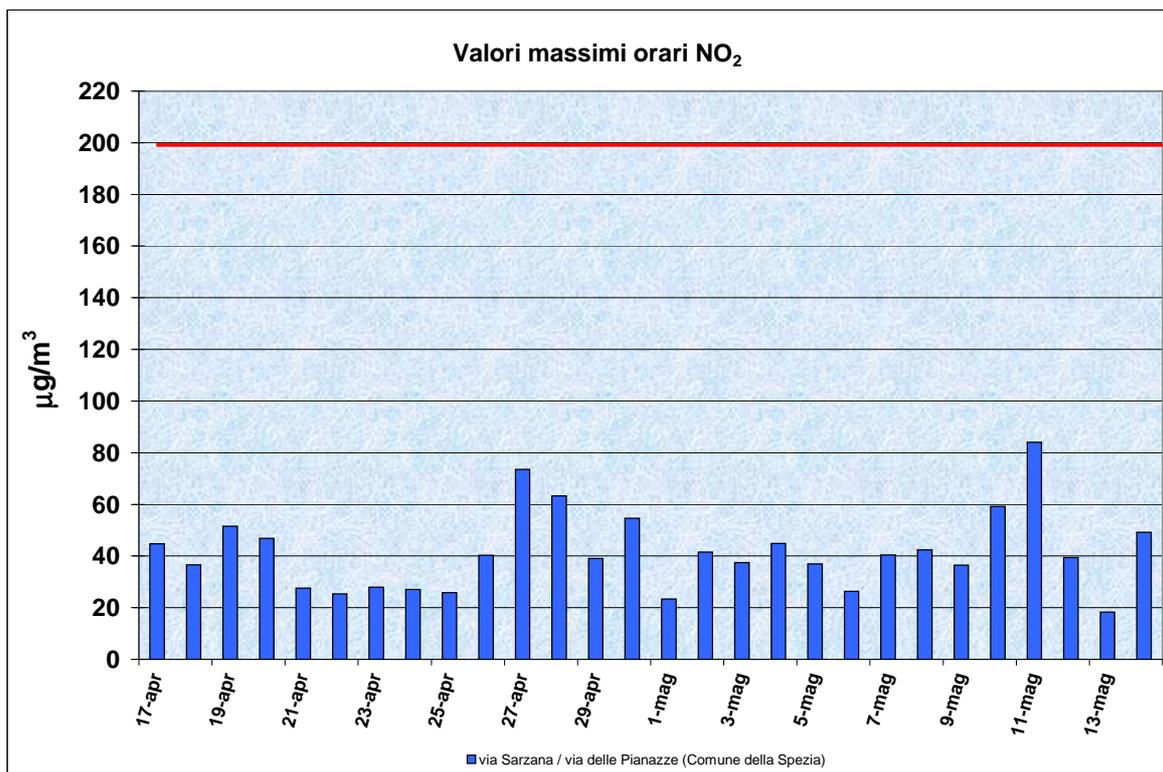
NO₂: Valori limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010

1) Valore limite orario: **200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** da non superarsi più di **18 volte** per anno civile

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

Campagna per Comune della Spezia - loc. Melara (periodo 17 aprile ÷ 14 maggio 2012)

Stazione	N. dati validi	N.sup. valore limite orario	Valor medio valori orari [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	note
via Sarzana / via delle Pianazze (Comune della Spezia)	97%	0	21	



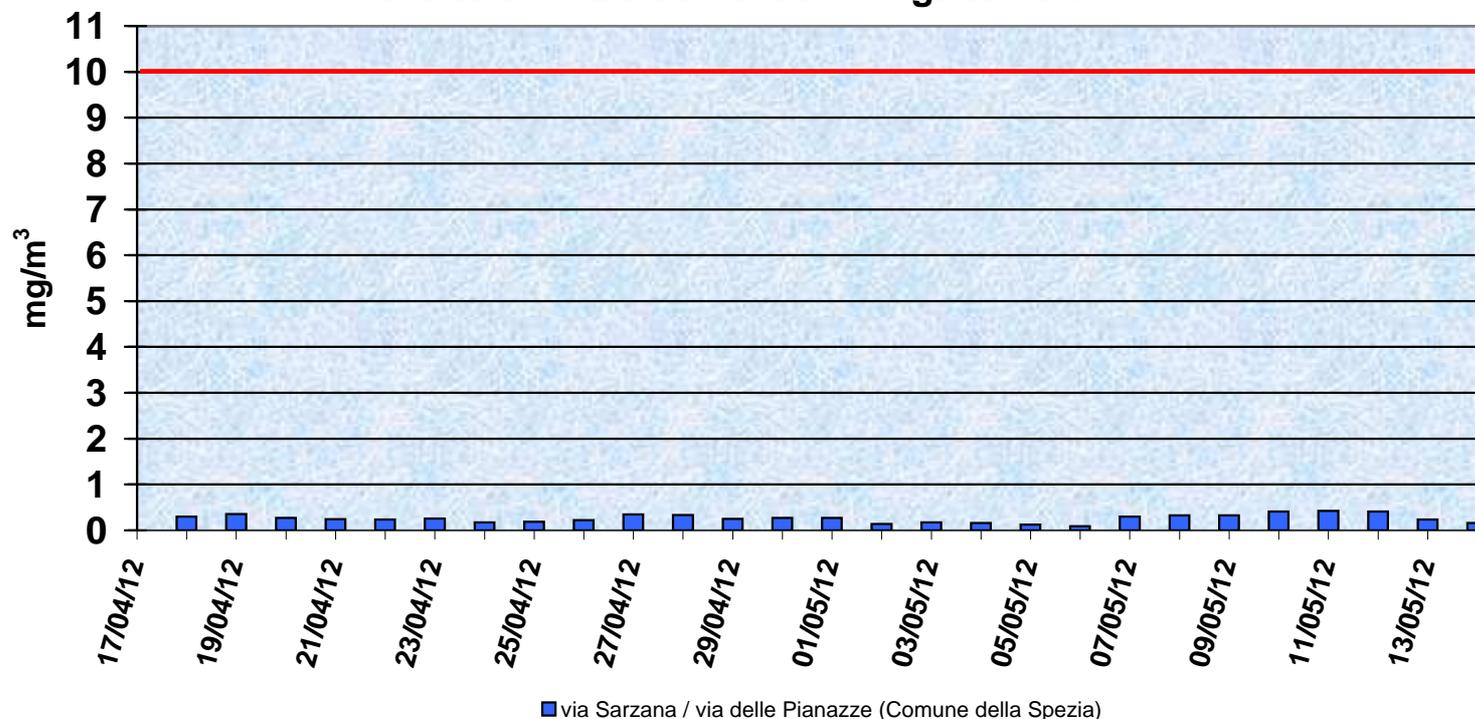
CO: Valore limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010

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

Campagna per Comune della Spezia - loc. Melara (periodo 17 aprile ÷ 14 maggio 2012)

Stazione	N.sup. valore limite protezione salute umana	% dati validi	note
via Sarzana / via delle Pianazze (Comune della Spezia)	0	96%	

Valori massimi media mobile giornaliera CO



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

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

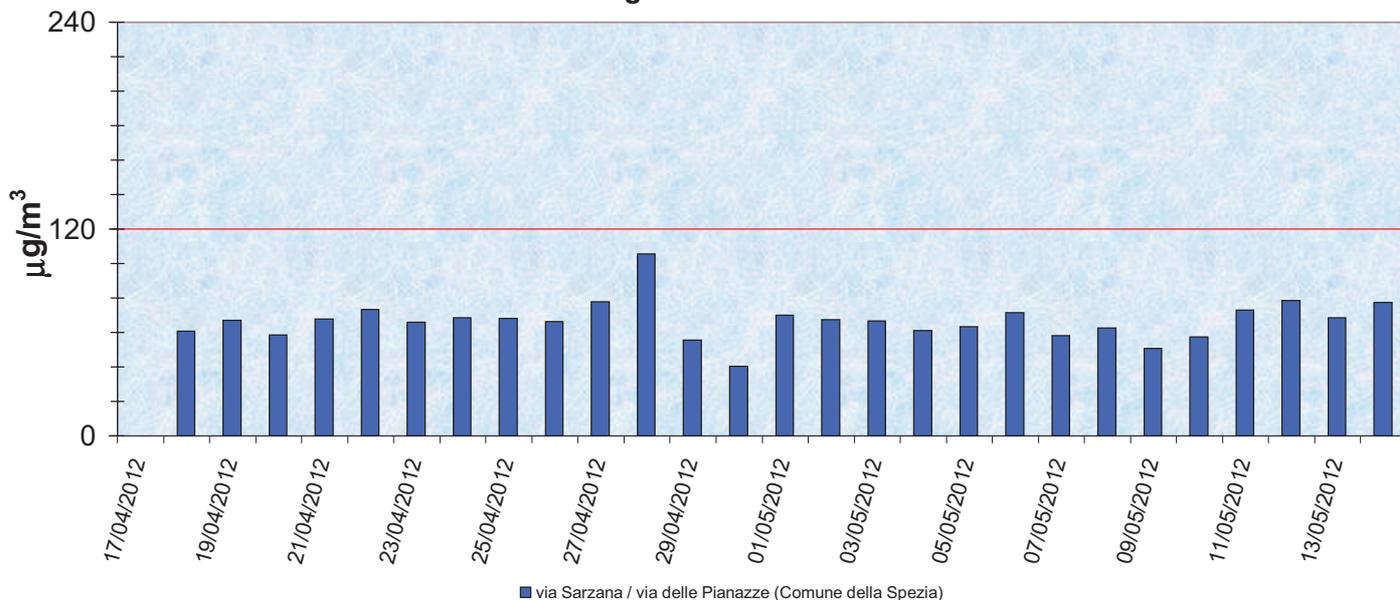
Soglia di allarme: media oraria **240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (misurati su 3 ore consecutive)

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)

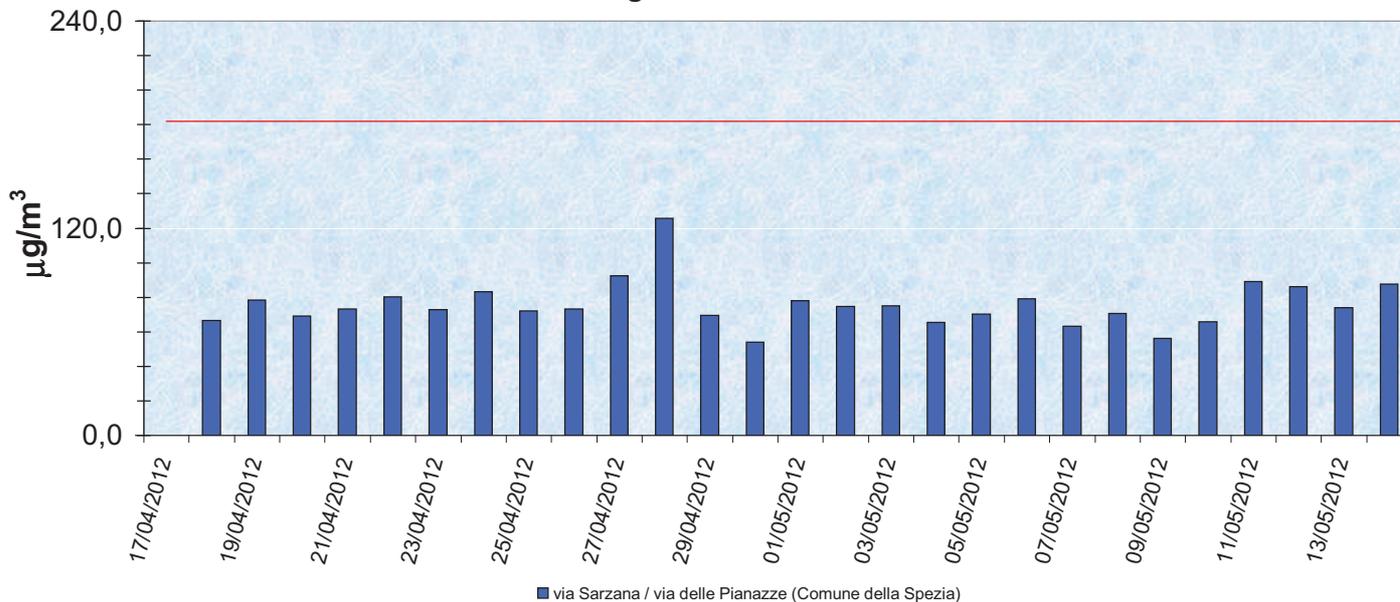
Campagna per Comune della Spezia - loc. Melara (periodo 17 aprile ÷ 14 maggio 2012)

Stazione	N.sup. soglia di informazione	N.sup. soglia di allarme	N. Sup. valore bersaglio	% dati validi	note
via Sarzana / via delle Pianazze (Comune della Spezia)	0	0	0	96%	

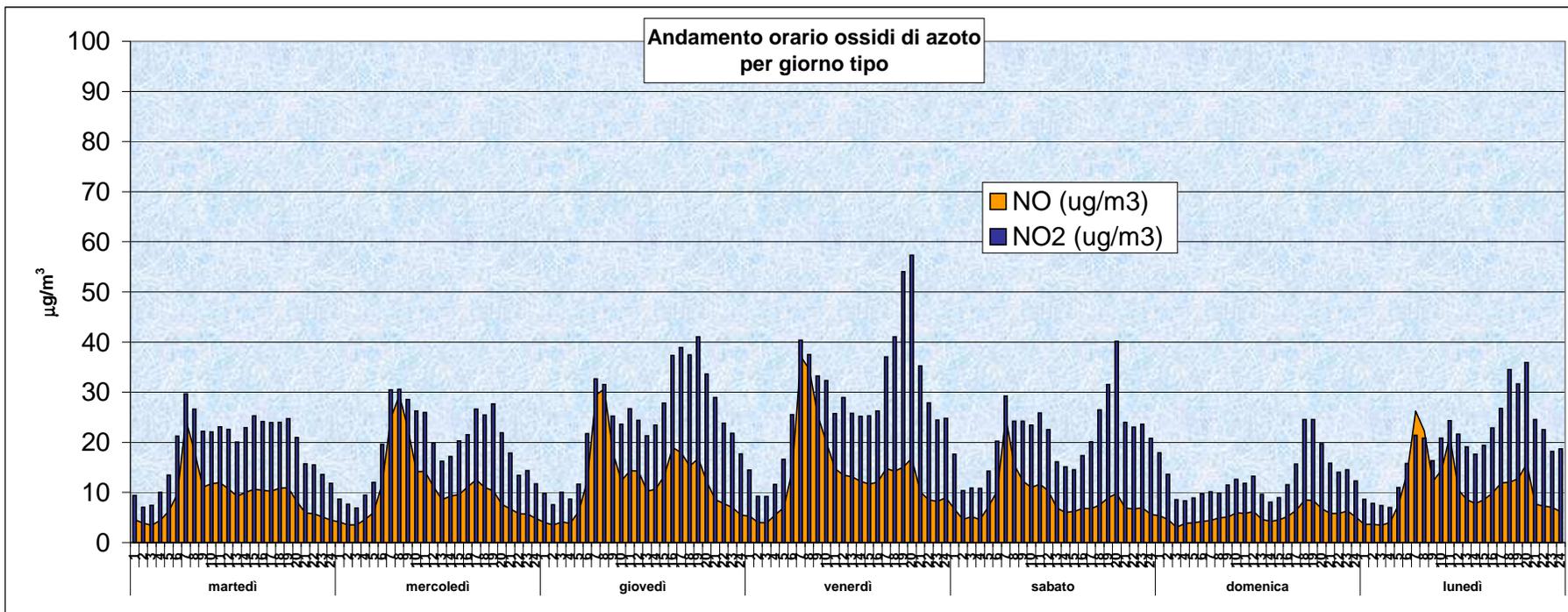
Valori massimi giornalieri medie mobili Ozono



Valori massimi giornalieri media oraria Ozono



Campagna per Comune della Spezia - loc. Melara
(periodo 17 aprile ÷ 14 maggio 2012)



**RETE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA**

Postazione: La Spezia - Incrocio via Sarzana - via delle Pianazze
Parametro: PM 10
Periodo: 17/04/12 ÷ 14/05/12

data	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	pioggia mm (*)
martedì 17 aprile 2012	14	1,4
mercoledì 18 aprile 2012	26	0,2
giovedì 19 aprile 2012	21	15,6
venerdì 20 aprile 2012	20	3,8
sabato 21 aprile 2012	25	0,0
domenica 22 aprile 2012	27	8,0
lunedì 23 aprile 2012	27	3,2
martedì 24 aprile 2012	29	11,8
mercoledì 25 aprile 2012	23	0,0
giovedì 26 aprile 2012	24	0,0
venerdì 27 aprile 2012	28	0,0
sabato 28 aprile 2012	31	0,0
domenica 29 aprile 2012	24	3,4
lunedì 30 aprile 2012	25	9,2
martedì 1 maggio 2012	19	19,0
mercoledì 2 maggio 2012	20	0,0
giovedì 3 maggio 2012	28	0,0
venerdì 4 maggio 2012	26	0,0
sabato 5 maggio 2012	24	0,0
domenica 6 maggio 2012	28	2,9
lunedì 7 maggio 2012	34	0,0
martedì 8 maggio 2012	21	0,0
mercoledì 9 maggio 2012	21	0,0
giovedì 10 maggio 2012	26	0,0
venerdì 11 maggio 2012	27	0,0
sabato 12 maggio 2012	26	0,0
domenica 13 maggio 2012	14	0,8
lunedì 14 maggio 2012	15	0,0

(*) Staz. di Mezzo mobile

Media	24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Massimo	34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Superi (> 50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	0
gg funzionamento	28 (100%)

Il tecnico
dott. R. Cresta

Il Responsabile U.O Territorio: dott.ssa. F.Colonna
Il Responsabile Settore Agenti Fisici-Inquinamento Atmosferico: dott.G.C. Leveratto

Dipartimento Provinciale della Spezia

Via Fontevivo, 21 L - 19125 La Spezia
Tel. +39 0187 2814 207 - fax. +39 0187 2814 241/230
C.F. e P.IVA 01305930107

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

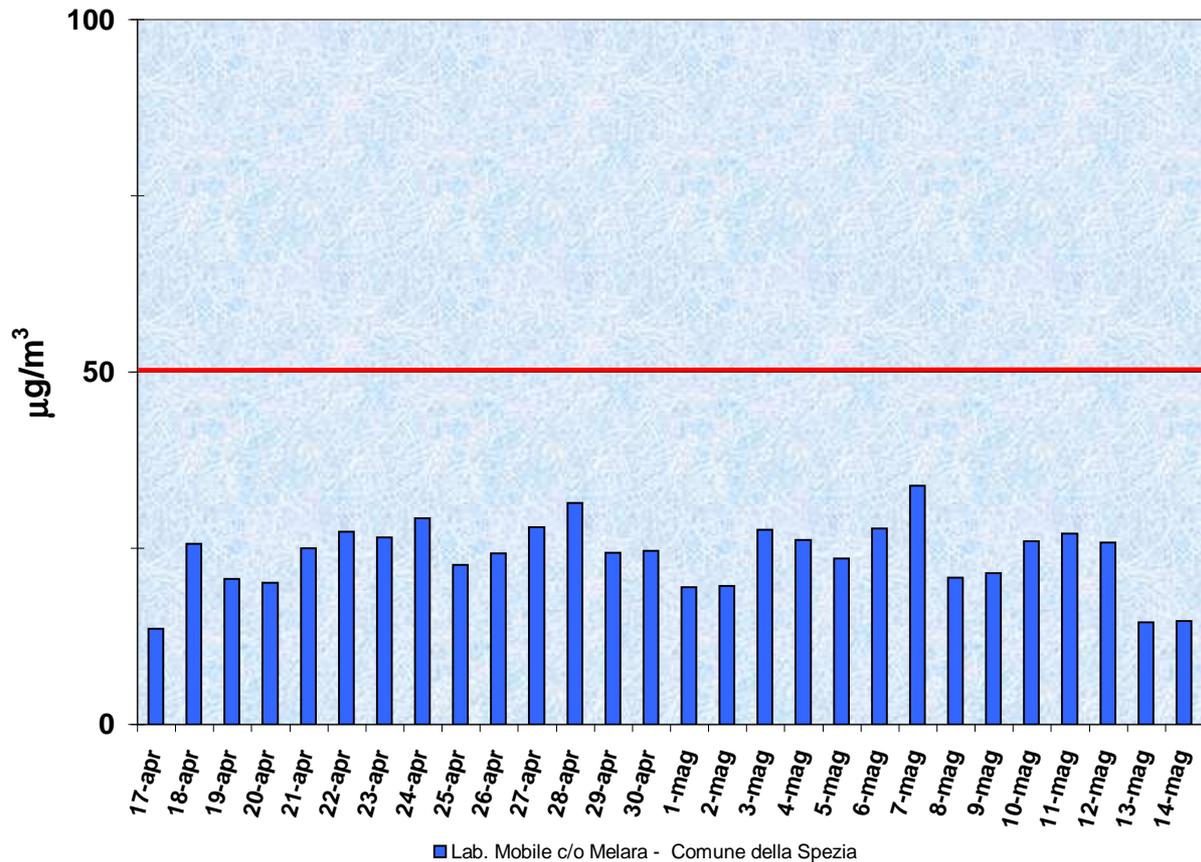
1) Valore limite giornaliero: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superarsi più di **35 volte** per anno civile

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

Sintesi campagna La Spezia - Incrocio via Sarzana - via delle Pianazze

Stazione	N.sup. valore limite giornaliero campagna	Valor medio campagna [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	% dati validi
Lab. Mobile c/o Melara - Comune della Spezia	0	24	100%

Valori Giornalieri PM10



**RETE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA**

Postazione: La Spezia - Incrocio via Sarzana - via delle Pianazze
Parametro: PM 2,5
Periodo: 17/04/12 ÷ 14/05/12

data	PM2,5 µg/m ³	pioggia mm (*)
martedì 17 aprile 2012	11	1,4
mercoledì 18 aprile 2012	12	0,2
giovedì 19 aprile 2012	10	15,6
venerdì 20 aprile 2012	10	3,8
sabato 21 aprile 2012	8	0,0
domenica 22 aprile 2012	10	8,0
lunedì 23 aprile 2012	8	3,2
martedì 24 aprile 2012	7	11,8
mercoledì 25 aprile 2012	8	0,0
giovedì 26 aprile 2012	13	0,0
venerdì 27 aprile 2012	16	0,0
sabato 28 aprile 2012	21	0,0
domenica 29 aprile 2012	13	3,4
lunedì 30 aprile 2012	16	9,2
martedì 1 maggio 2012	12	19,0
mercoledì 2 maggio 2012	10	0,0
giovedì 3 maggio 2012	14	0,0
venerdì 4 maggio 2012	13	0,0
sabato 5 maggio 2012	14	0,0
domenica 6 maggio 2012	10	2,9
lunedì 7 maggio 2012	20	0,0
martedì 8 maggio 2012	10	0,0
mercoledì 9 maggio 2012	12	0,0
giovedì 10 maggio 2012	16	0,0
venerdì 11 maggio 2012	19	0,0
sabato 12 maggio 2012	18	0,0
domenica 13 maggio 2012	9	0,8
lunedì 14 maggio 2012	12	0,0

Media	13 µg/m³
Massimo	21 µg/m³
gg funzionamento	28 (100%)

Il tecnico
dott. R. Cresta

Il Responsabile U.O Territorio: dott.ssa. F.Colonna
Il Responsabile Settore Agenti Fisici-Inquinamento Atmosferico: dott.G.C. Leveratto

Dipartimento Provinciale della Spezia

Via Fontevivo, 21 L - 19125 La Spezia
Tel. +39 0187 2814 207 - fax. +39 0187 2814 241/230
C.F. e P.IVA 01305930107

PM 2.5: Valori limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010

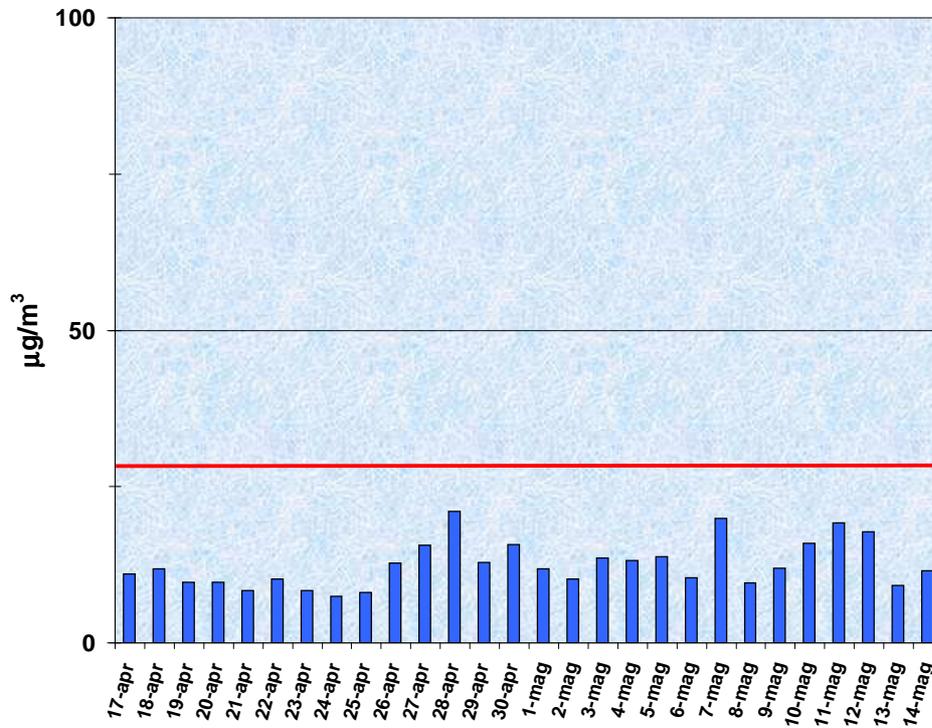
1) Valore limite annuale per la protezione della salute umana: 27,1 mg/m³

2) Valore obiettivo: 25 mg/m³

Sintesi campagna La Spezia - Incrocio via Sarzana - via delle Pianazze

Stazione	Valor medio campagna [µg/m ³]	% dati validi
Lab. Mobile c/o Melara - Comune della Spezia	13	100%

Valori Giornalieri PM 2,5

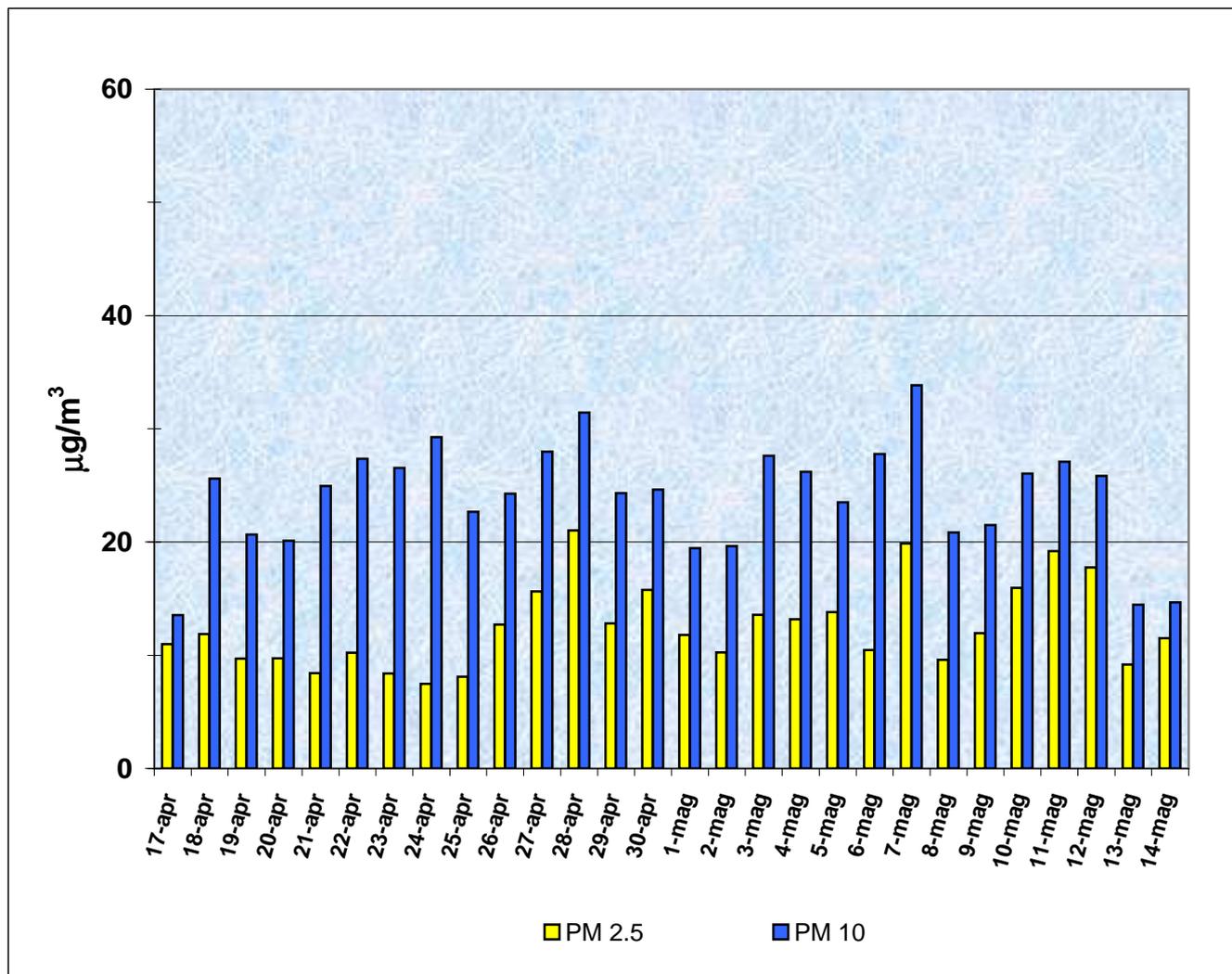


■ La Spezia - Incrocio via Sarzana - via delle Pianazze

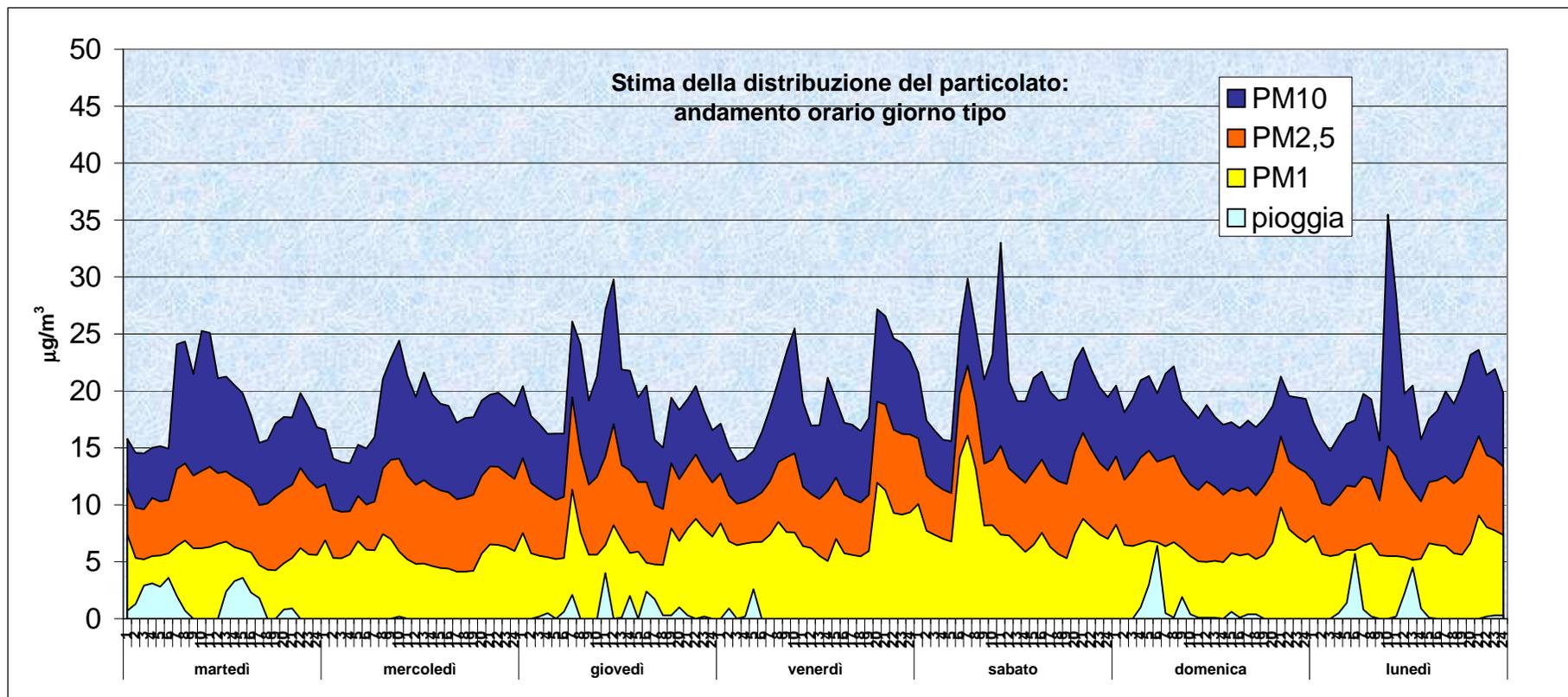
PM10 e PM 2.5: andamenti giornalieri

Sintesi La Spezia - Incrocio via Sarzana - via delle Pianazze

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 c/o Melara - Comune della Spezia	13	24	100%	100%



Campagna per Comune della Spezia - loc. Melara
(periodo 17 aprile ÷ 14 maggio 2012)



- PM10** stima del valore di concentrazione di massa medio orario delle frazioni di particolato atmosferico con diametro aerodinamico < 10 µm
- PM2,5** stima del valore di concentrazione di massa medio orario delle frazioni di particolato atmosferico con diametro aerodinamico < 2,5 µm
- PM1** stima del valore di concentrazione di massa medio orario delle frazioni di particolato atmosferico con diametro aerodinamico < 1 µm
- pioggia** valore di precipitazione cumulato orario (espresso in mm)

Benzene anno 2012: valore limite da rispettarsi ai sensi del D.Lgs. 155/2010Valore limite medio annuale : 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

POSTAZIONE		C1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	C2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	VALORE MEDIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		18/04/2012 - 03/05/2012	03/05/2012 - 15/05/2012	
1	Laboratorio Mobile c/o Melara (La Spezia)	1,3	1,5	1,4