

**RICERCHE
E FORMAZIONE**

La qualità dell'aria nella provincia di Prato

Tre anni di monitoraggio



**Agenzia Regionale
per la Protezione Ambientale della Toscana**



La qualità dell'aria nella provincia di Prato tre anni di monitoraggio

a cura di
Marco Mazzoni

ARPAT

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana

Ricerche e formazione

6

Gli autori

Marco Bazzani, fisico, consulente presso l'Unità di fisica ambientale, Dipartimento ARPAT di Firenze

Grazia Cellai, perito chimico, tecnico dell'ambiente, Dipartimento ARPAT di Prato

Stefania Dini, chimica, consulente presso il Dipartimento ARPAT di Prato

Fabia Chiara Franchi, biologa, dirigente del Dipartimento ARPAT di Prato

Sandro Garro, chimico, dirigente del Dipartimento ARPAT di Prato

Luciano Giovannelli, biologo, dirigente del Dipartimento ARPAT di Prato

Antonio Limberti, biologo, dirigente del Dipartimento ARPAT di Prato

Marco Mazzoni, chimico, dirigente responsabile settore Innovazione tecnologica e ricerca ambientale dell'ARPAT

Ivelise Pagni, chimica, consulente presso il Dipartimento ARPAT di Prato

Marco Stefanelli, perito elettronico, tecnico dell'ambiente, Dipartimento ARPAT di Prato

Coordinamento editoriale:

Pietro Bertoli, ARPAT, settore tecnico CEDIF

Via Baracca, 9 - 50127 Firenze

Tel. 055-3206355/62/63/64

Fax 055-3206367

E mail: cedoc@fi.nettuno.it

Realizzazione editoriale:

Litografia I.P. - Firenze - Tel. 055578661

Progetto grafico della copertina:

Gianni Sinmi - CDC graphics

Stampato su carta ecologica

SOMMARIO

<i>Presentazione</i>	pag. 9
<i>Normativa sulla qualità dell'aria</i> Grazia Cerrai	« 11
<i>Origine degli inquinanti atmosferici</i> Sandro Garro, Stefania Dini, Ivelise Pagni	« 23
<i>Cronologia del monitoraggio della qualità dell'aria nella provincia di Prato</i> Marco Stefanelli	« 31
<i>Il monitoraggio chimico: anni 1994, 1995, 1996</i> Marco Bazzani, Grazia Cellai, Marco Stefanelli	« 39
<i>I licheni come bioindicatori della qualità dell'aria</i> Fabia Chiara Franchi, Luciano Giovannelli, Antonio Limberti	« 127
<i>Monitoraggio meteorologico: analisi dei dati storici</i> Marco Bazzani	« 139

PREFAZIONE

Nel quadro della costruzione di una rete di rilevamento della qualità dell'aria di interesse metropolitano (Firenze, Prato, Pistoia), accanto alla rete installata nel Comune di Firenze, che ha svolto un ruolo di prim'ordine per la quantità e la qualità dei dati rilevati, da alcuni anni opera anche la rete di Prato. Si tratta di una rete di rilevamento relativamente "giovane", nata in parte (tre stazioni chimiche ed una meteorologica) insieme a quella di Firenze, e recentemente implementata con una stazione chimica posta nel Comune di Poggio a Caiano e con altre due stazioni chimiche ed una "meteo" situate nel territorio comunale di Prato.

Con il recente completamento, fortemente voluto dalla Provincia di Prato - che ha avuto l'intero onere dell'investimento - quella di Prato può collocarsi tra le reti più attrezzate dell'intero territorio regionale, ed è in grado di fornire un'elevata quantità di dati utili al controllo della qualità dell'aria in un'area urbana fortemente industrializzata, dove, per antica tradizione, civili abitazioni e fabbriche convivono senza soluzione di continuità.

La gestione della rete è stata, fin dall'origine, affidata alle strutture tecniche dell'ARPAT; in un primo momento la gestione è avvenuta congiuntamente tra i Dipartimenti Provinciali di Firenze e di Prato, con il coordinamento tecnico del Centro Operativo di Firenze; successivamente, a partire dalla primavera del 1997, è stato costituito il Centro Operativo di Prato, che opera da allora in piena autonomia tecnica e funzionale.

Il lavoro oggetto della presente pubblicazione, curato e coordinato dal Responsabile del Dipartimento Provinciale di Prato Dr. Marco Mazzoni, rappresenta il compendio dell'attività svolta dalla rete dal 1994 al 1996, offrendo il quadro dei principali dati rilevati nel periodo, unitamente ad alcune significative elaborazioni statistiche, che danno conto del livello di qualità dell'aria riscontrato nell'area urbana pratese.

Il lavoro contiene, peraltro, utili indicazioni sulla normativa di settore italiana ed europea insieme ad alcuni cenni sull'origine degli inquinanti, che possono farne un valido strumento di divulgazione per la popolazione e per gli istituti scolastici di istruzione superiore della Provincia di Prato e dell'adiacente area metropolitana.

Lario Agati
Direttore Tecnico ARPAT

Normativa sulla qualità dell'aria

Grazia Cellai

La normativa in materia di inquinamento atmosferico a distanza di oltre trent'anni dalla promulgazione della prima legge organica in materia, e cioè la Legge n. 615/66 "Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico" è ancora oggi in fase di evoluzione.

Questa legge ed i relativi Regolamenti di esecuzione hanno evidenziato, all'atto della loro applicazione pratica, diverse insufficienze delle quali merita fare cenno.

Nella L. 615/66 appare già una prima carenza relativa alla limitatezza delle aree del Paese poste sotto controllo (solo le zone dei Comuni con popolazione superiore a 70.000 abitanti al Centro-Nord, o con popolazione superiore a 300.000 al Sud, o con popolazione inferiore ma con particolari caratteristiche industriali, urbanistiche, geografiche, meteorologiche sfavorevoli).

Inoltre i limiti di concentrazione degli inquinanti fissati dalla legge riguardano esclusivamente il contributo dell'industria, tralasciando i contributi che provengono da altre fonti emittenti, importanti per poter determinare il livello di inquinamento raggiunto.

Anche solo scorrendo la legge è evidente quanto poco spazio viene lasciato ad una attività che, attraverso l'uso combinato degli standard di qualità e dei limiti fissati per le emissioni, potrebbe esercitare un controllo efficace sulla qualità dell'aria esterna.

Il DPCM 28.3.83 "Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno" prima, ed il DPR N. 203/88 "Attuazione di Direttive CEE concernenti norme in materia di qualità dell'aria e di inquinamento prodotto da impianti industriali" in un secondo tempo, hanno invece fornito, nel quadro evolutivo della normativa, un nuovo strumento di gestione grazie all'introduzione di standard di qualità dell'aria.

Tali decreti infatti fissano i limiti massimi di accettabilità e di esposizione relativi a inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno.

Il DPCM 28.3.83 fissa questi limiti (standard di qualità) per un gruppo specifico di inquinanti fra i più diffusi nell'ambiente esterno, espressi per tempi di mediazione diversi a seconda dell'inquinante preso in esame.

Gli inquinanti per i quali vengono fissati gli standard di qualità sono solo otto (vedi tabelle 1.1 e 1.2 allegate al DPCM) e non sono previste indicazioni per nessuno degli altri numerosi inquinanti dell'atmosfera.

Secondo il decreto i nuovi standard vengono applicati in tutto il territorio nazionale attraverso la verifica delle concentrazioni, qualunque sia la fonte di inquinamento: industriale o civile.

Una volta fissati questi valori l'Ente preposto al controllo (la Regione), qualora le concentrazioni siano superiori ai limiti, provvede a predisporre appositi piani di risanamento, atti a garantire il miglioramento progressivo della qualità dell'aria.

Il decreto evidenzia peraltro l'importanza dell'aggiornamento dei metodi di prelievo e di analisi e, fatto estremamente innovativo rispetto alle norme precedenti, dedica un intero allegato ai sistemi di misura automatizzati.

Per questi sistemi viene indicato quali sono i criteri generali, le varie operazioni e

procedure da attuare affinché un sistema automatico possa venire impiegato ai fini del controllo dell'inquinamento atmosferico, in alternativa ai metodi classici di analisi.

Le caratteristiche di tali sistemi devono sempre risultare in accordo con le specifiche tecniche indicate nell'appendice stessa e devono comunque essere verificabili in base ai criteri in questa contenuti.

I requisiti minimi di prestazione ed i cosiddetti metodi di prova per i sistemi automatizzati sono infatti quei criteri e quelle procedure utili a verificare l'accuratezza e la precisione dell'analizzatore in fase di collaudo.

Anche il DPR N. 203/88 detta norme per la tutela della qualità dell'aria: gli standard di qualità introdotti, validi su tutto il territorio nazionale, sono definiti in base a criteri di tipo sanitario ed hanno come scopo la tutela della popolazione esposta.

Per ogni inquinante sono fissati i tempi di mediazione delle misure da utilizzare per la verifica dello standard (ventiquattrore ore, otto ore etc.).

Questo decreto modifica, fra le altre cose, i valori degli standard di qualità per gli inquinanti NO₂ (biossido di azoto) e SO₂ (biossido di zolfo) fissati dal precedente decreto ed introduce per questi ultimi e per le particelle sospese (tabella 1.3) i valori guida che costituiscono un supporto di riferimento sia per la prevenzione in materia di salute e di protezione ambientale, sia per l'istituzione di zone specifiche nelle quali sono necessarie condizioni di tutela più efficaci.

Ad integrazione di quanto già previsto nel DPCM dell'83 vengono anche specificati i metodi di campionamento, le analisi e le valutazioni da fare per verificare gli standard di qualità dell'aria e dei valori guida.

Oltre a questo, proprio per meglio tutelare le condizioni ambientali, vengono posti sotto controllo tutti gli impianti industriali ed artigianali che danno luogo ad emissioni in atmosfera contribuendo all'alterazione delle normali condizioni di salubrità dell'aria.

I proprietari di impianti, sia nuovi che già esistenti, devono presentare all'autorità competente (la regione o la provincia, secondo quanto previsto dalle legislazioni regionali) una richiesta di autorizzazione contenente le indicazioni qualitative e quantitative relative alle emissioni, nonché tecniche adottate per la prevenzione dell'inquinamento.

L'autorità competente, dopo aver verificato il progetto, rilascia l'autorizzazione dove sono indicate le quantità massime ammesse per ciascun inquinante nelle emissioni, la periodicità degli autocontrolli, le eventuali prescrizioni sull'installazione di impianti di abbattimento.

Se gli autocontrolli, o i controlli effettuati dagli organi competenti, evidenziano il superamento dei limiti fissati nell'autorizzazione vengono prescritte tempestivamente le misure necessarie al ripristino dei limiti consentiti.

Il DPCM dell'83 e il DPR dell'88 forniscono quindi le basi per il controllo della qualità dell'aria: il primo fissa i limiti massimi di esposizione e di accettabilità delle concentrazioni mentre il secondo prescrive attività di controllo specifico alla fonte di emissione e la concentrazione massima degli inquinanti emessi, specificando i metodi di prelievo ed analisi.

In una nota al DPR N. 203/88 si trova inoltre un primo suggerimento sulla scelta dei luoghi e sul numero di postazioni da installare per effettuare le misurazioni sulla concentrazione di biossido di azoto nelle aree da sottoporre a verifica.

Questo rappresenta solo un primo approccio per i criteri generali sul monitoraggio della qualità dell'aria, in quanto in nessuno dei due decreti citati vengono spiegati in dettaglio i criteri di progettazione delle reti di rilevamento, di elaborazione statistica dei dati e della loro restituzione al pubblico.

A questo proposito, anticipando l'emanazione di specifiche normative sull'argomento, l'Istituto Superiore della Sanità (ISS) ha pubblicato alcuni rapporti esplicativi (rapporti ISTISAN) allo scopo di mettere a disposizione dei soggetti interessati modelli di riferimento omogenei in tutto il territorio nazionale.

L'attività svolta dall'ISTISAN negli anni ha contribuito a fornire un supporto tecnico ed ha rappresentato uno dei pochi punti di riferimento nazionali per la normativa tecnica del settore.

I rapporti ISTISAN più importanti degli ultimi anni sono:

ISTISAN 87/5, criteri generali per il controllo della qualità dell'aria

ISTISAN 87/6, elaborazione e valutazione dei risultati di rilevamento dell'inquinamento

ISTISAN 89/10, progettazione e gestione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria

ISTISAN 89/33, reti di rilevamento degli inquinanti atmosferici in Italia

ISTISAN 90/32, modelli per la progettazione e valutazione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria.

In particolare nel rapporto ISTISAN 89/10 e nel successivo 90/32, viene fortemente suggerita l'utilizzazione di specifici modelli matematici nella fase di progettazione di una rete di rilevamento e nella valutazione dei dati che da essa scaturiscono. L'impiego di questi modelli matematici è poi ripresa nei provvedimenti legislativi successivi al DPR 203.

Infatti un primo riferimento al loro utilizzo, appare nel Decreto del Ministro dell'Ambiente del 20.05.91, nel quale sono descritti i criteri e gli obiettivi generali di un sistema di rilevamento della qualità dell'aria.

L'obiettivo è quello di individuare le cause dei fenomeni di inquinamento e di fornire indicazioni per la valutazione dei livelli raggiunti, al fine di prevedere possibili situazioni di emergenza.

Inoltre si deve verificare l'efficacia dei modelli fisico-matematici utilizzati per rappresentare la dinamica dei fenomeni dispersivi degli inquinanti in situazioni specifiche, con l'obiettivo di effettuare una stima attendibile circa il rispetto di qualità dell'aria nei territori interessati.

La realizzazione di una rete di monitoraggio deve essere preceduta da uno studio sull'area da monitorare (urbana o industriale) che fornisca notizie certe sulla natura delle sorgenti di inquinamento presenti, sulle caratteristiche meteorologiche e geofisiche dell'area, nonché sulla densità e sulla distribuzione della popolazione.

Questi elementi permettono di ipotizzare la dispersione di inquinanti al suolo e di adottare di conseguenza le scelte opportune sul dimensionamento della rete, sulla localizzazione delle stazioni, sul tipo degli analizzatori da dislocare in ciascuna stazione, nonché sulle previsioni di sviluppo futuro della rete stessa.

Sulla base della natura delle principali fonti di emissione vengono monitorati gli inquinanti primari e gli inquinanti secondari.

La struttura generale di una rete urbana di rilevamento è articolata in quattro tipi di stazioni:

tipo A: stazioni di base in cui vengono monitorati tutti gli inquinanti sia primari che secondari, localizzate in aree non interessate direttamente dalle fonti emissive, come parchi urbani o aree pedonali;

tipo B: stazioni situate in zone ad alta densità abitativa, ma lontane dai flussi veicolari, in cui vengono misurati sia gli inquinanti primari che secondari, con particolare attenzione agli ossidi di azoto biossido di zolfo e alle polveri sospese;

tipo C: stazioni poste in zone con traffico autoveicolare molto intenso in cui dove vengono monitorati in particolare l'ossido di carbonio e gli idrocarburi non meta-

nici;

tipo D: stazioni situate in zone periferiche per la misurazione degli inquinanti secondari ozono, biossido di azoto, etc. le cui concentrazioni sono più significative in aree lontane dalle fonti emissive e poste sottovento rispetto alla città.

Il numero delle stazioni necessarie per una corretta valutazione dell'inquinamento in un'area urbana dipende dalla densità e struttura degli insediamenti, dalla presenza di sorgenti emittenti, dalla situazione meteorologica e dal numero degli abitanti.

Il DM 20.05.91 divide le aree urbane in tre classi di centri urbani, e stabilisce per ciascuna di esse il numero minimo di stazioni:

Classe	Tipo di stazione			
	A	B	C	D
Numero di abitanti				
Inferiore a 500.000	1	2	2	1
da 500.000 a 1.500.000	1	3	3	1
superiore a 1.500.000	2	4	4	2

La valutazione della qualità dell'aria, oltre ad essere effettuata mediante sistemi automatici, può essere integrata mediante misure di altre sostanze la cui concentrazione viene determinata in laboratorio mediante metodi chimici standard (metodi UNICHIM). Tra queste sostanze si possono citare ad esempio il piombo, il cadmio, le sostanze organiche volatili e gli idrocarburi policiclici aromatici etc.

La valutazione integrata della qualità dell'aria con le due metodologie di rilevamento citate, può dar luogo a particolari e tempestive procedure per il contenimento degli inquinanti.

A questo proposito si possono citare le Ordinanze Ministeriali della Sanità (OMS) sulle "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento atmosferico e del rumore nei Comuni" ed il DPR del 10.01.92 "Atto di indirizzo e coordinamento in materia di sistemi di rilevamento dell'inquinamento urbano".

Tali provvedimenti consentono di individuare le aree a rischio, i livelli di attenzione e di allarme ed i tempi di attivazione di provvedimenti restrittivi per la riduzione dell'inquinamento.

Queste procedure vengono specificate dettagliatamente con l'emanazione di successivi provvedimenti legislativi come, ad esempio, il Decreto Ministeriale del 06.05.92, in cui viene definito il sistema nazionale su tre livelli (nazionale, regionale e provinciale) con specifici compiti operativi, sia di controllo che di validazione dei

dati di monitoraggio ambientale.

Gli obiettivi di questo sistema sono principalmente due: primo, promuovere la produzione di dati di qualità al fine di poter effettuare rilevamenti fra loro comparabili nelle diverse zone del Paese; secondo, definire quelle procedure operative omogenee per la validazione dei dati e la gestione corretta degli analizzatori automatici.

Il Decreto del Ministro dell'Ambiente del 12.11.92, "Criteri generali per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane e disposizioni per il miglioramento della qualità dell'aria", definisce i criteri ed i procedimenti per la prevenzione e la tutela sanitaria della popolazione e per il progressivo miglioramento della qualità dell'aria.

In questo Decreto si definiscono i livelli di attenzione e di allarme e cioè quelle concentrazioni di sostanze inquinanti (tabella 1.4) che se superate, anche nel breve periodo, determinano condizioni di rischio ambientale e sanitario tale da far scattare lo stato di attenzione o di allarme.

Considerata l'importanza dell'argomento è utile fare chiarezza sul significato di stato di attenzione e di stato di allarme.

Per stato di attenzione si intende una situazione acuta di inquinamento atmosferico, non ancora di per sé pericolosa per la salute dei cittadini che, se persistente può anche determinare il raggiungimento dello stato di allarme.

Per evitare ciò le autorità competenti di norma, al raggiungimento dello stato di attenzione, adottano provvedimenti restrittivi.

Per stato di allarme si intende invece una situazione acuta di inquinamento atmosferico che determina condizioni di pericolo per la salute dei cittadini.

Il decreto stabilisce le modalità per dichiarare lo stato di attenzione o di allarme per una rete di rilevamento per i seguenti inquinanti: monossido di carbonio, biossido di azoto, biossido di zolfo, polveri totali sospese e ozono.

Per ognuno di questi inquinanti è stabilita una soglia di attenzione ed una di allarme (vedi tabella 1.4).

Per decretare lo stato di attenzione o di allarme tali soglie devono essere superate in un certo numero di stazioni, da scegliere secondo il tipo (A, B, C o D) in relazione al tipo di inquinante, come specificato nella tabella 1.5.

Il raggiungimento dello stato di attenzione o di allarme obbliga l'autorità competente (individuata nel Sindaco o in un suo delegato) ad adottare opportune misure volte a contenere le concentrazioni di inquinanti e i periodi di esposizione, secondo piani di intervento operativi sviluppati e resi pubblici attraverso una tempestiva informazione alla popolazione. Per queste procedure l'autorità competente si avvale di un organo tecnico, di cui fanno parte i rappresentanti dei servizi di prevenzione ambientale e, ove esista, del Centro Operativo Provinciale (COP); questi organismi hanno il compito di accertare il raggiungimento degli stati di attenzione e di allarme, individuare le eventuali fonti di emissione, formulare delle previsioni sull'evoluzione degli inquinanti anche avvalendosi di complessi sistemi previsionali, nonché pianificare campagne intensive di misura di inquinanti normati e non.

Qualora vi sia un superamento dello stato di attenzione o di allarme l'organo tecnico deve trasmettere i dati, le valutazioni tecniche, le eventuali previsioni sull'evoluzione meteorologica all'autorità competente a conclusione del ciclo giornaliero di monitoraggio, per consentire l'adozione dei provvedimenti previsti che andranno

in vigore alle ore sei del secondo giorno successivo alla comunicazione.

In tabella 1.6 sono riportate le diverse ipotesi di scansione temporale per l'applicazione dei provvedimenti e valutazione dei dati, per l'informazione ai cittadini sull'entrata in vigore di questi provvedimenti.

Questo Decreto viene applicato su tutto il territorio nazionale ed in particolare nei comuni particolarmente esposti al rischio di inquinamento, individuati ai sensi del Decreto del 20.05.91 e del DPR del 10.01.92, nel quadro dei piani di risanamento ambientale fissati dalle Regioni.

Il decreto in questione è stato annullato dalla Corte Costituzionale con sentenza n.113/1994 e successivamente sostituito dal decreto del Ministro dell'Ambiente del 15.04.1994.

Il nuovo decreto ripristina quasi integralmente le norme del decreto annullato riguardo agli stati di attenzione ed allarme nelle zone urbane, come riportato nella tabella 1.7, per cinque inquinanti tradizionali.

Come si può vedere paragonando le relative tabelle (1.4 e 1.7) c'è una variazione significativa per i livelli di attenzione e di allarme dell'ozono; i nuovi valori infatti corrispondono rispettivamente alla soglia per l'informazione alla popolazione ed alla soglia di allarme previste dalla direttiva CEE del 21.09.92 sull'inquinamento dell'aria provocato dall'ozono.

A questo proposito il recente Decreto del Ministro Ambiente del 16.5.96, ha introdotto altri livelli di protezione per la salute e per la vegetazione, con lo scopo di limitare l'inquinamento da ozono; il primo livello rappresenta la soglia limite per la protezione della salute umana in caso di episodi prolungati di inquinamento, mentre il secondo livello rappresenta la soglia di concentrazione per la protezione dei vegetali.

Come si può chiaramente vedere in tabella 1.8 mentre per la salute umana è previsto un solo livello riferito ad una mediazione di otto ore, per la vegetazione ne sono previsti due e si riferiscono ad una mediazione oraria oppure ad una elaborazione temporale nelle ventiquattro ore.

Perché sia attivato uno stato di attenzione o di allarme occorrono necessariamente due condizioni; la prima è che vi sia un superamento, anche non contemporaneo, dei livelli di cui alla tabella 1.7 e che ciò avvenga in un numero di stazioni di rilevamento pari o superiore a quello indicato nella tabella 1.5.

Nella tabella 1.9 sono contenute tutte le nuove indicazioni relative al ciclo di monitoraggio, la valutazione dei dati e dei provvedimenti da adottare, compresa l'informazione pubblica ed l'entrata in vigore dei provvedimenti restrittivi.

In uno degli allegati al decreto del 15.04.94, sono individuati gli otto inquinanti ritenuti di interesse prioritario, sui quali vengono attivate delle campagne sperimentali di misura.

Il decreto del Ministro dell'Ambiente del 25.11.94 contiene gli ultimi aggiornamenti alle norme tecniche in materia dei livelli di attenzione e di allarme, come indicato nella tabella 1.10, delle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti particolari.

In questo Decreto vengono introdotti i sistemi di misura e gli obiettivi di qualità dell'aria, elencati nella tabella 1.11, per gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), per il benzene e per la frazione di polveri sospese con diametro aerodinamico inferiore o uguale a 10 micron (PM 10).

Questi inquinanti sono definiti "microinquinanti" o "inquinanti non convenzionali", in quanto sono presenti nell'aria in quantità molto modeste rispetto agli inquinanti convenzionali; tali sostanze presentano peraltro caratteristiche tossicologiche assai insidiose, in virtù delle quali sono stati fissati obiettivi di qualità molto rigorosi. Se consideriamo, ad esempio, le particelle totali sospese presenti nell'atmosfera, quelle con diametro superiore a 10 micron, sia per la loro composizione che per la loro granulometria, hanno una tossicità per l'uomo relativamente modesta proprio perché vengono trattenute dalle mucose delle prime vie respiratorie, senza interagire con gli alveoli bronchiali e polmonari.

Viceversa le particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10), non essendo trattenute dai filtri naturali dell'uomo, penetrano attraverso i bronchi e possono arrivare fino agli alveoli polmonari, sviluppando un'azione irritante, nociva, e a volte perfino mutagena.

Queste polveri sono prodotte negli impianti di combustione, dal traffico veicolare e possono trasportare adese ai loro granuli sostanze pericolose come metalli pesanti, idrocarburi benzenici, idrocarburi policiclici aromatici.

Tra gli idrocarburi presenti nell'aria delle aree urbane, il benzene è quello più pericoloso, per il suo conclamato effetto cancerogeno e per la sua tossicità per il sistema nervoso centrale e per il midollo osseo.

Il benzene presente nella bassa troposfera è prodotto per la maggior parte da traffico autoveicolare.

A questo riguardo conviene segnalare, che secondo la Direttiva CEE del 94/12 il tenore di benzene nei carburanti, dovrebbe essere ridotto. Un primo recepimento della Direttiva era stato fatto col D.L. 294/96 che fissava in 1.4% il quantitativo massimo di benzene nei carburanti entro il 31/7/97, e abbassava il valore all'1% entro il 31/7/99. Tale D.L. non è stato convertito in legge dal Parlamento, e pertanto, ad oggi, i limiti proposti nella direttiva comunitaria non sono recepiti nella normativa nazionale.

Anche per gli IPA è stato stabilito un obiettivo di qualità molto rigoroso, con riferimento ad un tracciante, il benzopirene, che è quello con le caratteristiche tossicologiche più sfavorevoli.

La principale sorgente degli IPA, è rappresentata dai processi di combustione a temperature piuttosto elevate ed in carenza di ossigeno, oltre che dalle emissioni provenienti dai motori diesel.

Per questi inquinanti vengono attivate particolari campagne di monitoraggio finalizzate alla conoscenza dei fenomeni di inquinamento nelle aree urbane, all'individuazione delle fonti emittenti, ed alla predisposizione di piani e programmi di bonifica. In un allegato al Decreto, sono elencate le aree urbane a maggior concentrazione di traffico con popolazione superiore ai 150.000 abitanti, fra cui è inserita anche l'area urbana di Prato.

Nella L.R. N. 19 del 03.02.95, che modifica la precedente L.R. N. 33 del 05.05.94, circa le norme sulla qualità dell'aria, è prevista la predisposizione da parte delle Regioni dei piani regionali di rilevamento della qualità dell'aria.

In questi piani sono contenuti i criteri per la progettazione delle reti di rilevamento, le proposte gestionali, la valutazione dei costi ed i tempi di realizzazione.

Sulla base del piano la Regione provvede al finanziamento delle Reti, fornendo le risorse finanziarie alle Province, che provvedono alla loro gestione e manutenzione

per il tramite dei Dipartimenti Provinciali dell'ARPAT.

Viene inoltre predisposto da parte della Regione un rapporto annuale sulla qualità dell'aria, in base al quale sarà possibile aggiornare ed adeguare le misure di bonifica.

Con questa Legge la Regione Toscana ha inoltre provveduto a delegare le principali funzioni amministrative, quali le autorizzazioni ad emettere in atmosfera, alle Province.

Le funzioni di controllo ambientale sono attribuite dall'insieme delle norme Nazionali e Regionali all'ARPAT, i cui Dipartimenti Provinciali costituiscono le basi operative sul territorio Regionale per l'esercizio di tali funzioni.

Tab. 1.1 Standard di qualità dell'aria (Dpcm 28 Marzo 1983)

INQUINANTE	TEMPO DI MEDIAZIONE	VALORI LIMITE
Biossido di Zolfo	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco di 1 anno	80 µg/mc
	88° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco di 1 anno	250 µg/mc
Biossido di Azoto	Concentrazione media di 1 ora da non superare più di 1 volta al giorno	200 µg/mc
Ozono	Concentrazione media di 1 ora da non raggiungere più di una volta al mese	200 µg/mc
Monossido di Carbonio	Concentrazione media di 8 ore	10 mg/mc
	Concentrazione media di 1 ora	40 mg/mc
Piombo	media aritmetica delle concentrazioni medie di 64 ore nell'arco di 1 anno	2 µg/mc
Fluoro	Concentrazione media di 24 ore	20 µg/mc
	Media delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco di 1 mese	10 µg/mc
Particelle Sospese	Media aritmetica delle conc. medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	150 µg/mc
	95° percentile di tutte le conc. medie di 24 ore nell'arco di 1 anno	300 µg/mc

Tab. 1.2 (Dpcm 28 marzo 1983)

PRECURSORE	VALORI LIMITE DI CONCENTRAZIONE	CONDIZIONI PER LA VALIDITA DEL LIMITE
Idrocarburi Totali escluso il metano	Concentrazione media di 3 ore consecutive in periodo del giorno da specificarsi secondo le zone a cura delle autorità Regionali: 200 µg/mc	Da adottarsi soltanto nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si siano verificati superamenti significativi dello standard dell'aria per l'Ozono indicato nella Tabella 1.1

Tab. 1.3 Valori guida di qualità dell'aria (Dpr 203/88)

INQUINANTE	VALORE GUIDA	PERIODO DI RIFERIMENTO
Biossido di zolfo	media aritmetica delle conc. medie di 24 ore nell'arco di 1 anno: da 40 a 60 µg/mc	1° Aprile - 31 Marzo
	valore medio delle 24 ore da 100 a 150 µg/mc	dalle 00 alle 24 di ciascun giorno
Biossido di Azoto	50° Percentile delle conc. medie di 1 ora nell'arco di 1 anno: 50 µg/mc	1° Gennaio - 31 Dicembre
	98° percentile delle conc. medie di 1 ora nell'arco di 1 anno: 135 µg/mc	1° Gennaio - 31 Dicembre
Particelle sospese (misurate con il metodo dei fumi neri)	media aritmetica delle conc. medie di 24 ore nell'arco di 1 anno: da 40 a 60 µg/mc fumo nero equivalente/mc	1° Aprile - 31 Marzo
	valore medio delle 24 ore: da 100 a 150 µg fumo nero equivalente/mc	dalle 00 alle 24 di ciascun giorno

Tab. 1.4 Livelli di attenzione e di allarme (Decreto del 12/11/92)

INQUINANTE	LIVELLO DI ATTENZIONE	LIVELLO DI ALLARME
Biossido di Zolfo (media giornaliera) $\mu\text{g}/\text{mc}$	125	250
Particelle sospese totali (media giornaliera) $\mu\text{g}/\text{mc}$	90	180
Biossido di Azoto (media oraria) $\mu\text{g}/\text{mc}$	200	400
Monossido di carbonio (media oraria) mg/mc	15	30
Ozono (media oraria) $\mu\text{g}/\text{mc}$	120	240

Tab. 1.5 (Decreto del 12/11/92)

INQUINANTE	STAZIONI
Biossido di zolfo	50% del totale delle stazioni di tipo A, B, C
Particelle Sospese Totali	50% del totale delle stazioni di tipo A, B, C
Biossido di Azoto	50% delle stazioni di tipo A e B
Monossido di Carbonio	50% delle stazioni di tipo A e C
Ozono	una qualsiasi stazione di tipo A o D

Tab. 1.6 Opzioni temporali (Decreto del 12/11/92)

CICLO DI MONITORAGGIO	VALUTAZIONE DEI DATI E DEFINIZIONE DELLE PROCEDURE	INFORMAZIONI AI CITTADINI (INIZIO)	ENTRATA IN VIGORE DEI PROVVEDIMENTI ATTENZIONE ALLARME
h 08 - 08	8.30 - 10.30	h 14	h 6 del 2° giorno
h 10 - 10	10.30 - 12.30	h 16	h 6 del 2° giorno
h 12 - 12	12.30 - 14.30	h 18	h 6 del 2° giorno
h 15 - 15	15.30 - 17.30	h 21	h 6 del 2° giorno

Tab. 1.7 Livelli di attenzione e di allarme (Decreto del 15/04/94)

INQUINANTE	LIVELLO DI ATTENZIONE	LIVELLO DI ALLARME
Biossido di Zolfo (media giornaliera) $\mu\text{g}/\text{mc}$	125	250
Particelle sospese totali (media giornaliera) $\mu\text{g}/\text{mc}$	90	180
Biossido di Azoto (media oraria) $\mu\text{g}/\text{mc}$	200	400
Monossido di Carbonio (media oraria) mg/mc	15	30
Ozono (media oraria) $\mu\text{g}/\text{mc}$	180	360

Tab. 1.8 Livelli di concentrazione di ozono (Decreto del 16.05.96)

PROTEZIONE	LIVELLO	MEDIAZIONE
Salute umana	110 µg/mc	8 ore
Vegetali	200 µg/mc	1 ora
	65 µg/mc	24 ore

Tab. 1.9 Opzioni temporali (Decreto del 15/04/94)

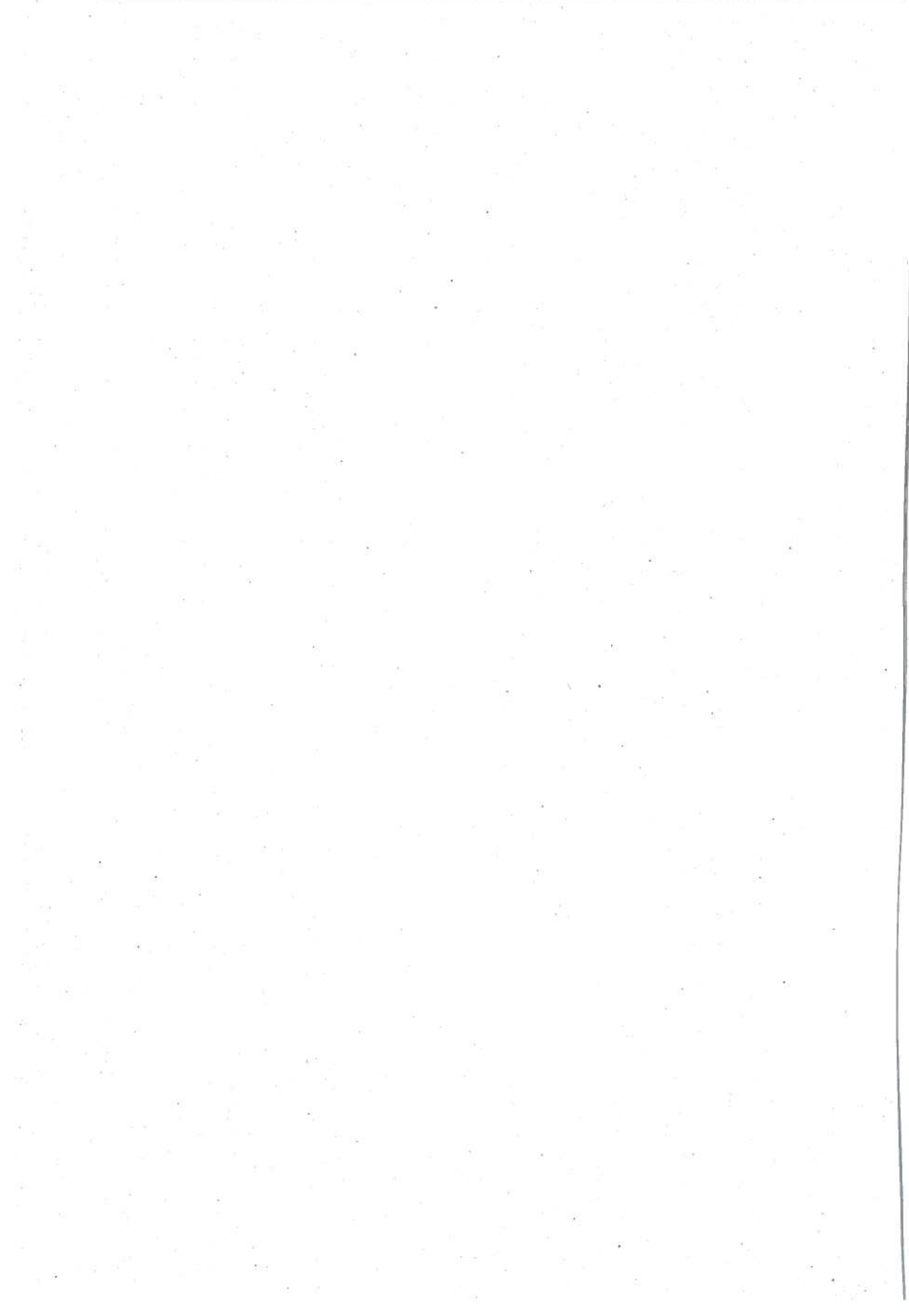
OPERAZIONE	ORA
Ciclo di monitoraggio di 24 ore	dalle 7.00 alle 7.00
Valutazione dati e definizione provvedimenti	dalle 7.30 alle 9.30
Informazione ai cittadini (inizio)	10.00
Entrata in vigore dei provvedimenti	entro le ore 6.00 del giorno successivo

Tab. 1.10 Livelli di attenzione e di allarme (Decreto del 25/11/94)

INQUINANTE	LIVELLO DI ATTENZIONE	LIVELLO DI ALLARME
Biossido di Zolfo (media giornaliera) µg/mc	125	250
Particelle sospese Totali (media giornaliera) µg/mc	150	300
Biossido di Azoto (media oraria) µg/mc	200	400
Monossido di Carbonio (media oraria) mg/mc	15	30
Ozono (media oraria) µg/mc	180	360

Tab. 1.11 Obiettivi di qualità (Decreto del 25/11/94)

PERIODO	PM10	BENZENE	BENZOPIRENE (IPA)
dal 1.1.96 al 31.12.98	60 µg/mc	15 µg/mc	2.5 ng/mc
dal 01.01.99	40 µg/mc	10 µg/mc	1 ng/mc



Origine degli inquinanti atmosferici

Sandro Garro, Stefania Dini, Ivelise Pagni

L'inquinamento atmosferico

L'inquinamento è definibile come una qualsiasi alterazione di un sistema che ne modifichi le caratteristiche.

L'ambiente "aria", fatta esclusione per l'umidità presente in percentuali variabili, è costituito per circa il 78% da azoto molecolare, per circa il 21% da ossigeno molecolare e per il rimanente 1% da una vasta serie di gas, tra i quali predomina l'argon.

È evidente, pertanto, che qualsiasi immissione significativa in atmosfera di specie diverse da azoto e ossigeno molecolari sia da considerarsi inquinamento atmosferico.

Tra le cause che determinano inquinamento atmosferico è opportuno discernere tra i fenomeni collegati a cicli naturali e quelli di origine antropica.

Inquinanti naturali

Tra le cause naturali di inquinamento è significativo il contributo dell'erosione da parte del vento dei materiali litoidi, con formazione di polveri aerodisperse che, a volte, possono provocare movimentazione, anche a lunghe distanze, di pulviscolo (basti pensare alla ricaduta al suolo con le piogge della sabbia del deserto del Sahara che si verifica a volte anche a queste latitudini).

Un'altra causa di inquinamento di origine naturale è la respirazione di tutte le specie viventi, con produzione di biossido di carbonio a scapito dell'ossigeno atmosferico, bilanciata, nelle ore diurne, dai processi fotosintetici.

Degna di nota, anche se si tratta di un fenomeno sporadico, è la produzione di ozono per scarica elettrica in caso di temporali.

Fenomeni più eclatanti sono quelli di natura tettonica, sia costanti nel tempo (soffioni di Larderello e altre manifestazioni analoghe) che casuali (eruzioni vulcaniche). In questi casi la quantità di inquinanti emessi può raggiungere localmente concentrazioni critiche, con conseguenze anche letali, pur non arrecando variazioni sostanziali all'inquinamento di fondo.

Inquinamento di origine antropica

Le cause sopra esposte, presenti da sempre, non costituiscono di per sé pregiudizio per la vita umana o per la tutela dell'ambiente.

L'inquinamento più preoccupante è quello che l'uomo produce per soddisfare le proprie necessità di benessere e che ha seguito i vari stadi di evoluzione sociale.

Il primo e più diffuso tipo di inquinamento è quello prodotto dai processi di combustione di cui l'uomo abbisogna sia per riscaldarsi, sia per cuocere i cibi, sia per alimentare i propri veicoli e macchinari.

In questo campo si è assistito ad un processo evolutivo per quanto riguarda i combustibili utilizzati (legna -> ligniti e carboni -> petrolio e derivati), con pro-

duzione di emissioni costantemente in crescita quantitativamente, ma di migliori caratteristiche qualitative.

Parallelamente l'evoluzione della società verso forme di aggregazione maggiore (costruzione di grandi agglomerati urbani) ha portato ad una concentrazione degli inquinanti in aree ridotte.

Va considerato inoltre che le "esigenze" della popolazione attuale sono ben maggiori di quelle dei nostri progenitori, in particolare per quanto riguarda il riscaldamento, la locomozione, la produzione di beni di consumo.

Altri tipi di inquinamento di origine antropica sono connessi ai particolari cicli tecnologici, con produzione di inquinanti spesso dotati di elevata tossicità, hanno un notevole interesse locale, ma sono poco rilevanti come impatto globale. La strategia di approccio è chiaramente diversa in questi casi: gli specifici inquinanti di origine industriale sono infatti da ricercare non dopo la loro diffusione nell'ambiente (immissioni atmosferiche), bensì al momento del loro rilascio (emissioni atmosferiche).

Ad aggravare la situazione, già di per sé dannosa, connessa alla localizzazione degli inquinanti di origine antropica in aree limitate, si aggiungono spesso condizioni di impedimento alla naturale ventilazione che causano un ulteriore ristagno degli inquinanti con la conseguenza di rischio acuto per la salute umana e per l'ambiente (vedasi la sezione riguardante i limiti di attenzione e di allarme).

Il primo grave problema che va considerato è quello connesso alla situazione morfologica dell'area urbana. La realizzazione, in epoche remote, di opere di urbanizzazione in zone "protette" dagli assalti dei nemici (valli chiuse da montagne, come il caso della città di Aosta) o comunque la scelta di zone non particolarmente ventilate costituiscono di fatto un ostacolo fisico alla dispersione degli inquinanti. Ben più felice appare, ad esempio, la situazione della città di Prato, situata sulla valle del Bisenzio ed esposta frequentemente a venti provenienti dal nord rispetto a quella di Firenze molto più riparata.

Altri fattori determinanti del rischio di accumulo di inquinanti in un'area limitata sono quelli di carattere meteorologico (stabilità atmosferica, inversione termica, etc.) connessi, oltre che ai flussi delle masse d'aria, anche alle condizioni morfologiche e al grado di urbanizzazione.

Inquinanti primari e secondari

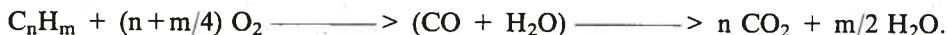
Gli inquinanti, quale che sia la loro origine, vengono divisi in primari e secondari. Gli inquinanti primari sono quelli che vengono immessi nell'ambiente direttamente a seguito del processo che li ha originati. Per inquinanti secondari si intendono invece quelle sostanze che si formano a seguito di modificazioni di varia natura a carico degli inquinanti primari, con reazioni che, spesso, coinvolgono l'ossigeno atmosferico e la luce.

Inquinanti primari

Gli inquinanti primari che si producono nei processi di combustione sono il monossido e il biossido di carbonio, gli idrocarburi, gli ossidi di azoto, gli ossidi di zolfo, le polveri.

Ossidi di carbonio

Gli ossidi di carbonio costituiscono il prodotto di combustione di tutti gli idrocarburi. La loro formazione avviene secondo la reazione (non bilanciata la reazione intermedia):



Il biossido di carbonio, innocuo per l'uomo, ma responsabile, anche se non unico, del cosiddetto "effetto serra", costituisce il prodotto finale di ogni ossidazione di sostanza organica.

Il monossido di carbonio è un composto, instabile nei confronti del biossido, che si forma come intermedio di reazione.

In un processo teorico di combustione, in presenza di un eccesso di ossigeno, il monossido di carbonio dovrebbe scomparire completamente.

Tuttavia l'ulteriore ossidazione dell'ossido di carbonio a biossido può non avvenire in maniera quantitativa quando la temperatura di reazione non è particolarmente elevata o quando il tempo di contatto tra questo inquinante e l'ossigeno non è sufficiente.

Queste condizioni si verificano, per i motori dei veicoli, nei casi in cui il rapporto di compressione non sia ottimale o in cui il motore sia "freddo" (decelerazione, marcia "al minimo"). Analoghe considerazioni possono essere fatte per le caldaie ad uso domestico o industriale.

Questo inquinante, in crescita in un passato recente per l'aumento dei processi di combustione, dovrebbe subire una riduzione per il verificarsi di una serie di situazioni favorevoli.

Un primo fattore che va considerato è quello relativo alla tipologia del combustibile. E' evidente infatti che è più facile avere un buon miscelamento aria/combustibile e una elevata temperatura di combustione utilizzando idrocarburi semplici che non combustibili di struttura più complessa o addirittura solidi.

Il passaggio verso la metanizzazione della maggior parte delle caldaie ad uso domestico o industriale è quindi un fattore determinante per una "migliore" combustione.

Altri fattori positivi sono correlati alla introduzione delle marmitte catalitiche per le auto e dei "bollini" per l'accesso in alcune città, tra cui Firenze, che costringono anche gli automobilisti più disattenti ad una revisione annuale della propria vettura.

Come tutti gli inquinanti primari, il monossido di carbonio raggiunge valori massimi nei mesi invernali quando all'inquinamento industriale e da traffico si aggiunge quello dovuto alle caldaie ad uso domestico.

Idrocarburi

Gli idrocarburi derivano principalmente da processi di combustione incompleti, per trasporto nel flusso aeriforme di prodotti presenti in origine, o derivanti da riarrangiamenti o frammentazioni molecolari, o da parziale ossidazione. A seconda dei loro punti di ebollizione e fusione e del loro stato di aggregazione, sono presenti in forma di gas, liquido o solido.

Gli idrocarburi determinati dai nostri analizzatori sono chiamati, in maniera impropria "idrocarburi non metanici". Tale termine è improprio e dovrebbe essere sostituito dal più corretto "idrocarburi eccetto il metano".

L'esclusione del metano quale tracciante per l'inquinamento atmosferico deriva da una serie di considerazioni: in primo luogo il metano è presente in quantità di gran lunga superiori agli altri idrocarburi (normalmente circa 10 volte il totale, con eccezione per il caso Prato, in cui il rapporto è di circa 3:1) per cui, di fatto, renderebbe poco significativa la determinazione di quest'ultimi; il metano si forma in tutti i processi di fermentazione anaerobica e può quindi derivare, nei centri abitati dalle fosse settiche, in campagna dalle concimaie, dalle discariche a cielo aperto, etc.; infine il metano non è tossico e non partecipa, in quanto fotochimicamente inerte, ai cicli di reazioni radicaliche in cui sono coinvolti gli altri idrocarburi nei fenomeni di formazione dello smog fotochimico.

Lo sviluppo di idrocarburi da processi di combustione è correlato alle caratteristiche del combustibile stesso. Mentre il metano brucia tendenzialmente in maniera quantitativa, con l'aumento del peso molecolare degli idrocarburi e andando verso le miscele più dense (GPL—> benzina—> gasolio—> ATZ,BTZ), si ha maggiore probabilità di rilascio di incombusti, nonché maggiore formazione di prodotti di riarrangiamento o di ossidazione parziale.

Il traffico veicolare produce idrocarburi di vario tipo in relazione al carburante utilizzato. Per i veicoli a benzina le marmitte catalitiche si dimostrano efficaci nell'abbattimento di questi inquinanti.

Altri idrocarburi, variamente derivatizzati, sono dovuti alle emissioni di solventi ad uso industriale o di altri prodotti riconducibili a cicli produttivi. Tipici dell'area tessile sono gli alchilbenzeni, utilizzati come oleanti di filatura ed immessi in atmosfera nei processi di asciugatura dei tessuti.

Piccole quantità di idrocarburi, diversi dal metano, possono svilupparsi anche in processi fermentativi da specie vegetali o da fenomeni di putrefazione (processi che hanno originato del resto tutti i combustibili fossili) ed avere quindi origine naturale.

Alcuni idrocarburi sono dotati di elevata tossicità e sono pertanto oggetto di campagne di monitoraggio finalizzate. Tra questi sono da considerare in particolare gli idrocarburi policiclici aromatici e il benzene, presente come antidetonante nelle benzine. Un certo interesse ambientale assumono anche i clorofluorocarburi (CFC), inerti nella troposfera, ma estremamente reattivi nell'ozonosfera, dove contribuiscono in maniera determinante alla formazione del "buco dell'ozono".

Gli idrocarburi vengono routinariamente determinati come miscela totale a causa delle ridotte concentrazioni delle singole innumerevoli specie presenti.

Oltre a problemi legati ad una tossicità intrinseca di alcune di queste specie, gli idrocarburi assumono importanza in quanto interferiscono nel ciclo di formazione/distruzione dell'ozono nella troposfera. Di questi effetti verrà trattato nel paragrafo relativo all'ozono.

Ossidi di azoto

Gli ossidi di azoto, tra i quali predominano il monossido NO e il biossido NO₂, si formano in piccole quantità come sottoprodotti delle reazioni di combustione dalla combinazione dell'azoto e dell'ossigeno dell'aria.

In fase di reazione si forma quasi quantitativamente il monossido che, in seguito, si converte in biossido. Per questo motivo il biossido di azoto viene considerato da alcuni come inquinante secondario.

La reazione tra l'azoto molecolare, estremamente inerte, e l'ossigeno avviene con notevole difficoltà e richiede che venga fornita una elevata quantità di energia (energia di attivazione) sotto forma di calore.

E' per questo motivo che la formazione di ossidi di azoto è favorita nei casi in cui, durante la combustione, si raggiungono temperature estremamente elevate (anche solo in particolari zone di un bruciatore).

E' evidente perciò come la formazione di ossidi di azoto venga favorita dalle stesse condizioni che portano alla minor produzione di monossido di carbonio.

Pertanto, per quanto riguarda i combustibili, si avrà maggiore produzione utilizzando metano rispetto al GPL, alla benzina, al gasolio, agli oli densi.

Per le ragioni addotte nei due paragrafi precedenti, appare evidente che, rispetto al passato, è da attendersi un aumento nella produzione di ossidi di azoto dalle caldaie, contrariamente a quanto avviene per il monossido di carbonio e gli idrocarburi.

Per quanto riguarda il traffico veicolare, si ha maggior produzione di ossidi di azoto in fase di accelerazione o di marcia normale. Le marmitte catalitiche hanno la proprietà di riportare questi inquinanti ad azoto molecolare.

Gli ossidi di azoto, oltre ad essere dotati di una certa tossicità, giocano un ruolo determinante nella produzione e distruzione dell'ozono e, in generale, nella formazione dello smog fotochimico.

Ossidi di zolfo

Il biossido di zolfo si forma nei processi di combustione per ossidazione dello zolfo presente, sotto varie forme, in tutti i combustibili fossili. Il triossido si forma per successiva ossidazione del biossido. Quest'ultimo, che per reazione con l'acqua produce acido solforico, è la causa principale delle piogge acide.

Gli ossidi di zolfo sono irritanti e tossici per molte specie vegetali.

La quantità di ossidi di zolfo prodotti in un processo di combustione dipende esclusivamente dalla percentuale di zolfo presente nel carburante; mentre il metano ne è del tutto privo (salvo quelle tracce di prodotti odorigeni aggiunti per verificare le perdite di gas), andando verso i combustibili più pesanti si ha un progressivo aumento.

La tendenza di questi inquinanti è quella di una progressiva riduzione dovuta al quasi abbandono dell'uso del carbone, al passaggio, per gli oli densi dall'ATZ (alto tenore di zolfo) al BTZ (basso tenore di zolfo), alla commercializzazione di gasolio più "pulito", alla metanizzazione di gran parte delle centrali termiche industriali e delle caldaie per uso domestico.

Polveri sospese

La presenza di particolato aerodisperso può avere origine sia naturale che antropica.

Le polveri che vengono monitorate nelle stazioni della rete di Prato sono quelle indicate come PM10, ovvero quelle con diametro inferiore a 10 μ . Questa frazione

di polveri è conosciuta anche come "polveri respirabili", ovvero quelle che, per le ridotte dimensioni, riescono a raggiungere i bronchioli dell'apparato respiratorio.

Tra le "polveri" di origine naturale, vanno ricordati i pollini e altri tipi di allergeni prodotti da alcuni organismi animali (acari, etc.).

Le "polveri" di origine antropica, oltre che rilasciate direttamente da alcuni cicli produttivi (peluria, vernici, etc.), sono riconducibili principalmente a due tipologie: il particolato da erosione per attrito meccanico (ad esempio i freni dei veicoli) o per effetto delle intemperie su manufatti prodotti dall'uomo (ad esempio polveri da eternit); il particolato prodotto per ricombinazione o strippaggio nelle reazioni di combustione, costituito da residui carboniosi, a volte contenenti componenti sicuramente tossici (IPA).

La pericolosità delle "polveri", oltre all'effetto di ostruzione delle vie respiratorie, è legata alla possibile presenza di sostanze tossiche nel particolato, quali, ad esempio, alcuni metalli (piombo, cadmio, mercurio), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), amianto, silice. Per questi tipi di sostanze possono essere condotte campagne di monitoraggio specifiche e mirate alla particolare situazione ambientale. Non esiste comunque la possibilità di procedere a determinazioni in continuo di questi inquinanti.

Inquinanti secondari e smog fotochimico

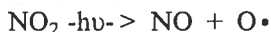
Alla categoria degli inquinanti secondari appartiene una lunga serie di prodotti di trasformazione derivanti dagli inquinanti primari e dai componenti naturali dell'aria.

Dal momento che la formazione di inquinanti secondari è condizionata dalla presenza di radiazioni luminose nella regione dell'ultravioletto, questo tipo di inquinamento è conosciuto anche come smog fotochimico.

Agli inquinanti secondari appartengono, tra gli altri, le aldeidi, i perossidi, gli acidi nitriloperacetici (PAN) e, soprattutto, l'ozono.

Ozono (O₃)

L'ozono si forma per reazione tra l'ossigeno molecolare O₂ e l'ossigeno atomico radicale. Quest'ultimo viene prodotto a partire da una serie di reazioni che coinvolgono gli ossidi di azoto:



dove $h\nu$ rappresenta un'onda elettromagnetica nella zona dell'ultravioletto (radiazione solare).

L'ozono, a sua volta, viene distrutto secondo il meccanismo:



ripristinando la situazione di partenza.

Esplicitando meglio quanto sopra riportato, il biossido di azoto, prodotto in maniera diretta nelle combustioni o per ossidazione successiva del monossido, in presenza di radiazione ultravioletta, si riduce a monossido e libera ossigeno radicalico, precursore dell'ozono.

La quantità di ozono che si produce per unità di tempo è quindi proporzionale all'irraggiamento solare (massima produzione nelle ore centrali delle giornate estive) e alla quantità di biossido di azoto presente.

Come corollario a ciò appare evidente che, essendo gli ossidi di azoto inquinanti primari, maggiore è l'inquinamento riscontrabile in una certa area, maggiore è la produzione di ozono.

L'ozono, in presenza di monossido di azoto, torna ad ossigeno molecolare, provocando nuovamente la formazione di biossido di azoto.

Questa reazione è favorita quanto maggiore è la concentrazione di monossido di azoto e quindi la probabilità di incontro tra le due molecole.

Infatti bisogna considerare che, mentre il radicale O^3 , estremamente instabile e reattivo, non ha difficoltà a incontrare una molecola di ossigeno (presente al 21% sull'aria secca), l'ozono, presente in quantità dell'ordine di $\mu\text{g}/\text{mc}$, deve combinarsi con un'altra molecola che ha concentrazioni analoghe.

Volendo in qualche modo quantificare numericamente questi rapporti, si può considerare che, in un certo volume di aria, per non più di 3 molecole di biossido di azoto siano presenti circa una molecola di idrocarburi, da 1 a 4 molecole di ozono, da 1 a 4 di monossido di azoto, 10 milioni di molecole di ossigeno e 40 milioni di molecole di azoto.

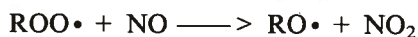
E' evidente pertanto che uno sbilanciamento nei rapporti tra biossido e monossido di azoto a favore del primo provoca automaticamente un accumulo di ozono.

Ad influenzare negativamente questo sostanziale equilibrio formazione/distruzione di ozono intervengono gli idrocarburi aerodispersi.

Per capire il meccanismo di azione di questi idrocarburi, occorre precisare che, se consideriamo soltanto la potenzialità dell'ozono come ossidante, tutte le sostanze organiche presenti nell'atmosfera dovrebbero essere trasformate in anidride carbonica, acqua e ossidi vari, con consumo netto di ozono. Purtroppo l'ozono, ideale per ossidare alcuni tipi di sostanze, quali il monossido di azoto, alcune molecole organiche odorigene, etc., non reagisce di fatto, per ragioni connesse alla sua struttura, con la maggior parte degli idrocarburi. E' infatti del tutto irrisoria la reattività nei confronti di idrocarburi alifatici saturi e di idrocarburi aromatici e di altre specie quali le aldeidi, mentre gli idrocarburi alifatici monoinsaturi vengono ossidati solo parzialmente ad aldeidi.

Sono invece estremamente reattivi ai radicali, prodotti principalmente dalla dissociazione del biossido di azoto, provocando una serie di reazioni a catena con formazione di una molteplicità di prodotti tra cui le aldeidi, i perossidi, i PAN.

Nella forma di radicale perossido, gli idrocarburi reagiscono con il monossido di azoto provocando la formazione del biossido e sbilanciando quindi il rapporto tra i due.



Nei centri urbani, dove si verificano tutte le reazioni competitive sopra esposte, si

ha in primo luogo un ostacolo alla formazione di ozono per sottrazione di radicali O^3 , in secondo luogo un contributo alla distruzione dell'ozono stesso ad opera di quegli idrocarburi con cui reagisce. Si può pertanto considerare, quale risultato globale di tutta questa serie di reazioni, l'aumento del biossido di azoto, associato anche a una diminuzione di idrocarburi e alla produzione di inquinanti secondari (smog fotochimico). Fatto salvo il caso in cui il monossido di azoto, distruttore principale dell'ozono, scenda a livelli estremamente bassi rispetto al biossido, non si producono situazioni particolarmente critiche.

Nelle zone poste sottovento ai centri urbani, invece, dove migrano gli inquinanti aerodispersi più "leggeri", tra cui l'ozono e gli ossidi di azoto, ma non grandi quantità di idrocarburi e dove non si ha produzione rilevante di inquinanti primari, si verifica contemporaneamente la presenza di concentrazioni notevoli di biossido di azoto a fronte di quantità estremamente ridotte di monossido.

Si verifica perciò la presenza di quantità rilevanti del precursore dell'ozono in assenza del distruttore, il che porta a fenomeni di accumulo di questo inquinante, con l'instaurarsi di situazioni di rischio sia per la salute umana che per l'ambiente.

Cronologia del monitoraggio della qualità dell'aria del Comune di Prato

Marco Stefanelli

La complessa realtà socio-economica dell'area pratese, caratterizzata da una particolare commistione tra aree residenziali e aree destinate alle attività produttive, ha da sempre creato notevoli problemi nella salvaguardia della qualità dell'ambiente. Uno degli aspetti più interessanti e problematici della tutela ambientale è rappresentato in questa area dal controllo della qualità dell'aria.

La prima indagine organica sulla qualità dell'aria nel Comune di Prato è stata effettuata dal Servizio Multizonale di prevenzione Ambientale della USL 10/A di Firenze, dal Febbraio 1991 al gennaio 1992, con l'ausilio di un mezzo mobile attrezzato.

La campagna si è sviluppata in quattro zone del territorio comunale scelte per la loro rappresentatività. Spostando l'autolaboratorio ciclicamente nei siti prescelti, si sono ottenuti dati qualitativamente indicativi anche dal punto di vista dell'evoluzione stagionale degli inquinanti. Questa campagna ha permesso di effettuare le prime valutazioni attendibili sulla situazione di inquinamento dell'aria del nostro territorio.

Quella che segue è una breve sintesi sulle attrezzature usate, sui cicli di misura, sulle postazioni e sui dati rilevati in questa prima campagna di monitoraggio.

Strumentazione usata

Campionatore automatico per particelle solide sospese APM1 Elecos (raggi Beta)

Analizzatore automatico per biossido di zolfo (SO₂) (fluorescenza UV)

Campionatore sequenziale per fumo nero ENVIRROMENT SF 8

Analizzatore automatico per NOX MONITOR LABS 8940 (Chemiluminescenza)

Analizzatore automatico per O₃ DASIBI (UV).

La concentrazione del piombo nell'aria è stata ottenuta analizzando in laboratorio i filtri su cui erano raccolte le polveri campionate.

Postazioni

I rilievi sono stati effettuati nelle seguenti postazioni:

1. Viale Vittorio Veneto, postazione con elevato volume di traffico.
2. Via Nistri, postazione rappresentativa della situazione del Centro Storico
3. Via Roncioni, postazione situata in zona semiperiferica con elevato traffico.
4. Via Arcivescovo Martini, postazione situata in zona con caratteristiche morfologiche 'aperte' ed elevato traffico veicolare; questa postazione è stata prescelta successivamente al nuovo piano di viabilità adottato alla fine del 1991.

Periodi di Misura

Viale V. Veneto	dal	12/02/91	11/04/91	13/06/91	
	al	28/02/91	06/05/91	01/07/91	
Via Nistri	dal	01/03/91	06/05/91	01/07/91	06/09/92
	al	20/03/91	23/05/91	19/07/91	30/09/92
Via Roncioni	dal	22/03/91	22/05/91	28/09/91	02/12/91
	al	10/04/91	13/06/91	03/10/91	19/12/91
Via A. Martini	dal	al	26/12/91		

L'indagine effettuata con l'autolaboratorio, i cui risultati sono dettagliati in tabella 3.1, ha evidenziato la seguente situazione: l'inquinamento principalmente provocato dalle emissioni veicolari (CO, Pb) raggiunge valori rilevanti soprattutto nei mesi invernali, in concomitanza di condizioni meteo di stabilità (assenza di ventilazione e presenza di condizioni di inversione termica). Durante l'estate le concentrazioni diminuiscono di 2-3 volte.

Situazioni analoghe si verificano per l'inquinamento di ossidi di azoto, dovuto oltreché al traffico autoveicolare, ai processi di combustione per usi energetici civili ed industriali,

L'inquinamento da SO₂ mostra un andamento stagionale praticamente costante, evidenziando come il contributo più importante sia imputabile alle emissioni delle centrali termiche non metanizzate*più che al riscaldamento domestico.

In definitiva questa prima indagine ha mostrato una situazione di inquinamento piuttosto rilevante da polveri, fumo nero e anidride solforosa, con un andamento temporale pressoché costante in tutto il periodo dell'anno. A questo contributo si sommava l'inquinamento provocato dal traffico autoveicolare che, nei periodi invernali meno favoriti dai fenomeni di dispersione naturale, provocava concentrazioni di NO₂ e CO sopra i limiti di attenzione.

Questa prima campagna ha confermato la presenza di una situazione di inquinamento meritevole di un controllo approfondito e costante nel tempo. Si rafforzava quindi l'esigenza di dotare anche il territorio Pratese di una rete di analizzatori installati in postazioni fisse, che potesse monitorare la situazione di inquinamento con precisione in tutte le stagioni dell'anno.

Nel 1994, nell'ambito del progetto DISIA (Disinquinamento Atmosferico e Acustico), è stata finanziata e realizzata una rete di monitoraggio nella Provincia di Firenze che prevedeva alcune stazioni di rilevamento anche nel Comune di Prato.

La rete è dotata di un centro operativo principale installato presso il Dip. Provinciale Arpat di Firenze e di un piccolo centro operativo, con funzioni limitate, presso il Dipartimento Provinciale Arpat di Prato.

La rete di Prato

La rete fino alla fine del 1996 è dotata delle seguenti risorse:

Centro Operativo

È localizzato nei locali del Dip. ARPAT di Prato, Via V. Veneto 9, ed è dotato di un PC pentium HP 5/90 che funge sia da client per le varie stazioni periferiche, durante le normali operazioni di acquisizione dei dati, che da workstation per tutte le successive operazioni di validazione e produzione dei bollettini giornalieri.

L'attività di gestione del Centro Operativo, acquisizione controllo e validazione dei dati, gestione e manutenzione degli analizzatori remoti è svolta da due tecnici e da un chimico, coadiuvati da un fisico dell'Arpat di Firenze con rapporto di collaborazione part-time. Il Centro Operativo di Prato lavora in stretto coordinamento con quello di Firenze, mantenendo un proprio archivio con i dati delle stazioni di Prato e occupandosi autonomamente della socializzazione dei dati raccolti.

Quotidianamente i dati vengono acquisiti, validati ed elaborati e viene prodotto un bollettino di riepilogo, che viene spedito via fax ai principali quotidiani locali

nonché ai Comuni interessati e alla Provincia di Prato.

La rete, a tutto il 1996, non ha le dotazioni minime previste dalle Norme per essere classificata come 'rete di allarme'; pertanto in caso di superamento non sono possibili atti restrittivi, come accade frequentemente, ad esempio, nella città di Firenze.

Stazioni periferiche di monitoraggio

Sono composte da cabine termostate poste in punti strategici della città. Ogni cabina è dotata, oltre che degli analizzatori che saranno dettagliati più avanti nello specifico, di un elaboratore locale che presiede alla gestione delle comunicazioni con il Centro Operativo, nonché alla integrazione dei valori puntuali rilevati dagli analizzatori e alla loro memorizzazione su base oraria. Il computer di cabina svolge inoltre l'importante funzione di controllare le calibrazioni giornaliere degli strumenti. La calibrazione avviene effettuando due misurazioni, una di zero ottenuta insufflando aria purificata, e l'altra misurando una miscela di gas a concentrazione nota (span). In base ai valori letti di zero e di span l'elaboratore locale costruisce una retta di calibrazione con la quale corregge tutti i dati rilevati. Se le misure di zero e di span differiscono troppo dai valori preimpostati, i dati successivamente letti vengono automaticamente invalidati.

Le cabine sono dotate di allarmi digitali per porta di accesso aperta e temperatura interna fuori dai limiti di funzionamento; ambedue gli allarmi sono individuabili dal Centro Operativo.

Qui di seguito è dettagliato l'elenco degli analizzatori installati nelle stazioni del Comune di Prato al 31.12.1996.

Stazione 009 - Via Soffici, Fontanelle

Analizzatore di Ossidi di Azoto, Polveri (PM10), Ozono, Monossido di Carbonio, Biossido di zolfo.

Stazione 010 - Via Paisiello, San Paolo

Analizzatore di Ossidi di Azoto, Biossido di zolfo

Stazione 011 - Via Ferrucci, Prato centro

Analizzatore di Ossidi di azoto, Polveri (PM10), Monossido di carbonio, Idrocarburi non metanici, spire per conteggio autoveicoli e velocità media.

Dal Febbraio 1994 la rete nella provincia di Prato è stata ampliata con una nuova stazione di monitoraggio situata nel Comune di Poggio a Caiano. Tale stazione è dotata attualmente dei seguenti strumenti:

Analizzatore di Monossido di Carbonio Elecos

Analizzatore di Ossidi di Azoto Dasibi

Analizzatore di polveri (PM10) Dasibi

La nuova rete di allarme della Provincia di Prato

Nella primavera del 1997 il sistema di monitoraggio della qualità dell'aria ha su-

bito notevoli cambiamenti strutturali ed organizzativi. In seguito ad un accordo tra la Provincia di Prato e quella di Firenze si è concordata la divisione funzionale delle due reti provinciali, pur mantenendo il necessario collegamento tra le reti presenti nell'area metropolitana (Firenze, Prato, Pistoia), allo scopo di garantire una omogeneità culturale, gestionale ed organizzativa dei sistemi di rilevamento. Resta inoltre quotidiano l'interscambio dei dati forniti dalle stazioni meteo delle reti metropolitane, in modo da ottimizzare le informazioni disponibili a scopo previsionale.

Dal 1997 la rete di Prato è controllata esclusivamente dal nuovo Centro Operativo locale, che è stato trasferito nella nuova sede di Via Giotto 20 e arricchito di una adeguata dotazione strumentale.

La rete provinciale è stata integrata da altre 3 stazioni, 1 meteo e 2 chimiche, raggiungendo il numero di stazioni previsto dalla normativa per una rete di allarme. Il personale di gestione è stato integrato con due ulteriori unità.

Inoltre è stata completamente sostituita la stazione meteo di Baciacavallo che era stata distrutta da un fulmine nel Settembre del 1994.

In tempi brevi è prevista l'installazione di una ulteriore stazione di monitoraggio di tipo D che sarà operativa entro l'estate 1998.

Nella seguente immagine possiamo notare la disposizione delle stazioni di rilevamento della nuova rete di allarme.



Con un fondo grigio sono indicate le quattro stazioni di nuova installazione le

cui caratteristiche sono descritte in tabella 3.2.

Per quanto riguarda la disposizione delle stazioni possiamo notare come il centro cittadino sia all'interno di un quadrilatero ai cui vertici troviamo le quattro stazioni chimiche.

La stazione per il monitoraggio degli inquinanti secondari si trova alla periferia NE della città, in una posizione tale da essere investita dai venti a regime di brezza, di provenienza W-SW (venti prevalenti durante il periodo estivo), che trasportano gli inquinanti prodotti nell'area urbana.

Per quanto riguarda l'ubicazione delle stazioni meteo si è scelto di posizionarne una in pianura (Depuratore di Baciacavallo) e l'altra in quota (Poggio Castiglioni, ~400 m s.l.m.), in modo da valutare i parametri meteo su diverse stratificazioni d'aria. Questa informazione è fondamentale per rilevare e prevedere i fenomeni di inversione termica responsabili delle situazioni di inquinamento più acute.

Tab 3.2 Dotazione strumentale della nuova rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

Stazione	Analizzatore	Base temporale
01- tipo C Poggio a Caiano	CO	Orario
	NO/NOX/NO2	Orario
	PTS	Giornaliero

Stazione	Analizzatore	Base temporale
09 - tipo A Fontanelle Soffici	NO/NOX/NO2	Orario
	O3	Orario
	PTS	Giornaliero

Stazione	Analizzatore	Base temporale
010 - tipo B S. Paolo Paisiello	NO/NOX/NO2	Orario
	SO2	Orario

Stazione	Analizzatore	Base temporale
011 - tipo C Prato centro Ferrucci	CO	Orario
	NMHC/CH4	Orario
	NO/NOX/NO2	Orario
	CONTA -TRAFFICO	Orario
	PTS	Giornaliero

Stazione	Analizzatore	Base temporale
tipo B Casa riposo Roma	CO	Orario
	NO/NOX/NO2	Orario
	SO2	Orario

Stazione	Analizzatore	Base temporale
tipo C Curtatone Strozzi	CO	Orario
	SO2	Orario
	PTS	Giornaliero

Stazione	Analizzatore	Base temporale
tipo D Ponte Petrino Giovanni XXIII	O3	Orario
	NO/NOX/NO2	Orario

Stazione	Analizzatore	Base temporale
Poggio Castiglioni (300 m s.l.m.)	Temperatura	Orario
	Umidità relativa	Orario
	Velocità vento	Orario
	Direzione vento	Orario
	Pioggia	Orario
	Radiazione netta	Orario
	Radiaz. globale	Orario

Stazione	Analizzatore	Base temporale
Baciacavallo (44 m s.l.m.)	Temperatura	Orario
	Umidità relativa	Orario
	Pressione atmosf.	Orario
	Velocità vento	Orario
	Direzione vento	Orario
	Pioggia	Orario
	Radiazione netta	Orario
	Radiaz. globale	Orario

Nel corso del 1997 diventerà operativo un autolaboratorio che sarà integrato nella rete di rilevamento della qualità dell'aria. Questa nuova attrezzatura, dotata dei più sofisticati sistemi di campionamento e calibrazione, sarà estremamente utile per il monitoraggio dell'inquinamento nei 'punti critici' della città dove sarà finalmente possibile conoscere la reale entità delle concentrazioni raggiunte dagli inquinanti in particolari condizioni emissive (vicinanza di camini, ciminiera, zone nevralgiche per il traffico).

Il mezzo mobile sarà inoltre indispensabile per campagne di monitoraggio fuori dai centri abitati e in zone lontane da fonti emissive, in modo da individuare l'entità delle concentrazioni raggiunte dagli inquinanti secondari.

Qui di seguito sono riportate le dotazioni strumentali previste sull'autolaboratorio:

Polverometro con testa di prelievo autonoma dotata di apposito impattore removibile per la determinazione delle polveri di granulometria inferiore a 10 micron di diametro (PM10) o delle polveri totali, idoneo anche a fornire campioni per la determinazione chimica dei metalli.

Sonda centralizzata di prelievo per analisi di inquinanti chimici, con appositi sistemi di purificazione e termostatazione.

Analizzatore di NOX con visualizzazione della lettura, uscite analogiche per registrazione del sistema di acquisizione dati, completo di unità di calibrazione ed accessori.

Analizzatore CO con visualizzazione della lettura, uscite analogiche per registrazione nel sistema di acquisizione dati, completo di unità di calibrazione ed accessori.

Analizzatore O₃ con visualizzazione della lettura, uscite analogiche per registrazione nel sistema di acquisizione dati, completo di unità di calibrazione ed accessori.

Analizzatore SO₂ con visualizzazione della lettura, uscite analogiche per registrazione nel sistema di acquisizione dati, completo di unità di calibrazione ed accessori.

Analizzatore HC e NMHC con visualizzazione della lettura, uscite analogiche per registrazione nel sistema di acquisizione dati, completo di unità di calibrazione ed accessori.

Generatore di idrogeno a cella elettrolitica e tutti gli accessori necessari al suo corretto funzionamento.

Fonometro integratore in classe 1, con interfaccia per PC e software di trasferimento, memorizzazione, elaborazione e stampa dei dati.

Calibratore tipo GPT multipunto, con dotazione di bombole di calibrazione con predisposizione per collegare gli strumenti e tutti gli accessori necessari al corretto funzionamento.

Sensori meteo di velocità-direzione vento, temperatura, umidità relativa, radiazione globale netta.

Sonda per esterni per rilevamenti fonometrici compatibile con il fonometro sopra descritto.

Nuove procedure di rimbalzo dati al pubblico

Fin dal gennaio 1997 nelle procedure giornaliere è stata inserita la compilazione di un bollettino in formato html con la sintesi della situazione di inquinamento del

giorno precedente. Il file viene quotidianamente inserito nel sito ARPAT della provincia di Prato in modo da mantenere una pagina di informazioni aggiornate sulla situazione di inquinamento della provincia. In aggiunta i dati vengono quotidianamente spediti via fax alle autorità provinciali e comunali oltre che alle testate giornalistiche locali.

Il monitoraggio chimico: anni 1994-1995-1996

Marco Bazzani, Grazia Cellai, Marco Stefanelli

In questo capitolo viene presentato un riepilogo dei dati misurati negli ultimi tre anni (1994-1996) dalle tre stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria di Prato e da quella installata a Poggio a Caiano. I riepiloghi sono presentati mediante tabelle e grafici che permettono un confronto fra i dati relativi ai tre anni in questione. Per una migliore analisi dei dati sono state aggiunte varie elaborazioni rispetto a quelle contenute nella pubblicazione "La qualità dell'aria nel comprensorio pratese", in cui venivano esaminati i dati del 1994. Sono stati inoltre introdotti, ove previsti, i riferimenti ai limiti di legge per i parametri matematici calcolati. Per comodità di lettura tali limiti sono riportati in dettaglio nelle tabelle 4.1, 4.2 e 4.3.

Prima di passare all'esame degli elaborati realizzati per ogni singolo analizzatore, ci sembra necessario trattare brevemente della qualità dei dati che vengono presentati.

Tutti gli analizzatori forniscono i dati su base oraria, escluso i polverometri che forniscono i dati su base giornaliera. Tali dati subiscono inizialmente un controllo di validità da parte del computer di cabina che, in base alle condizioni di funzionamento e di calibrazione dello strumento, valida o meno il dato orario. Il secondo esame viene effettuato visivamente dai tecnici del centro operativo che ne determinano definitivamente l'effettiva validità. Un ulteriore controllo viene attivato quando vengono effettuati dei riepiloghi dei dati, il che consente di evidenziare anomalie sul lungo periodo.

Formato di presentazione dei dati

Ad ogni parametro monitorato da ogni stazione, sono dedicate tre pagine, con la stessa struttura (due nel caso di parametri su base giornaliera, come i polverometri o per medie su base plurioraria come ad esempio le medie su 8 ore del CO).

Nella prima pagina, sotto il titolo (con la specifica della stazione, del parametro e della relativa unità di misura) si trovano tre tabelle riassuntive contenenti il numero dei dati validi rilevati nel periodo considerato, il numero teorico dei dati del periodo, la percentuale dei dati validi e i seguenti valori calcolati sui dati validi misurati nel periodo: mediana¹, 90° percentile², 95° percentile, 98° percentile, massimo, media³ e relativa deviazione standard⁴. Ogni tabella riporta i dati degli ultimi tre anni: la prima considera come periodo l'anno solare (dal 1° gennaio al 31 dicembre), la

1 Mediana: la mediana di una serie i cui dati sono disposti in ordine crescente è il valore che divide la distribuzione in due parti contenenti lo stesso numero di dati. In una serie con numero dispari di dati in ordine crescente la mediana è il valore che occupa il posto centrale, in una serie con numero di dati pari, si sceglie di solito la media dei due valori che occupano i posti centrali.

2 Percentile: presa una serie di valori ordinati in modo crescente l' x^o percentile rappresenta il valore contenuto nella posizione $x\%$ del numero dei valori. Ad esempio in una serie ordinata di 200 valori il 98° percentile è il valore al 196° posto (il 98% di 200 è uguale a 196).

3 Media: la media di un insieme di dati è la somma dei dati dell'insieme divisa per il loro numero.

4 Deviazione standard: detta anche scarto quadratico medio, è la radice quadrata della media dei quadrati delle differenze fra i dati e la loro media.

seconda considera invece l'anno ecologico (dal 1° aprile al 31 marzo), la terza infine il semestre invernale (dal 1° ottobre al 31 marzo). Nel caso dell'ozono, sostanza inquinante che presenta valori più alti nei mesi caldi, la terza tabella si riferisce al semestre estivo (dal 1° aprile al 30 settembre). Questa suddivisione è dovuta al fatto che i limiti di legge si riferiscono a periodi di mediazione diversi a seconda della sostanza inquinante considerata. Si è scelto quindi di riportare tutte e tre queste tabelle per tutti i parametri misurati, indicando, ove esistenti, i limiti in una riga dal titolo "valori limite" in fondo alla relativa tabella. L'analisi dei dati è limitata, per esigenze di pubblicazione, al 15 febbraio 1997 e quindi le righe relative all'anno ecologico e al semestre invernale 1996-97 non sono complete, mancando un mese e mezzo di valori. I dati riportati si possono comunque considerare rappresentativi, con buona approssimazione dei dati finali ottenibili al 31 marzo 1997. Sempre nella prima pagina, dopo le tre tabelle, si trova un grafico a barre che riporta le medie mensili del parametro nei tre anni 1994-1996 e che permette un confronto visivo degli andamenti stagionali del parametro.

Nella seconda pagina si trova in alto una tabella che riporta le medie mensili del parametro e il numero di dati validi nei tre anni. Viene poi considerata la distribuzione dei valori del parametro. Per far questo si sono scelte otto classi di valori e valutati la frequenza e il numero dei dati che in ogni anno solare rientrano nella classe considerata. Tali valori sono riportati nella tabella in fondo alla pagina, mentre nel grafico a barre al centro della pagina è riportata la distribuzione dei dati come frequenza. Il criterio per la scelta dei campi di valori per la distribuzione è simile a quello indicato per la rappresentazione dei dati delle reti di monitoraggio prevista dalla legge (tabelle ISTISAN). Le classi sono otto, anziché sette avendo suddiviso la classe 0-25% del valore di soglia in due classi, rispettivamente 0-10% e 10-25%. Le altre classi sono invece uguali 25-50%, 50-75%, 75-100%, 100-150%, 150-200% e >200% del valore di soglia. Nel caso di inquinanti per cui è definito un livello di attenzione (v. tabella III) questo si è considerato come valore di soglia per calcolare le classi il livello di attenzione, e quindi il 200% del livello di soglia risulta essere il livello di allarme. Per questi inquinanti i livelli di attenzione e di allarme sono anche indicati dalle scritte "attenzione" e "allarme" accanto alle relative linee verticali nel grafico a barre della distribuzione dei valori. Nel caso degli altri parametri i valori di soglia sono stati arbitrariamente scelti nel seguente modo:

per l'NO e l'NO_x uguale a 200 µg/m³ come per l'NO₂;

per le medie sulle 8 ore del CO uguale allo standard di qualità (D.P.R. 203/88) di 10 mg/m³;

per il CH₄ uguale a 1000 µg/m³;

per le medie di tre ore (06-09) degli NMHC uguale allo standard di qualità di 200 µg/m³;

per le medie orarie degli NMHC uguale al doppio dello standard di qualità (400 µg/m³);

per il traffico uguale a 1000 veicoli per ciascuna corsia.

Si deve far attenzione nel confrontare le distribuzioni dei dati fra i vari anni, infatti il confronto deve essere fatto sulle frequenze, non essendo di solito il numero dei dati validi costante per i vari anni. Il numero dei dati che rientra nelle varie classi serve soprattutto a contare i casi di superamento delle soglie, ma può trarre in in-

ganno nel confronto fra due anni con numero di dati validi diverso. Facciamo il caso di due anni con la stessa distribuzione percentuale, ma con il primo avente un maggior numero di dati validi: questo fa sì che il numero dei dati che cadono nelle varie classi del secondo anno sia sempre inferiore al primo, e questo può far erroneamente supporre una diminuzione del parametro nel secondo anno.

Nella terza pagina, per i parametri su base oraria vengono presentate per i tre anni solari le ventiquattro medie ora per ora, cioè il cosiddetto "giorno tipo". I valori sono riportati sia in una tabella che in un grafico. Nel caso che la percentuale dei dati validi sia inferiore ad una soglia prestabilita, nella tabella compare un trattino, mentre nel grafico la linea è interrotta. Per molti analizzatori un'ora al giorno è dedicata alla calibrazione e quindi è normale l'assenza di dati (ad esempio: ore 02 per l' SO_2 , ore 03 per $\text{NO}/\text{NO}_x/\text{NO}_2$, ore 24 per CH_4/NMHC). La soglia per la percentuale dei dati validi necessari per la media è stata scelta del 65% per gli analizzatori di $\text{NO}/\text{NO}_x/\text{NO}_2$ di CO e di O_3 , del 75% per gli analizzatori di SO_2 , del 50% per CH_4/NMHC e ridotta nel caso di Poggio a Caiano al 30% per il CO e al 25% per $\text{NO}/\text{NO}_x/\text{NO}_2$ a causa dell'esiguo numero dei dati. Il grafico mostrato in questa pagina, ovvero l'andamento medio giornaliero del parametro considerato, indica come l'inquinante si evolve nella giornata-tipo e consente di rilevare le ore di massima concentrazione. Inoltre questo grafico mette anche bene in risalto le variazioni fra i vari anni, anche se si deve tener in considerazione gli eventuali periodi di mancanza di dati che possono modificare gli andamenti medi giornalieri.

Per ogni stazione prima delle tabelle e dei grafici dei vari analizzatori è inserita una scheda riassuntiva della dotazione strumentale della medesima e alcuni commenti sui dati presentati.

Tab. 4.1 Valori limite di qualità dell'aria. Standard di Qualità (D.P.R. 203/88)

SOSTANZA INQUINANTE	DEFINIZIONE DEL LIMITE	VALORE LIMITE	PERIODO DI OSSERVAZIONE	TEMPO DI MEDIAZIONE
Biossido di zolfo	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco di 1 anno	80 µg/m ³	Anno: dal 1 aprile al 31 marzo	24 ore: dalle 00 alle 24 di ciascun giorno
idem	98° p.c. delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	250 µg/m ³	Anno: dal 1 aprile al 31 marzo	24 ore: dalle 00 alle 24 di ciascun giorno
idem	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate durante l'inverno	130 µg/m ³	Dal 1 ottobre al 31 marzo	24 ore: dalle 00 alle 24 di ciascun giorno
Biossido di azoto	98° p.c. delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate durante l'anno	200 µg/m ³	Anno: dal 1 gennaio al 31 dicembre	1 ora
Particelle sospese	Media aritmetica di tutte le concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	150 µg/m ³	Anno: dal 1 aprile al 31 marzo	24 ore: dalle 00 alle 24 di ciascun giorno
idem	95° p.c. di tutte le concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	300 µg/m ³	Anno: dal 1 aprile al 31 marzo	24 ore: dalle 00 alle 24 di ciascun giorno
Ozono	Concentrazione media di 1 ora da non raggiungere più di una volta al mese	200 µg/m ³	Mese: dal primo all'ultimo giorno di ciascun mese di calendario	1 ora
Monossido di carbonio	Concentrazione media di 8 ore	10 mg/m ³		8 ore : dalle 00 alle 08; dalle 08 alle 16; dalle 16 alle 24
idem	Concentrazione media di 1 ora	40 mg/m ³		1 ora
Piombo	Media aritmetica di tutte le concentrazioni medie di 24 ore rilevate in un 1 anno	2 µg/m ³	Anno: dal 1 gennaio al 31 dicembre	24 ore: dalle 00 alle 24 di ciascun giorno
Fluoro	Concentrazione media di 24 ore	20 µg/m ³		24 ore: dalle 00 alle 24 di ciascun giorno
idem	Media delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate in un 1 mese	10 µg/m ³	Mese: dal primo all'ultimo giorno di ciascun mese di calendario	24 ore: dalle 00 alle 24 di ciascun giorno
Idrocarburi totali (escluso il metano)	Concentrazione media di 3 ore consecutive in un periodo del giorno da specificarsi secondo le zone a cura delle autorità regionali competenti	200 µg/m ³ (*)		3 ore: dalle 06 alle 09 di ciascun giorno

(*) Da adottarsi soltanto nelle zone e nei periodi dell'anno nel quale si siano verificati superamenti significativi dello standard dell'aria per l'ozono.

Tab. 4.2 Valori guida di qualità dell'aria (D.P.R. 203/88)

SOSTANZA INQUINANTE	DEFINIZIONE DEL LIMITE	VALORE GUIDA	PERIODO DI OSSERVAZIONE	TEMPO DI MEDIAZIONE
Biossido di zolfo	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	da 40 a 60 µg/m ³	Anno: dal 1 aprile al 31 marzo	24 ore: dalle 00 alle 24 di ciascun giorno
idem	Valore medio delle 24 ore	da 100 a 150 µg/m ³	24 ore: dalle 00 alle 24 di ciascun giorno	
Biossido di azoto	50° p.c. delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate durante l'anno	50 µg/m ³	Anno: dal 1 gennaio al 31 dicembre	1 ora
idem	98° p.c. delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate durante l'anno	135 µg/m ³	Anno: dal 1 gennaio al 31 dicembre	1 ora
Particelle sospese	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	da 40 a 60 mg fumo nero equivalente/ m ³	Anno: dal 1 aprile al 31 marzo	24 ore: dalle 00 alle 24 di ciascun giorno
idem	Valore medio delle 24 ore	da 100 a 150 mg fumo nero equivalente/ m ³	Anno: dal 1 gennaio al 31 dicembre	24 ore: dalle 00 alle 24 di ciascun giorno

Tab. 4.3 Livelli di attenzione e di allarme (D.M. Ambiente 25.11.1994)

SOSTANZA INQUINANTE	DEFINIZIONE DEL LIMITE	LIVELLO DI ATTENZIONE	LIVELLO DI ALLARME	PERIODO DI OSSERVAZIONE
Biossido di zolfo	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore	125 µg/m ³	250 µg/m ³	Giorno
Biossido di azoto	Media oraria	200 µg/m ³	400 µg/m ³	Giorno
Particelle sospese	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore	150 µg/m ³	300 µg/m ³	Giorno
Monossido di carbonio	Concentrazione media di 1 ora	15 mg/m ³	30 mg/m ³	Giorno
Ozono	Concentrazione media di 1 ora	180 µg/m ³	360 µg/m ³	Giorno

Stazione N° 01 - Piazza XX Settembre - Poggio a Caiano

Classificazione:	Classe C (zona ad elevato traffico veicolare)
Parametri Monitorati:	Monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO ₂ ,NO,NOX), polveri sospese (PTS)

Analizzatori installati	Principio di funzionamento
Analizzatore di CO Elecos COM-1	Spettrofotometria IR
Analizzatore di ossidi di azoto Dasibi	Fluorescenza UV
Polverometro Dasibi	Gravimetria su supporto solido in teflon mediante irraggiamento β da sorgente radioattiva

Considerazioni

In questa stazione è in funzione dal gennaio 1995 un analizzatore di CO e solo dalla metà del 1996 sono stati installati un analizzatore di ossidi di azoto ed uno di polveri sospese. Quindi, per quanto riguarda questi due ultimi analizzatori, non esiste ancora un archivio significativo di dati. Inoltre per una serie di inconvenienti tecnici di varia natura gli strumenti non sono stati in grado di fornire dati validi per lunghi periodi (a parte il polverometro), cosicché la percentuale dei dati validi su base annuale risulta ben lontana dal 75% minimo ammesso. La discontinuità delle misurazioni e la insufficiente quantità di dati non consentono perciò una valutazione esauriente e significativa; inoltre è necessario almeno un anno di dati per un confronto coi livelli guida previsti dalla normativa.

Per quanto riguarda il CO una valutazione di tipo qualitativo sembrerebbe indicare una situazione di inquinamento pressoché costante in tutto l'anno e senza sostanziali variazioni fra il 1995 e il 1996. Vi sono pochi eventi di punta, comunque con valori ben lontani dal limite di attenzione (si veda il grafico della distribuzione in classi dei valori in cui oltre il 99% dei valori è minore del 50% di tale limite). L'andamento del giorno tipo mostra il caratteristico sviluppo giornaliero dell'inquinante, che essendo prodotto per larga parte dal traffico veicolare è in qualche modo proporzionale alla sua intensità: si notano infatti i massimi in corrispondenza delle ore di punta relative all'inizio e alla fine della giornata lavorativa. E' interessante notare come il profilo del giorno tipo per il CO sia molto simile in tutte le stazioni (XX Settembre - Poggio a Caiano, Fontanelle e Ferrucci - Prato), anche se il picco mattutino a Poggio a Caiano è più allargato rispetto alle altre stazioni, probabilmente per una diversa distribuzione del traffico, diverso da quello cittadino.

I dati dell'NO₂ sono relativi solo a pochi mesi, ma comunque i valori rilevati sono abbastanza bassi, come si può notare dalla distribuzione in classi di valori, che evidenzia rarissimi casi in cui ci si avvicina alla soglia di attenzione di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Anche per l'analizzatore di PTS i dati sono solo di pochi mesi, anche se la percentuale di dati validi è in questo caso accettabile. Il confronto, pur parziale, con i limiti su base annua evidenzia il rispetto di tali limiti, anche se dalla distribuzione in classi di valori si possono notare diversi superamenti del livello di attenzione. Tale distribuzione appare abbastanza strana, soprattutto i molti valori nelle classi più alte, quindi si ritiene necessario un controllo accurato dell'apparecchio per accertare la reale rispondenza dei dati misurati.

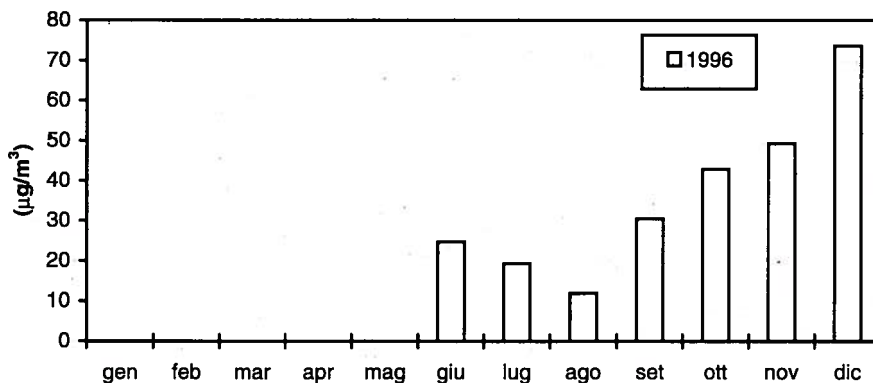
Stazione n° 01 - Poggio a Caiano – BLOSSIDO DI AZOTO (NO_2 - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
25-06-96 31-12-96	2474	4560	54%	21,9	75	92	110	182	32,0	28,7
valori limite				50 (v. guida)			200 (135 valore guida)			

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
25-06-96 15-02-97	2607	5664	46%	23,1	84	100	126	197	34,9	32,1

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-96 15-02-97	1026	3312	31%	54,1	102	125	147	197	58,0	34,3

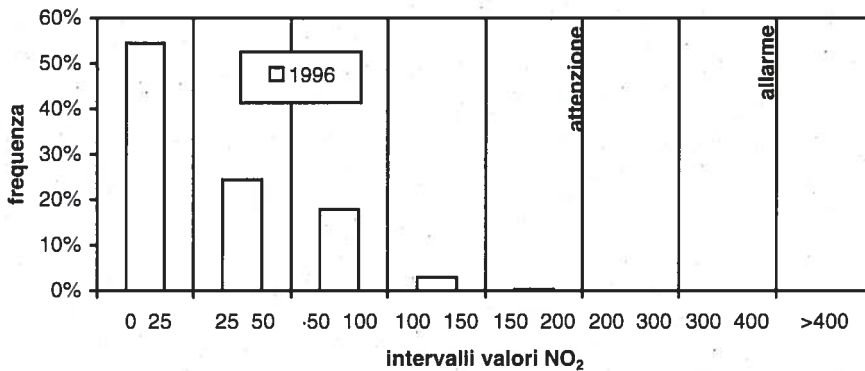
Medie mensili NO_2 Poggio a Caiano



Stazione N° 01 - Poggio a Caiano - BISSIDO DI AZOTO (NO₂ - µg/m³)

Medie mensili	1996	
	Mesi	Media
gen	-	0
feb	-	0
mar	-	0
apr	-	0
mag	-	0
giu	24,7	93
lug	19,3	549
ago	11,9	535
set	30,4	404
ott	42,8	383
nov	49,2	263
dic	73,6	247

Distribuzione valori NO₂ per campi di valori

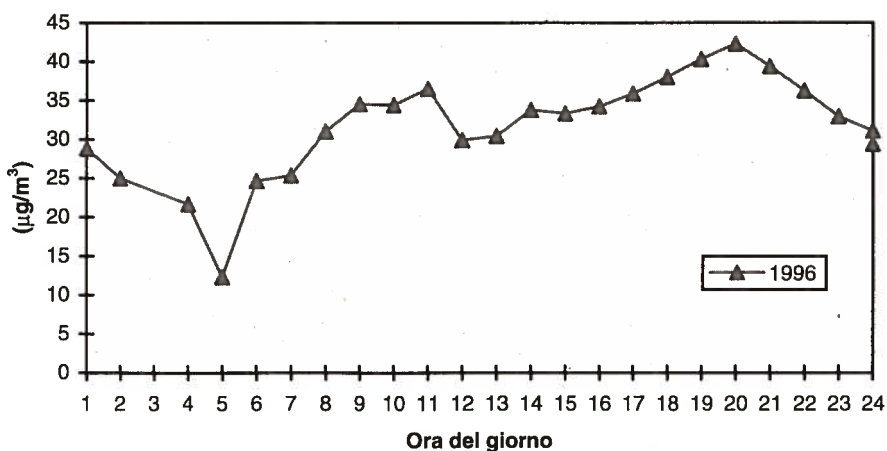


Distribuzione	1996	1996
campi di valori	frequenza	n°dati
0 ÷ 25	54,45%	1347
25 ÷ 50	24,41%	604
50 ÷ 100	17,87%	442
100 ÷ 150	2,95%	73
150 ÷ 200	0,32%	8
200 ÷ 300	0,00%	0
300 ÷ 400	0,00%	0
>400	0,00%	0

Stazione N° 01 - Poggio a Caiano - BLOSSIDO DI AZOTO (NO_2 - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Giorno tipo	1996
ORA	media
1	28,8
2	25,0
3	21,7
4	12,3
5	24,7
6	25,4
7	31,0
8	34,5
9	34,4
10	36,5
11	29,9
12	30,4
13	33,8
14	33,3
15	34,2
16	35,9
17	38,0
18	40,3
19	42,3
20	39,4
21	36,3
22	32,9
23	31,1
24	29,4

Andamento tipico dell' NO_2 (giorno tipo)



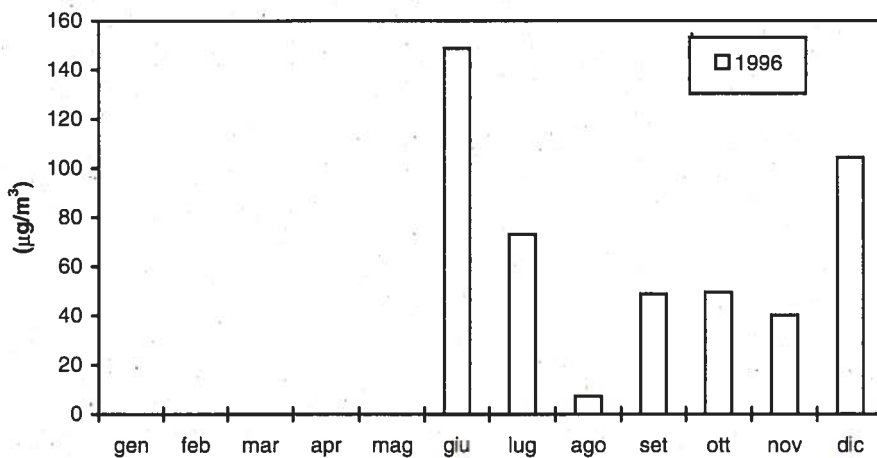
Stazione N° 01 - Poggio a Caiano - MONOSSIDO DI AZOTO (NO - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
25-06-96 31-12-96	3408	4560	75%	26,1	157	217	280	846	56,8	76,4

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
25-06-96 15-02-97	3909	5664	69%	27,1	172	236	297	846	60,2	80,6

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
25-06-96 15-02-97	2085	3312	63%	32,8	205	262	321	422	71,8	87,2

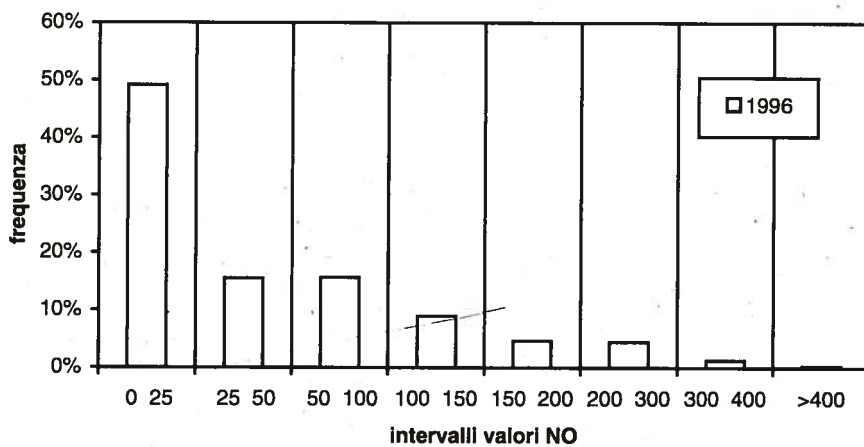
Medie mensili NO Poggio a Caiano



Stazione N° 01 - Poggio a Caiano - MONOSSIDO DI AZOTO (NO - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Medie mensili	1996	
Mesi	Media	N° validi
gen	-	0
feb	-	0
mar	-	0
apr	-	0
mag	-	0
giu	148,8	78
lug	73,2	632
ago	7,3	643
set	48,9	471
ott	49,6	478
nov	40,3	487
dic	104,4	619

Distribuzione valori NO per campi di valori

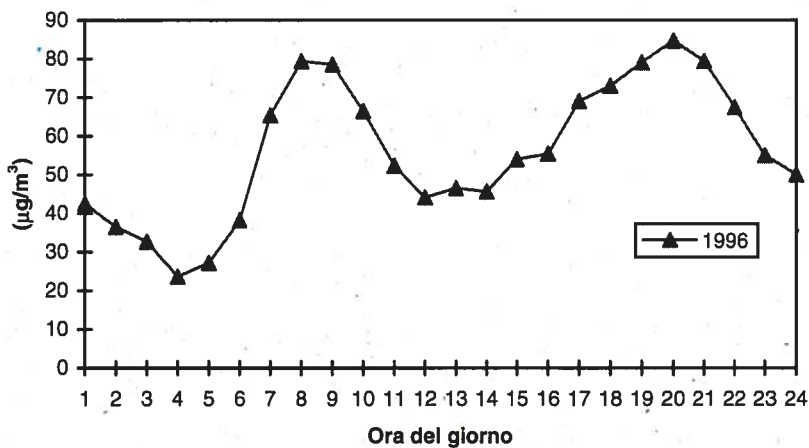


Distribuzione	1996
campi di valori	frequenza
0 ÷ 25	49,15%
25 ÷ 50	15,52%
50 ÷ 100	15,64%
100 ÷ 150	8,95%
150 ÷ 200	4,67%
200 ÷ 300	4,46%
300 ÷ 400	1,29%
>400	0,32%

Stazione N° 01 - Poggio a Caiano - MONOSSIDO DI AZOTO (NO- $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Giorno tipo	1996
ORA	media
1	42,5
2	36,5
3	32,7
4	23,6
5	27,1
6	38,2
7	65,4
8	79,4
9	78,5
10	66,5
11	52,3
12	44,1
13	46,5
14	45,6
15	54,0
16	55,4
17	69,0
18	73,0
19	79,0
20	84,7
21	79,4
22	67,5
23	55,0
24	50,0

Andamento tipico dell'NO (giorno tipo)



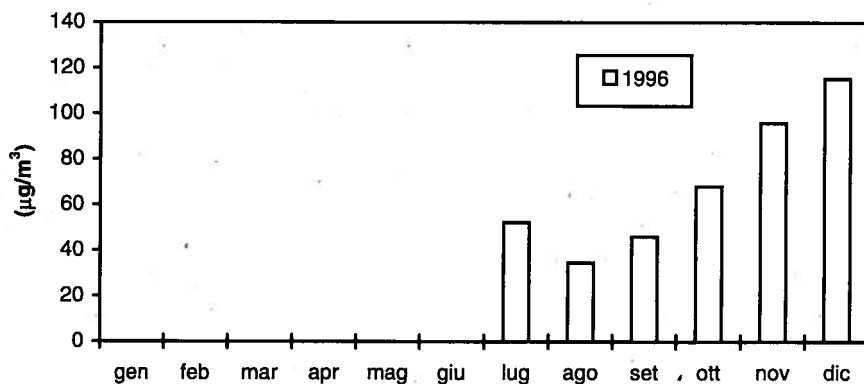
Stazione N° 01 - Poggio a Caiano - POLVERI SOSPESE (PTS - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
23-07-96 31-12-96	120	163	74%	59,5	150	184	228	265,7	75,5	53,3

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
23-07-96 15-02-97	157	208	75%	67,2	174	200	225	265,7	85,5	57,5
valori limite						300			150 (40+60 v. guida)	

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-96 15-02-97	114	137	83%	96,5	186	207	237	265,7	101,0	59,7

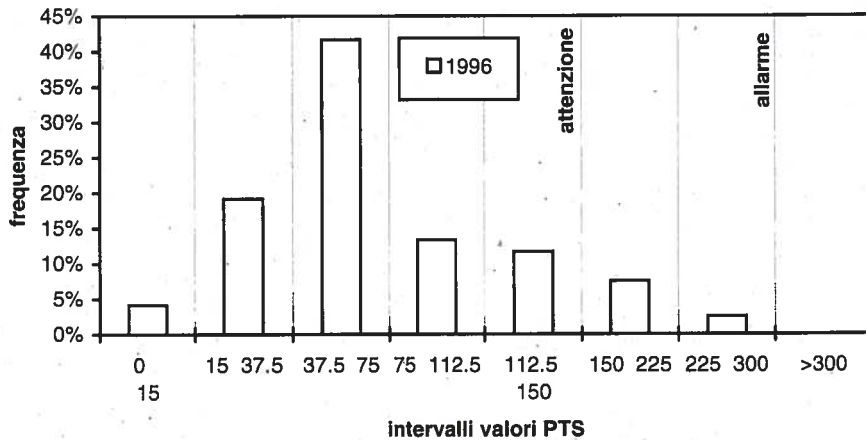
Medie mensili PTS Poggio a Caiano



Stazione N° 01 - Poggio a Caiano - POLVERI SOSPESE (PTS - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Medie mensili	1996	
	Mesi	Media
gen	-	0
feb	-	0
mar	-	0
apr	-	0
mag	-	0
giu	-	0
lug	52,2	8
ago	34,5	10
set	46,0	25
ott	68,0	25
nov	95,8	28
dic	115,3	24

Distribuzione valori PTS per campi di valori



Distribuzione	1996	1996
campi di valori	frequenza	n° dati
0 ÷ 15	4,17%	5
15 ÷ 37.5	19,17%	23
37.5 ÷ 75	41,67%	50
75 ÷ 112.5	13,33%	16
112.5 ÷ 150	11,67%	14
150 ÷ 225	7,50%	9
225 ÷ 300	2,50%	3
>300	0,00%	0

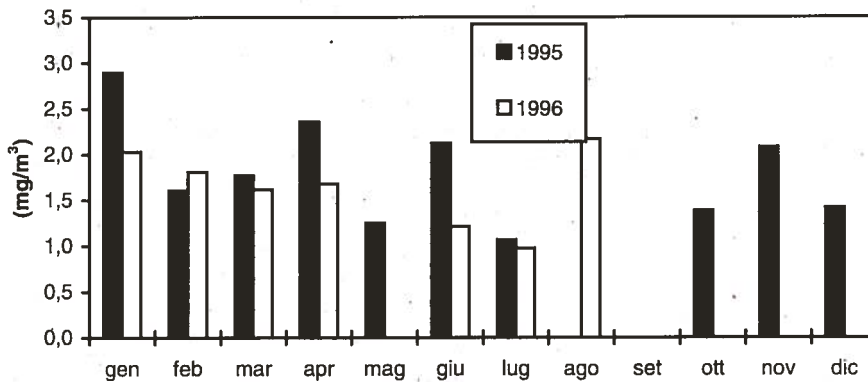
Stazione. N° 01 - Poggio a Caiano - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO - mg/m³)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
17-01-95 31-12-95	4981	8376	59%	1,5	3,3	4,1	4,9	10,8	1,7	1,2
01-01-96 31-12-96	3214	8784	37%	1,4	3,1	3,7	4,5	8,1	1,7	1,0
valori limite								40		

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
17-10-95 31-03-95	912	1776	51%	1,5	3,6	4,5	5,5	6,8	1,8	1,3
01-04-95 31-03-96	5880	8784	67%	1,5	3,3	4,0	4,8	10,8	1,7	1,2
01-04-96 15-02-97	1835	7704	24%	1,3	3,4	4,3	5,5	9,1	1,6	1,3

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
17-01-95 31-03-95	912	1776	51%	1,5	3,6	4,5	5,5	6,8	1,8	1,3
01-10-95 31-03-96	3319	4392	76%	1,4	3,5	4,3	5,1	10,8	1,8	1,2
01-10-96 15-02-97	432	3312	13%	2,2	5,3	6,6	7,4	9,1	2,0	2,0

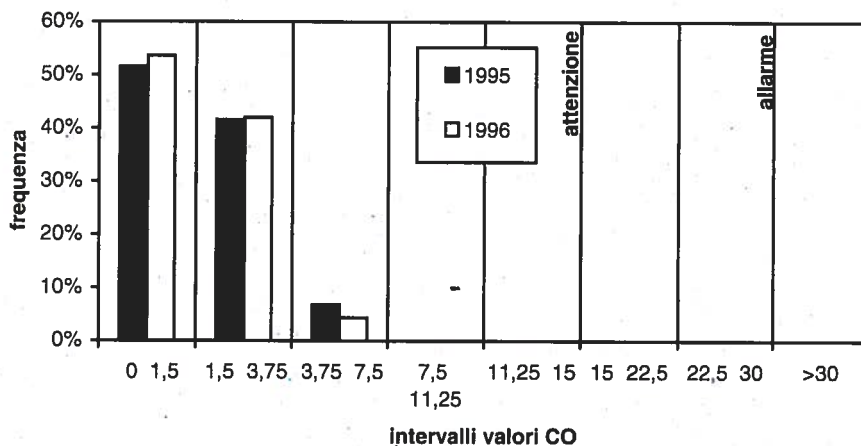
Medie mensili CO (medie orarie) Poggio a Caiano



Stazione N° 01 - Poggio a Caiano - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO - mg/m³)

Medie mensili	1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	2,9	68	2,0	614
feb	1,6	175	1,8	586
mar	1,8	669	1,6	611
apr	2,4	546	1,7	235
mag	1,3	680	-	0
giu	2,1	633	1,2	432
lug	1,1	702	1,0	347
ago	-	0	2,2	389
set	-	0	-	0
ott	1,4	146	-	0
nov	2,1	714	-	0
dic	1,4	648	-	0

Distribuzione valori CO (medie orarie) per campi di valori

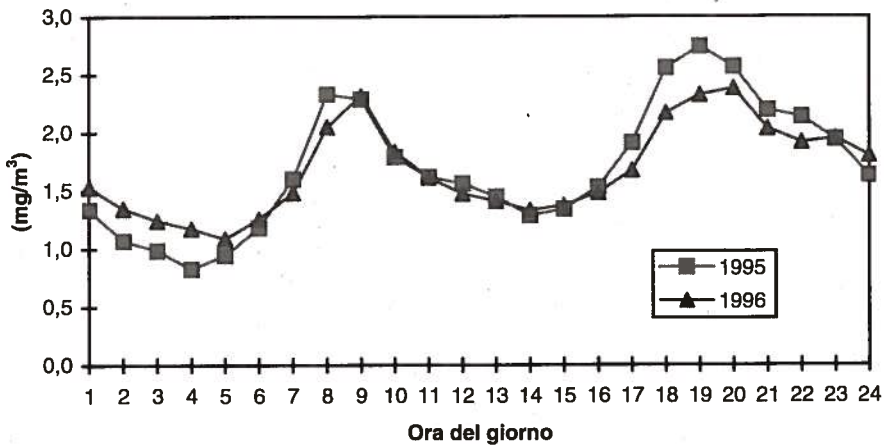


Distribuzione	1995	1996	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	n°dati	n°dati
0 ÷ 1,5	51,56%	53,61%	2568	1723
1,5 ÷ 3,75	41,56%	41,97%	2070	1349
3,75 ÷ 7,5	6,83%	4,36%	340	140
7,5 ÷ 11,25	0,06%	0,06%	3	2
11,25 ÷ 15	0,00%	0,00%	0	0
15 ÷ 22,5	0,00%	0,00%	0	0
22,5 ÷ 30	0,00%	0,00%	0	0
>30	0,00%	0,00%	0	0

Stazione N° 01 - Poggio a Caiano - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO - mg/m³)

Giorno tipo	1995	1996
ORA	media	media
1	1,3	1,5
2	1,1	1,3
3	1,0	1,2
4	0,8	1,2
5	0,9	1,1
6	1,2	1,3
7	1,6	1,5
8	2,3	2,0
9	2,3	2,3
10	1,8	1,8
11	1,6	1,6
12	1,6	1,5
13	1,4	1,4
14	1,3	1,3
15	1,3	1,4
16	1,5	1,5
17	1,9	1,7
18	2,6	2,2
19	2,7	2,3
20	2,6	2,3
21	2,2	2,0
22	2,1	1,9
23	1,9	2,0
24	1,6	1,8

Andamento tipico del CO (giorno tipo)



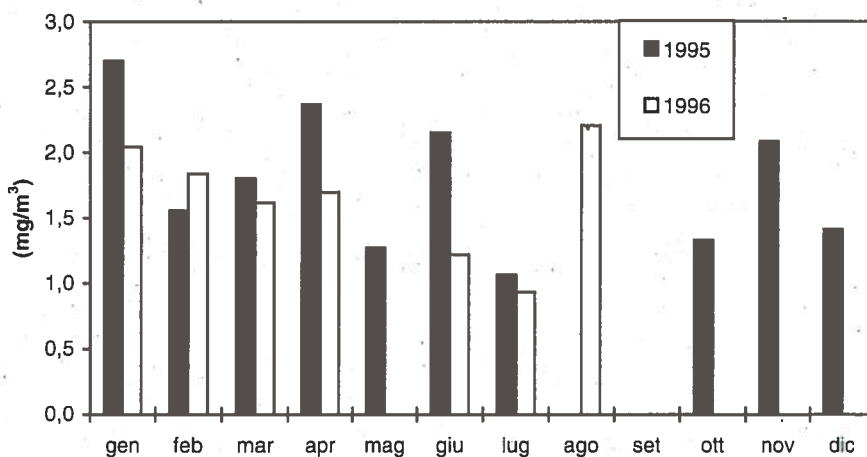
Stazione N° 01 - Poggio a Caiano - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO - mg/m³)
(medie su 8 ore)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
17-01-95 31-12-95	602	1047	57%	1,6	3,0	3,5	3,8	6,1	1,7	1,0
01-01-96 31-12-96	378	1098	34%	1,5	2,8	3,2	3,7	5,1	1,7	0,8
valori limite								10		

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
17-01-95 31-03-95	103	222	46%	1,7	3,0	3,2	3,8	5,1	1,8	0,9
01-04-95 31-03-96	717	1098	65%	1,6	3,0	3,4	3,8	6,1	1,7	0,9
01-04-96 15-02-97	213	963	22%	1,5	3,4	3,7	4,6	5,6	1,8	1,1

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
17-01-95 31-03-95	103	222	46%	1,7	3,0	3,2	3,8	5,1	1,8	0,9
01-10-95 31-03-96	403	549	73%	1,6	3,1	3,5	3,9	6,1	1,8	0,9
01-10-96 15-02-97	53	414	13%	2,6	4,6	5,0	5,2	5,6	2,2	1,6

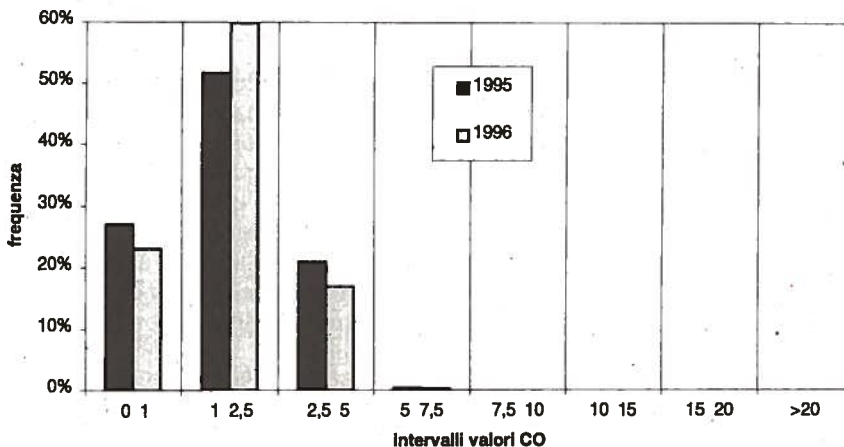
Medie mensili CO (medie 8 ore) Poggio a Caiano



Stazione N° 01 - Poggio a Caiano - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO - mg/m³)
(medie su 8 ore)

Medie mensili	1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	2,7	7	2,0	73
feb	1,6	13	1,8	70
mar	1,8	83	1,6	75
apr	2,4	68	1,7	29
mag	1,3	82	-	0
giu	2,2	77	1,2	49
lug	1,1	87	0,9	39
ago	-	0	2,2	43
set	-	0	-	0
ott	1,3	17	-	0
nov	2,1	89	-	0
dic	1,4	79	-	0

Distribuzione valori CO (medie 8 ore) per campi di valori



Distribuzione	1995	1996	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	n° dati	n° dati
0 ÷ 1	27,08%	23,02%	163	87
1 ÷ 2,5	51,66%	59,79%	311	226
2,5 ÷ 5	20,93%	16,93%	126	64
5 ÷ 7,5	0,33%	0,26%	2	1
7,5 ÷ 10	0,00%	0,00%	0	0
10 ÷ 15	0,00%	0,00%	0	0
15 ÷ 20	0,00%	0,00%	0	0
>20	0,00%	0,00%	0	0

Stazione n° 09 - Via Soffici, Loc. Le Fontanelle

Classificazione:	Classe D (zona suburbana periferica; rilevamento inquinanti secondari)
Parametri Monitorati:	Polveri sospese (PTS), monossido di carbonio (CO), biossido di zolfo (SO ₂), ossidi di azoto (NO ₂ ,NO,NO _x), ozono (O ₃)

Analizzatori installati	Principio di funzionamento
Polverometro Elecos APM1	Gravimetria su supporto solido in teflon mediante irraggiamento β da sorgente radioattiva
Analizzatore di ossido di carbonio TE48	Spettrofotometria IR
Analizzatore di biossido di zolfo Dasibi	Fluorescenza UV
Analizzatore ossidi di azoto TE42	Si determina per chemiluminescenza il monossido, poi dopo passaggio su catalizzatore, gli ossidi totali. Per differenza si determina il valore del biossido di azoto.
Analizzatore di ozono TE49	Spettrofotometria UV.

Considerazioni

La stazione dispone di un'ampia dotazione strumentale che permette il monitoraggio di tutti gli inquinanti primari e secondari compreso l'ozono, che viene creato dalla combinazione di altri inquinanti in particolari condizioni meteorologiche.

L'insieme dei valori rilevati evidenzia una situazione di inquinamento molto bassa e assolutamente non preoccupante. Per alcuni inquinanti quali il CO e l'NO₂ si assiste ad una certa diminuzione nel corso degli anni considerati.

I valori misurati di NO₂ rispettano i limiti di legge su base annua e si riscontrano solo rari superamenti della soglia di attenzione giornaliera nel 1994, non più verificatisi negli anni successivi, a conferma di una progressiva diminuzione negli anni dell'NO₂ in questa stazione.

Anche i dati del CO mostrano una certa diminuzione dal 1994 al 1996 ben visibile dalla distribuzione in classi di valori in cui si vede che nel 1996 più del 99% dei valori è inferiore al 50% del limite di attenzione giornaliero di 15 mg/m³.

Non si riscontrano diminuzioni invece nel caso dell'SO₂, che anzi, come si vede dal grafico del giorno tipo, sembra leggermente aumentata nel 1995 e 1996 rispetto ai dati del 1994. Le concentrazioni sono comunque molto basse, di un ordine di grandezza inferiori ai valori guida previsti dal DPR 203/88.

L'unico inquinante monitorato che raggiunge concentrazioni di una certa rilevanza è quello delle PTS, i cui valori sono vicini al valore guida indicato dal DPR 203/88. Si ritiene opportuno precisare che la percentuale dei dati validi per gli anni 1994 e 1995 risulta inferiore al 75% e quindi il confronto col valore guida è solo indicativo.

Per quanto riguarda i dati rilevati per l'inquinante O₃ è necessario premettere che

nella serie relativa al 1995 mancano i dati relativi ai mesi Luglio e Agosto in quanto lo strumento è stato rilocato in quel periodo in un'altra postazione della rete fiorentina. Pertanto, considerando che proprio in questi due mesi si hanno i fenomeni più importanti di produzione dell'ozono, per il 1995 le elaborazioni su base annuale risultano falsate, così come i dati relativi al giorno tipo (si veda ad esempio come il massimo risulta molto inferiore a quello degli altri anni). I valori rilevati nei tre anni sono comunque molto bassi, ben lontani dal livello di attenzione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Probabilmente, come già indicato nella pubblicazione relativa ai dati del 1994, questa stazione è posta nel periodo estivo sopravvento rispetto alla città e quindi i valori di O_3 registrati risultano sottostimati, in quanto l'ozono formatosi a causa dell'inquinamento cittadino viene disperso in altre direzioni. E' previsto quindi di spostare questo analizzatore in una posizione a NE della città, per una più corretta valutazione di questo inquinante.

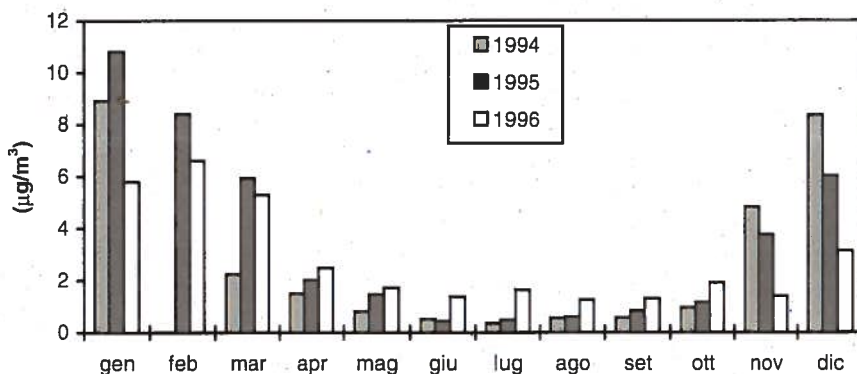
Stazione N° 09 - Fontanelle - BLOSSIDO DI ZOLFO (SO₂ - µg/m³)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	296	365	81%	0,9	8	12	15	25,3	2,6	4,0
01-01-95 31-12-95	304	365	83%	1,5	10	14	17	31,1	3,8	5,0
01-01-96 31-12-96	337	366	92%	1,9	7	9	12	15,3	2,9	2,8

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	346	365	95%	1,3	10	14	18	31,1	3,7	5,0
01-04-95 31-03-96	307	366	84%	1,5	8	11	13	17,0	3,1	3,5
01-04-96 15-02-97	294	322	91%	1,6	5	6	7	8,8	2,0	1,7
valori limite				80			250 40÷60 guida			

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	174	182	96%	5,6	14	16	23	31,1	6,6	5,7
01-10-95 31-03-96	168	183	92%	4,2	10	12	14	17,0	4,9	3,8
01-10-96 15-02-97	114	139	82%	2,1	6	7	7	8,3	2,7	2,0
valori limite				130						

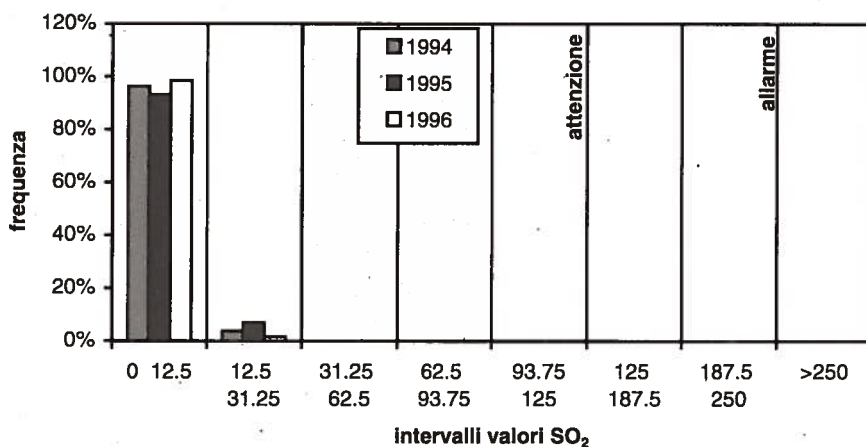
Medie mensili SO₂ Fontanelle



Stazione N° 09 - Fontanelle - BLOSSIDO DI ZOLFO (SO₂ - µg/m³)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	8,9	21	10,8	31	5,8	31
feb	-	0	8,4	28	6,6	28
mar	2,2	15	5,9	27	5,3	30
apr	1,5	30	2,0	3	2,5	30
mag	0,8	27	1,5	29	1,7	28
giu	0,5	28	0,4	21	1,4	30
lug	0,3	27	0,5	30	1,6	31
ago	0,6	30	0,6	28	1,3	31
set	0,6	30	0,8	28	1,3	30
ott	1,0	29	1,1	25	1,9	23
nov	4,8	29	3,8	23	1,4	21
dic	8,3	30	6,0	31	3,1	24

Distribuzione valori SO₂ per campi di valori

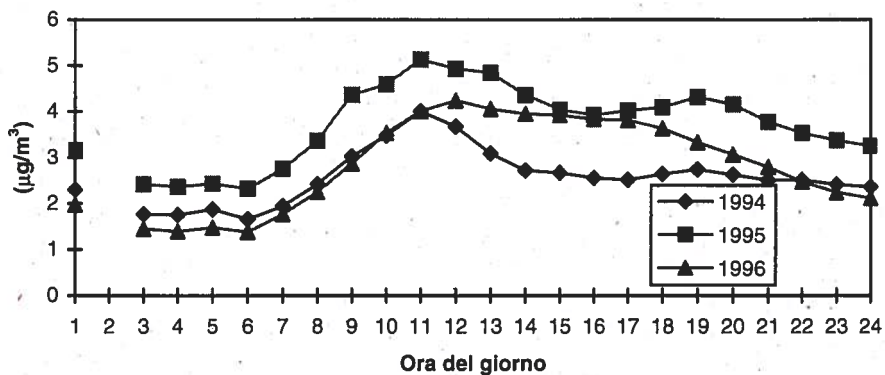


Distribuzione	1994	1995	1996	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza	n° dati	n° dati	n° dati
0 ÷ 12.5	96,28%	93,09%	98,52%	285	283	332
12.5 ÷ 31.25	3,72%	6,91%	1,48%	11	21	5
31.25 ÷ 62.5	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
62.5 ÷ 93.75	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
93.75 ÷ 125	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
125 ÷ 187.5	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
187.5 ÷ 250	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
>250	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0

Stazione N° 09 - Fontanelle - BLOSSIDO DI ZOLFO (SO₂ - µg/m³)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	2,3	3,2	2,0
2	-	-	-
3	1,8	2,4	1,4
4	1,8	2,4	1,4
5	1,9	2,4	1,5
6	1,7	2,3	1,4
7	1,9	2,8	1,8
8	2,4	3,4	2,3
9	3,0	4,4	2,9
10	3,5	4,6	3,5
11	4,0	5,1	4,0
12	3,7	4,9	4,2
13	3,1	4,8	4,1
14	2,7	4,4	4,0
15	2,7	4,0	3,9
16	2,6	3,9	3,8
17	2,5	4,0	3,8
18	2,6	4,1	3,6
19	2,7	4,3	3,3
20	2,6	4,2	3,1
21	2,5	3,8	2,8
22	2,5	3,5	2,5
23	2,4	3,4	2,2
24	2,4	3,3	2,1

Andamento tipico dell'SO₂ (giorno tipo)



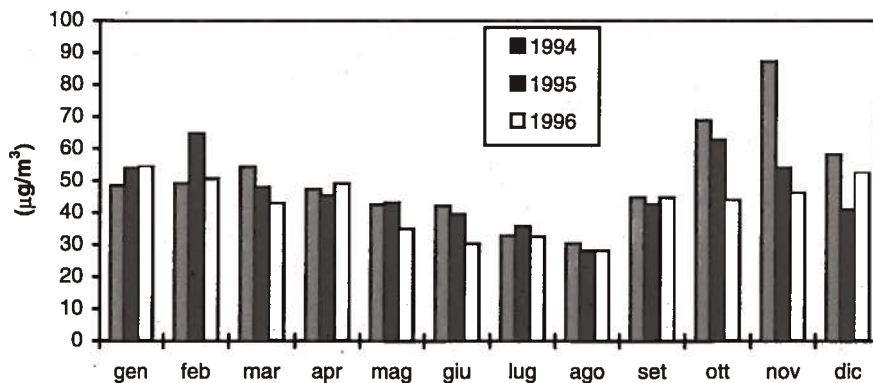
Stazione N° 09 - Fontanelle - BIOSSIDO DI AZOTO (NO₂ - µg/m³)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	6099	8760	70%	44	83	97	112	252	47,3	27,3
01-01-95 31-12-95	8001	8760	91%	42	79	91	110	191	46,3	24,7
01-01-96 31-12-96	8326	8784	95%	40	70	80	93	184	42,4	21,4
valori limite				50 (v. guida)			200 (135 valore guida)			

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	6213	8760	71%	45	87	100	120	252	48,8	28,8
01-04-95 31-03-96	8032	8784	91%	42	76	87	102	191	44,8	22,9
01-04-96 15-02-97	7333	7728	95%	40	69	79	93	184	41,8	21,4

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	2765	4368	63%	57	101	117	141	252	60,7	31,6
01-10-95 31-03-96	4002	4392	91%	47	82	93	112	191	50,7	23,8
01-10-96 15-02-97	3137	3336	94%	46	75	88	111	184	48,7	22,4

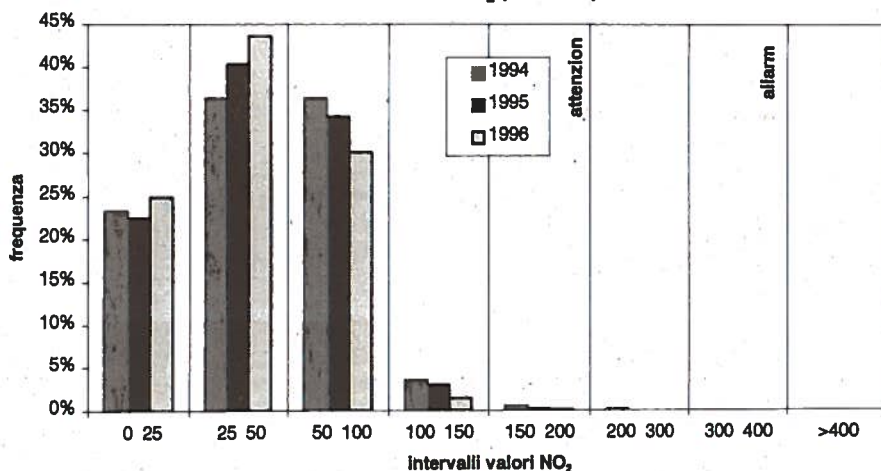
Medie mensili NO₂ Fontanelle



Stazione N° 09 - Fontanelle - BLOSSIDO DI AZOTO (NO₂ - µg/m³)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	48,4	615	53,9	704	54,3	709
feb	49,2	581	64,8	635	50,7	655
mar	54,3	720	48,0	691	42,9	697
apr	47,4	685	45,4	653	49,0	690
mag	42,5	666	43,1	676	35,0	706
giu	42,1	647	39,5	648	30,3	685
lug	32,8	604	35,7	700	32,6	713
ago	30,4	700	28,1	670	28,2	712
set	44,8	146	42,6	683	44,8	690
ott	68,9	199	62,7	633	43,9	712
nov	87,3	368	54,1	600	46,2	677
dic	58,2	168	41,0	708	52,5	680

Distribuzione valori NO₂ per campi di valori

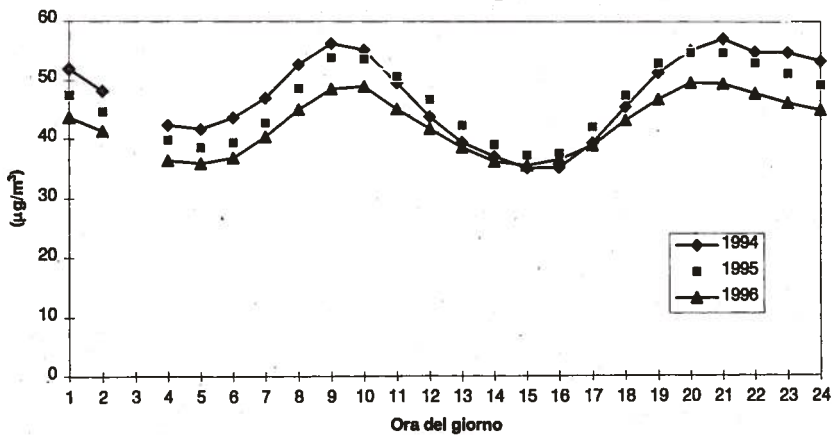


Distribuzione	1994	1995	1996	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza	n°dati	n°dati	n°dati
0 ÷ 25	23,23%	22,43%	24,85%	1417	1795	2069
25 ÷ 50	36,35%	40,27%	43,62%	2217	3222	3632
50 ÷ 100	36,35%	34,22%	30,07%	2217	2738	2504
100 ÷ 150	3,49%	2,94%	1,37%	213	235	114
150 ÷ 200	0,51%	0,14%	0,08%	31	11	7
200 ÷ 300	0,07%	0,00%	0,00%	4	0	0
300 ÷ 400	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
>400	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0

Stazione N° 09 - Fontanelle - BLOSSIDO DI AZOTO (NO_2 - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	51,9	47,4	43,6
2	48,1	44,6	41,2
3	-	-	-
4	42,3	39,8	36,3
5	41,6	38,5	35,8
6	43,6	39,4	36,8
7	46,9	42,7	40,4
8	52,6	48,5	45,0
9	56,2	53,8	48,5
10	55,1	53,6	48,8
11	49,4	50,5	45,0
12	43,7	46,7	41,7
13	39,4	42,3	38,5
14	37,0	39,1	36,1
15	35,1	37,3	35,5
16	35,1	37,5	36,5
17	39,3	42,0	38,9
18	45,4	47,4	43,1
19	51,2	52,8	46,7
20	55,1	54,7	49,5
21	57,1	54,6	49,3
22	54,8	52,9	47,8
23	54,7	51,1	46,1
24	53,3	49,2	45,0

Andamento tipico dell' NO_2 (giorno tipo)



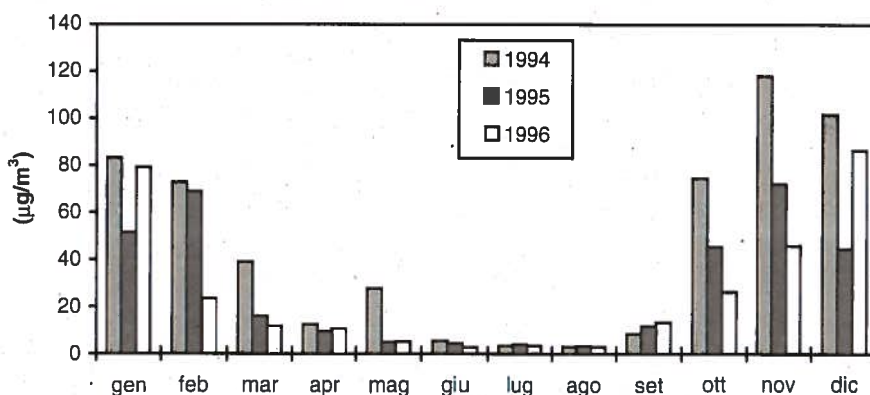
Stazione N° 09 - Fontanelle - MONOSSIDO DI AZOTO ($\text{NO} - \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	6096	8760	70%	3	129	191	266	1059	38,2	75,4
01-01-95 31-12-95	7998	8760	91%	2	99	143	201	556	27,5	54,4
01-01-96 31-12-96	8327	8784	95%	2	88	137	205	520	25,8	52,3

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	6211	8760	71%	1	121	185	261	1059	32,6	72,1
01-04-95 31-03-96	8029	8784	91%	2	92	137	199	556	25,9	52,6
01-04-96 15-02-97	7334	7728	95%	2	91	137	200	520	26,5	52,2

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	2765	4368	63%	12	184	237	297	505	60,2	84,7
01-10-95 31-03-96	3999	4392	91%	9	137	182	243	556	45,7	67,4
01-10-96 15-02-97	3138	3336	94%	22	147	195	262	520	53,4	69,7

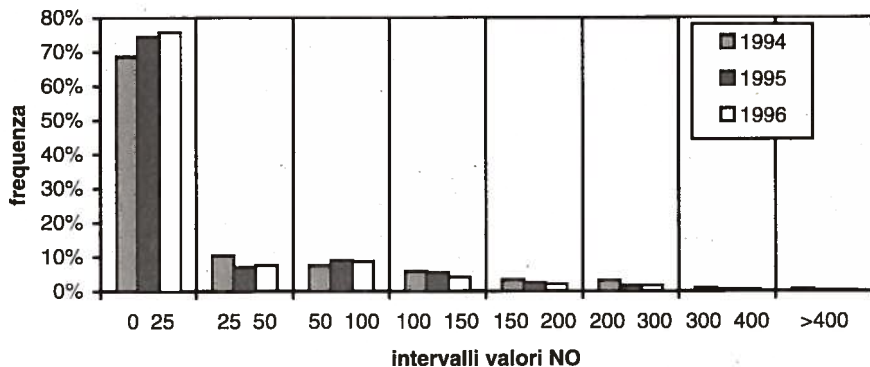
Medie mensili NO Fontanelle



Stazione N° 09 - Fontanelle - MONOSSIDO DI AZOTO (NO - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Medie mensili	1994		1995		1996	
Mesi	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	83,1	614	51,5	704	79,2	709
feb	72,8	581	68,8	635	23,4	655
mar	39,0	720	16,0	691	11,7	697
apr	12,5	685	9,5	653	10,5	690
mag	27,8	666	4,8	676	5,2	706
giu	5,5	647	4,4	648	2,8	685
lug	3,3	602	3,9	700	3,3	713
ago	3,0	700	3,3	670	2,9	712
set	8,5	146	11,7	683	13,4	690
ott	74,6	199	45,4	633	26,3	712
nov	118,1	368	72,1	597	45,9	677
dic	101,8	168	44,6	708	86,5	681

Distribuzione valori NO per campi di valori

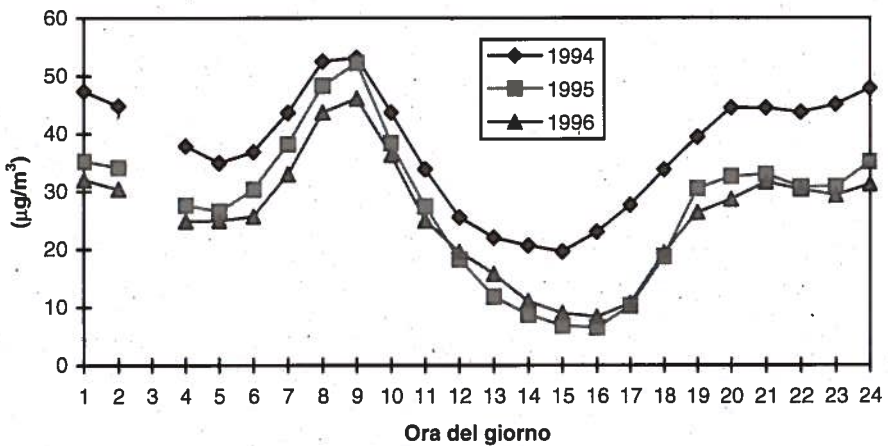


Distribuzione	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza
0 ÷ 25	68,59%	74,34%	75,67%
25 ÷ 50	10,40%	6,89%	7,48%
50 ÷ 100	7,46%	8,98%	8,65%
100 ÷ 150	5,77%	5,29%	4,04%
150 ÷ 200	3,35%	2,49%	2,08%
200 ÷ 300	3,13%	1,55%	1,61%
300 ÷ 400	0,77%	0,38%	0,41%
>400	0,52%	0,09%	0,07%

Stazione N° 09 - Fontanelle - MONOSSIDO DI AZOTO (NO - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	47,3	35,2	32,0
2	44,8	34,2	30,4
3	-	-	-
4	37,9	27,6	24,8
5	35,0	26,6	25,0
6	36,9	30,4	25,7
7	43,6	38,2	33,0
8	52,5	48,3	43,7
9	53,2	52,3	46,1
10	43,7	38,4	36,3
11	33,9	27,5	25,0
12	25,5	18,3	19,6
13	22,0	11,8	15,8
14	20,7	8,7	11,0
15	19,6	6,8	9,0
16	23,0	6,5	8,4
17	27,6	10,3	10,7
18	33,8	18,8	19,4
19	39,4	30,5	26,4
20	44,5	32,6	28,7
21	44,5	33,0	31,6
22	43,7	30,8	30,4
23	45,0	30,9	29,3
24	47,8	35,1	31,3

Andamento tipico dell'NO (giorno tipo)



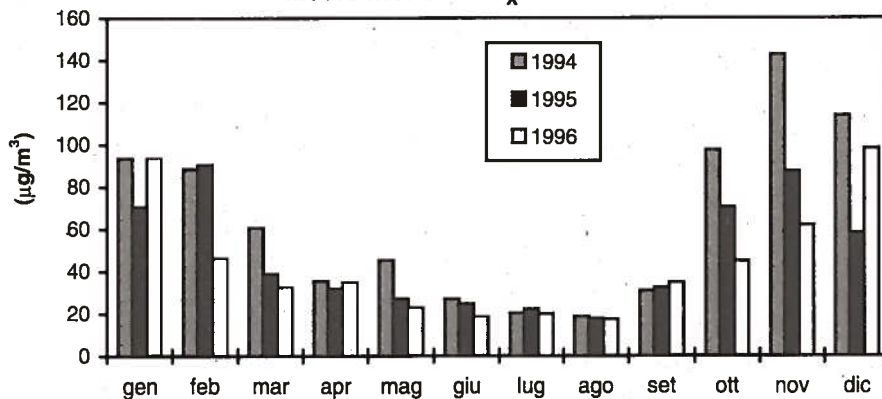
Stazione N° 09 - Fontanelle - OSSIDI DI AZOTO (NO_x - µg/m³)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	6099	8760	70%	31	144	198	265	881	56,6	70,3
01-01-95 31-12-95	8000	8760	91%	26	117	154	205	523	47,0	52,1
01-01-96 31-12-96	8326	8784	95%	25	103	146	204	472	43,6	49,0

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	6211	8760	71%	26	140	196	263	881	52,5	67,8
01-04-95 31-03-96	8031	8784	91%	25	108	146	201	523	45,0	49,4
01-04-96 15-02-97	7333	7728	95%	25	104	145	200	472	43,8	48,9

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	2765	4368	63%	48	196	244	301	495	81,3	80,2
01-10-95 31-03-96	4001	4392	91%	40	146	190	234	523	64,2	61,3
01-10-96 15-02-97	3137	3336	94%	47	156	197	256	472	69,5	63,3

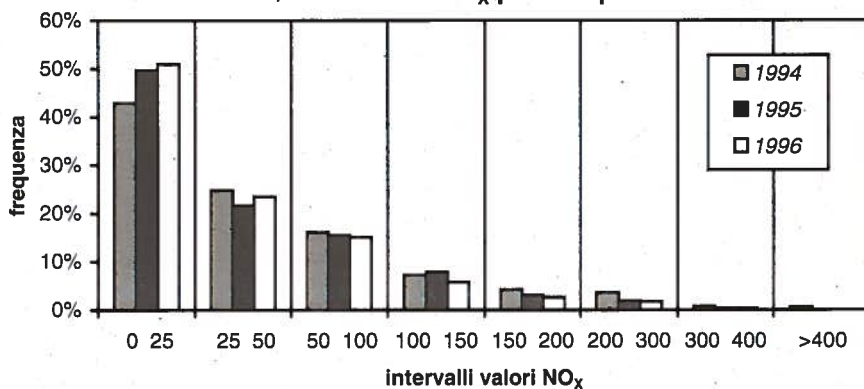
Medie mensili NO_x Fontanelle



Stazione N° 09 - Fontanelle - OSSIDI DI AZOTO (NO_x - µg/m³)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	93,5	614	70,6	704	93,4	709
feb	88,5	584	90,6	635	46,1	655
mar	60,7	720	38,7	691	32,4	697
apr	35,3	685	31,9	653	34,6	690
mag	45,3	666	26,9	676	22,8	706
giu	26,8	647	24,6	648	18,4	685
lug	20,2	602	22,2	700	20,0	713
ago	18,6	700	17,6	670	17,3	712
set	30,7	146	32,3	683	34,7	690
ott	97,4	199	70,3	633	44,9	712
nov	142,7	368	87,4	599	62,0	677
dic	113,8	168	58,2	708	98,3	680

Distribuzione valori NO_x per campi di valori

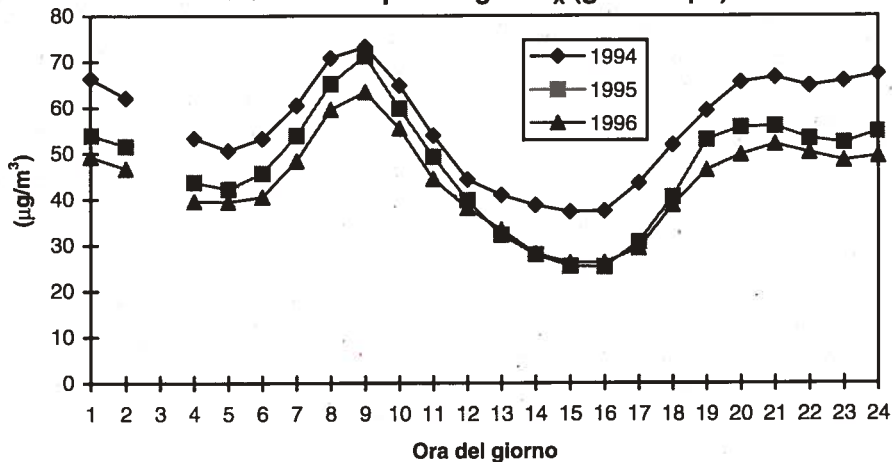


Distribuzione	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza
0 ÷ 25	42,91%	49,69%	50,96%
25 ÷ 50	24,76%	21,64%	23,50%
50 ÷ 100	16,07%	15,48%	15,06%
100 ÷ 150	7,23%	7,83%	5,74%
150 ÷ 200	4,20%	3,06%	2,61%
200 ÷ 300	3,57%	1,90%	1,72%
300 ÷ 400	0,69%	0,34%	0,37%
>400	0,57%	0,08%	0,04%

Stazione N° 09 - Fontanelle - OSSIDI DI AZOTO (NO_x - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	66,3	53,9	49,2
2	62,1	51,6	46,7
3	-	-	-
4	53,4	43,7	39,6
5	50,6	42,2	39,5
6	53,2	45,7	40,5
7	60,5	53,9	48,4
8	70,8	65,2	59,5
9	73,2	71,2	63,4
10	64,8	59,8	55,4
11	53,9	49,3	44,4
12	44,3	39,8	38,1
13	40,9	32,3	33,4
14	38,7	27,9	28,2
15	37,3	25,4	26,2
16	37,4	25,3	26,2
17	43,5	30,7	29,4
18	51,9	40,5	38,7
19	59,3	53,0	46,4
20	65,6	55,7	49,7
21	66,6	56,0	52,0
22	64,8	53,3	50,2
23	65,8	52,4	48,5
24	67,4	54,8	49,4

Andamento tipico degli NO_x (giorno tipo)



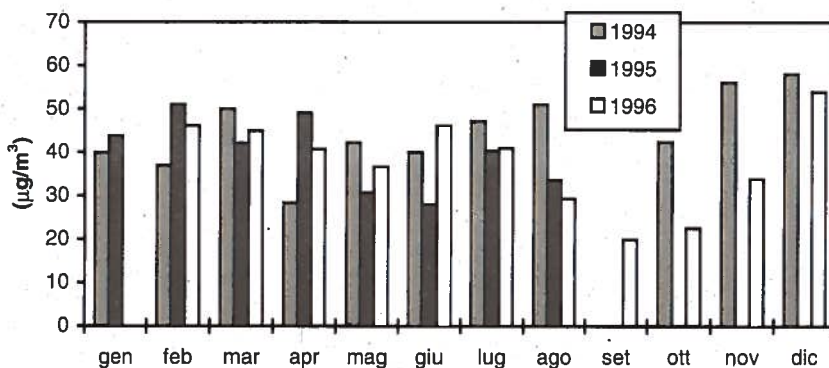
Stazione N° 09 - Fontanelle - POLVERI SOSPESSE (PTS - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	242	365	66%	43,4	62	70	100	122,8	43,9	17,6
01-01-95 31-12-95	184	365	50%	37,2	59	66	88	123,6	39,4	16,1
01-01-96 31-12-96	254	366	69%	36,3	55	61	93	124,0	37,4	17,8

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	242	365	66%	43,0	60	70	93	123,6	44,5	17,1
01-04-95 31-03-96	148	366	40%	37,6	55	61	67	88,6	37,9	14,4
01-04-96 15-02-97	265	322	82%	35,0	57	68	98	124,0	37,7	18,7
valori limite						300			150 (40+60 v. guida)	

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	118	182	65%	44,0	71	91	112	123,6	48,2	20,8
01-10-95 31-03-96	27	183	15%	45,0	61	69	79	88,6	45,4	15,9
01-10-96 15-02-97	123	139	88%	34,0	69	94	102	124,0	39,6	23,5

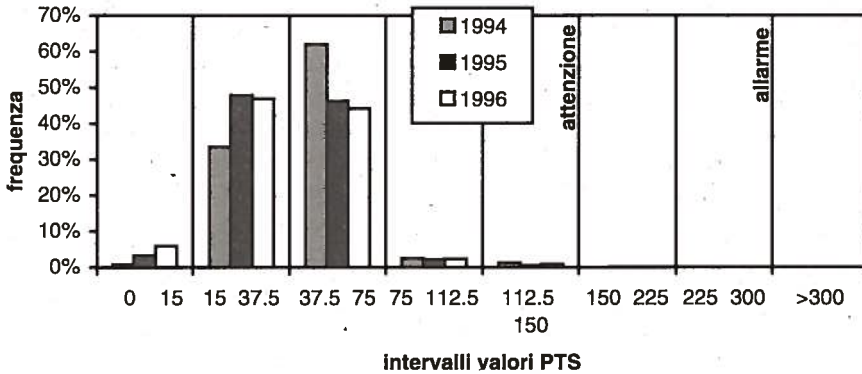
Medie mensili PTS Fontanelle



Stazione N° 09 - Fontanelle - POLVERI SOSPESI (PTS - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	39,9	16	43,7	27	-	0
feb	36,9	21	51,0	18	46,1	10
mar	50,0	26	42,1	18	44,9	17
apr	28,3	29	49,0	24	40,7	26
mag	42,2	25	30,6	27	36,6	13
giu	40,0	25	28,0	25	46,1	26
lug	47,2	24	40,3	26	40,9	29
ago	51,0	21	33,5	19	29,3	25
set	-	0	-	0	19,9	23
ott	42,4	21	-	0	22,6	27
nov	56,2	16	-	0	33,8	28
dic	58,1	18	-	0	54,0	30

Distribuzione valori PTS per campi di valori



Distribuzione	1994	1995	1996	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza	n°dati	n°dati	n°dati
0 ÷ 15	0,83%	3,26%	5,91%	2	6	15
15 ÷ 37,5	33,47%	47,83%	46,85%	81	88	119
37,5 ÷ 75	61,98%	46,20%	44,09%	150	85	112
75 ÷ 112,5	2,48%	2,17%	2,36%	6	4	6
112,5 ÷ 150	1,24%	0,54%	0,79%	3	1	2
150 ÷ 225	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
225 ÷ 300	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
>300	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0

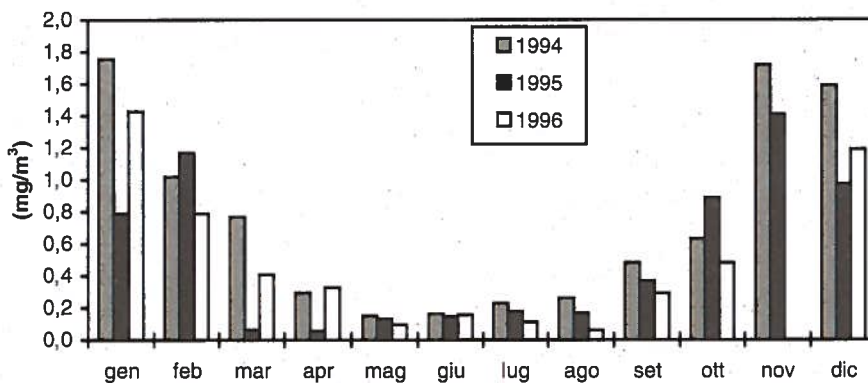
Stazione N° 09 - Fontanelle - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO - mg/m³)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	7985	8760	91%	0,3	2,2	3,0	3,7	8,2	0,7	1,0
01-01-95 31-12-95	7680	8760	88%	0,2	1,6	2,3	3,1	7,8	0,5	0,8
01-01-96 31-12-96	7092	8784	81%	0,2	1,4	2,1	3,0	7,0	0,5	0,8
valori limite								40		

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	8102	8760	92%	0,2	2,0	2,8	3,5	8,0	0,6	0,9
01-04-95 31-03-96	7702	8784	88%	0,3	1,6	2,3	3,2	6,9	0,6	0,8
01-04-96 15-02-97	6115	7728	79%	0,1	1,4	2,2	3,0	7,0	0,4	0,8

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	4075	4368	93%	0,5	2,8	3,3	4,0	8,0	1,0	1,2
01-10-95 31-03-96	3777	4392	86%	0,6	2,4	3,0	3,7	6,9	1,0	1,0
01-10-96 15-02-97	1998	3336	60%	0,6	2,5	3,1	4,0	7,0	1,0	1,1

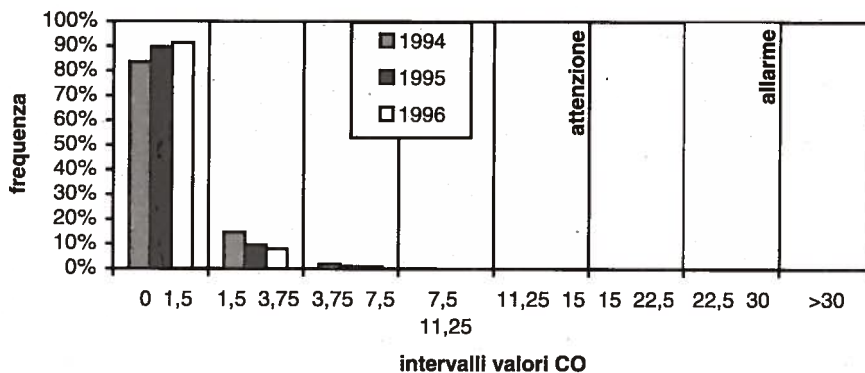
Medie mensili CO (medie orarie) Fontanelle



Stazione N° 09 - Fontanelle - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO - mg/m³)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	1,8	616	0,8	684	1,4	709
feb	1,0	570	1,2	642	0,8	641
mar	0,8	720	0,1	697	0,4	695
apr	0,3	685	0,1	668	0,3	646
mag	0,1	691	0,1	556	0,1	706
giu	0,2	641	0,1	648	0,2	677
lug	0,2	647	0,2	699	0,1	713
ago	0,3	678	0,2	666	0,1	710
set	0,5	685	0,4	688	0,3	665
ott	0,6	687	0,9	449	0,5	514
nov	1,7	679	1,4	571	-	0
dic	1,6	686	1,0	712	1,2	416

Distribuzione valori CO (medie orarie) per campi di valori

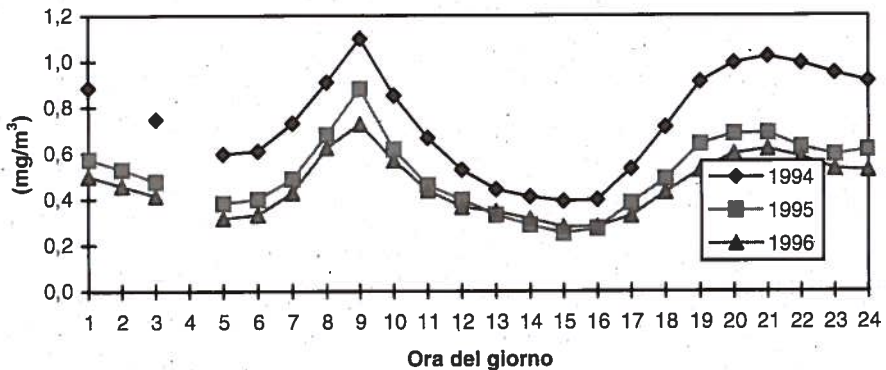


Distribuzione	1994	1995	1996	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza	n°dati	n°dati	n°dati
0 ÷ 1,5	83,53%	89,57%	91,34%	6670	6879	6478
1,5 ÷ 3,75	14,64%	9,41%	7,90%	1169	723	560
3,75 ÷ 7,5	1,79%	1,00%	0,76%	143	77	54
7,5 ÷ 11,25	0,04%	0,01%	0,00%	3	1	0
11,25 ÷ 15	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
15 ÷ 22,5	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
22,5 ÷ 30	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
>30	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0

Stazione N° 09 - Fontanelle - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO - mg/m³)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	0,9	0,6	0,5
2	-	0,5	0,5
3	0,7	0,5	0,4
4	-	-	-
5	0,6	0,4	0,3
6	0,6	0,4	0,3
7	0,7	0,5	0,4
8	0,9	0,7	0,6
9	1,1	0,9	0,7
10	0,9	0,6	0,6
11	0,7	0,5	0,4
12	0,5	0,4	0,4
13	0,4	0,3	0,3
14	0,4	0,3	0,3
15	0,4	0,3	0,3
16	0,4	0,3	0,3
17	0,5	0,4	0,3
18	0,7	0,5	0,4
19	0,9	0,6	0,5
20	1,0	0,7	0,6
21	1,0	0,7	0,6
22	1,0	0,6	0,6
23	0,9	0,6	0,5
24	0,9	0,6	0,5

Andamento tipico del CO (giorno tipo)



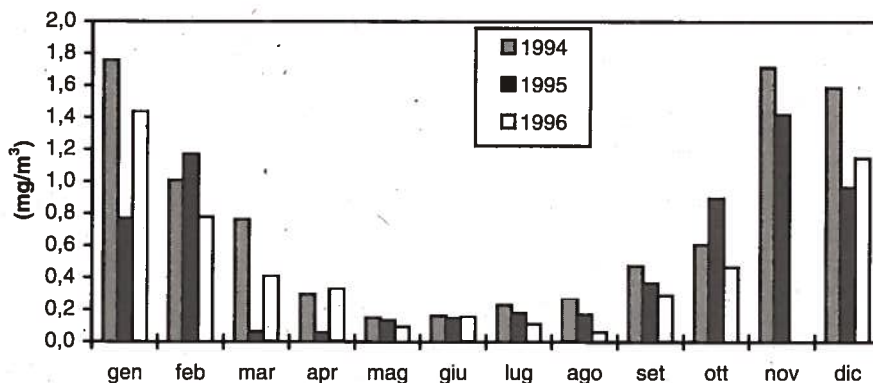
Stazione N° 09 - Fontanelle - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO - mg/m³)
(medie su 8 ore)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	1026	1095	94%	0,4	2,0	2,7	3,3	5,9	0,7	0,9
01-01-95 31-12-95	981	1095	90%	0,2	1,5	2,1	2,8	4,4	0,5	0,7
01-01-96 31-12-96	917	1098	84%	0,2	1,4	2,1	2,7	4,1	0,5	0,7
valori limite								10		

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	1046	1095	96%	0,3	1,9	2,5	3,0	4,7	0,6	0,8
01-04-95 31-03-96	984	1098	90%	0,3	1,6	2,2	2,8	4,4	0,6	0,7
01-04-96 15-02-97	791	966	82%	0,2	1,4	2,0	2,8	3,8	0,4	0,7

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	524	546	96%	0,6	2,5	3,0	3,3	4,7	1,0	1,0
01-10-95 31-03-96	482	549	88%	0,7	2,2	2,7	3,3	4,4	1,0	0,8
01-10-96 15-02-97	258	417	62%	0,6	2,4	2,8	3,2	3,8	1,0	0,9

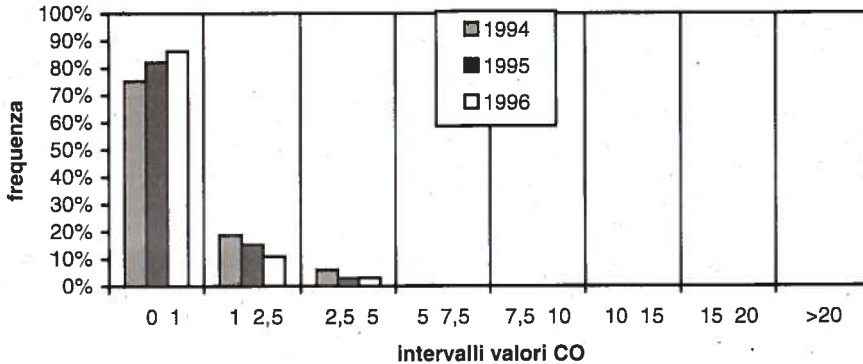
Medie mensili CO (medie 8 ore) Fontanelle



Stazione N° 09 - Fontanelle - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO - mg/m³)
(medie su 8 ore)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	1,8	77	0,8	87	1,4	92
feb	1,0	71	1,2	84	0,8	82
mar	0,8	93	0,1	90	0,4	90
apr	0,3	90	0,1	84	0,3	83
mag	0,1	90	0,1	70	0,1	91
giu	0,2	84	0,1	84	0,2	87
lug	0,2	82	0,2	91	0,1	93
ago	0,3	87	0,2	83	0,1	93
set	0,5	89	0,4	90	0,3	86
ott	0,6	88	0,9	57	0,5	67
nov	1,7	87	1,4	68	-	0
dic	1,6	88	1,0	93	1,1	53

Distribuzione valori CO (medie 8 ore) per campi di valori



Distribuzione	1994	1995	1996	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza	n° dati	n° dati	n° dati
0 ÷ 1	75,24%	82,06%	86,15%	772	805	790
1 ÷ 2,5	18,62%	15,19%	10,91%	191	149	100
2,5 ÷ 5	5,95%	2,75%	2,94%	61	27	27
5 ÷ 7,5	0,19%	0,00%	0,00%	2	0	0
7,5 ÷ 10	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
10 ÷ 15	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
15 ÷ 20	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
>20	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0

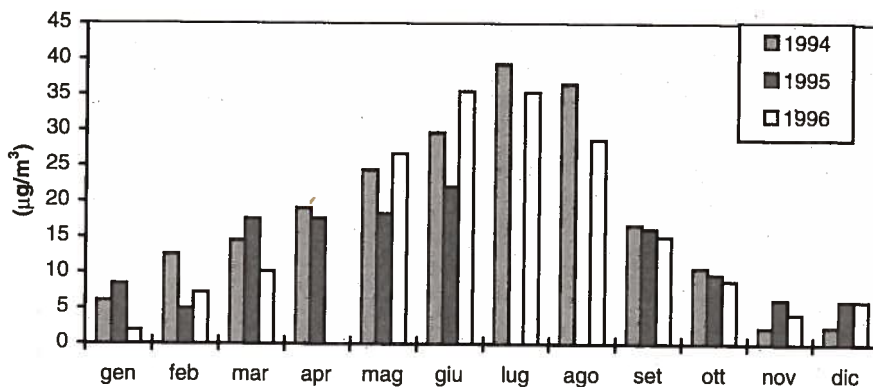
Stazione N° 09 - Fontanelle - OZONO (O₃ - µg/m³)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	7710	8760	88%	9	50	63	77	148	18,1	21,8
01-01-95 31-12-95	6268	8760	72%	6	35	44	55	95	12,5	15,2
01-01-96 31-12-96	7156	8784	81%	7	47	58	68	118	16,0	19,5
valori limite								200		

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	8124	8760	93%	8	50	61	77	148	17,5	21,5
01-04-95 31-03-96	6182	8784	70%	5	32	42	54	118	11,3	14,5
01-04-96 15-02-97	6282	7752	81%	7	50	59	69	112	17,3	20,3

Semestre estivo	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 30-09-94	4022	4392	92%	23	61	72	84	148	27,5	24,5
01-04-95 30-09-95	2316	4392	53%	14	44	53	63	93	18,7	18,1
01-04-96 15-02-97	3109	4392	71%	27	59	67	76	112	28,4	22,4

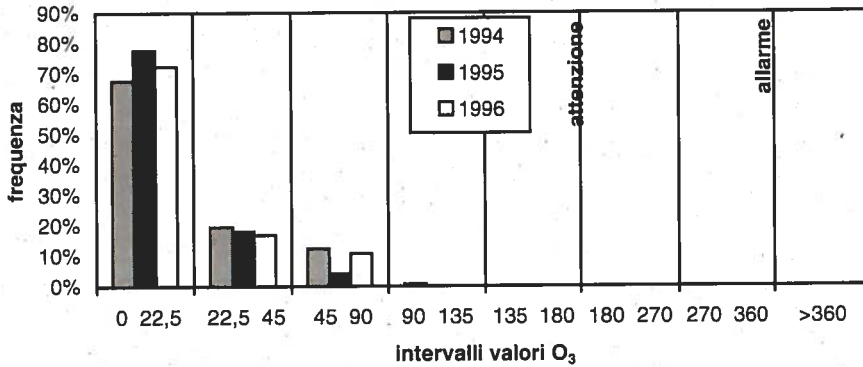
Medie mensili O₃ Fontanelle



Stazione N° 09 - Fontanelle - OZONO (O₃ - µg/m³)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	6,0	437	8,4	711	1,9	609
feb	12,5	569	4,9	641	7,2	656
mar	14,5	628	17,5	696	10,2	697
apr	19,0	683	17,6	662	-	0
mag	24,4	678	18,2	639	26,6	315
giu	29,6	638	22,0	608	35,4	684
lug	39,2	637	-	0	35,3	713
ago	36,5	706	-	0	28,6	708
set	16,7	680	16,1	407	15,0	689
ott	10,6	686	9,7	632	8,8	707
nov	2,3	675	6,2	566	4,2	675
dic	2,4	693	6,1	706	6,0	703

Distribuzione valori O₃ per campi di valori

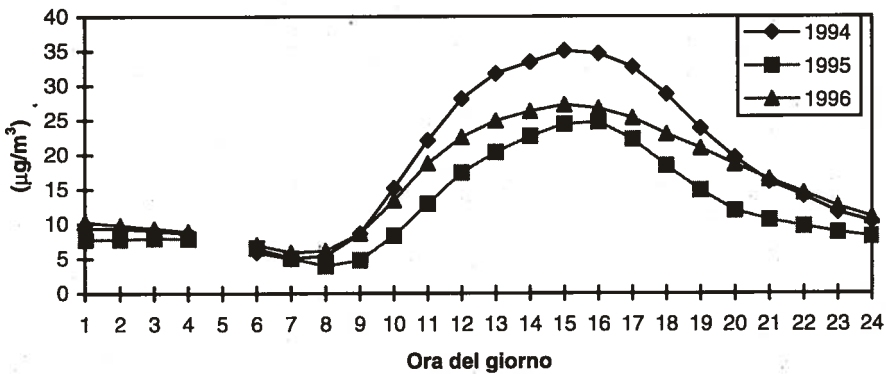


Distribuzione	1994	1995	1996	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza	n°dati	n°dati	n°dati
0 ÷ 22,5	67,54%	77,66%	72,39%	5207	4868	5180
22,5 ÷ 45	19,46%	18,08%	16,84%	1500	1133	1205
45 ÷ 90	12,32%	4,18%	10,69%	950	262	765
90 ÷ 135	0,62%	0,08%	0,08%	48	5	6
135 ÷ 180	0,06%	0,00%	0,00%	5	0	0
180 ÷ 270	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
270 ÷ 360	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
>360	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0

Stazione N° 09 - Fontanelle - OZONO (O₃ - µg/m³)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	9,4	7,7	10,3
2	9,4	7,8	9,8
3	9,0	8,0	9,4
4	8,6	7,9	8,9
5	-	-	-
6	6,0	6,6	7,0
7	5,0	5,1	5,9
8	5,4	4,0	6,1
9	8,6	4,8	8,6
10	15,2	8,3	13,4
11	22,1	12,9	18,8
12	28,1	17,4	22,6
13	31,7	20,4	24,9
14	33,4	22,7	26,3
15	35,0	24,4	27,2
16	34,6	24,7	26,7
17	32,7	22,2	25,3
18	28,8	18,4	23,0
19	23,8	14,9	20,9
20	19,6	11,9	18,6
21	16,1	10,6	16,5
22	14,1	9,7	14,5
23	11,7	8,8	12,5
24	10,3	8,2	11,0

Andamento tipico dell'O₃ (giorno tipo)



Stazione N° 10 - Via Paisiello Loc. S. Paolo

Classificazione:	Classe B (zona ad elevata densità abitativa)
Parametri Monitorati:	biossido di zolfo (SO ₂), ossidi di azoto (NO, NO _x , NO ₂)

Analizzatori installati	Principio di funzionamento
Analizzatore di biossido di zolfo Dasibi	Fluorescenza UV
Analizzatore ossidi di azoto TE42	Si determina per chemiluminescenza il monossido, poi dopo passaggio su catalizzatore, gli ossidi totali. Per differenza si determina il valore del biossido di azoto.

Considerazioni

In questa stazione si può notare come negli anni il biossido di zolfo (SO₂) sia diminuito passando nel 1996 a valori di circa un terzo di quelli registrati nel 1994. Tale diminuzione è molto evidente nel grafico del giorno tipo. I valori registrati nei tre anni sono comunque sempre molto al di sotto delle soglie di legge, addirittura inferiori al 50% del valore guida sulla media annuale. Come si può notare dal grafico della distribuzione per campi di valori, non si sono mai registrate concentrazioni fra il 75% e il 100% della soglia di attenzione e pochi sono i valori che cadono nell'intervallo fra il 50% e il 75% di tale soglia (4 nel 1994, 2 nel 1995, nessuno nel 1996). Questo inquinante di tipo tradizionale risente infatti del progressivo miglioramento dei combustibili per riscaldamento e per autotrazione nonché del processo di metanizzazione degli impianti produttivi.

I livelli degli ossidi di azoto non hanno subito grandi variazioni dal 1994 al 1996. Si può notare solo una lieve diminuzione soprattutto nei valori più alti. Ad esempio nel 1994 l'NO₂ ha superato una volta la soglia di attenzione (raggiungendo il valore di 202 mg/m³), mentre nel 1995 la soglia di attenzione è stata solo sfiorata (valore massimo 200 mg/m³) e nel 1996 i valori sono tutti al di sotto di tale soglia (valore massimo 196 mg/m³). Tale diminuzione non è però così netta da permettere di affermare che l'NO₂ è in sostanziale calo, anche tenendo conto che questo inquinante risente molto delle condizioni meteorologiche. Inoltre nel 1994 mancano i dati dell'intero mese di settembre. Comunque per tutti e tre gli anni il confronto dei valori raggiunti dall'NO₂ con i limiti di legge, evidenzia come tali limiti siano rispettati registrando livelli inferiori o prossimi ai valori guida del DPR 203/88 (solo nel 1994 il 98° percentile è di poco superiore al valore guida: 137 mg/m³ contro il limite di 135 mg/m³).

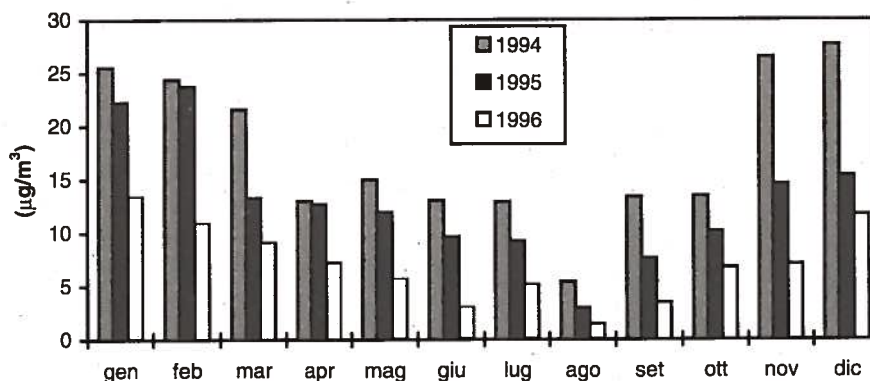
Stazione N° 10 - San Paolo - BLOSSIDO DI ZOLFO (SO₂ - µg/m³)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	331	365	91%	15,0	33	43	57	78,9	17,4	13,6
01-01-95 31-12-95	339	365	93%	10,3	25	32	46	64,9	12,9	10,5
01-01-96 31-12-96	316	366	86%	5,5	14	17	19	40,0	6,6	5,5

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	352	365	96%	14,5	32	40	54	78,0	16,7	12,4
01-04-95 31-03-96	340	366	93%	9,3	19	27	31	48,5	10,7	7,8
01-04-96 15-02-97	286	322	89%	5,2	14	17	21	30,7	6,4	5,3
valori limite				80			250 40+60 guida			

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	181	182	99%	18,6	40	50	59	78,0	21,1	14,3
01-10-95 31-03-96	181	183	99%	10,3	22	29	36	48,5	12,3	8,6
01-10-96 15-02-97	106	139	76%	8,5	18	21	24	30,7	9,8	6,1
valori limite				130						

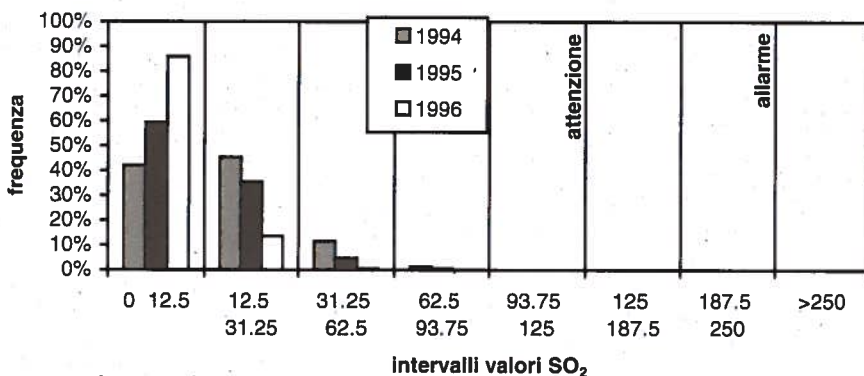
Medie mensili SO₂ San Paolo



Stazione N° 10 - San Paolo - BLOSSIDO DI ZOLFO (SO₂ - µg/m³)

Medie mensili	1994		1995		1996	
Mesi	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	25,5	31	22,3	31	13,4	31
feb	24,4	9	23,7	28	10,9	29
mar	21,6	29	13,3	31	9,1	31
apr	13,0	27	12,7	28	7,2	30
mag	15,0	31	12,0	29	5,7	28
giu	13,0	27	9,6	30	3,0	30
lug	12,9	28	9,2	11	5,1	31
ago	5,4	31	2,9	31	1,5	31
set	13,4	27	7,6	30	3,5	30
ott	13,5	30	10,2	29	6,8	31
nov	26,5	30	14,6	30	7,1	14
dic	27,7	31	15,4	31	11,7	16

Distribuzione valori SO₂ per campi di valori

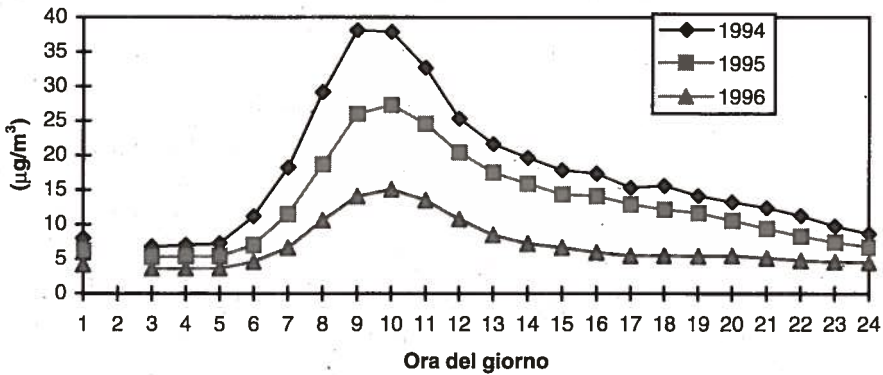


Distribuzione	1994	1995	1996	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza	n°dati	n°dati	n°dati
0 ÷ 12.5	41,99%	59,29%	85,84%	139	201	285
12.5 ÷ 31.25	45,32%	35,40%	13,55%	150	120	45
31.25 ÷ 62.5	11,48%	4,72%	0,60%	38	16	2
62.5 ÷ 93.75	1,21%	0,59%	0,00%	4	2	0
93.75 ÷ 125	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
125 ÷ 187.5	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
187.5 ÷ 250	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
>250	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0

Stazione N° 10 - San Paolo - BLOSSIDO DI ZOLFO (SO₂ - µg/m³)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	8,0	6,2	4,2
2	-	-	-
3	6,8	5,3	3,6
4	7,0	5,4	3,6
5	7,2	5,4	3,6
6	11,2	7,0	4,6
7	18,2	11,4	6,6
8	29,1	18,6	10,6
9	38,1	25,9	14,0
10	37,8	27,2	15,0
11	32,7	24,5	13,5
12	25,3	20,4	10,7
13	21,6	17,4	8,4
14	19,6	15,8	7,2
15	17,8	14,3	6,6
16	17,3	14,1	5,9
17	15,3	12,9	5,4
18	15,6	12,1	5,5
19	14,1	11,6	5,4
20	13,2	10,5	5,4
21	12,4	9,3	5,1
22	11,2	8,2	4,8
23	9,7	7,4	4,6
24	8,6	6,7	4,4

Andamento tipico dell'SO₂ (giorno tipo)



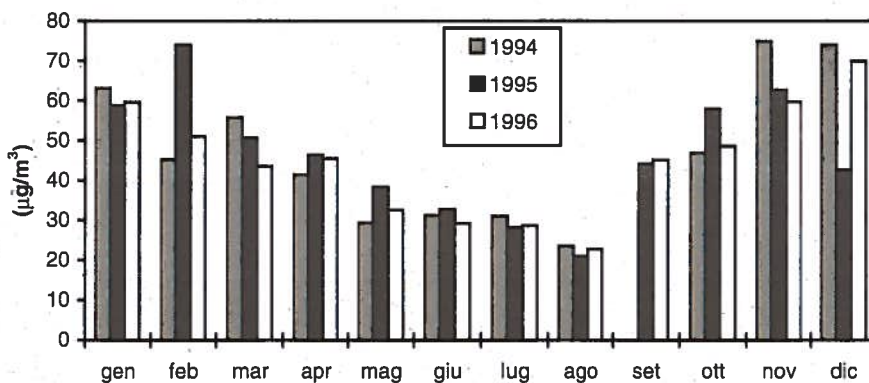
Stazione N° 10 - San Paolo - BLOSSIDO DI AZOTO (NO₂ - µg/m³)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	5995	8760	68%	41	96	115	137	202	48,6	33,8
01-01-95 31-12-95	7796	8760	89%	39	92	107	132	200	47,2	32,4
01-01-96 31-12-96	7442	8784	85%	37	83	98	118	196	43,3	29,1
valori limite				50 (v. guida)			200 (135 valore guida)			

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. St.
01-04-94 31-03-95	6489	8760	74%	42	100	120	144	202	50,5	35,6
01-04-95 31-03-96	7820	8784	89%	38	86	101	122	187	44,8	29,8
01-04-96 15-02-97	6062	7728	78%	36	86	102	123	205	43,7	30,8

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. St.
01-10-94 31-03-95	3620	4368	83%	62	115	135	154	202	65,4	36,5
01-10-95 31-03-96	4095	4392	93%	47	96	113	132	187	53,0	31,2
01-10-96 15-02-97	2135	3336	64%	59	103	119	143	205	61,1	32,8

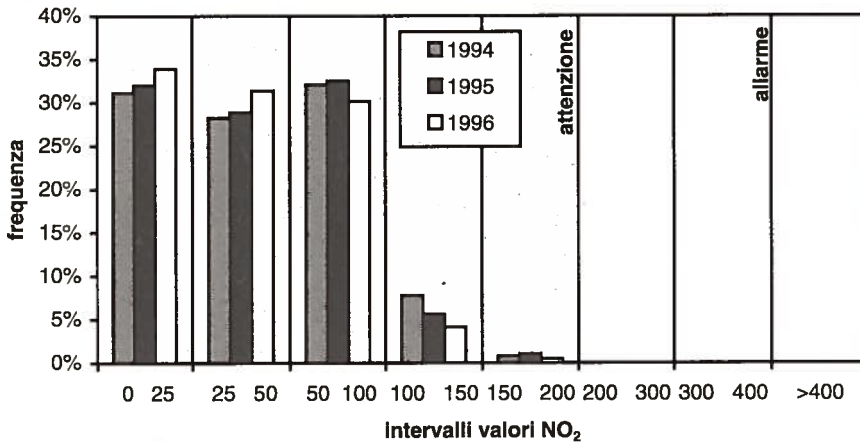
Medie mensili NO₂ San Paolo



Stazione N° 10 - San Paolo - BLOSSIDO DI AZOTO (NO₂ - µg/m³)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	63,1	690	58,8	712	59,6	713
feb	45,2	349	74,0	644	51,0	667
mar	55,7	536	50,6	713	43,6	713
apr	41,4	648	46,4	660	45,5	689
mag	29,3	312	38,3	679	32,6	678
giu	31,2	665	32,7	690	29,2	661
lug	31,0	672	28,2	301	28,7	497
ago	23,5	572	21,0	711	22,8	713
set	-	0	44,2	684	45,2	689
ott	46,9	152	57,9	683	48,6	708
nov	74,9	690	62,7	690	59,7	366
dic	74,0	709	42,6	629	69,9	348

Distribuzione valori NO₂ per campi di valori

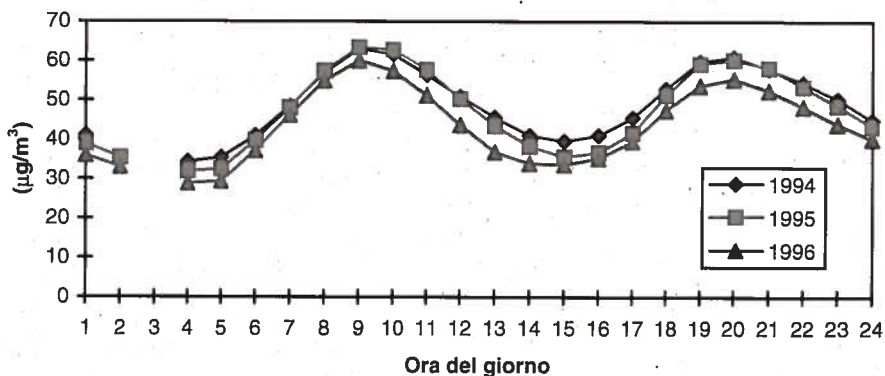


Distribuzione	1994	1995	1996	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza	n°dati	n°dati	n°dati
0 ÷ 25	31,13%	31,99%	33,90%	1866	2494	2523
25 ÷ 50	28,26%	28,87%	31,40%	1694	2251	2337
50 ÷ 100	32,08%	32,49%	30,15%	1923	2533	2244
100 ÷ 150	7,76%	5,62%	4,11%	465	438	306
150 ÷ 200	0,77%	1,03%	0,43%	46	80	32
200 ÷ 300	0,02%	0,00%	0,00%	1	0	0
300 ÷ 400	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
>400	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0

Stazione N° 10 - San Paolo - BLOSSIDO DI AZOTO (NO_2 - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	41,0	39,0	35,9
2	-	35,4	33,0
3	-	-	-
4	34,4	31,9	28,9
5	35,4	32,5	29,4
6	40,9	39,7	37,2
7	48,4	48,1	46,2
8	56,9	57,4	54,9
9	63,0	63,3	60,0
10	61,5	62,7	57,3
11	56,3	57,6	51,1
12	50,8	50,2	43,6
13	45,6	43,4	36,8
14	40,9	38,2	33,8
15	39,5	35,5	33,6
16	41,0	36,6	35,2
17	45,5	41,6	39,5
18	52,8	51,2	47,4
19	59,8	59,2	53,6
20	60,9	60,2	55,3
21	57,8	58,1	52,4
22	54,4	53,3	48,3
23	50,3	48,5	43,8
24	44,9	43,3	40,1

Andamento tipico dell' NO_2 (giorno tipo)



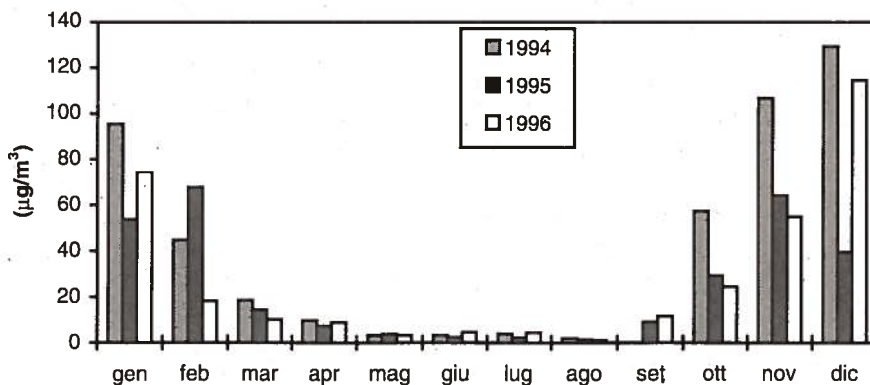
Stazione N° 10 - San Paolo - MONOSSIDO DI AZOTO (NO - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	6003	8760	69%	2	175	262	374	848	46,5	95,8
01-01-95 31-12-95	7796	8760	89%	1	89	150	222	472	25,4	56,4
01-01-96 31-12-96	7442	8784	85%	2	77	135	207	508	23,1	53,7

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	6497	8760	74%	2	161	235	316	799	43,1	84,9
01-04-95 31-03-96	7820	8784	89%	1	77	133	209	472	22,7	53,5
01-04-96 15-02-97	6062	7728	78%	2	76	137	209	591	23,5	54,3

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	3628	4368	83%	21	223	292	369	799	73,5	103,2
01-10-95 31-03-96	4095	4392	93%	5	130	186	266	472	39,4	68,6
01-10-96 15-02-97	2135	3336	64%	21	166	218	293	591	56,4	78,0

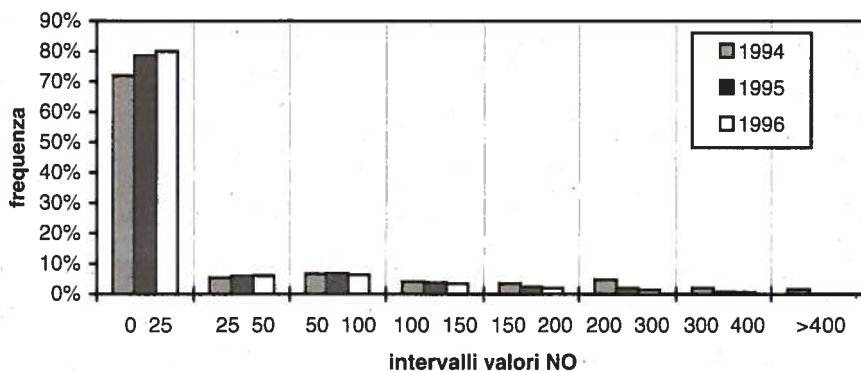
Medie mensili NO San Paolo



Stazione N° 10 - San Paolo - MONOSSIDO DI AZOTO (NO- $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	95,4	690	53,8	712	74,1	713
feb	44,8	349	67,8	644	18,2	667
mar	18,4	536	14,3	713	10,1	713
apr	9,7	648	7,3	660	8,7	689
mag	3,1	312	3,6	679	3,2	678
giu	3,1	665	2,4	690	4,5	661
lug	3,9	672	2,1	301	4,3	497
ago	1,9	572	1,2	711	1,0	713
set	-	0	8,9	684	11,6	689
ott	57,4	160	29,1	683	24,5	708
nov	106,9	690	64,3	690	55,0	366
dic	129,4	709	39,5	629	114,6	348

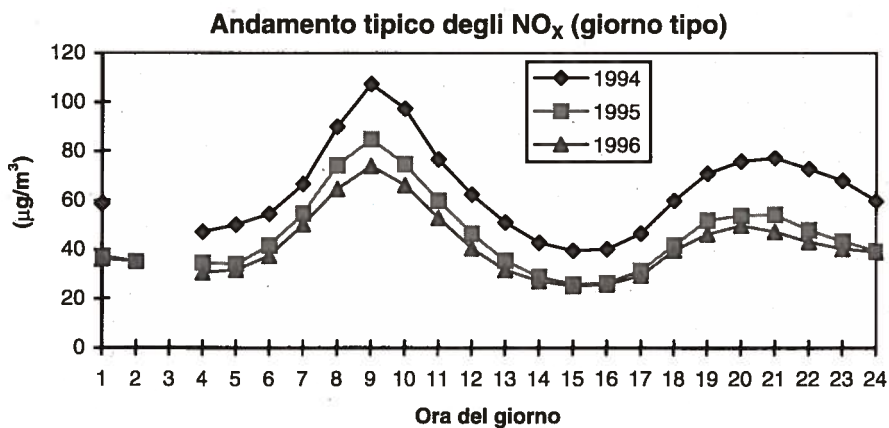
Distribuzione valori NO per campi di valori



Distribuzione	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza
0 ÷ 25	71,88%	78,53%	79,95%
25 ÷ 50	5,40%	5,93%	6,06%
50 ÷ 100	6,66%	6,85%	6,40%
100 ÷ 150	4,13%	3,75%	3,44%
150 ÷ 200	3,53%	2,28%	2,00%
200 ÷ 300	4,80%	1,89%	1,38%
300 ÷ 400	2,07%	0,69%	0,64%
>400	1,53%	0,09%	0,12%

Stazione N° 10 - San Paolo - MONOSSIDO DI AZOTO (NO - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	45,6	20,2	21,1
2	-	20,1	21,7
3	-	-	-
4	35,2	21,4	18,6
5	38,3	20,4	19,6
6	40,0	25,0	21,4
7	50,8	35,5	31,3
8	72,1	53,5	43,3
9	90,3	63,0	51,5
10	79,2	50,6	43,6
11	57,2	35,6	31,4
12	43,4	24,1	21,1
13	32,9	15,0	14,8
14	25,7	10,4	11,1
15	22,6	8,3	9,2
16	22,8	8,3	8,6
17	27,4	11,2	10,2
18	38,8	17,7	17,6
19	48,0	24,9	21,7
20	53,2	26,6	25,6
21	57,0	28,4	23,8
22	53,9	23,8	22,1
23	50,6	21,4	20,7
24	44,0	20,0	21,5



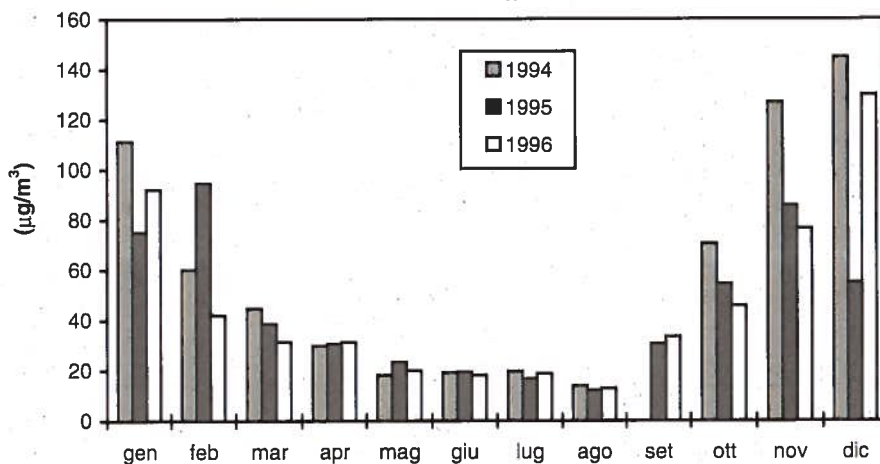
Stazione N° 10 - San Paolo - OSSIDI DI AZOTO (NO_x - µg/m³)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	6003	8760	69%	24	189	269	361	770	63,7	90,3
01-01-95 31-12-95	7796	8760	89%	23	118	171	236	456	45,8	58,1
01-01-96 31-12-96	7444	8784	85%	21	103	152	221	492	41,7	54,0

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	6497	8760	74%	25	180	247	318	672	61,9	82,6
01-04-95 31-03-96	7820	8784	89%	22	106	155	224	460	42,3	54,2
01-04-96 15-02-97	6064	7728	78%	21	103	155	221	549	42,3	54,7

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	3628	4368	83%	57	235	296	362	672	94,7	97,1
01-10-95 31-03-96	4095	4392	93%	32	149	202	268	460	60,3	67,1
01-10-96 15-02-97	2137	3336	64%	54	179	227	298	549	78,4	74,0

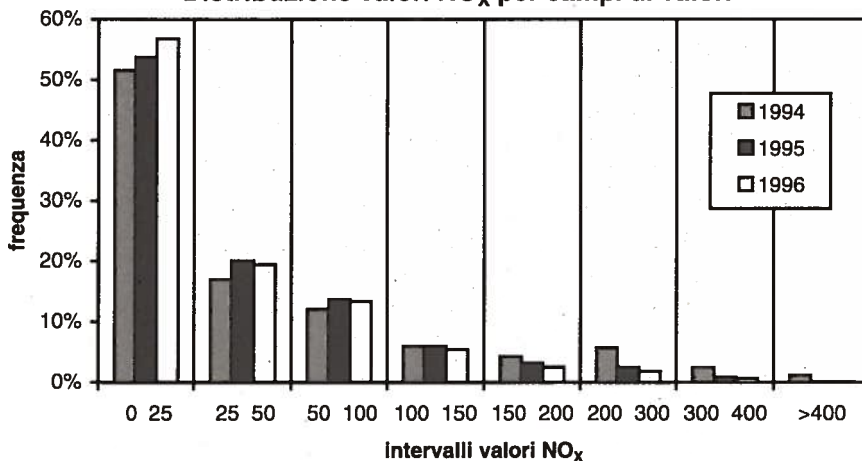
Medie mensili NO_x San Paolo



STAZIONE N° 10 - San Paolo - OSSIDI DI AZOTO (NO_x - µg/m³)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	111,3	690	75,1	712	92,1	713
feb	60,2	349	94,6	644	42,0	667
mar	44,7	536	38,6	713	31,4	713
apr	30,0	648	30,6	660	31,3	689
mag	18,1	312	23,3	679	19,9	678
giu	19,2	665	19,4	690	18,2	661
lug	19,7	672	16,7	301	18,8	497
ago	13,9	572	12,1	711	13,0	713
set	-	0	30,6	684	33,5	689
ott	70,4	160	54,5	683	45,8	708
nov	126,9	690	85,7	690	76,5	366
dic	144,8	709	54,8	629	129,8	350

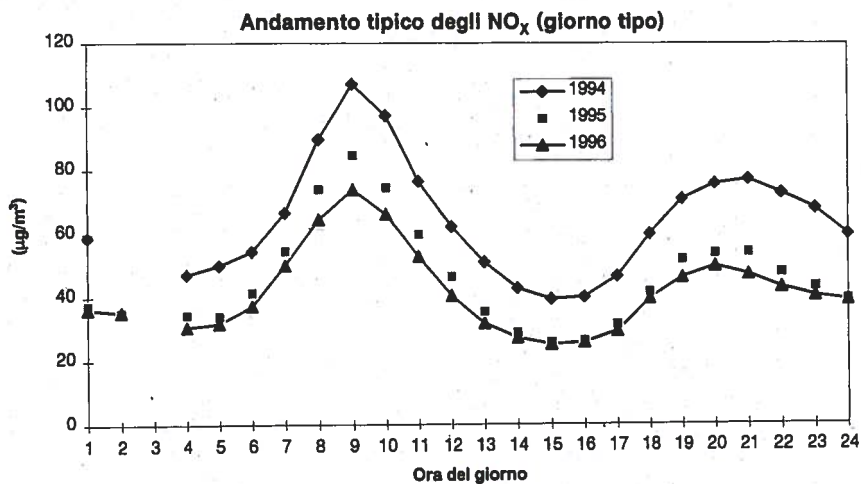
Distribuzione valori NO_x per campi di valori



Distribuzione	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza
0 ÷ 25	51,52%	53,73%	56,76%
25 ÷ 50	16,96%	20,06%	19,44%
50 ÷ 100	12,04%	13,66%	13,37%
100 ÷ 150	5,93%	5,95%	5,40%
150 ÷ 200	4,28%	3,17%	2,50%
200 ÷ 300	5,68%	2,48%	1,83%
300 ÷ 400	2,43%	0,86%	0,62%
>400	1,15%	0,09%	0,09%

Stazione N° 10 - San Paolo - OSSIDI DI AZOTO (NO_x - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	58,7	37,2	36,2
2	-	35,1	35,2
3	-	-	-
4	47,0	34,4	30,5
5	50,0	33,9	31,6
6	54,4	41,5	37,2
7	66,5	54,5	50,1
8	89,8	74,1	64,4
9	107,2	84,7	73,9
10	97,2	74,6	66,0
11	76,5	59,7	52,8
12	62,2	46,4	40,4
13	50,9	35,4	31,6
14	42,7	28,7	27,0
15	39,4	25,7	25,0
16	40,0	26,2	25,7
17	46,4	31,3	29,3
18	59,8	41,6	39,5
19	70,8	51,8	46,1
20	75,7	53,7	49,7
21	77,2	54,1	47,1
22	72,7	47,8	43,0
23	67,9	43,2	40,2
24	59,7	39,3	39,0



Stazione N° 11 - Via Ferrucci

Classificazione:	Classe C (zona ad elevato traffico veicolare)
Parametri Monitorati:	Polveri sospese (PTS), monossido di carbonio (CO), metano (CH ₄) e idrocarburi non metanici (NMHC), ossidi di azoto (NO ₂ ,NO,NO _x), numero e velocità autoveicoli su due corsie.

Analizzatori installati	Principio di funzionamento
Polverometro TE MPSI 100	Gravimetria su supporto solido in teflon mediante irraggiamento β da sorgente radioattiva
Analizzatore di ossido di carbonio TE48	Spettrofotometria IR
Analizzatore di idrocarburi non metanici Byron 302	Determinazione per ionizzazione di fiamma dopo eliminazione del metano
Analizzatore ossidi di azoto TE42	Si determina per chemiluminescenza il monossido, poi dopo passaggio su catalizzatore, gli ossidi totali. Per differenza si determina il valore del biossido di azoto.

Considerazioni

In questa stazione si rilevano le più alte concentrazioni di inquinanti della rete, soprattutto a causa dell'importante contributo fornito dal traffico veicolare.

I livelli degli ossidi di azoto sono rimasti sostanzialmente costanti come medie e mediane dal 1994 al 1996. Si nota invece un certo aumento dei valori massimi, infatti nel 1994 l'NO₂ non ha mai superato la soglia di attenzione (raggiungendo il valore massimo di 195 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre nel 1995 la soglia di attenzione è stata superata 4 volte (con un valore massimo di 216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e nel 1996 quelli al di sopra di tale soglia sono ben 12 (con il massimo a 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Anche il 98° percentile ha subito un leggero aumento superando di poco nel 1996 al valore guida del DPR 203/88 (136 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ contro il limite di 135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Il confronto su base annua dei valori raggiunti dall'NO₂ con limiti di legge, evidenzia comunque che essi sono sostanzialmente in linea con valori guida del DPR 203/88.

Osservando i vari grafici relativi al CO si può notare una netta diminuzione delle concentrazioni rilevate negli anni 1995 e 1996 rispetto al 1994, ben visibile nel grafico del giorno tipo, anche se l'andamento giornaliero è lo stesso. Essendo questo inquinante dovuto principalmente al traffico veicolare, la diminuzione riscontrata è probabilmente da mettere in relazione con un miglioramento delle emissioni degli autoveicoli. I valori sono per tutti e tre gli anni ben al di sotto dei limiti di legge.

Le PTS sono invece aumentate negli anni come si può notare dalla media e dai vari percentili. In particolare nel 1996 si sono avuti due superamenti del livello di attenzione. In complesso la situazione non è comunque preoccupante, come si può vedere dal sostanziale allineamento della media sull'anno ecologico col valore guida del DPR 203/88.

Gli NMHC meritano una considerazione a parte. Fin dai primi dati del 1994 si

erano osservati valori decisamente superiori al valore guida, che è di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media di tre ore dalle 06 alle 09). Tale valore è comunque da prendersi in considerazione solo in caso di contemporaneo superamento dei limiti da parte dell'ozono (vedi tab. I). Considerando che per quanto già visto, nella situazione attuale l'inquinamento da ozono è probabilmente sottostimato, risulta chiaro che ogni valutazione sull'entità dell'inquinamento apportato dagli NMHC necessita di una successiva riconsiderazione alla luce della nuova dislocazione e riorganizzazione della rete. Restano in ogni caso molto alti in valore assoluto e sostanzialmente costanti nei tre anni.

Per completezza vengono riportate anche le elaborazioni relative al metano e al traffico. Il metano ha di solito un valore quasi costante (di circa $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$), con una scarsa variazione giornaliera. Per quanto riguarda il traffico i livelli sono sostanzialmente costanti sui tre anni, con semmai un lieve aumento nelle ore centrali della giornata.

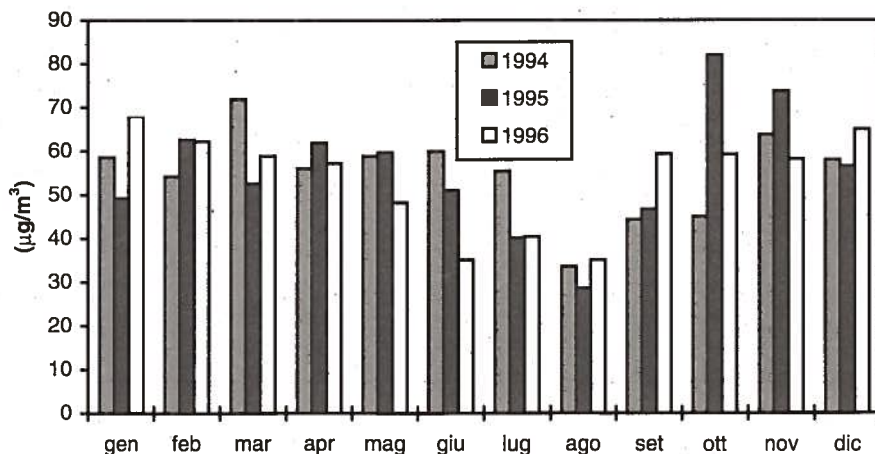
Stazione N° 11 Ferrucci - BLOSSIDO DI AZOTO (NO₂ - µg/m³)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	8052	8760	92%	52	93	106	123	195	55,4	28,2
01-01-95 31-12-95	7904	8760	90%	52	93	110	132	216	55,5	29,7
01-01-96 31-12-96	8129	8784	93%	50	95	115	136	240	54,2	32,0
valori limite				50 (v. guida)			200 (135 valore guida)			

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	8025	8760	92%	51	90	102	120	187	53,5	26,9
01-04-95 31-03-96	7931	8784	90%	53	100	119	141	224	57,7	32,3
01-04-96 15-02-97	7116	7728	92%	49	93	111	134	240	53,4	31,3

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	3851	4368	88%	53	92	103	120	163	55,9	25,8
01-10-95 31-03-96	3983	4392	91%	62	115	134	156	224	67,4	35,2
01-10-96 15-02-97	3147	3336	94%	59	105	122	150	218	62,6	31,9

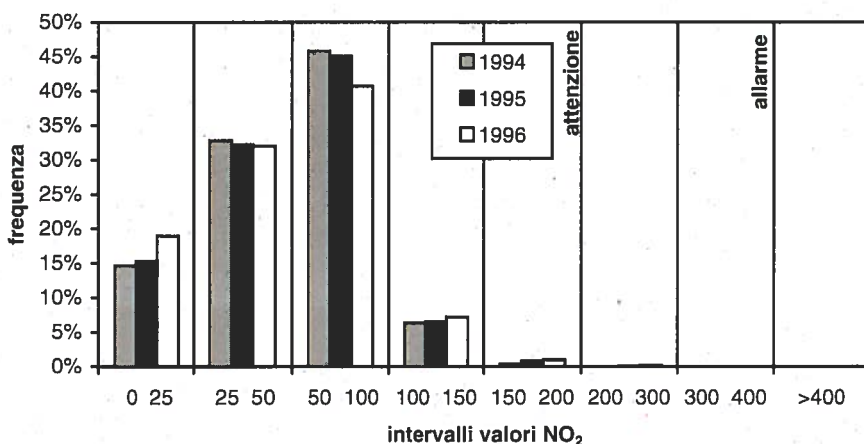
Medie mensili NO₂ Ferrucci



Stazione N° 11 Ferrucci - BLOSSIDO DI AZOTO (NO₂ - µg/m³)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	58,6	724	49,2	707	67,8	712
feb	54,2	641	62,7	643	62,2	665
mar	71,9	723	52,6	711	58,9	711
apr	56,0	690	61,9	683	57,2	666
mag	58,9	710	59,7	682	48,2	652
giu	60,0	666	51,0	626	35,1	619
lug	55,4	712	40,1	497	40,4	696
ago	33,6	711	28,6	744	35,1	649
set	44,3	685	46,7	716	59,4	687
ott	45,0	390	82,0	700	59,3	711
nov	63,8	689	73,7	688	58,1	688
dic	58,0	711	56,6	507	65,0	673

Distribuzione valori NO₂ per campi di valori

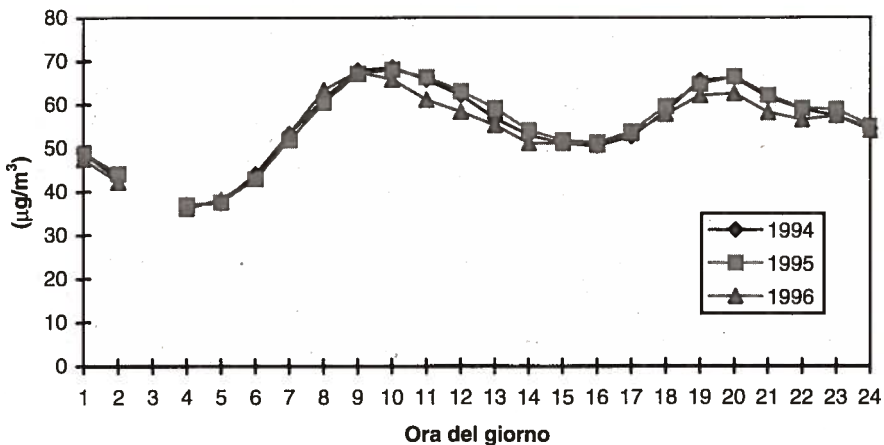


Distribuzione	1994	1995	1996	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza	n°dati	n°dati	n°dati
0 ÷ 25	14,65%	15,27%	18,96%	1180	1207	1541
25 ÷ 50	32,81%	32,24%	32,00%	2642	2548	2601
50 ÷ 100	45,80%	45,07%	40,71%	3688	3562	3309
100 ÷ 150	6,32%	6,52%	7,21%	509	515	586
150 ÷ 200	0,41%	0,86%	0,98%	33	68	80
200 ÷ 300	0,00%	0,05%	0,15%	0	4	12
300 ÷ 400	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
>400	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0

Stazione N° 11 Ferrucci - BIOSSIDO DI AZOTO (NO₂ - µg/m³)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	49,1	48,9	47,5
2	42,9	44,0	42,2
3	-	-	-
4	37,0	36,9	36,1
5	37,4	37,6	38,2
6	44,0	42,9	43,0
7	53,3	51,9	53,3
8	61,4	60,5	63,3
9	67,8	67,0	67,5
10	68,6	68,0	65,7
11	65,7	66,3	61,1
12	62,2	63,1	58,3
13	56,8	59,2	55,3
14	53,0	54,0	51,1
15	51,1	51,7	51,2
16	50,5	51,2	50,7
17	52,7	53,7	53,4
18	58,5	59,6	57,7
19	65,5	64,7	62,0
20	66,2	66,4	62,5
21	61,7	62,1	58,2
22	59,0	59,1	56,5
23	57,3	58,9	57,5
24	54,6	55,1	54,1

Andamento tipico dell'NO₂ (giorno tipo)



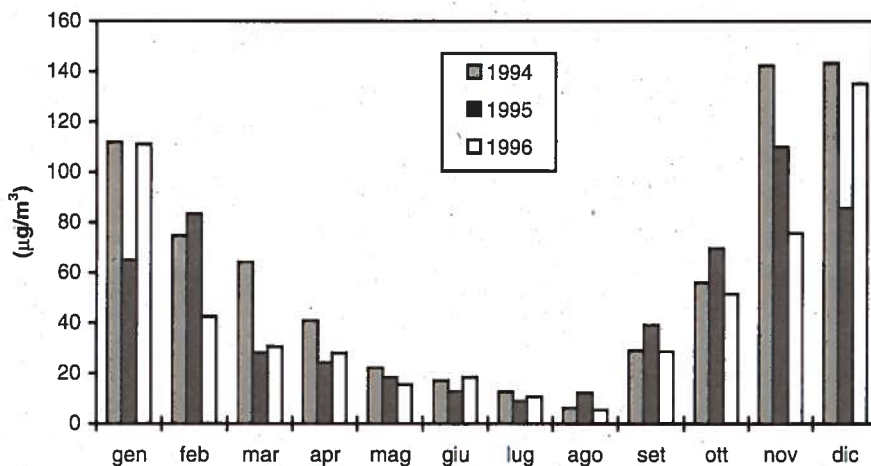
Stazione N° 11 Ferrucci - MONOSSIDO DI AZOTO (NO - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	8052	8760	92%	22	185	260	341	620	60,3	87,0
01-01-95 31-12-95	7903	8760	90%	20	131	191	266	543	46,3	67,3
01-01-96 31-12-96	8129	8784	93%	15	137	209	299	646	46,7	74,3

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	8025	8760	92%	18	165	237	315	553	53,6	79,3
01-04-95 31-03-96	7930	8784	90%	20	135	212	295	543	47,3	72,3
01-04-96 15-02-97	7116	7728	92%	15	142	213	303	646	48,2	75,7

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	3851	4368	88%	49	239	299	362	553	88,6	98,2
01-10-95 31-03-96	3983	4392	91%	33	211	275	345	543	74,6	91,4
01-10-96 15-02-97	3147	3336	94%	49	227	294	361	646	86,5	97,1

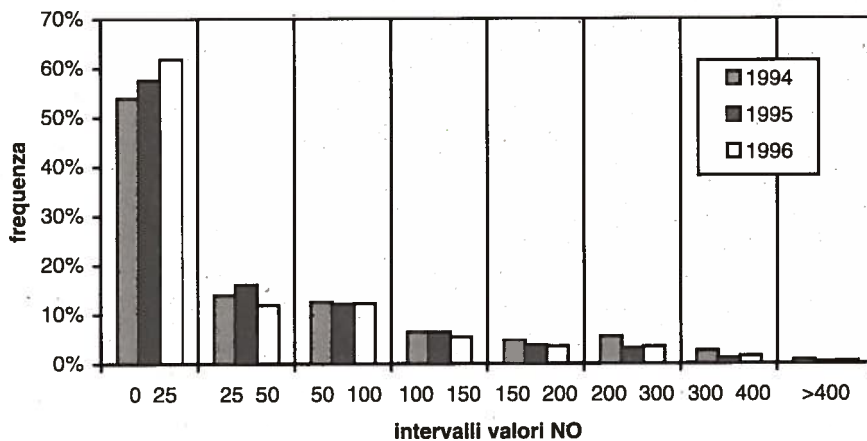
Medie mensili NO Ferrucci



Stazione N° 11 Ferrucci - MONOSSIDO DI AZOTO (NO - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	111,9	724	64,9	707	111,1	712
feb	74,6	641	83,3	643	42,5	665
mar	64,1	723	28,0	711	30,6	711
apr	41,0	690	24,2	683	28,0	666
mag	22,2	710	18,3	682	15,6	652
giu	17,1	666	12,7	626	18,4	619
lug	12,7	712	8,9	497	10,6	696
ago	6,2	711	12,1	744	5,5	649
set	29,0	685	39,1	715	28,5	687
ott	55,9	390	69,7	700	51,5	711
nov	142,4	689	110,0	688	75,7	688
dic	143,5	711	85,7	507	135,2	673

Distribuzione valori NO per campi di valori

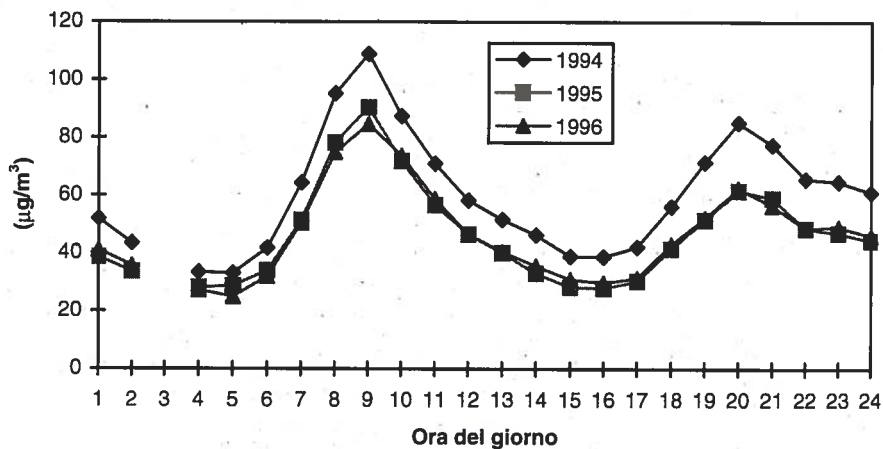


Distribuzione	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza
0 ÷ 25	53,85%	57,50%	61,74%
25 ÷ 50	13,88%	15,97%	11,85%
50 ÷ 100	12,47%	12,02%	12,19%
100 ÷ 150	6,41%	6,33%	5,34%
150 ÷ 200	4,62%	3,71%	3,49%
200 ÷ 300	5,49%	3,11%	3,41%
300 ÷ 400	2,58%	1,05%	1,50%
>400	0,70%	0,32%	0,48%

Stazione N° 11 Ferrucci - MONOSSIDO DI AZOTO (NO - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	51,9	38,6	41,1
2	43,5	33,7	35,7
3	-	-	-
4	33,4	28,1	27,2
5	33,0	28,7	24,9
6	41,7	34,0	31,9
7	64,3	51,4	50,3
8	95,2	78,2	74,8
9	108,9	90,3	84,6
10	87,4	71,9	73,7
11	71,0	56,7	58,7
12	58,3	46,5	46,5
13	51,6	40,0	40,4
14	46,3	33,0	35,5
15	38,9	28,2	30,9
16	38,7	27,9	29,7
17	42,1	30,3	31,3
18	56,1	41,5	43,0
19	71,5	51,5	52,1
20	85,2	61,6	62,5
21	77,5	59,1	56,5
22	65,7	48,5	48,5
23	64,8	46,9	49,1
24	61,1	44,3	46,1

Andamento tipico dell'NO (giorno tipo)



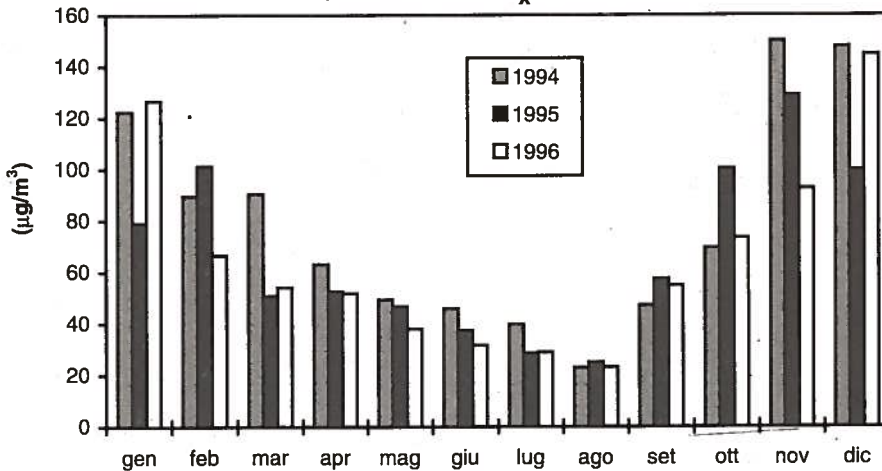
Stazione N° 11 Ferrucci - OSSIDI DI AZOTO (NO_x - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	8052	8760	92%	48	191	256	326	565	78,6	79,6
01-01-95 31-12-95	7877	8760	90%	44	152	206	275	509	67,3	65,7
01-01-96 31-12-96	8129	8784	93%	42	155	214	297	633	66,2	71,4

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	8025	8760	92%	44	175	236	304	515	72,1	73,0
01-04-95 31-03-96	7904	8784	90%	44	159	224	298	509	69,1	70,4
01-04-96 15-02-97	7116	7728	92%	42	157	220	302	633	67,2	72,5

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	3851	4368	88%	71	236	293	347	515	101,9	89,4
01-10-95 31-03-96	3984	4392	91%	66	223	282	342	509	96,0	86,8
01-10-96 15-02-97	3147	3336	94%	76	230	294	354	633	103,8	90,6

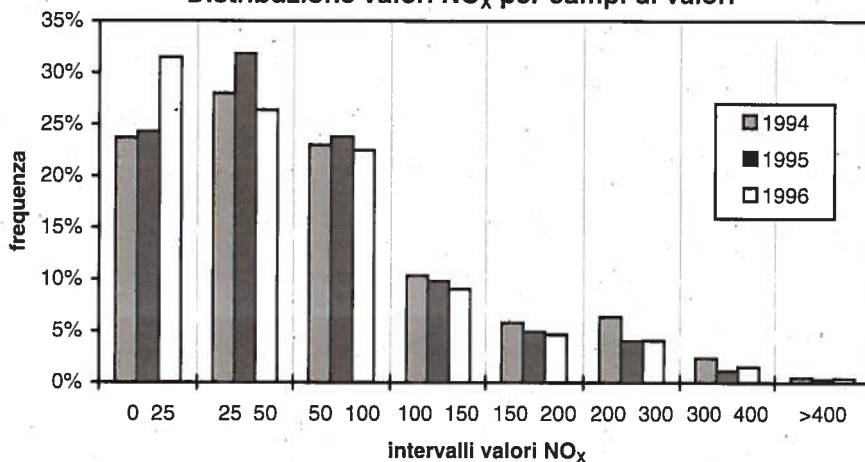
Medie mensili NO_x Ferrucci



Stazione N° 11 Ferrucci - OSSIDI DI AZOTO (NO_x - µg/m³)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	122,3	724	79,0	707	126,6	712
feb	89,6	641	101,2	643	66,6	665
mar	90,5	723	50,8	711	54,2	711
apr	63,2	690	52,6	683	51,9	666
mag	49,4	710	46,7	682	38,0	652
giu	45,9	666	37,5	626	31,6	619
lug	39,8	712	28,6	497	29,0	696
ago	22,9	711	25,1	742	23,1	649
set	47,2	685	57,6	690	54,8	687
ott	69,5	390	100,4	700	73,5	711
nov	149,9	689	128,8	688	92,6	688
dic	147,8	711	99,8	508	144,7	673

Distribuzione valori NO_x per campi di valori

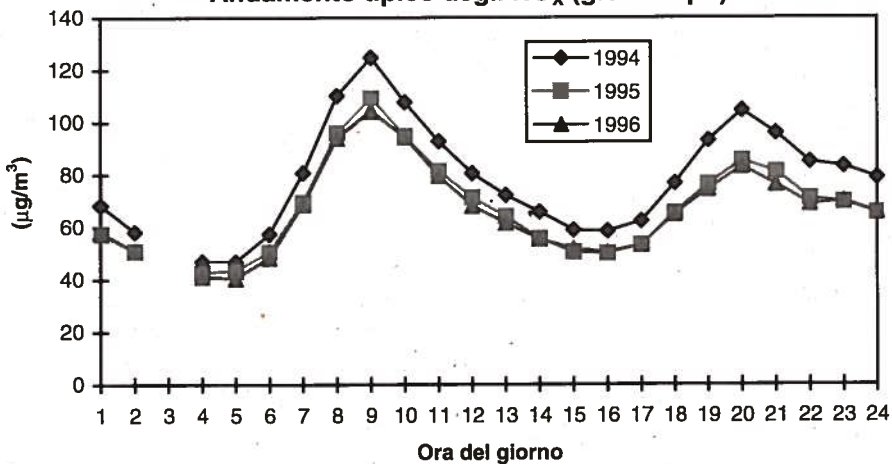


Distribuzione	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza
0 ÷ 25	23,68%	24,27%	31,48%
25 ÷ 50	27,98%	31,83%	26,39%
50 ÷ 100	22,99%	23,79%	22,50%
100 ÷ 150	10,35%	9,81%	9,02%
150 ÷ 200	5,79%	4,90%	4,64%
200 ÷ 300	6,36%	4,01%	4,06%
300 ÷ 400	2,37%	1,10%	1,53%
>400	0,48%	0,28%	0,39%

Stazione NE N° 11 Ferrucci - OSSIDI DI AZOTO (NO_x - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	68,3	57,5	58,1
2	58,2	50,8	51,0
3	-	-	-
4	46,9	42,5	41,1
5	46,8	43,3	40,5
6	57,4	50,5	48,4
7	80,8	69,4	68,6
8	110,2	95,9	94,0
9	124,7	109,2	104,2
10	107,7	94,7	94,2
11	92,8	81,4	79,6
12	80,6	71,4	68,1
13	72,2	64,0	61,6
14	65,8	55,6	55,5
15	58,8	50,5	51,7
16	58,4	50,0	50,5
17	62,3	53,3	53,2
18	76,8	65,4	65,0
19	93,1	76,4	74,5
20	104,5	85,5	83,1
21	95,9	81,2	76,2
22	84,9	71,0	68,8
23	83,2	69,6	69,9
24	78,8	65,4	65,6

Andamento tipico degli NO_x (giorno tipo)



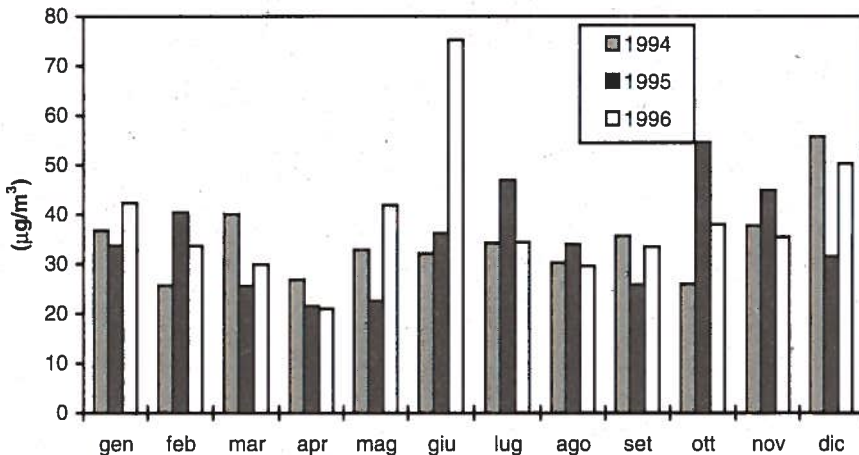
Stazione N° 11 Ferrucci - POLVERI SOSPESE (PTS - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	335	365	92%	32	53	67	87	151,6	34,4	19,0
01-01-95 31-12-95	328	365	90%	29	64	74	91	107,0	34,6	20,5
01-01-96 31-12-96	303	366	83%	32	65	90	108	226,0	38,4	25,2

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	360	365	99%	32	54	67	85	137,0	34,3	18,1
01-04-95 31-03-96	312	366	85%	29	65	77	93	107,0	35,1	21,2
01-04-96 15-02-97	272	322	84%	34	76	99	112	226,0	40,8	27,4
valori limite						300			150 (40+60 v. guida)	

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	181	182	99%	30	67	82	99	137,0	36,5	22,2
01-10-95 31-03-96	153	183	84%	37	69	83	91	107,0	40,2	22,7
01-10-96 15-02-97	126	139	91%	41	77	98	110	130,0	43,3	26,1

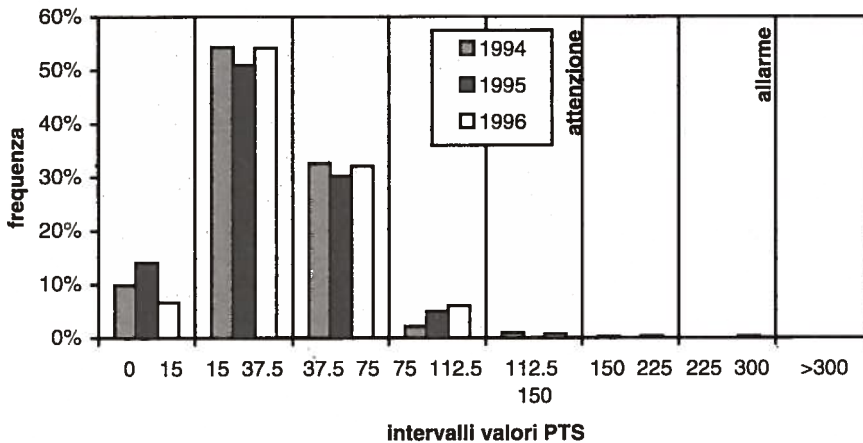
Medie mensili PTS Ferrucci



Stazione N° 11 Ferrucci - POLVERI SOSPESE (PTS - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Medie mensili	1994		1995		1996	
Mesi	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	36,7	9	33,7	31	42,3	22
feb	25,7	28	40,4	28	33,6	25
mar	40,1	28	25,5	31	29,9	27
apr	26,9	30	21,5	29	21,0	21
mag	32,9	30	22,5	29	41,9	20
giu	32,1	28	36,2	25	75,2	22
lug	34,2	31	46,9	22	34,4	31
ago	30,3	31	33,9	26	29,6	24
set	35,7	29	25,8	28	33,5	28
ott	25,9	30	54,6	30	38,0	31
nov	37,7	30	44,9	29	35,4	26
dic	55,7	31	31,5	20	50,3	26

Distribuzione valori PTS per campi di valori



Distribuzione	1994	1995	1996	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza	n°dati	n°dati	n°dati
0 ÷ 15	9,85%	14,02%	6,60%	33	46	20
15 ÷ 37,5	54,33%	50,91%	54,13%	182	167	164
37,5 ÷ 75	32,54%	30,18%	32,01%	109	99	97
75 ÷ 112,5	2,09%	4,88%	5,94%	7	16	18
112,5 ÷ 150	0,90%	0,00%	0,66%	3	0	2
150 ÷ 225	0,30%	0,00%	0,33%	1	0	1
225 ÷ 300	0,00%	0,00%	0,33%	0	0	1
>300	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0

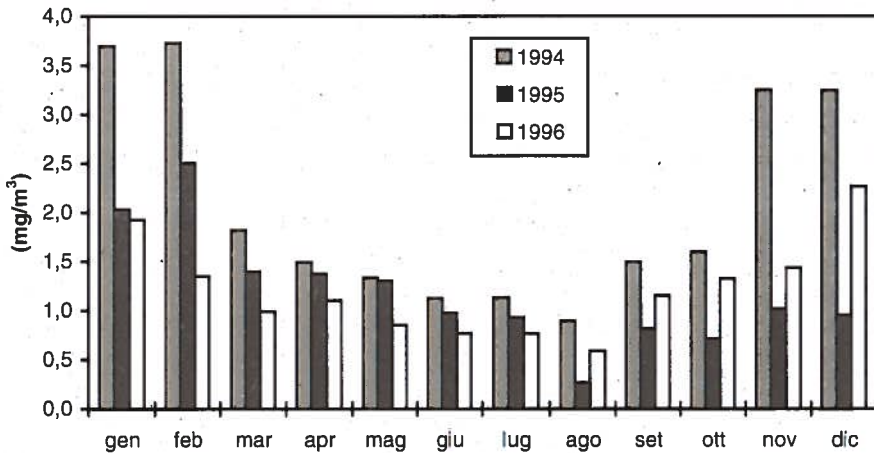
Stazione N° 11 Ferrucci - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO- mg/m³)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	7805	8760	89%	1,4	4,3	5,7	7,2	13,2	2,0	1,7
01-01-95 31-12-95	7563	8760	86%	0,9	2,8	3,7	4,9	14,6	1,2	1,3
01-01-96 31-12-96	7988	8784	91%	0,9	2,7	3,6	5,0	10,8	1,2	1,2
valori limite								40		

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	8329	8760	95%	1,3	3,8	5,1	6,6	14,6	1,8	1,5
01-04-95 31-03-96	7558	8784	86%	0,8	2,4	3,2	4,2	10,8	1,1	1,1
01-04-96 15-02-97	7008	7728	91%	0,8	2,6	3,5	4,9	10,6	1,2	1,2

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	4154	4368	95%	1,7	5,1	6,2	7,4	14,6	2,3	1,9
01-10-95 31-03-96	3916	4392	89%	0,8	2,9	3,9	5,2	10,8	1,2	1,3
01-10-96 15-02-97	3153	3336	95%	1,2	3,6	4,7	6,1	10,6	1,6	1,6

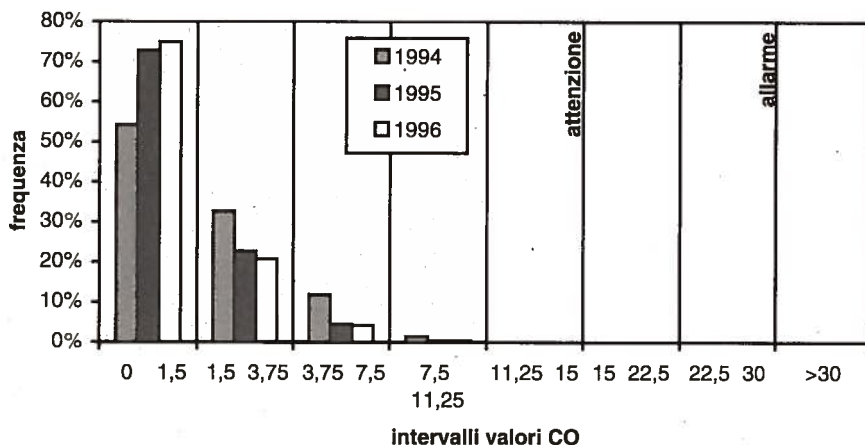
Medie mensili CO (medie orarie) Ferrucci



Stazione N° 11 Ferrucci - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO - mg/m³)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	3,7	743	2,0	709	1,9	688
feb	3,7	288	2,5	643	1,4	654
mar	1,8	504	1,4	707	1,0	712
apr	1,5	690	1,4	667	1,1	666
mag	1,3	712	1,3	634	0,9	652
giu	1,1	666	1,0	582	0,8	489
lug	1,1	713	0,9	560	0,8	712
ago	0,9	709	0,3	595	0,6	649
set	1,5	685	0,8	604	1,2	687
ott	1,6	697	0,7	700	1,3	711
nov	3,2	689	1,0	645	1,4	690
dic	3,2	709	1,0	517	2,3	678

Distribuzione valori CO (medie orarie) per campi di valori

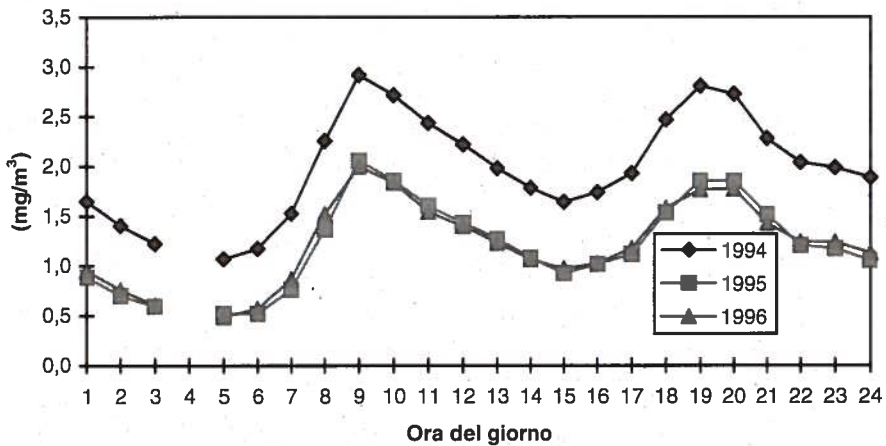


Distribuzione	1994	1995	1996	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza	n°dati	n°dati	n°dati
0 ÷ 1,5	54,16%	72,72%	74,89%	4227	5500	5982
1,5 ÷ 3,75	32,56%	22,60%	20,64%	2541	1709	1649
3,75 ÷ 7,5	11,79%	4,36%	4,11%	920	330	328
7,5 ÷ 11,25	1,45%	0,30%	0,36%	113	23	29
11,25 ÷ 15	0,05%	0,01%	0,00%	4	1	0
15 ÷ 22,5	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
22,5 ÷ 30	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
>30	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0

Stazione N° 11 Ferrucci - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO - mg/m³)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	1,6	0,9	0,9
2	1,4	0,7	0,8
3	1,2	0,6	0,6
4	-	-	-
5	1,1	0,5	0,5
6	1,2	0,5	0,6
7	1,5	0,8	0,9
8	2,3	1,4	1,5
9	2,9	2,1	2,0
10	2,7	1,9	1,8
11	2,4	1,6	1,5
12	2,2	1,4	1,4
13	2,0	1,3	1,2
14	1,8	1,1	1,1
15	1,6	0,9	1,0
16	1,7	1,0	1,0
17	1,9	1,1	1,2
18	2,5	1,5	1,6
19	2,8	1,9	1,8
20	2,7	1,9	1,8
21	2,3	1,5	1,4
22	2,0	1,2	1,2
23	2,0	1,2	1,2
24	1,9	1,1	1,1

Andamento tipico del CO (giorno tipo)



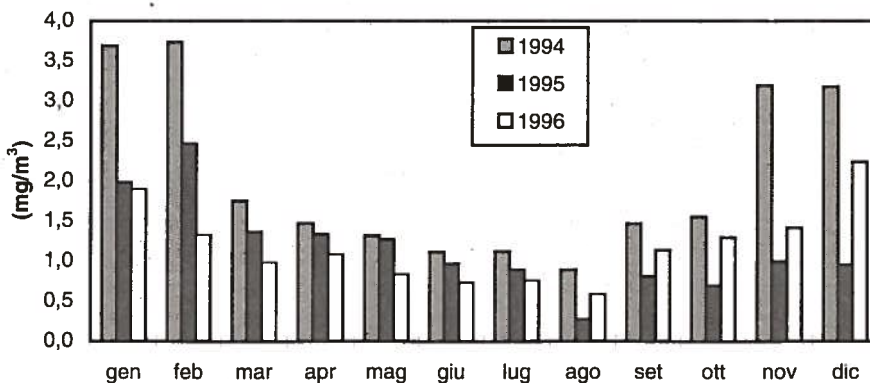
Stazione N° 11 Ferrucci - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO - mg/m³)
(medie su 8 ore)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	1008	1095	92%	1,5	4,0	5,3	6,5	8,8	2,0	1,5
01-01-95 31-12-95	942	1095	86%	0,9	2,6	3,4	4,1	7,9	1,2	1,1
01-01-96 31-12-96	1033	1098	94%	0,9	2,3	3,2	4,2	7,6	1,2	1,0
valori limite								10		

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	1083	1095	99%	1,3	3,5	4,6	5,6	7,9	1,8	1,3
01-04-95 31-03-96	940	1098	86%	0,9	2,1	2,8	3,7	6,8	1,0	0,9
01-04-96 15-02-97	905	966	94%	0,9	2,4	3,2	4,2	7,6	1,2	1,0

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	540	546	99%	1,8	4,6	5,5	6,6	7,9	2,3	1,6
01-10-95 31-03-96	501	549	91%	0,9	2,6	3,4	4,2	6,8	1,1	1,1
01-10-96 15-02-97	408	417	98%	1,3	3,3	4,1	5,1	7,6	1,6	1,3

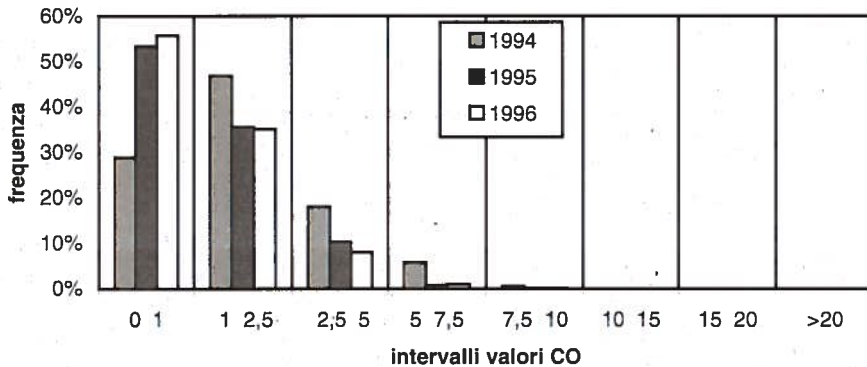
Medie mensili CO (medie 8 ore) Ferrucci



Stazione N° 11 Ferrucci - MONOSSIDO DI CARBONIO (CO - mg/m³)
(medie su 8 ore)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	3,7	93	2,0	92	1,9	89
feb	3,7	36	2,5	84	1,3	84
mar	1,8	64	1,4	92	1,0	93
apr	1,5	90	1,3	85	1,1	86
mag	1,3	93	1,3	75	0,8	83
giu	1,1	87	1,0	70	0,7	62
lug	1,1	93	0,9	63	0,8	93
ago	0,9	92	0,3	71	0,6	83
set	1,5	88	0,8	75	1,1	90
ott	1,6	90	0,7	90	1,3	93
nov	3,2	90	1,0	82	1,4	90
dic	3,2	92	1,0	63	2,2	87

Distribuzione valori CO (medie 8 ore) per campi di valori



Distribuzione	1994	1995	1996	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza	n° dati	n° dati	n° dati
0 ÷ 1	28,87%	53,29%	55,76%	291	502	576
1 ÷ 2,5	46,83%	35,56%	35,14%	472	335	363
2,5 ÷ 5	18,06%	10,30%	8,03%	182	97	83
5 ÷ 7,5	5,75%	0,74%	0,97%	58	7	10
7,5 ÷ 10	0,50%	0,11%	0,10%	5	1	1
10 ÷ 15	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
15 ÷ 20	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0
>20	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0

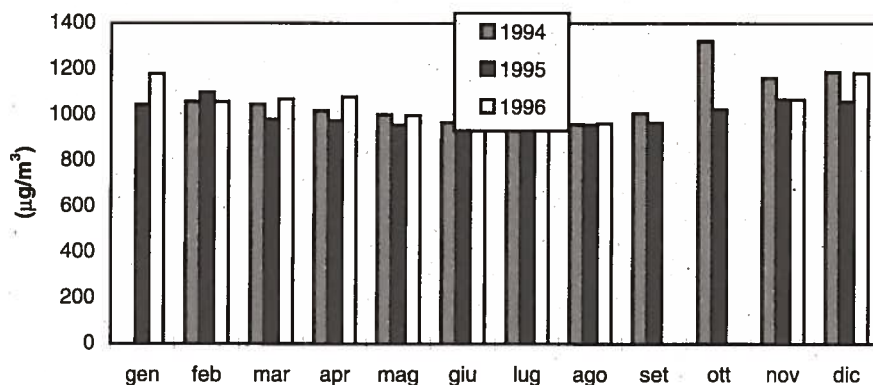
Stazione N° 11 Ferrucci - METANO (CH₄ - µg/m³)

Anno solare	N° valdl	N° dati	% valdl	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	7116	8760	81%	996	1275	1385	1521	2513	1054,2	169,2
01-01-95 31-12-95	6277	8760	72%	967	1144	1219	1308	1843	999,7	108,7
01-01-96 31-12-96	4283	8784	49%	1026	1215	1325	1428	2025	1053,2	134,2

Anno ecologico	N° valdl	N° dati	% valdl	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	7661	8760	87%	987	1275	1381	1523	2513	1048,9	170,2
01-04-95 31-03-96	5927	8784	67%	983	1147	1223	1335	2025	1011,0	112,7
01-04-96 15-02-97	3809	7728	49%	1023	1251	1331	1427	1882	1055,3	138,4

Semestre Invernale	N° valdl	N° dati	% valdl	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	3560	4368	82%	1060	1383	1488	1638	2097	1119,8	198,7
01-10-95 31-03-96	2756	4392	63%	1038	1228	1309	1417	2025	1068,8	126,5
01-10-96 15-02-97	1753	3336	53%	1078	1339	1419	1498	1882	1124,3	152,0

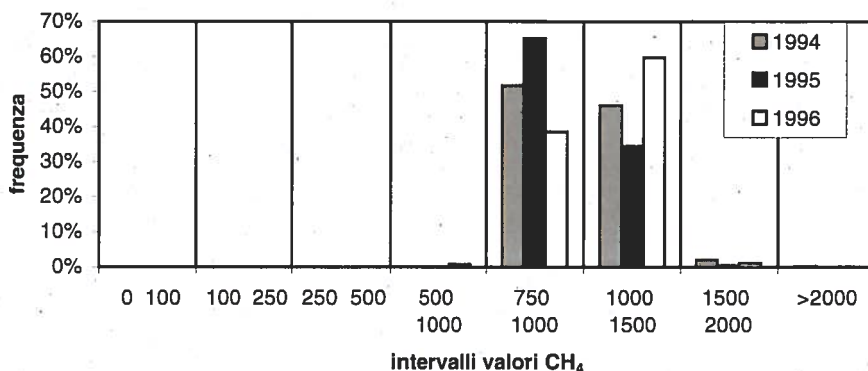
Medie mensili CH₄ Ferrucci



Stazione N° 11 Ferrucci - METANO (CH₄ - µg/m³)

Medie mensili	1994		1995		1996	
Mesi	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	-	0	1042,9	709	1179,0	236
feb	1057,1	533	1097,4	369	1056,9	492
mar	1044,7	713	979,0	713	1068,3	713
apr	1016,8	690	973,9	612	1078,0	562
mag	999,7	660	954,6	435	996,2	105
giu	965,4	667	960,0	228	966,7	490
lug	980,3	689	955,3	547	962,1	682
ago	957,1	713	955,4	714	961,0	217
set	1005,6	682	963,7	635	-	0
ott	1321,7	448	1023,4	305	-	0
nov	1160,8	623	1066,7	654	1066,9	233
dic	1187,5	698	1056,2	356	1182,0	553

Distribuzione valori CH₄ per campi di valori

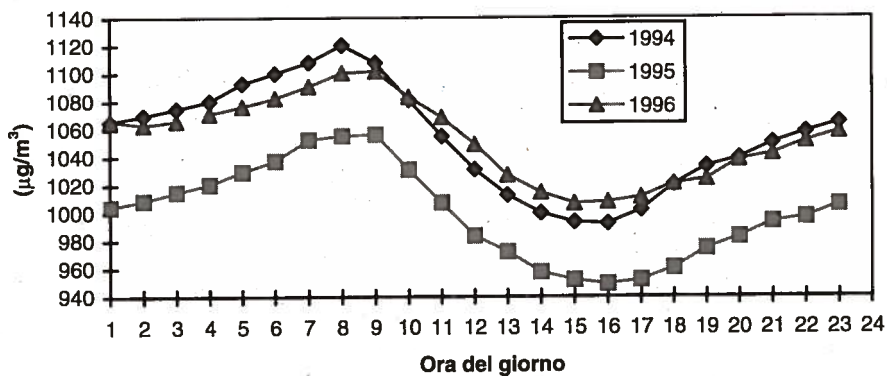


Distribuzione	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza
0 ÷ 100	0,00%	0,00%	0,00%
100 ÷ 250	0,00%	0,00%	0,00%
250 ÷ 500	0,00%	0,00%	0,00%
500 ÷ 1000	0,07%	0,05%	0,70%
750 ÷ 1000	51,66%	65,16%	38,57%
1000 ÷ 1500	46,04%	34,40%	59,63%
1500 ÷ 2000	2,00%	0,40%	1,07%
>2000	0,24%	0,00%	0,02%

Stazione N° 11 Ferrucci - METANO (CH₄ - µg/m³)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	1065,3	1004,3	1066,0
2	1069,6	1008,6	1062,9
3	1074,5	1014,8	1065,8
4	1080,0	1020,4	1071,0
5	1092,7	1029,4	1076,2
6	1099,9	1037,2	1082,2
7	1107,8	1052,4	1090,6
8	1120,2	1055,2	1100,3
9	1107,5	1056,1	1101,4
10	1080,9	1030,9	1083,0
11	1054,9	1007,3	1068,4
12	1031,0	983,6	1049,0
13	1012,7	972,2	1027,1
14	999,8	957,5	1014,6
15	993,3	951,8	1006,7
16	992,3	949,0	1007,8
17	1001,9	951,8	1011,2
18	1020,0	960,6	1020,8
19	1033,2	974,4	1024,0
20	1039,0	982,7	1037,9
21	1049,8	993,3	1042,1
22	1057,5	996,7	1051,1
23	1064,3	1005,5	1057,8
24	-	-	-

Andamento tipico del CH₄



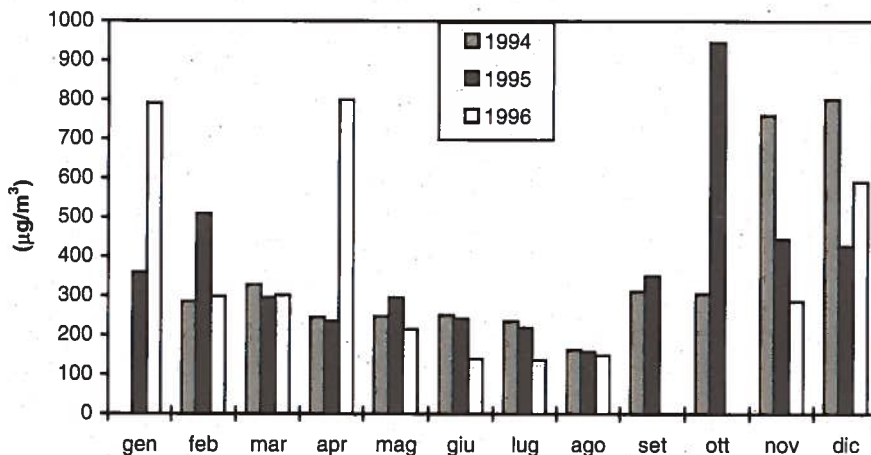
Stazione N° 11 Ferrucci - IDROCARBURI non metanici (NMHC - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	7134	8760	81%	251	828	1116	1416	2494	356,8	346,7
01-01-95 31-12-95	6003	8760	69%	234	750	993	1377	3201	334,8	341,9
01-01-96 31-12-96	4314	8784	49%	231	931	1090	1329	3219	373,9	383,7

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	7679	8760	88%	256	848	1132	1432	2522	366,2	354,5
01-04-95 31-03-96	5653	8784	64%	233	756	1020	1420	3201	337,2	350,8
01-04-96 15-02-97	3863	7728	50%	218	920	1084	1288	4643	362,9	385,6

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	3560	4368	82%	397	1150	1372	1653	2522	511,6	432,1
01-10-95 31-03-96	2644	4392	60%	328	1010	1322	1725	3201	447,0	437,3
01-10-96 15-02-97	1781	3336	53%	294	943	1173	1562	4643	411,9	413,8

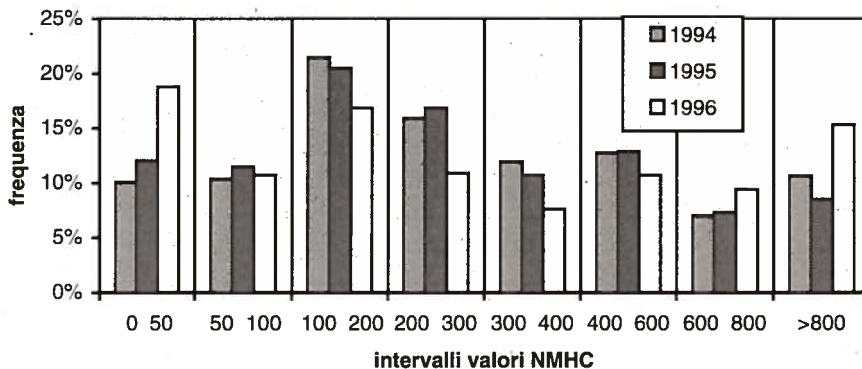
Medie mensili NMHC Ferrucci



Stazione N° 11 Ferrucci - IDROCARBURI non metanici (NMHC - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	-	0	358,7	709	791,3	236
feb	285,2	533	508,7	369	298,7	492
mar	327,9	713	295,0	713	301,5	713
apr	245,0	690	235,0	612	798,3	562
mag	243,9	676	295,1	435	214,2	105
giu	250,3	667	241,4	228	139,2	494
lug	234,9	692	218,3	547	136,4	700
ago	162,2	712	157,2	714	148,7	221
set	310,5	682	350,1	473	-	0
ott	304,6	448	945,7	210	-	0
nov	760,2	623	443,6	654	286,3	233
dic	800,6	698	426,0	339	590,3	558

Distribuzione valori NMHC per campi di valori

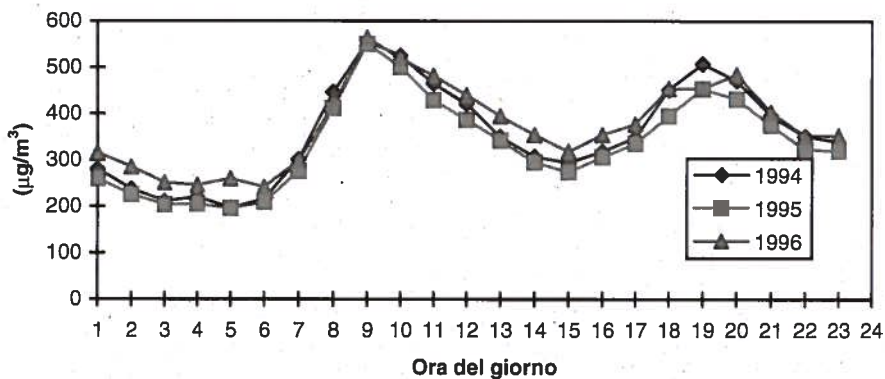


Distribuzione	1994	1995	1996	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza	n° dati	n° dati	n° dati
0 ÷ 50	10,19%	12,01%	18,75%	727	721	809
50 ÷ 100	10,34%	11,43%	10,69%	738	686	461
100 ÷ 200	21,40%	20,46%	16,83%	1527	1228	726
200 ÷ 300	15,87%	16,84%	10,87%	1132	1011	469
300 ÷ 400	11,90%	10,69%	7,56%	849	642	326
400 ÷ 600	12,71%	12,83%	10,66%	907	770	460
600 ÷ 800	6,97%	7,28%	9,39%	497	437	405
>800	10,61%	8,46%	15,25%	757	508	658

Stazione N° 11 Ferrucci - IDROCARBURI non metanici (NMHC - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	279,3	259,5	315,5
2	236,4	225,6	285,1
3	210,5	204,0	251,0
4	219,6	204,9	246,0
5	196,2	195,8	259,9
6	214,5	208,9	241,3
7	299,9	275,9	297,6
8	445,0	411,9	417,7
9	553,8	550,5	563,9
10	523,1	500,9	518,3
11	464,8	429,3	481,9
12	420,7	386,7	440,1
13	350,0	342,4	394,6
14	307,0	295,0	354,2
15	294,3	274,0	318,2
16	318,5	306,3	354,4
17	348,1	335,7	377,4
18	451,2	394,9	454,1
19	507,3	453,4	454,3
20	471,0	431,3	484,7
21	396,0	375,2	403,4
22	351,0	322,9	352,0
23	339,6	319,6	352,6
24	-	-	-

Andamento tipico degli NMHC



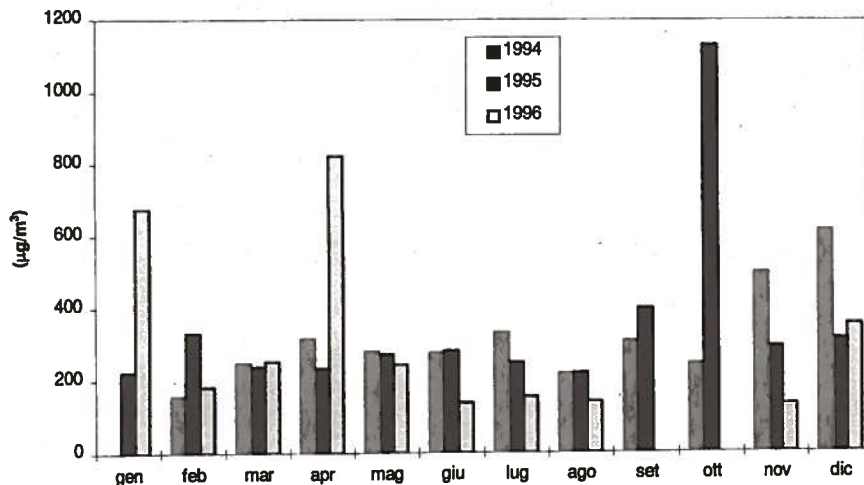
Stazione N° 11 Ferrucci - IDROCARBURI non metanici (NMHC - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
(media ore 06-09)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	308	365	84%	287	586	725	941	1584	320,6	229,4
01-01-95 31-12-95	260	365	71%	261	527	653	1247	1951	297,5	266,2
01-01-96 31-12-96	190	366	52%	191	866	974	1095	1273	319,8	318,7

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	332	365	91%	293	589	735	933	1584	322,5	230,5
01-04-95 31-03-96	245	366	67%	257	607	800	1273	1951	313,8	294,5
01-04-96 15-02-97	169	322	52%	186	848	957	1089	1144	295,9	301,1

Semestre Invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	154	182	85%	311	703	863	1150	1584	362,9	282,6
01-10-95 31-03-96	115	183	63%	257	799	1259	1590	1951	365,7	391,4
01-10-96 15-02-97	76	139	55%	175	511	734	895	1024	241,9	230,5

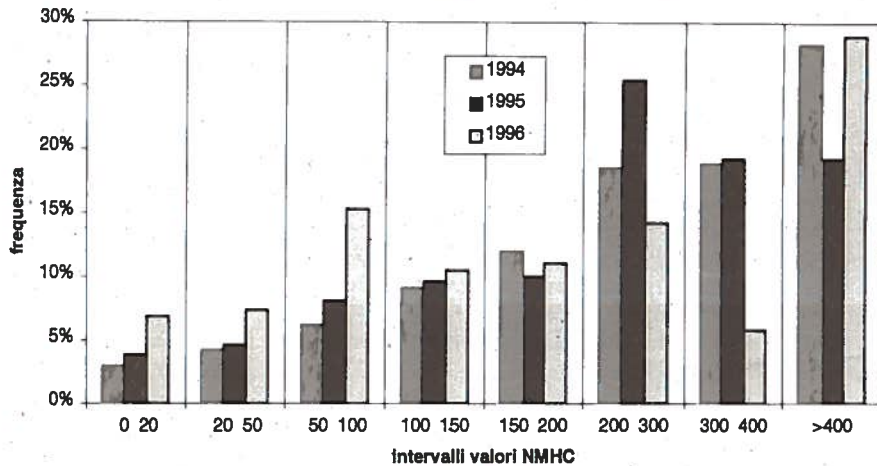
Medie mensili NMHC Ferrucci



Stazione N° 11 Ferrucci - IDROCARBURI non metanici (NMHC - $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
(media ore 06-09)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	-	0	222,1	31	675,7	11
feb	155,0	23	331,1	16	181,7	21
mar	246,7	31	237,3	31	251,9	31
apr	315,2	30	232,0	27	822,4	26
mag	279,1	27	270,6	18	243,5	5
giu	274,8	29	280,9	10	137,4	22
lug	331,8	31	248,5	23	153,6	30
ago	217,5	31	219,3	31	138,8	10
set	306,9	30	398,0	21	-	0
ott	245,1	20	1128,1	9	-	0
nov	497,9	26	291,3	28	131,4	9
dic	616,5	30	312,6	15	356,0	25

Distribuzione valori NMHC per campi di valori



Distribuzione	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza
0 ÷ 20	2,92%	3,85%	6,84%
20 ÷ 50	4,22%	4,62%	7,37%
50 ÷ 100	6,17%	8,08%	15,26%
100 ÷ 150	9,09%	9,62%	10,53%
150 ÷ 200	12,01%	10,00%	11,05%
200 ÷ 300	18,51%	25,38%	14,21%
300 ÷ 400	18,83%	19,23%	5,79%
>400	28,25%	19,23%	28,95%

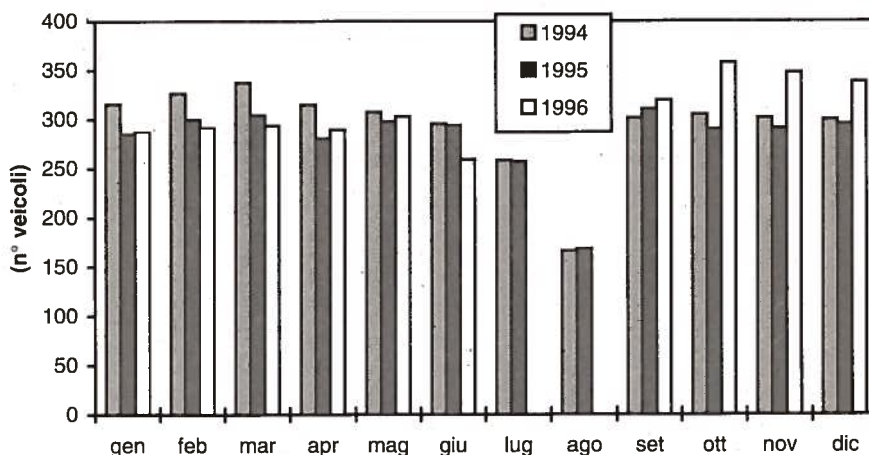
Stazione N° 11 Ferrucci - TRAFFICO CORSIA 1 (NUM1 - n° veicoli)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	8713	8760	99%	267	576	607	636	1108	293,8	207,6
01-01-95 31-12-95	8390	8760	96%	261	540	569	601	779	280,7	194,4
01-01-96 31-12-96	5945	8784	68%	289	606	668	722	1381	312,9	219,3

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	8714	8760	99%	262	557	588	623	902	286,3	201,9
01-04-95 31-03-96	8418	8784	96%	260	535	565	600	779	279,3	191,9
01-04-96 15-02-97	4885	7728	63%	292	640	690	736	1381	324,3	231,8

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	4348	4368	100 %	278	559	586	624	784	299,3	205,3
01-10-95 31-03-96	4196	4392	96%	276	539	568	602	779	291,3	194,4
01-10-96 15-02-97	3295	3336	99%	297	669	709	751	1381	338,3	244,5

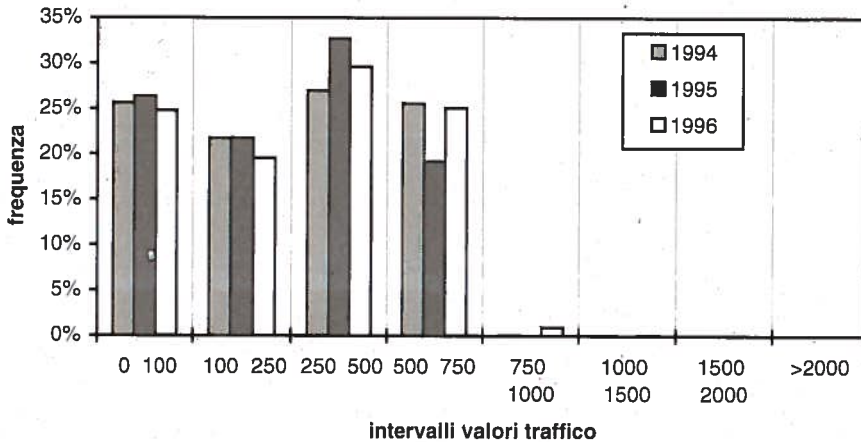
Medie mensili traffico corsia 1 Ferrucci



Stazione N° 11 Ferrucci - TRAFFICO CORSIA 1 (NUM1 - n° veicoli)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	315,6	744	285,1	740	286,8	744
feb	326,6	667	299,7	672	291,7	696
mar	337,4	744	304,1	744	293,7	744
apr	314,9	720	280,7	715	289,5	696
mag	307,4	744	297,8	730	303,1	682
giu	295,5	695	294,0	666	259,4	108
lug	258,4	744	257,0	647	-	0
ago	166,4	744	168,2	744	-	0
set	301,4	719	310,4	720	319,8	104
ott	305,2	728	290,1	731	357,8	742
nov	301,7	720	290,9	718	347,8	720
dic	300,0	744	295,5	563	338,2	709

Distribuzione valori traffico corsia 1 per campi di valori

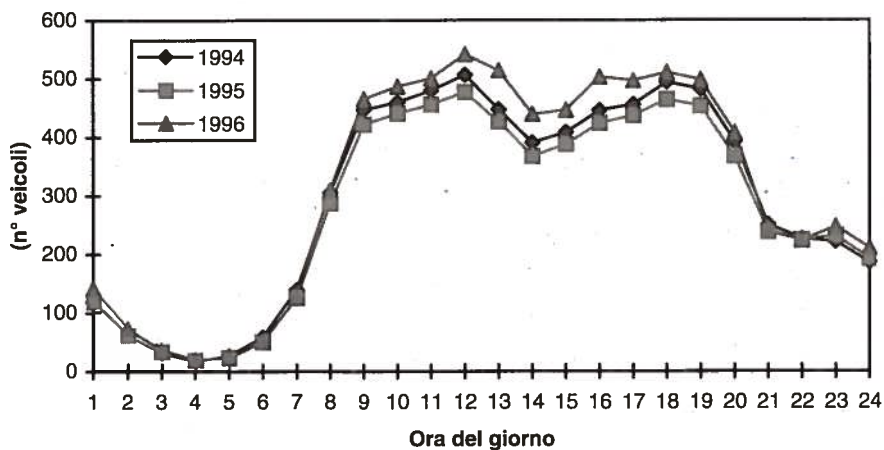


Distribuzione	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza
0 ÷ 100	25,64%	26,35%	24,81%
100 ÷ 250	21,74%	21,75%	19,55%
250 ÷ 500	26,98%	32,72%	29,59%
500 ÷ 750	25,57%	19,17%	25,08%
750 ÷ 1000	0,06%	0,01%	0,94%
1000 ÷ 1500	0,01%	0,00%	0,03%
1500 ÷ 2000	0,00%	0,00%	0,00%
>2000	0,00%	0,00%	0,00%

Stazione N° 11 Ferrucci - TRAFFICO CORSIA 1 (NUM1 - n° veicoli)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	119,2	119,0	141,3
2	61,1	61,3	73,1
3	31,2	33,3	36,8
4	16,7	18,5	20,1
5	26,4	23,5	22,7
6	58,2	50,3	50,6
7	139,3	125,8	126,3
8	305,5	287,0	310,0
9	446,7	421,6	465,4
10	459,9	440,7	486,8
11	479,8	455,9	500,7
12	506,7	477,2	542,0
13	447,2	426,4	513,8
14	390,7	367,6	439,4
15	408,3	388,1	446,4
16	445,8	423,7	503,1
17	456,0	437,2	496,7
18	494,0	464,1	510,7
19	482,1	453,4	498,2
20	392,3	367,6	407,9
21	250,3	237,8	242,8
22	226,4	223,9	222,9
23	221,1	231,0	247,0
24	185,5	191,6	210,1

Andamento tipico del traffico corsia 1



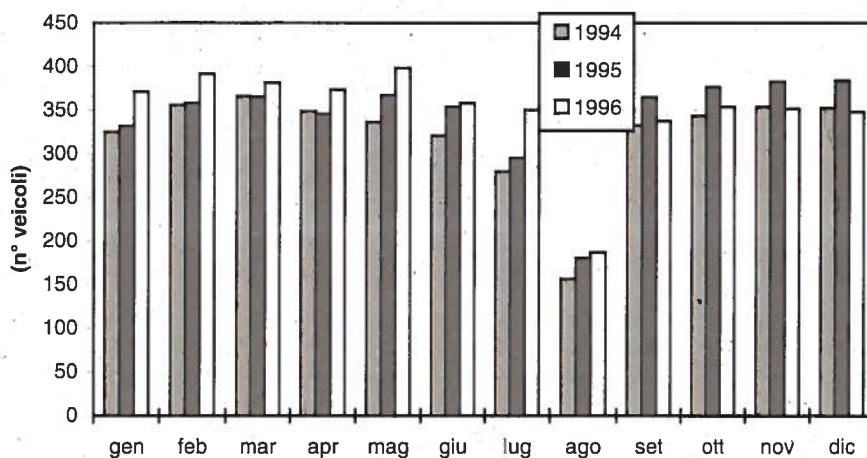
Stazione N° 11 Ferrucci - TRAFFICO CORSIA 2 (NUM2 - n° veicoli)

Anno solare	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-01-94 31-12-94	8713	8760	99%	279	656	692	726	946	322,0	238,6
01-01-95 31-12-95	8390	8760	96%	301	688	724	756	929	341,1	248,4
01-01-96 31-12-96	8588	8784	98%	317	699	739	772	1190	350,8	249,2

Anno ecologico	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-04-94 31-03-95	8714	8760	99%	276	659	696	729	946	322,7	239,7
01-04-95 31-03-96	8418	8784	96%	308	706	740	772	893	348,9	253,0
01-04-96 15-02-97	7528	7728	97%	311	672	717	759	1190	339,2	239,5

Semestre invernale	N° validi	N° dati	% validi	Mediana	90° Perc.	95° Perc.	98° Perc.	Massimo	Media	Dev. st.
01-10-94 31-03-95	4348	4368	100%	313	682	715	749	929	350,6	250,3
01-10-95 31-03-96	4196	4392	96%	349	727	757	786	893	380,9	262,8
01-10-96 15-02-97	3295	3336	99%	327	649	679	712	1190	344,9	230,5

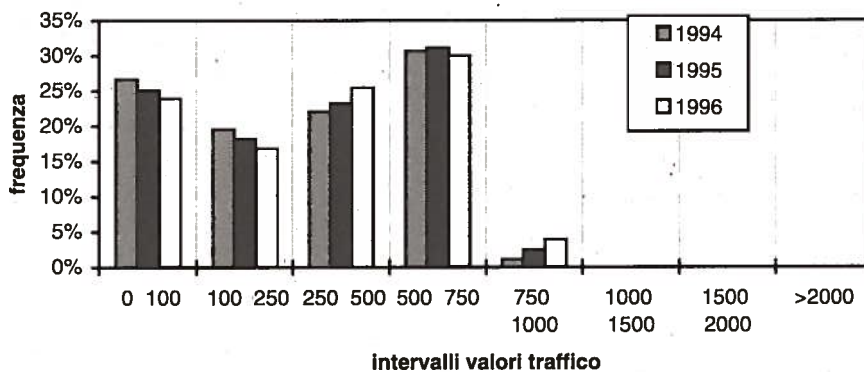
Medie mensili traffico corsia 2 Ferrucci



Stazione N° 11 Ferrucci - TRAFFICO CORSIA 2 (NUM2 - n° veicoli)

Medie mensili	1994		1995		1996	
	Media	N° validi	Media	N° validi	Media	N° validi
gen	324,8	744	331,7	740	370,9	744
feb	356,0	667	358,0	672	391,6	696
mar	365,8	744	365,1	744	381,7	744
apr	348,9	720	345,9	715	373,8	696
mag	336,4	744	367,1	730	398,1	682
giu	320,7	695	353,7	666	358,0	714
lug	279,4	744	295,1	647	350,4	744
ago	156,5	744	180,5	744	186,9	680
set	332,6	719	364,8	720	337,8	717
ott	343,3	728	376,3	731	353,9	742
nov	353,7	720	382,5	718	351,5	720
dic	352,6	744	383,9	563	348,2	709

Distribuzione valori traffico corsia 2 per campi di valori

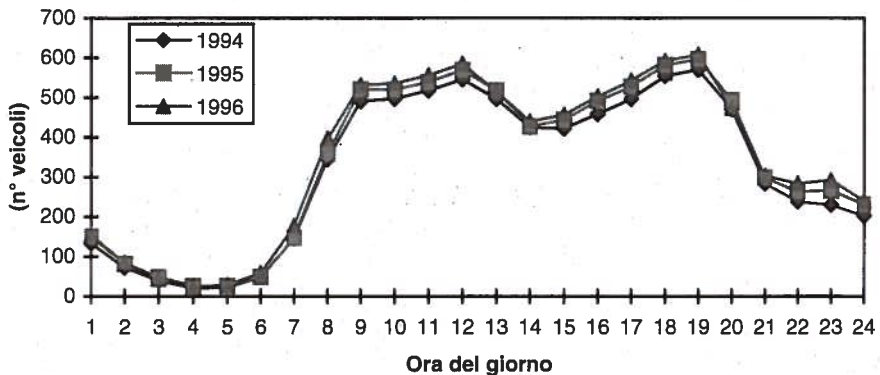


Distribuzione	1994	1995	1996
campi di valori	frequenza	frequenza	frequenza
0 ÷ 100	26,66%	25,09%	23,88%
100 ÷ 250	19,57%	18,18%	16,81%
250 ÷ 500	22,02%	23,21%	25,43%
500 ÷ 750	30,64%	31,11%	29,95%
750 ÷ 1000	1,10%	2,42%	3,91%
1000 ÷ 1500	0,00%	0,00%	0,01%
1500 ÷ 2000	0,00%	0,00%	0,00%
>2000	0,00%	0,00%	0,00%

Stazione N° 11 Ferrucci - TRAFFICO CORSIA 2 (NUM2 - n° veicoli)

Giorno tipo	1994	1995	1996
ORA	media	media	media
1	133,8	150,4	154,7
2	72,4	81,8	84,2
3	39,5	48,4	43,8
4	20,7	25,8	24,0
5	22,4	25,7	28,3
6	48,9	49,0	58,2
7	145,6	147,0	176,9
8	345,1	359,0	395,8
9	491,2	520,7	531,4
10	496,9	520,4	535,6
11	517,8	539,0	556,1
12	545,9	569,4	585,0
13	496,7	518,2	514,8
14	425,0	426,9	439,5
15	421,8	444,1	456,5
16	458,7	491,6	502,2
17	496,3	527,9	543,0
18	554,5	582,0	592,5
19	570,2	596,7	607,5
20	470,4	493,7	474,6
21	283,9	298,7	302,2
22	237,8	263,2	283,2
23	230,0	266,4	291,8
24	202,2	231,0	239,3

Andamento tipico del traffico corsia 2



I licheni come Bioindicatori della qualità dell'aria

Fabia Chiara Franchi, Luciano Giovannelli, Antonio Limberti

Introduzione

Come è noto l'area tessile pratese è una delle aree industriali e artigianali più fiorenti dell'Italia centrale. In essa sono attive oltre 25000 imprese artigianali e di piccola e media industria, con una produzione industriale ed un export fra i più attivi di tutta l'Italia. In questa area si è da tempo manifestata la necessità e l'urgenza di controllare i parametri principali dell'inquinamento atmosferico.

Attualmente nella Provincia di Prato, nell'ambito del progetto DISIA, sono operanti quattro stazioni di monitoraggio chimico la cui gestione è stata affidata all'A.R.P.A.T. - Dipartimento Provinciale di Prato.

Contemporaneamente al costante rilevamento di parametri chimici di inquinamento atmosferico, l'U.O. Biologia Ambientale ha iniziato un monitoraggio della qualità dell'aria mediante l'uso di bioindicatori, allo scopo di evidenziare una correlazione tra i dati del monitoraggio chimico e biologico.

Biomonitoraggio ambientale

Il monitoraggio biologico permette di conoscere la "qualità" dell'ambiente attraverso l'analisi e la distribuzione delle specie viventi presenti in un determinato sito.

Lo studio e l'osservazione di organismi viventi, per il monitoraggio dell'inquinamento, è utilizzato in relazione alla diversa risposta che essi danno rispetto alle variazioni ambientali indotte da fattori inquinanti, il cui effetto si esplica in tre modi diversi:

- accumulo delle sostanze inquinanti,
- modificazioni morfologiche degli organismi,
- modificazioni nella composizione delle comunità.

Un organismo per essere usato come indicatore biologico deve rispondere a ben precise caratteristiche quali:

- accertata sensibilità all'inquinamento,
- ampia distribuzione a livello continentale e sull'area di studio,
- scarsa mobilità,
- ciclo vitale lungo,
- eventuale capacità di accumulo di sostanze inquinanti.

Il bioindicatore rileva la presenza o meno di fattori di disturbo tramite una "risposta" qualitativa o quantitativa.

Nel caso in cui la "risposta" dell'organismo sia di tipo quantitativo può fornire notizie su eventuali cambiamenti dei livelli di inquinamento nel tempo e si parla di biomonitor.

I bioindicatori possono quindi costituire:

- indicatori, quando vi è una relazione conosciuta e tipica tra risposta biologica e inquinante.
- accumulatori, quando manca una risposta evidente, ma le analisi chimiche permettono l'individuazione e la quantificazione dell'inquinante in determinati tessuti (Grossoni, 1993).

Vi sono aspetti limitanti per l'applicazione dei bioindicatori:

- la mancanza di idonei bioindicatori per alcuni importanti inquinanti (es. composti organici),
- la mancanza fisica dei bioindicatori nelle zone più pesantemente inquinate.

I vantaggi comprendono bassi costi di esercizio delle reti, la possibilità di operare in luoghi sprovvisti di energia elettrica, la capacità di memorizzare ed integrare gli effetti ambientali (Lorenzini, 1994).

I licheni come bioindicatori

I licheni presentano numerose peculiarità fisiologiche ed ecologiche che ne fanno degli ottimi bioindicatori della qualità dell'aria.

La mancanza di strati cerosi protettivi (cuticola) e l'assenza di stomi fanno sì che gli scambi gassosi abbiano luogo su tutta la superficie del tallo.

Hanno un metabolismo molto lento, con tassi di crescita ridotti e notevole longevità; questo permette di ottenere una stima degli effetti perturbanti su tempi lunghi.

I licheni non hanno la possibilità di liberarsi periodicamente delle loro parti vecchie e quindi sono ottimi accumulatori di sostanze inquinanti.

Rispondono alle variazioni ambientali ed agli agenti inquinanti con variazioni morfologiche e di composizione della comunità lichenica.

L'anidride solforosa, ad esempio, causa una riduzione dell'attività fotosintetica e della respirazione per danneggiamento della clorofilla con conseguente sofferenza del tallo lichenico.

La scarsità dei licheni in aree inquinate non può essere, comunque, attribuita ad un singolo contaminante, ma ad interazioni e sinergismi tra più sostanze presenti nell'atmosfera.

Una correlazione fra concentrazione di biossido di zolfo in atmosfera e valori di I.A.P. è stata dimostrata da uno studio eseguito nella provincia di La Spezia (Nimis et al., 1990).

L'effetto sulla morfologia del tallo è tale che all'aumentare del tempo di esposizione e di vicinanza alla fonte inquinante, si verifica un peggioramento dello stato di salute dei licheni, con un loro scolorimento e distacco dal substrato.

Anche a livello della riproduzione si assiste a una rarefazione e riduzione della larghezza degli apoteci.

Con l'aumento del livello di inquinamento si verifica una forte riduzione del numero totale di specie licheniche presenti e un'alterazione della comunità lichenica.

Nelle aree a più alto tasso di inquinamento prevalgono specie licheniche crostose che risultano più resistenti in quanto presentano una minor superficie di scambio rispetto ai foliosi e fruticosi, che si ritrovano con frequenza sempre maggiore in seguito al miglioramento della qualità dell'aria.

La sensibilità dei licheni varia anche in relazione a modificazioni di tipo microclimatico.

Sono più resistenti alle sostanze inquinanti quando sono allo stato asciutto a causa dei processi metabolici ridotti al minimo.

Climi a carattere oceanico determinano, quindi, una maggior sensibilità dei licheni ai contaminanti atmosferici.

Le condizioni di aridità più spiccata, però, limitano ugualmente lo sviluppo della

flora lichenica provocando un deterioramento delle cellule gonidiali (Deruelle e Lallemant, 1983).

Parallelamente alla bioindicazione i licheni possono essere utilizzati anche come bioaccumulatori sui quali è possibile misurare le concentrazioni di determinate sostanze accumulate nel tempo.

Il tallo dei licheni ha la capacità di assorbire e trattenere i contaminanti atmosferici presenti in bassissime concentrazioni.

Questi organismi sono stati validamente utilizzati per il dosaggio dei non metalli (tipo zolfo e fluoro), metalli pesanti, idrocarburi clorurati e radionuclidi.

Area di studio

Il territorio della provincia pratese ha un'estensione di circa 342 Km², comprende sette comuni: Vernio, Vaiano, Cantagallo, Montemurlo, Prato, Carmignano e Poggio a Caiano.

La morfologia del territorio è strettamente legata alle caratteristiche geologiche e tettoniche dalle quali dipendono clima, risorse idriche e utilizzazione del suolo.

La parte settentrionale è dominata dalle formazioni montuose di arenaria dell'Oligocene appartenenti alla dorsale appenninica dal Passo dell'Acquerino al Poggio ai Prati.

Dalla dorsale partono due distinte catene divise dal percorso del fiume Bisenzio: i monti ad Ovest del fiume sono caratterizzati da valli strette e allungate che scendono in più rami verso i Comuni di Montemurlo e di Prato, mentre la parte più appenninica costituisce i territori del Comune di Cantagallo e parte di quello di Vernio.

Ad Est del fiume Bisenzio la zona si può considerare costituita essenzialmente dalla formazione di calcari marnosi della Calvana.

Nella parte intermedia della Val di Bisenzio i versanti si allargano e le pendici diventano più dolci nei pressi del Comune di Vaiano.

La parte pianeggiante è di natura alluvionale, formata dai detriti portati a valle dal Bisenzio e da altri torrenti che, scendendo dai rilievi pre-appenninici, vanno a costituire la piana di Prato-Montemurlo-Poggio a Caiano.

La parte meridionale del comprensorio pratese è occupata dalla zona collinare del Montalbano nel Comune di Carmignano, il cui confine meridionale tocca il corso dell'Arno.

Nell'area di studio è possibile individuare, in base al grado di industrializzazione e di popolazione residente, combinazioni quali-quantitative abbastanza diverse nei sette comuni dell'area.

Si può individuare:

- un'area caratterizzata da uno stabile ed elevato grado di urbanizzazione con forte sviluppo commerciale ed industriale (comuni di Prato e Montemurlo)
- un'area periurbana, di recente sviluppo, caratterizzata da incremento della popolazione e conseguente urbanizzazione (comuni di Carmignano, Vaiano e Poggio a Caiano).
- un'area caratterizzata da una continua riduzione della popolazione residente (Vernio, Cantagallo).

Tab. 5.1 - Superficie, popolazione, densità abitativa nei Comuni del comprensorio pratese al censimento del 1991.

COMUNI	SUPERFICIE	POPOLAZIONE	DENSITA'
Cantagallo	82.68 Km ²	2636	31
Carmignano	38.59 Km ²	9584	248
Montemurlo	30.66 Km ²	17164	560
Poggio a Caiano	5.94 Km ²	7941	1337
Prato	97.59 Km ²	165707	1698
Vaiano	33.34 Km ²	8848	265
Vernio	53.54 Km ²	5464	102

Il clima della zona ha carattere di tipo sub-mediterraneo con estati secche e una ripartizione delle piogge con massimi nei periodi primaverili e autunno-invernali.

Materiali e metodi

La tecnica usata si basa sull'utilizzo del metodo semplificato dell'Index of Atmospheric Purity (IAP) proposto da K. Ammann (1989) che utilizza i licheni epifiti come bioindicatori.

La scelta dell'albero su cui effettuare il rilevamento è di fondamentale importanza, in quanto le caratteristiche fisico-chimiche della corteccia influenzano in buona misura la vegetazione lichenica; *Tilia* spp. e *Quercus pubescens* (Roverella) risultano molto adatti per questo tipo di indagine.

I tigli sono alberi che facilmente si ritrovano nella zona centrale della città di Prato (parchi cittadini), ma sono presenti anche negli altri centri urbani. Presentano un pH della scorza sub-acido da 4.8 a 6.2, sono di tipo mesotrofico presentando condizioni ideali per stimare variazioni di pH indotte dall'inquinamento.

La scelta della Roverella è dovuta al fatto che risulta una specie molto rappresentata nella zona di studio, visto che gran parte dell'area pratese rientra nella fascia vegetazionale del querceto eliofilo caducifoglio.

Sono stati effettuati alcuni studi (Loppi, 1994) che mettono a confronto le due specie citate confermando cheiglio e quercia possono essere usati indifferentemente come supporto della vegetazione lichenica per mappaggi biologici.

Il numero di stazioni di rilevamento fino ad oggi esaminate nel Comune di Prato, risulta di gran lunga superiore rispetto al restante territorio della provincia, a causa di una maggior necessità di monitorare questa parte di territorio più esposta a condizioni di stress ambientale, densamente abitata e con scarsa presenza di aree verdi.

Le stazioni sono costituite da un gruppo di 3 alberi, sui quali viene posizionato il reticolo di rilevamento proposto da K. Ammann.

La metodologia operativa è ormai standardizzata ed uniformemente utilizzata dagli operatori dei vari Dipartimenti ARPAT.

Elenco floristico delle specie licheniche rilevate

Nel territorio della provincia di Prato, durante l'esecuzione dei rilevamenti, nel periodo 1992-93, sono state individuate le seguenti specie licheniche:

Specie lichenica	frequenza
<i>Buellia punctata</i>	2
<i>Caloplaca ferruginea</i>	3
<i>Candelaria concolor</i>	6
<i>Candelariella reflexa</i>	5
<i>Candelariella xantostigma</i>	2
<i>Evernia prunastri</i>	3
<i>Hypogymnea physodes</i>	1
<i>Lecanora allophana</i>	2
<i>Lecanora carpinea</i>	1
<i>Lecanora chlarotera</i>	7
<i>Lecidella elaeochroma</i>	11
<i>Lepraria</i> spp.	21
<i>Leprocaulum microscopicum</i>	11
<i>Normandina pulchella</i>	5
<i>Parmelia acetabulum</i>	2
<i>Parmelia glabratula</i>	10
<i>Parmelia glabra</i>	2
<i>Parmelia caperata</i>	13
<i>Parmelia pastillifera</i>	2
<i>Parmelia saxatilis</i>	1
<i>Parmelia subaurifera</i>	1
<i>Parmelia subrudecta</i>	19
<i>Parmelia sulcata</i>	10
<i>Parmelia tiliacea</i>	20
<i>Parmotrema chinense</i>	6
<i>Pertusaria amara</i>	5
<i>Pertusaria pertusa</i>	1
<i>Physcia adscendens</i>	33
<i>Physcia aipolia</i>	2
<i>Physcia biziana</i>	1
<i>Physcia clementei</i>	1
<i>Physcia semipinnata</i>	1
<i>Physconia distorta</i>	7
<i>Physconia entheroxantha</i>	1
<i>Physconia grisea</i>	3
<i>Physconia servitii</i>	1
<i>Physconia venusta</i>	4
<i>Ramalina fastigiata</i>	1
<i>Scoliciosporum</i> spp.	3
<i>Xantoria parietina</i>	7

I dati rilevati monitorando 65 stazioni sono stati elaborati mediante il metodo Krighing e riportati su una carta della qualità dell'aria.

Osservazione e valutazione dei risultati

Questi vanno da un minimo di 0, considerato "deserto lichenico", riscontrato nelle stazioni che presentano un grado di urbanizzazione elevato e non necessariamente in rapporto con fonti dirette di inquinamento, ad un massimo di 52, rilevato nella stazione di S. Ippolito di Vernio.

- 1) Zone interessate da valori di I.A.P. prossimi allo 0 (deserto lichenico):
 - a - nella fascia interna delle mura del Comune di Prato con interessamento :
 - verso Nord, dell'area compresa fra viale Galilei e via Ciliani fino all'altezza di Coiano;
 - verso Est, la zona di La Pietà in prossimità di via Machiavelli e la fascia compresa fra la stazione ferroviaria e viale Montegrappa fino all'altezza di viale della Repubblica;
 - a Sud, l'area da via Roma con via Zarini da una parte e dall'altra con via M. Roncioni;
 - ad Est, anche se non evidenziato nella cartografia con le linee I.A.P. (rappresentano la risultante in ogni punto dei 10 valori di I.A.P. più vicini), risultano rilevamenti di assenza lichenica a Narnali-Viaccia, Galciana via Ciulli;
 - b - area del comune di Vaiano compresa tra la strada S.S. 325 e il tratto della ferrovia Firenze-Bologna all'altezza di via di Sofignano e la stazione ferroviaria;
 - c - tratti di abitati immediatamente insistenti su strade ad elevato traffico veicolare: via Firenze da Piazza della Stazione fino a La Querce, via Bologna con la stazione di S. Lucia e La Briglia.
- 2) Zone di presenza lichenica con valori di I.A.P. fino a 4:

in questa fascia sono comprese le aree ove sorgono le frazioni di S. Paolo, Galciana, Narnali, Chiesanuova, S. Lucia e La Castellina (parte bassa e abitati su strade con traffico veicolare moderato), via Borgovalsugana, loc. I Lecci, inizio di via delle Fonti fino al ponte dell'autostrada A11 e zona via C. Marx.
- 3) Fascia con I.A.P. compreso fra 5 e 9:
 - a - zona Cafaggio, Grignano, S. Giusto, S. Ippolito, Montemurlo zona industriale, Bagnolo-Malisedi (parte bassa), Galcetello (zona tangenziale), Viale Galilei-Villa del Palco, la fascia tra La Castellina e S. Cristina fino a La Querce, scuole Pier Cironi-Mezzana, Le Badie;
 - b - zona immediatamente adiacente alla fascia centrale del comune di Vaiano corrispondente agli abitati nelle vicinanze della ferrovia e della statale. Località La Briglia non esposta direttamente al traffico veicolare e comunque in vicinanza della statale.
- 4) Fascia di I.A.P. compresa fra 10 e 14:

Il territorio interessato da questo intervallo di indice di purezza dell'aria comprende la zona industriale del Macrolotto nel Comune di Prato e nella frazione di Seano, le località di Paperino, Le Fontanelle, Iolo, Tavola, Tobbiana e fasce ristrette osservabili particolarmente nei comuni di Vaiano, Montemurlo e della frazione La Briglia.

- 5) Fascia di I.A.P. compresa fra 15 e 19:
il Comune di Poggio a Caiano, le frazioni di S. Giorgio e Santa M. a Colonica di Prato, nonché la zona di Gonfienti risultano soggette ai valori di questa fascia.
- 6) Fascia di I.A.P. oltre 20:
comprendono tutte quelle zone che non sono soggette a traffico veicolare intenso e sono lontane dai grossi centri abitati e da insediamenti industriali. Appartengono a questa fascia alcune località pedemontane fra le quali: Montepiano, Vernio, Migliana, S. Ippolito, Cavarzano, Schignano e la fascia collinare del comune di Carmignano. Di particolare interesse è l'osservazione di valori di I.A.P. oltre 20 nelle stazioni di Figline, Le Sacche (I.A.P. = 36), Carteano (I.A.P. = 25), Pian della Fiamma (I.A.P. = 35), Travalle (I.A.P. = 22).

L'indagine sulla qualità dell'aria nella provincia di Prato con l'uso dei licheni ha consentito di rivedere l'opinione comune che i venti prevalenti da nord (tramontana, vedi rosa dei venti - Fig. 3) sarebbero i responsabili del trasporto degli inquinanti prodotti nell'area del tessile verso i comuni di Poggio a Caiano e Carmignano.

Questi comuni, biomonitorati con diverse stazioni di campionamento, hanno evidenziato una qualità dell'aria di gran lunga migliore rispetto a quella riscontrata a nord lungo la Val del Bisenzio fino al comune di Vaiano.

In questa area, le stazioni esaminate presentano valori di IAP bassi fino ad assenza di licheni epifiti.

I dati scaturiti dall'indagine svolta nella provincia di Prato indicano una tendenza diversa da quanto atteso.

In presenza di forte instabilità atmosferica (venti di tramontana) si ha diluizione e dispersione degli inquinanti.

Questo determina, almeno su scala locale, assenza di fenomeni di concentrazione tali da far superare le concentrazioni limite previste dalla normativa.

Non a caso in presenza di vento le stazioni chimiche non rilevano mai significativi valori di SO_2 , NO_x , CO , mentre registrano alte concentrazioni dei parametri fitotossici in presenza dei seguenti fattori:

- consolidate alte pressioni ed aria calda in quota (inversione termica);
- leggere brezze (velocità < 1 m/sec);
- elevato grado di urbanizzazione (isola di calore);
- fonti di emissioni cittadine e periferiche.

Le cause che determinano ampie aree di deserto lichenico, che da Prato si estendono per oltre 10 chilometri verso nord fino a Vaiano, sono quindi da ricercare nel cocktail di fattori sopra ricordati.

Immaginiamo di osservare un profilo della provincia pratese con al centro la città di Prato, una periferia con più verde ma sempre con una fitta rete stradale e con numerose aree a carattere industriale. Tale periferia si estende, senza soluzione di continuità, fino a confluire con quella delle città limitrofe.

Per quanto concerne la comprensione del fenomeno "isola di calore" correlato con il grado di urbanizzazione occorre inquadrare alcuni aspetti:

- le aree cementificate rispetto alle aree più verdi si riscaldano maggiormente per il fenomeno dell'irraggiamento (il calore specifico dell'acqua è maggiore di qualsiasi altra sostanza: a parità di somministrazione o di emissione di calore da parte di una

componente ricca di acqua, come la vegetazione, si avrà una minore variazione di temperatura rispetto a componenti meno idratate quali il cemento, l'asfalto ecc.)

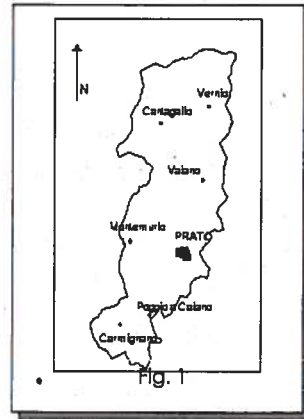
- la maggiore concentrazione di anidride carbonica dei centri urbani, dovuta anche ad una scarsa attività fotosintetica per carenza di verde, porta ad un aumento della temperatura in quanto la CO_2 assorbendo le radiazioni elettromagnetiche infrarosse (come nell'effetto serra), riduce la dispersione del calore nello spazio.

Ulteriori apporti di calore sono correlati al grado di urbanizzazione come ad esempio il riscaldamento delle case, l'uso delle auto e le emissioni delle industrie.

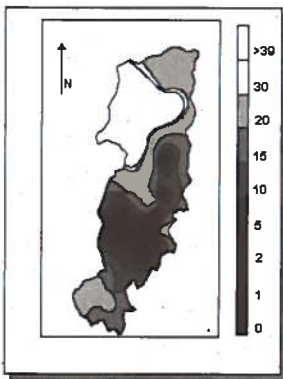
Tali aspetti spiegano il fenomeno "isola di calore". Da questo consegue, in condizioni meteorologiche ottimali e comunque non critiche come quelle sopra ricordate, un fluire di correnti d'aria fresca dalla campagna e quindi anche degli inquinanti prodotti nella periferia, verso l'isola di calore corrispondente al centro cittadino, che peraltro può beneficiare, in virtù di un maggior gradiente termico verticale (instabilità atmosferica) rispetto alle periferie, di una buona dispersione degli inquinanti in alta quota (1000-1500 m s.l.m.). Sono queste situazioni meteorologiche che, sia pure in funzione dell'orografia e del grado di antropizzazione del territorio, difficilmente fanno registrare elevati valori di inquinamento.

Ricercare le cause che determinano l'impossibilità per i licheni di ritornare nei centri delle grandi città, nonostante siano stati chiusi al traffico veicolare e in determinati periodi, presi provvedimenti di più ampia limitazione alla circolazione, non risulta certo facile.

Il fenomeno dell'inversione termica in



- Fig. 1 - Rappresentazione dell'area di studio con fasce iso-IAP



- Fig. 2 - Distribuzione dei siti di campionamento nel comprensorio pratese.

corrispondenza di zone che presentano caratteristiche di "isola di calore" porta, giorno dopo giorno, ad un progressivo aumento della concentrazione degli inquinanti di origine periferica oltre a quelli prodotti nei centri stessi. Le stazioni chimiche iniziano, in concomitanza con detta situazione, a registrare l'incremento. Scattano gli allarmi, arrivano i provvedimenti limitativi alla circolazione cittadina, non si registrano però significativi decrementi dei valori chimici rilevati. Permangono nel tem-

po concentrazioni di inquinanti tali da causare danni ai talli lichenici e quindi riduzione della loro presenza fino a fenomeni più marcati di deserto lichenico.

Poiché i licheni sono bioindicatori che hanno tempi di risposta lunghi (oltre un anno), consentono di valutare variazioni climatiche e concentrazioni di sostanze fitotossiche, i cui effetti, singoli e sinergici possono, in qualche modo, alterarne la crescita e lo sviluppo. Solo attraverso sostanziali modificazioni alle abitudini di vita, reinventando e realizzando attraverso i piani regolatori nuovi modelli urbanistici dove il verde dovrà in larga misura accompagnare ogni attività della vita dell'uomo si potranno osservare sostanziali variazioni.

I licheni saranno gli indicatori del traguardo da raggiungere.

Per quanto concerne i venti responsabili del trasporto degli inquinanti, diviene importante andare a ricercare, in ogni area di studio, la direzione ed i movimenti di aria concomitanti alle condizioni meteorologiche che determinano alte concentrazioni di inquinanti nei centri urbani. Nella realtà pratese sono le brezze con ve-

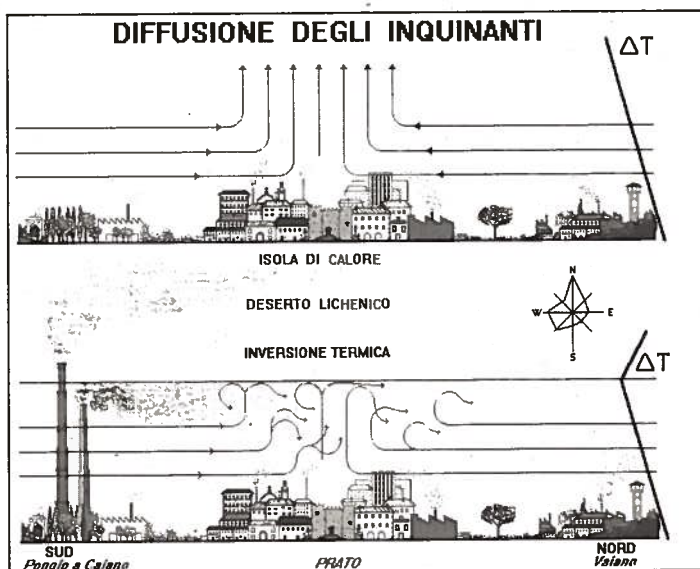


Fig. 3

locità inferiori ad 1 m/sec, provenienti da Sud con, di norma, aria calda in quota e inversione termica che, sia pur lentamente, trasferiscono e concentrano lungo l'asse Prato-Vaiano anche l'inquinamento prodotto nella periferia a Sud di Prato.

E' importante ricercare la correlazione che nel tempo si determina fra altezza della linea di inversione termica e la frequenza di alti valori di inquinanti registrati attraverso metodi diretti, quali le stazioni chimiche. Affinché i pennacchi delle emissioni, almeno per quelle di attività rilevanti, non creino ulteriori disagi alla popolazione residente nelle immediate vicinanze, si possono individuare alcune strategie che vanno dalla ricerca di aree più idonee per la loro collocazione, alla realizzazio-

ne di camini con altezze e velocità dei flussi, tali da consentire una migliore dispersione delle emissioni in atmosfera al di sopra della quota di inversione termica.

In presenza di emissioni rilevanti in aree non urbanizzate può essere preferibile una strategia di contenimento ad un'area più limitata dell'effetto di tali emissioni.

Diffusione degli inquinanti nell'atmosfera

L'associazione a livello di area fra valori I.A.P., determinati con l'uso dei licheni, e dati meteorologici, quali ad esempio direzione e velocità dei venti, risulta un argomento di grande interesse e di difficile interpretazione a causa delle numerose variabili in gioco.

I dati meteorologici, chimici e biologici in nostro possesso evidenziano una probabile diffusione degli inquinanti nell'atmosfera con direzione da sud verso nord, giustificando la discreta intensità di inquinamento presso Vaiano, La Briglia e Santa Lucia di Prato.

Tali località insistono in un fondo valle, a Nord di Prato, con attività industriali di una certa rilevanza ed una buona densità abitativa.

Viceversa, le località di Carmignano e Poggio a Caiano, per la loro collocazione geografica, a Sud rispetto l'area pratese e tutte le attività connesse, evidenziano una ricchezza lichenica discreta, tale da far presupporre una correlazione negativa con i venti prevalenti che nell'area spirano da Nord. Per questa attività è necessario valutare la "rosa dei venti" in un'ottica finalizzata allo studio dell'inquinamento e non alla descrizione dei fattori fisici dell'atmosfera per la previsione meteorologica.

Altre riflessioni sull'argomento possono essere:

- Tanto maggiore è la velocità del vento ed i fenomeni di turbolenza, tanto maggiore è la dispersione in atmosfera degli inquinanti, che saranno meno concentrati al suolo.

- Alti valori dei singoli inquinanti sono registrati dalle stazioni chimiche in corrispondenza di periodi caratterizzati da: calma di vento, alta pressione, fenomeni di inversione termica.

- I centri abitati in base alla loro estensione ed al grado di cementificazione costituiscono una "isola di calore" per effetto di un maggiore irraggiamento nei confronti delle zone verdi della periferia.

- Il maggiore gradiente termico verticale nei centri abitati, in condizioni climatiche ottimali determina una buona dispersione degli inquinanti in alta quota con richiamo di aria più fresca dalla periferia.

- La rete stradale, i piccoli centri abitati, le attività della periferia influenzano sotto l'aspetto dell'inquinamento in modo rilevante anche i centri abitati maggiori.

- Il fenomeno dell'inversione termica, in modo particolare, accentua le condizioni di inquinamento dei centri urbani per l'elevata stabilità atmosferica che impedisce il rimescolamento con gli strati atmosferici superiori.

- E' la direzione delle brezze prevalenti con velocità inferiori a 1 m/sec. che determina un trasporto, pur lento, delle emissioni da traffico veicolare e da camini.

Conclusioni

L'uso di bioindicatori, quali i licheni, ha consentito di redigere una carta dell'in-

quinamento della provincia di Prato attualmente in fase di aggiornamento.

I biondicatori possono costituire un valido strumento per lo studio e la realizzazione di un piano regolatore che tenga conto della crescita civile ed economica della comunità nel rispetto dell'ambiente.

Il metodo di studio e di valutazione è risultato economicamente vantaggioso, per la quantità dei dati forniti, e comunque insostituibile con altre metodiche di tipo diretto.

I licheni sono organismi viventi con forte dipendenza dalla qualità atmosferica (anidride solforosa ed effetti sinergici di singoli inquinanti) e la loro risposta può essere rapportata con la qualità dell'aria che respiriamo e con gli effetti che questa può provocare alla salute dell'uomo.

La zonazione effettuata con l'applicazione dell'*Index Atmospherity Purity* (I.A.P.), ha consentito di rilevare quanto segue:

Il comune di Prato, con oltre 160.000 abitanti, è interessato, per buona parte, da una qualità dell'aria a inquinamento forte, particolarmente sentito nel centro storico e nella fascia delle immediate vicinanze (deserto lichenico).

Analogamente all'area del comune di Prato è interessata la Val di Bisenzio con valori di inquinamento forti nell'abitato del comune di Vaiano e lungo la statale.

Il comune di Montemurlo evidenzia una situazione leggermente migliore rispetto alle precedenti, con grado di inquinamento alto nella parte industriale e medio alto nella parte residenziale.

Valori di inquinamento medio si rilevano nel territorio del comune di Poggio a Caiano.

Da basso inquinamento a molto basso, risultano interessati i comuni di Carmignano, Vernio e Cantagallo.

Le zone più inquinate sono quelle legate ai centri urbani dei comuni più grandi del comprensorio pratese e alle aree industriali di Prato, Oste, Seano e della Val di Bisenzio.

In sintesi, la densità e la diversità lichenica riscontrata nelle numerose stazioni oggetto dello studio risulta strettamente correlata al grado di urbanizzazione, ivi comprese le periferie ed in particolare:

- traffico veicolare
- rete stradale
- attività commerciali e industriali e loro tipologia
- impianti termici civili e industriali.

L'analisi delle singole realtà territoriali potrà permettere la stesura di una carta generale della qualità dell'aria della Regione Toscana, divenendo valido strumento di programmazione territoriale.

Riferimenti bibliografici

Accademia dei Georgofili, 1990 *L'agricoltura e l'ambiente nel distretto industriale di Prato*, Nuova grafica fiorentina, Firenze.

K. Ammann, R. Herzig, L. Liebendoerfer, 1989, *Statistical correlation of deposition data on 8 different air pollutants to Swiss lichen I.A.P. method in Biel and the Swiss plain*, in corso di stampa.

Annuario statistico del Comune di Prato, 1991.

S. Deruelle, 1983, *Ecologie des lichens du bassin Parisien. Impact de la pollution at-*

- mopherique et relations avec les facteurs climatique*, Univ. P.M. Curie.
- S. Deruelle, R. Lallemand, 1983, *Les lichens temoins de la pollution. Thèmes Vuibert*, Université Biologie, Paris.
- D. Gasparo, M. Castello, R. Barbagli, 1989, *Biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico tramite licheni. Studio presso un inceneritore (Macerata)*, Trieste, Studia Geobot., n.9.
- L. Giovannelli, F. C. Franchi, A. Limberti, C. Tacconi, 1995, *La qualità dell'aria a Prato: deserto lichenico, isola di calore*, Atti del Convegno "I licheni bioindicatori della qualità dell'aria" Comune di Arezzo 18 marzo 1995
- Hans Martin Jahns, 1992, *Felci Muschi Licheni d'Europa*, F. Muzzio Editore.
- S. Loppi, *Bioindicazione della qualità dell'aria tramite licheni: esperienze in Toscana*, Acqua Aria n°7/8 Agosto- Settembre 1996
- S. Loppi, 1994, *Lichen differentiation between lime and oak trees in central Italy*, (in corso di stampa).
- S. Loppi, A. Corsini, F. Chiti, 1992, *Air quality bioindication by epiphytic lichens in central-northern Italy*, Allionia 31:107-119.
- G. Lorenzini (ed.), 1994, *Le piante e l'inquinamento dell'aria: aspetti biologici ed economici*, Pisa.
- P. L. Nimis, 1987, *I macrolicheni d'Italia, chiavi analitiche per la determinazione*, Udine, Grafiche Fulvio Spa.
- P. L. Nimis, A. Ciccarelli, 1992, *I licheni come bioindicatori di inquinamento atmosferico nell'area di Schio-Thiene-Breganze (Vi)*, Co.Ge.V. s.r.l., Verona.
- P. L. Nimis, A e G. Lazzarin, D. Gasparo, 1991, *Lichens as bioindicators of air pollution by SO₂ in the veneto region (NE Italy)*, Co.Ge.V.s.r.l., Verona, Ecothema s.r.l., Trieste.
- P. L. Nimis, M. Castello, M. Perotti, 1990, *Lichens as biomonitors of sulphur dioxide pollution in La Spezia (Northern Italy)*, Lichenologist, 22, 333-344.
- P. Ozenda, G. Clauzade, 1970, *Les Lichens. Etude biologique et flore illustrée*, Paris Masson et Cie.
- P. Pieralli, S. Traquandi, 1991, *I licheni, guida all'aria pura*, Editoriale Tosca.
- V. Wirth, 1990, *Flechtenflora*, Ulmer, Stuttgart.

Riferimenti legislativi

- D.P.R. 203\88, Attuazione delle direttive CEE numeri 80\779, 82\884, 84\360, e 85\203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, art. 15 della L. 16\04\87 n.183.
- L.R. 5\05\94 n.33, Norme per la tutela della qualità dell'aria.

Monitoraggio meteorologico: analisi dei dati storici

Marco Bazzani

Influenza dei parametri meteorologici sulle concentrazioni degli inquinanti

Nello studio dei fenomeni di diffusione e dispersione degli inquinanti, emessi in atmosfera da una sorgente, è di fondamentale importanza la conoscenza delle variabili meteorologiche; infatti il trasporto delle sostanze immesse nell'aria è determinato dal movimento delle masse d'aria. Nel caso poi di inquinamento urbano le sorgenti di emissioni sono molte e distribuite sul territorio e quindi i fenomeni di accumulo o dispersione sono ancora più complessi. Inoltre, nel caso di inquinanti secondari, le condizioni meteorologiche possono favorirne od ostacolarne la formazione.

Le condizioni meteorologiche influenzano quindi in modo consistente le concentrazioni degli inquinanti misurate in atmosfera urbana sono riconoscibili andamenti caratteristici in relazione alla distanza dalle sorgenti, al momento della giornata, alla reattività o meno della sostanza monitorata. Le condizioni meteorologiche in una certa area sono individuate da numerose variabili: pressione, vento, temperatura, radiazione solare, ecc.. È possibile evidenziare la dipendenza delle concentrazioni degli inquinanti dalle variabili meteorologiche, e individuare, sulla base dell'andamento dei parametri meteorologici, le condizioni che possono portare all'instaurarsi di condizioni critiche di inquinamento. Su questa base è poi possibile effettuare delle previsioni sui livelli di inquinamento basandosi sulle previsioni meteorologiche.

Inoltre uno studio climatologico della zona è molto utile per indirizzare la localizzazione delle stazioni di monitoraggio, in particolare di quelle periferiche.

Uno dei fattori che influenza maggiormente l'andamento dell'inquinamento in inverno è la presenza di "inversione termica". Con il termine inversione termica si indica quel fenomeno per il quale con il crescere dell'altezza la temperatura dell'atmosfera aumenta anziché diminuire. Infatti, normalmente, nei bassi strati dell'atmosfera si ha una diminuzione di temperatura di circa 1°C ogni 100 metri ($dt/dh = -0,98^\circ\text{C}/100\text{m}$). Il fenomeno delle inversioni termiche nei bassi strati dell'atmosfera acquista una particolare importanza in quanto può rappresentare un ostacolo alla diluizione degli agenti inquinanti. Gli elementi che caratterizzano una inversione sono: la dimensione geometrica (spessore), la posizione nello spazio e l'intensità del gradiente di temperatura. Lo spessore dell'inversione è definito dalla distanza verticale che intercorre fra la base e la sommità dell'inversione (per base e sommità si intende il luogo dei punti in cui la temperatura comincia, rispettivamente, ad aumentare e a diminuire con l'altezza). Per quanto riguarda la posizione nello spazio, l'inversione termica può essere al suolo, se la base coincide con la superficie terrestre, o in quota, se la base è posizionata ad una certa altezza dal suolo. Questi due casi possono verificarsi su terreni liberi da costruzioni: negli agglomerati urbani infatti le inversioni solo raramente possono avere inizio dal suolo a causa del fenomeno della cosiddetta "isola di calore urbana". Questa determina nei primi strati un continuo mescolamento, ragione per cui la base dell'inversione viene ad essere spostata al di sopra dei tetti. Tale situazione porta all'accumulo degli inquinanti e ad una loro diffusione in area urbana, infatti i gas emessi al di sotto dell'inversione (soprattutto scarichi domestici e degli autoveicoli) rimangono "intrappolati" dalla

base dell'inversione stessa. L'inversione termica è un fenomeno tipico soprattutto dei mesi autunnali ed invernali, nei quali condizioni di cielo sereno e di alta pressione favoriscono l'irradiazione notturna. Lo strato d'aria a contatto del suolo si raffredda fortemente, a terra si forma un cuscinetto d'aria fredda pesante (con spesso formazione di nebbia) e al di sopra si trova aria calda più leggera. Tale stratificazione è sorprendentemente stabile (può durare anche alcune decine di ore) e impedisce qualsiasi circolazione verticale dell'aria fredda e quindi la dispersione degli inquinanti immessi in questi strati dell'atmosfera.

Naturalmente il verificarsi del fenomeno di inversione termica può non essere sufficiente a provocare episodi critici. Il vento gioca un ruolo fondamentale, e quando è debole può consentire aumenti delle concentrazioni. La temperatura è a sua volta importante: le emissioni da traffico e da impianti di riscaldamento sono più elevate quando l'aria è più fredda (moltissimi impianti possiedono una regolazione automatica in relazione alla temperatura interna o esterna).

Per meglio comprendere quanto le condizioni meteorologiche influenzino l'inquinamento urbano vengono riportate alcune figure tratte da un lavoro di prossima pubblicazione dell'U.O. Fisica Ambientale del Dip. ARPAT di Firenze sui metodi di previsione dei livelli di NO_2 . Queste figure mettono a confronto i valori raggiunti dall' NO_2 nella stazione di San Paolo, indicato con la sigla NO_2P , nei periodi invernali (novembre-marzo) degli anni 1993-94, 1994-95 e 1995-96, con alcuni parametri meteorologici. Non essendo disponibili dati meteorologici nella zona di Prato, il confronto è stato effettuato con i dati rilevati nelle stazioni meteorologiche fiorentine (Ximeniano e Monte Morello), pur con l'incertezza legata alla distanza fra queste stazioni meteo e quella di San Paolo.

Nella figura 1 viene mostrata la distribuzione di NO_2P rispetto ai valori di intensità del vento nella stazione di Monte Morello, mediata sulle prime 10 ore del giorno (V15010).

Coerentemente si osserva come i valori più elevati di NO_2P corrispondano a velocità medie del vento (fra le ore 0 e le 10) molto ridotte, inferiori ai 2.5 m/s. Analoghe considerazioni possono essere fatte a commento della figura 2 che mostra invece la relazione con il parametro V14010 (Ximeniano).

Nelle successive figure 3 e 4 vengono invece mostrate le relazioni con i parametri che quantificano l'esistenza di condizioni di inversione termica al suolo. Nella figura 3 i valori di NO_2P vengono messi in relazione con il parametro INVPGP, cioè con l'intensità dell'inversione termica (misurata come differenza di temperatura fra le stazioni Ximeniano e Monte Morello) nel giorno precedente (dalle 12 alle 24); mentre nella figura 4 il parametro preso in considerazione è INV010, ovvero la differenza media di temperatura fra le due stazioni nelle prime 10 ore del giorno. Queste figure mettono in evidenza l'importanza della presenza e dell'intensità del fenomeno per individuare le situazioni più a rischio.

Infine nella tabella 6.1 sono mostrate le frequenze degli episodi più a rischio rispetto agli indicatori della durata del fenomeno di inversione termica (NOI010 = numero di ore di inversione termica nelle prime 10 ore del giorno, NOIGP = numero di ore di inversione termica fra le 12 e le 24 del giorno precedente, NOIT = numero di ore di inversione termica totale, dalle 12 del giorno precedente alle 10 del giorno in corso). È evidente la corrispondenza fra il prolungarsi nel tempo del fenomeno ed il presentarsi di questi episodi.

Tab. 6.1 Relazione fra episodi a rischio a Prato e numero di ore di inversione termica

	NOI010=0	1≤NOI010≤9	NOI010=10	dati assenti	totale
NO ₂ P < 170µg/m ³	187	124	64	4	379
NO ₂ P ≥ 170µg/m ³	1	5	11	0	17
dati assenti	29	17	12	0	58
totale	217	146	87	4	454
	NOIGP=0	1≤NOIGP≤5	NOIGP > 5	dati assenti	totale
NO ₂ P < 170µg/m ³	237	113	25	4	479
NO ₂ P ≥ 170µg/m ³	1	8	8	0	17
dati assenti	36	21	1	0	58
totale	274	142	34	4	454
	NOIT≤4	5≤NOIT≤12	NOIT > 12	dati assenti	totale
NO ₂ P < 170µg/m ³	233	90	51	5	479
NO ₂ P ≥ 170µg/m ³	0	5	12	0	17
dati assenti	33	19	6	0	58
totale	266	114	69	5	454

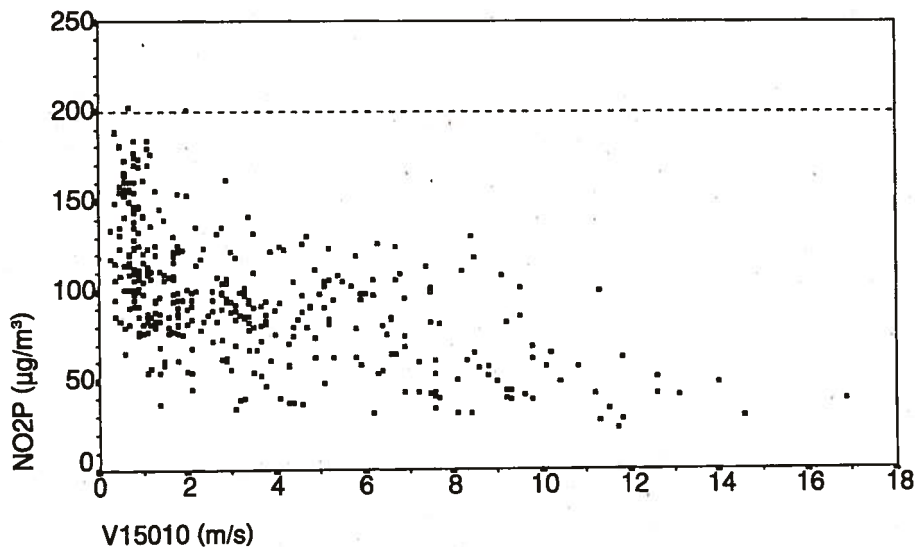


Fig. 1

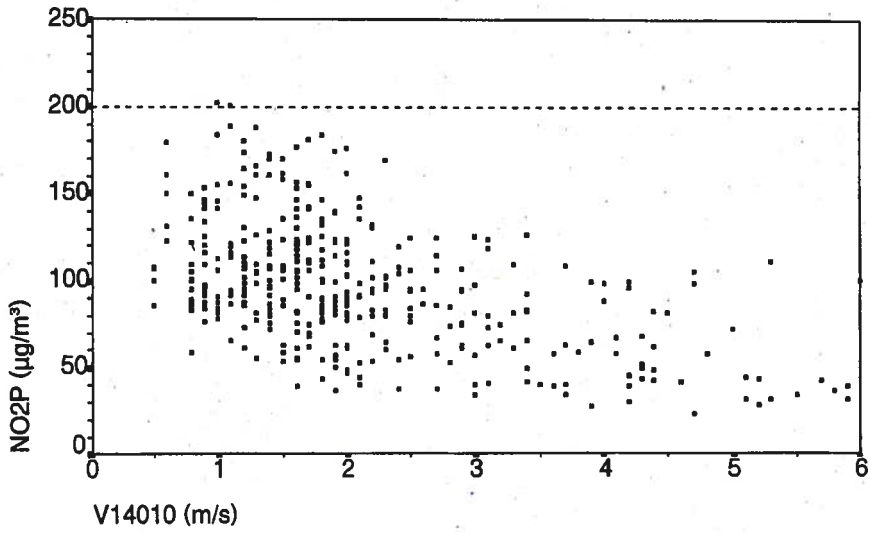


Fig. 2

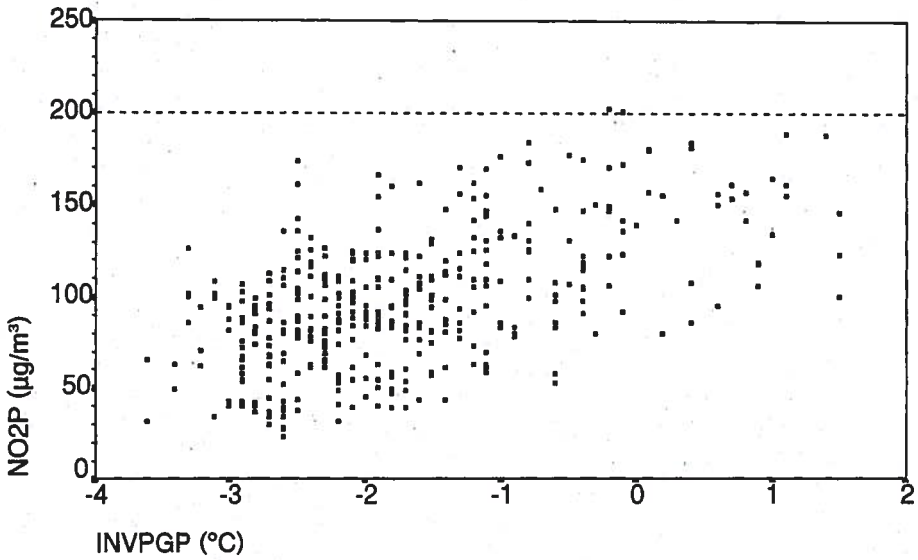


Fig. 3

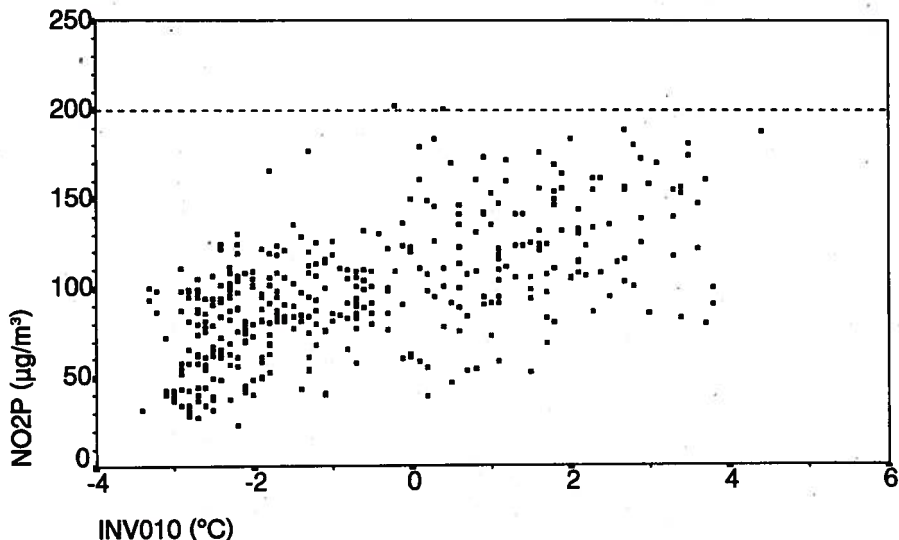


Fig. 4

La stazione meteorologica di Baciacavallo

Presso l'impianto di ozonizzazione di Baciacavallo è presente da alcuni anni una stazione meteorologica. Tale stazione è stata inserita nel settembre 1993 nella rete DISIA di rilevamento della qualità dell'aria della Provincia di Firenze (v. Cap. 3) e nel settembre 1994 ha smesso di funzionare a causa di una scarica elettrica atmosferica. In questo periodo, essendo la stazione inserita nella rete, i dati registrati sono stati trasferiti via modem al centro operativo ed organizzati in un database. I dati di questo periodo e le relative considerazioni sono stati presentati nella relazione "La stazione meteorologica di Prato-Baciacavallo, prime osservazioni sui dati rilevati in un anno di monitoraggio" all'interno della pubblicazione "La qualità dell'aria nel comprensorio pratese" del dicembre 1994.

Prima dell'inserimento nella rete di rilevamento della qualità dell'aria la stazione funzionava in modo stand-alone, ovvero con un data-logger (SIAP modello SM3800, basato sul microprocessore 8088 a 16 bit) di controllo e gestione degli strumenti che acquisiva ed elaborava le misure e le registrava temporaneamente su moduli di memoria EPROM asportabili (SIAP MMA). Questi moduli venivano periodicamente sostituiti ed i dati contenuti trasferiti con un apposito lettore su files in un computer. I dati presenti in questi files riguardano le misure effettuate dal giugno 1987 all'aprile 1992, anche se in maniera discontinua a causa di guasti e problemi tecnici.

Nella tabella 6.2 è riportata una scheda con l'elenco dei sensori installati a Baciacavallo.

Tab. 6.2 Sensori installati presso la stazione meteorologica di Baciacavallo (altitudine 44 m s.l.m.)

parametro	tipo	modello	metodo di misura	campo di misura	errore
VV	m/s	SIAP VT 7705	dinamometrico	0÷50	± 0.5 m/s
DV	°	SIAP VT 7710	potenziometrico	0÷360	± 3 °
TM	°C	SIAP TM 7720	termoresistenza	-30÷50	± 0.3 °C
UM	%	SIAP UM 5716	a fascio di capelli	0÷100	± 3 %
PA	mbar	SIAP PA 5750	capsule Cu-Be	880÷1040	< 0.5 mbar
PG	mm	SIAP UM 7505	elettromeccanico	risoluzione 0,2	± 2 %
RS	cal/cm2min	SIAP SO 3700	termopila	0÷2	< 1 %

(VV velocità del vento, DV direzione del vento, TM temperatura, UM umidità relativa, PA pressione atmosferica, PG precipitazione, RS radiazione solare globale).

Per i periodi in cui la stazione ha funzionato esistono i seguenti dati orari:
 VVM (media aritmetica della velocità del vento),
 DVM (media aritmetica della direzione del vento),
 VVMV (modulo della media vettoriale del vento),
 VVAV (argomento della media vettoriale del vento),
 TMM (temperatura media),
 UMM (umidità media),
 PAM (pressione atmosferica media),
 RS (integrale corrente della radiazione solare),
 PGIN (pioggia nell'intervallo, pioggia incrementale);
 e inoltre, i riepiloghi giornalieri con i valori medi, massimi e minimi (e dell'ora in cui si sono verificati il massimo ed il minimo) di VV, TM, UM, PA e RS, oltre a PGG (totale della pioggia giornaliera e DVSP (direzione prevalente giornaliera - settori da 0 a 7).

Finora non esisteva però un database dei dati precedenti al 1993, ma solo una serie di files rileggibili tramite un apposito programma (RDRMMA v8.2 "Centro di lettura Universale SIAP"). Questo permetteva solo la visualizzazione e la stampa dei dati. Non era quindi possibile effettuare nessuna elaborazione dei dati così strutturati. Si è dunque provveduto alla conversione dei dati in formato rileggibile da altri programmi e alla costituzione di un database con i dati orari ed uno con i dati giornalieri. Si è scelto di utilizzare come formato il dBASE III Plus della Ashton-Tate, in quanto è uno fra i più diffusi ed è facilmente rileggibile da altri programmi (ad esempio Microsoft Excel).

Una volta effettuato il recupero dei dati e resa quindi possibile la loro fruizione, è sorto il problema di valutare l'affidabilità di questi dati. All'epoca non esisteva un controllo e una validazione dei dati, ma solo una verifica funzionale degli strumenti. Quindi dopo un primo screening dei dati, per eliminare i dati, evidentemente errati (ad esempio temperature superiori ai 40 °C), sono stati effettuati dei grafici dei pa-

rametri giornalieri misurati durante i vari periodi. Si sono così messi in evidenza comportamenti anomali in alcuni periodi (ad esempio dal 14/10/91 al 10/04/92 la velocità del vento rimaneva praticamente costante a 4 m/sec) dovuti a malfunzionamenti di alcuni sensori.

Successivamente si è cercato di trovare dati attendibili, riferibili al periodo di interesse, di altre stazioni meteorologiche nella zona con cui confrontare i dati recuperati. Purtroppo non sono stati trovati dei dati in zona fra il 1987 ed il 1992, ma soltanto i dati della stazione installata presso il Centro di Scienze Naturali di Galceti relativi al periodo giugno 1991 - dicembre 1993. I dati di questa stazione sono stati gentilmente messi a disposizione dal Centro di Scienze Naturali e dal Consiag che ringraziamo sentitamente per la collaborazione.

Il grado di attendibilità dei dati è quindi rimasto di difficile valutazione, anche se i dati delle due stazioni, pur su periodi diversi, sembrano abbastanza coerenti tra loro.

Nel seguito vengono mostrati alcuni grafici, relativi a parametri misurati a Baciacavallo e a Galceti, per illustrare i dati recuperati. Viene poi esaminato in dettaglio il parametro vento, presentando le rose dei venti delle due stazioni meteorologiche. La distribuzione (sia in frequenza che in intensità) del vento nei vari settori di provenienza è importante per capire la dispersione degli inquinanti cittadini. Sulla base delle rose dei venti, come vedremo meglio in dettaglio, si può cercare di localizzare idoneamente le stazioni chimiche periferiche (in particolare quella di tipo D, dedicata soprattutto al controllo dell'ozono in estate).

Nelle figure 5 e 6 vengono mostrati i millimetri totali di pioggia mensili caduti a Baciacavallo e a Galceti. Si può notare come i mesi più piovosi risultano ottobre e novembre, ma, essendo in una zona a clima continentale umido, si hanno abbastanza piogge anche nei mesi primaverili.

Nelle figure 7 e 8 vengono mostrate le medie mensili della temperatura a Baciacavallo e a Galceti. Si nota l'andamento regolare della temperatura durante l'anno (tranne due valori più elevati degli altri anni nel gennaio 1991 a Baciacavallo e nel gennaio 1993 a Galceti, dovuti probabilmente a mesi particolarmente miti); tale andamento è lo stesso nelle due stazioni. I valori medi mensili massimi si hanno nei mesi di luglio e agosto intorno ai 25 °C (tranne l'estate 1988 che ha registrato valori superiori ai 27 °C). Le temperature minime si registrano nei mesi fra dicembre e febbraio a seconda dell'andamento stagionale dell'inverno.

Nelle figure 9 e 10 sono riportati gli andamenti giornalieri medi della temperatura nei quattro trimestri dell'anno (Gennaio-Marzo, Aprile-Giugno, Luglio-Settembre e Ottobre-Dicembre) a Baciacavallo e a Galceti. Come si può vedere gli andamenti sono molto simili nelle due stazioni (in quella di Galceti le medie sono registrate ogni mezz'ora anziché ogni ora come a Baciacavallo), tranne il trimestre Ottobre-Dicembre in cui a Galceti la temperatura nelle ore centrali della giornata risulta più bassa che a Baciacavallo. La temperatura minima si registra intorno alle 6 nei mesi estivi (in Apr-Giu 13,6 °C a Baciacavallo e 13,7 °C a Galceti, mentre in Lug-Sett 19,0 °C a Baciacavallo e 18,0 °C a Galceti) e intorno alle 7 nei mesi invernali (in Gen-Mar 5,8 °C a Baciacavallo e 4,9 °C a Galceti, mentre in Ott-Dic 10,6 °C a Baciacavallo e 8,9 °C a Galceti). La temperatura massima si registra invece intorno alle 15 sia in inverno che in estate, tranne nel trimestre Ottobre-Dicembre a Galceti in cui si verifica intorno alle 13. I valori registrati rispettivamente a Baciacavallo

e a Galceti sono stati: 13,2 °C e 11,0 °C in Gen-Mar, 22,4 °C e 22,0 °C in Apr-Giu, 29,3 °C e 28,0 °C in Lug-Sett e 16,9 °C e 13,2 °C in Ott-Dic. Le temperature più basse registrate a Galceti, specialmente in inverno, sono spiegabili con la diversa quota e situazione orografica delle due stazioni.

Nelle figure 11 e 12 sono invece mostrati gli andamenti giornalieri medi della velocità del vento nei quattro trimestri dell'anno nelle due stazioni. Si può notare come la velocità del vento sia maggiore nelle ore centrali della giornata in entrambe le stazioni con massimo intorno alle 15-16. Questo aumento è maggiore nei mesi estivi, a causa delle brezze predominanti, ed è più pronunciato a Baciacavallo dove si nota una maggior diversità fra estate e inverno fra i valori registrati nelle ore centrali del giorno.

Nei successivi grafici (figure da 13 a 20) sono riportate le distribuzioni in frequenza della direzione del vento nei vari settori (abbiamo considerato 16 settori) e le velocità medie associate. Sono stati divisi i trimestri invernali da quelli estivi e sono stati presentati prima i dati della stazione di Baciacavallo (figure 13-16) e poi quelli della stazione di Galceti (figure 17-20).

Per effettuare i grafici della stazione di Baciacavallo, non essendo registrata la direzione oraria prevalente, si è considerata la media vettoriale del vento (argomento VVAV e modulo VVMV) operando nel seguente modo: quando il modulo della media vettoriale era 0 la direzione è stata classificata VAR (variabile) ed inoltre quando la velocità media (VVM, media aritmetica della velocità del vento) era inferiore a 0,3 m/sec si è considerata "calma di vento" (quasi tutte le calme di vento hanno direzione prevalente associata VAR). In questo modo si sono scartati i dati relativi alle calme di vento e alle direzioni variabili e si è calcolata la distribuzione sui vari settori di provenienza di VVAV (frequenza) e di VVMV (media) sui dati rimanenti. Le percentuali di calme e di direzioni variabili sono riportate in legenda. I casi di direzione variabile hanno percentuali elevate sia in inverno che in estate (intorno al 60-65%), le calme di vento hanno invece una percentuale inferiore sia in estate che in inverno.

Per quanto riguarda i dati di Galceti si sono considerate come per Baciacavallo "calme di vento" i dati con velocità media inferiore a 0,3 m/sec, ma non è stato possibile escludere i dati con direzione del vento variabile in quanto non contemplato e non estraibile dai dati (ogni dato semiorario ha sempre un settore di provenienza prevalente e una velocità media). Anche qui le calme di vento sono minori in estate.

Dai grafici relativi a Baciacavallo si può notare la diversa distribuzioni in frequenza delle provenienze dei venti in inverno e in estate. In inverno sono predominanti i venti provenienti fra N e NE (più del 40%), anche se i venti più intensi provengono da WSW, SW e SSW (in genere dovuti a regimi di brezza, poco probabili in inverno). In estate diminuiscono in frequenza i venti dai quadranti settentrionali ed aumentano molto quelli dai quadranti occidentali: predominano infatti i venti da W e WSW. La distribuzione delle velocità è simile a quella invernale, anche se con valori inferiori.

Anche nella stazione di Galceti vi è una notevole differenza fra le distribuzioni in frequenza delle direzioni del vento estiva e invernale, anche se vi è una notevole percentuale di venti da WSW sia in inverno che in estate. In inverno la percentuale maggiore si ha per la direzione ENE (la conformazione orografica del territorio cir-

costante fa ruotare probabilmente i venti che proverrebbero da N e NNE in questa direzione) con velocità elevate. In estate anche qui come a Baciacavallo diminuisce la frequenza dei venti dai quadranti settentrionali ed aumenta quella dei venti provenienti da W e WSW, anche se in questa stazione i venti più intensi continuano a provenire dai quadranti orientali.

Le diversità riscontrate fra i dati delle due stazioni sono spiegabili considerando la distanza e la diversa collocazione delle stesse.

Pur nella diversità delle due situazioni delle stazioni di Baciacavallo e di Galceti, dall'esame delle distribuzioni in frequenza della direzione di provenienza del vento nei trimestri estivi, si può concludere che in questo periodo i venti provengono con maggior frequenza dalle direzioni W e WSW e quindi è comprensibile come la stazione di Fontanelle (situata a SE rispetto al centro di Prato) registri valori molto bassi di ozono. I venti infatti tenderanno ad accumulare tale inquinante soprattutto in direzione ENE e quindi una stazione di tipo D (in periferia e sottovento alla città) dovrebbe trovarsi in questa direzione. La localizzazione scelta per l'installazione della nuova stazione di monitoraggio (Via Papa Giovanni XXIII - Tennis Club) appare da quanto sopra esposto giustificata.

Informazioni interessanti e più accurate si potranno comunque ottenere dalle due nuove stazioni meteorologiche inserite nella rete di rilevamento della qualità dell'aria della provincia di Prato.

Fig. 5 Pioggia a Baciacavallo (totali mensili)

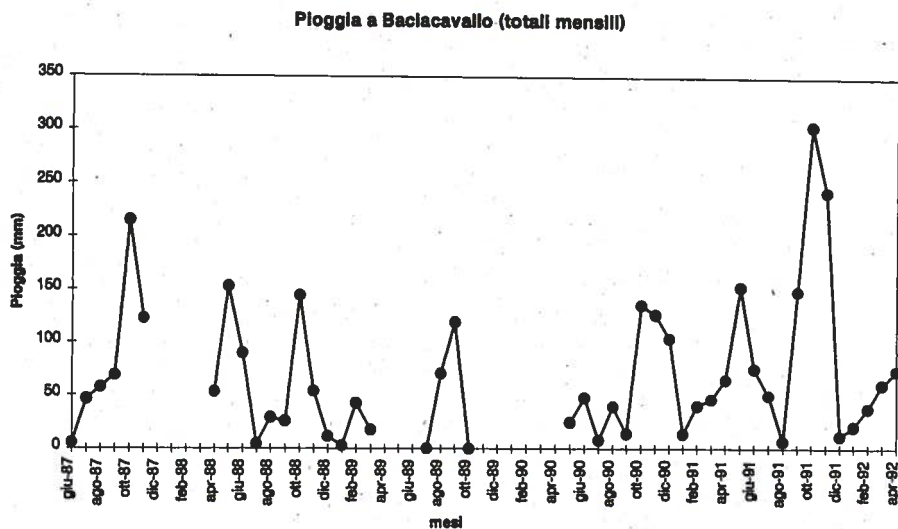


Fig. 6 Pioggia a Galceti (totali mensili)

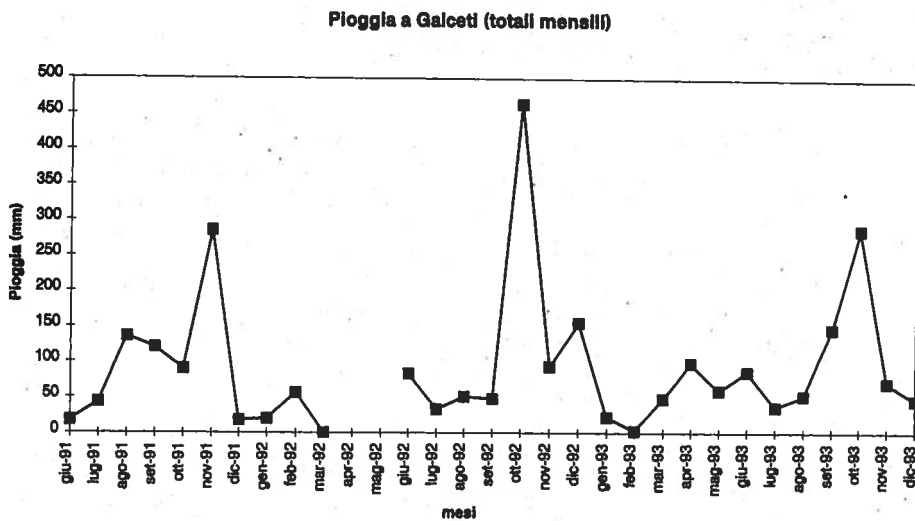


Fig. 7 Temperatura a Baciacavallo (medie mensili)

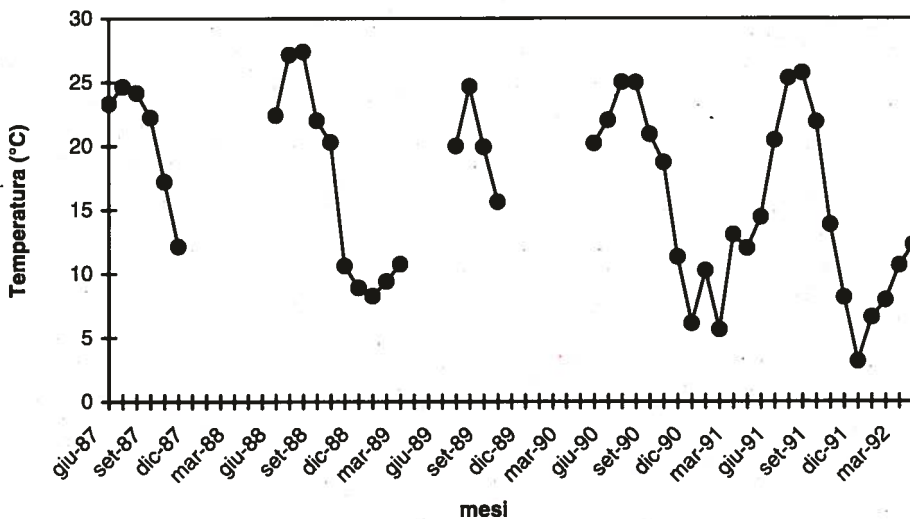


Fig. 8 Temperatura a Galceti (medie mensili)

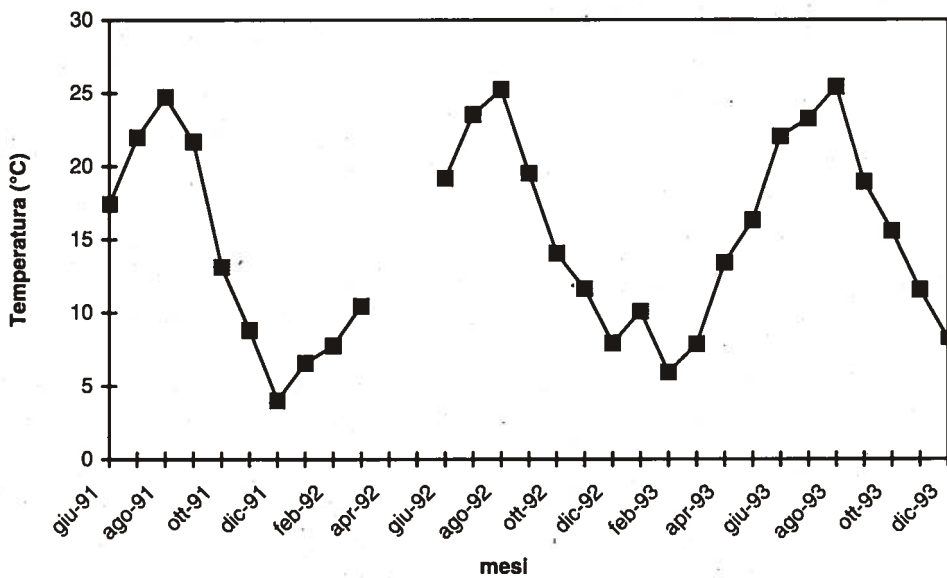


Fig. 9 Temperatura a Baciacavallo

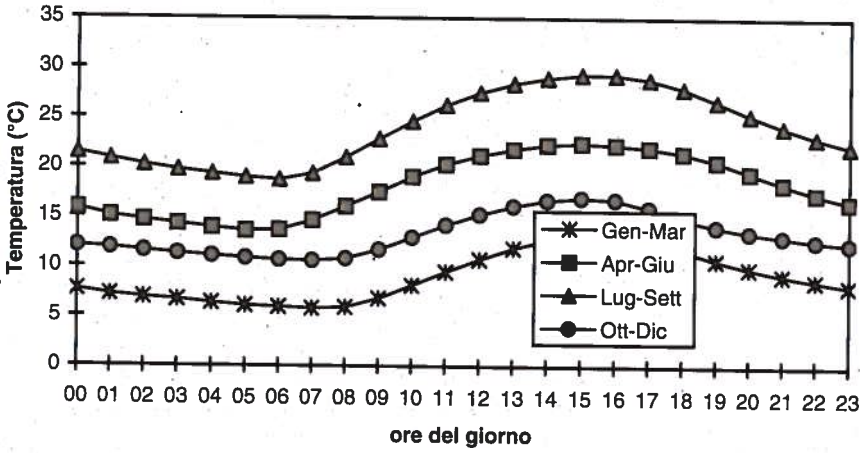


Fig. 10 Temperatura a Galceti (andamento giornaliero)

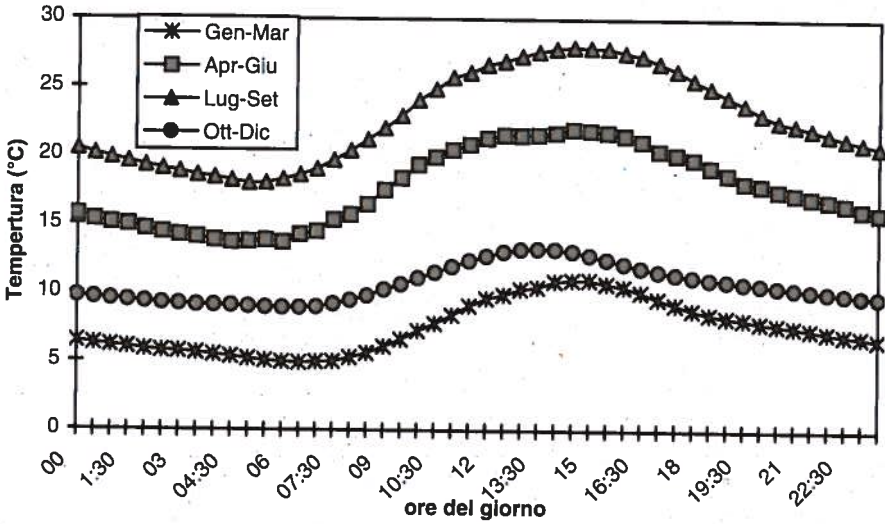


Fig. 11 Velocità del vento a Baciacavallo (andamento giornaliero)

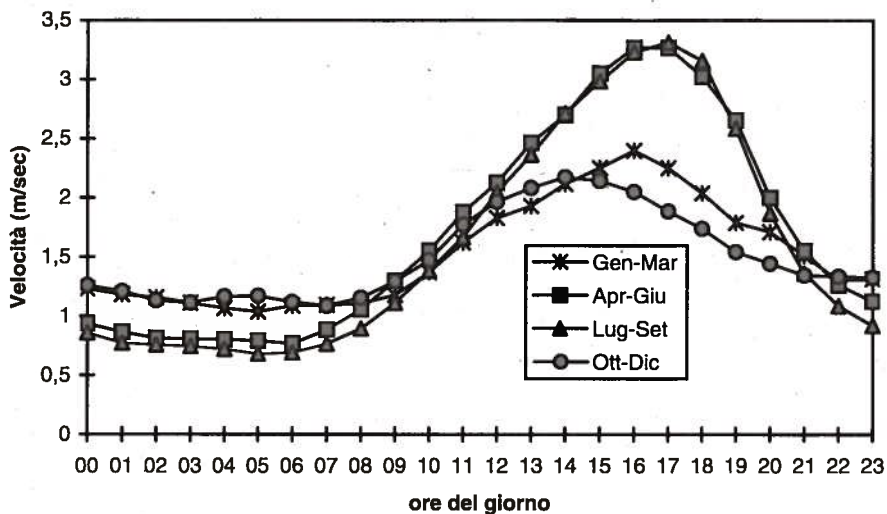


Fig. 12 Velocità del vento a Galceti (andamento giornaliero)

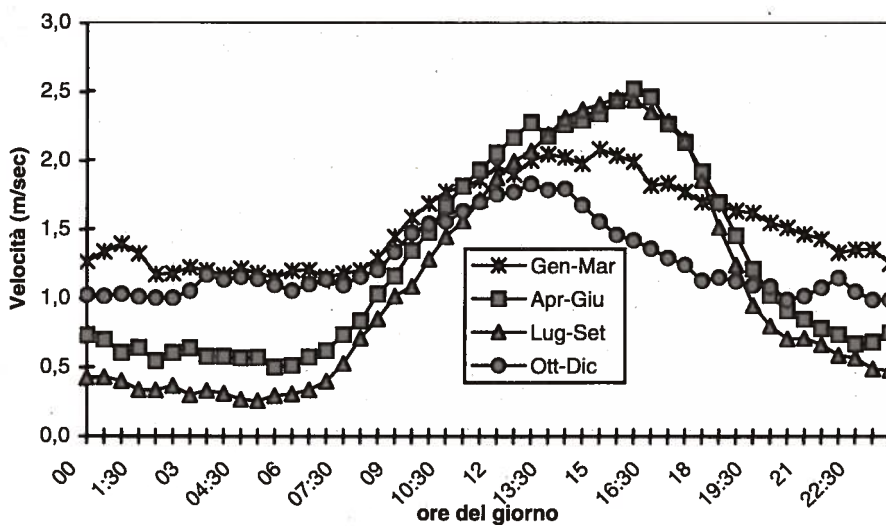


Fig. 13 Distribuzione direzioni del vento (frequenza) a Baciacavallo (trimestri invernali)

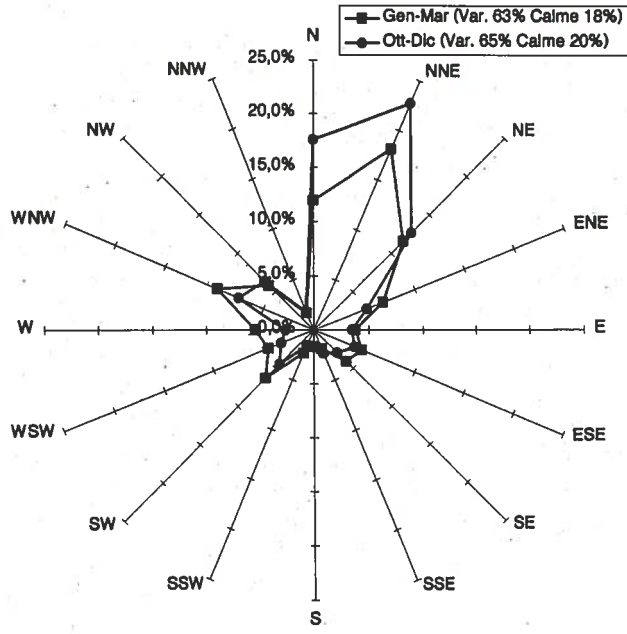


Fig. 14 Distribuzione velocità del vento (in m/s) a Baciacavallo (trimestri invernali)

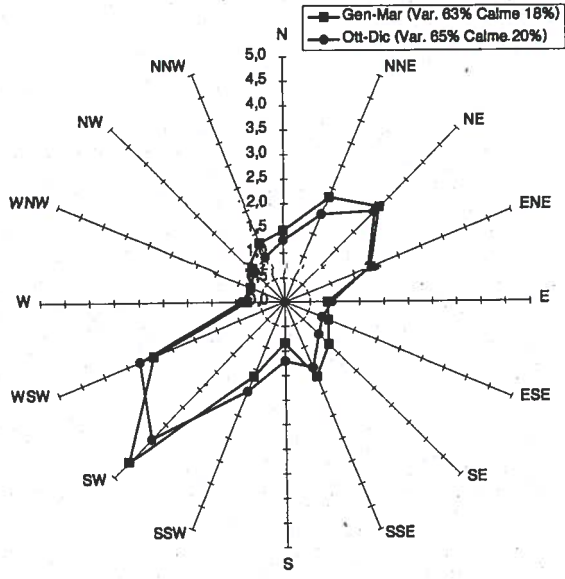


Fig. 15 Distribuzione direzioni del vento (frequenza) a Baciacavallo (trimestri estivi)

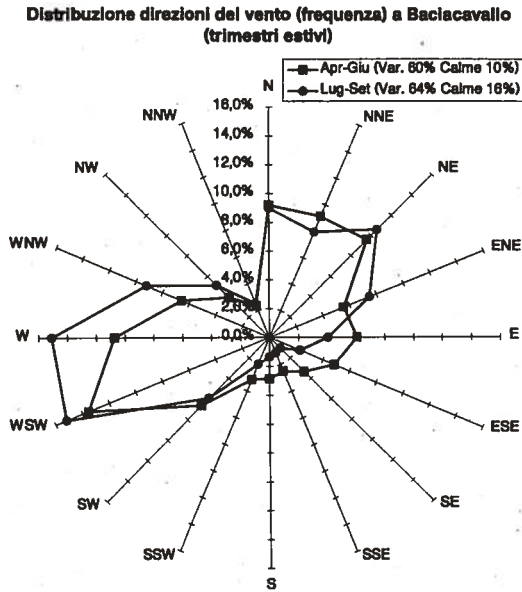


Fig. 16 Distribuzione velocità del vento (in m/s) a Baciacavallo (trimestri invernali)

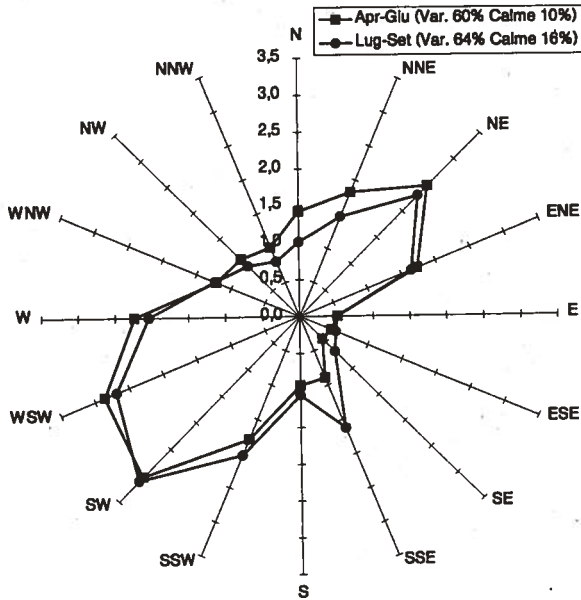


Fig. 17 Distribuzione direzioni del vento (frequenza) a Galceti (trimestri invernali)

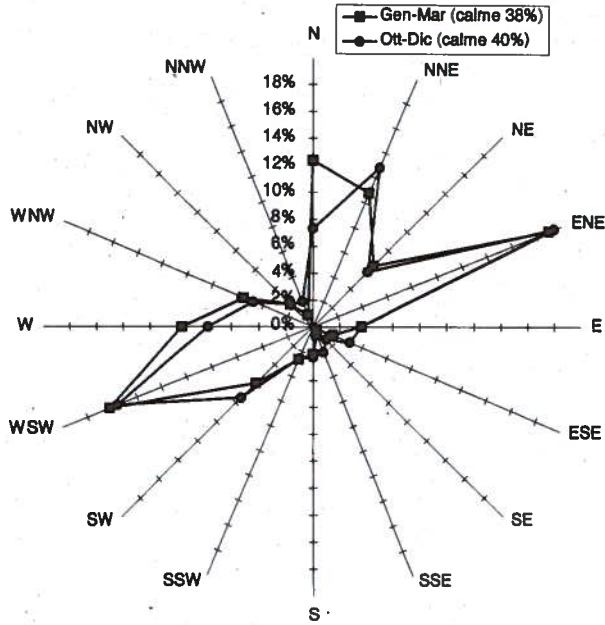


Fig. 18 Distribuzione velocità del vento (in m/s) a Galceti (trimestri invernali)

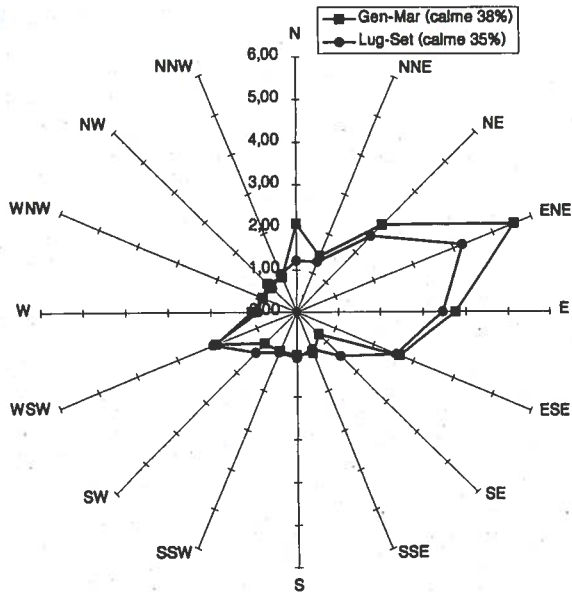


Fig. 19 Distribuzione direzioni del vento (frequenza) a Galceti (trimestri estivi)

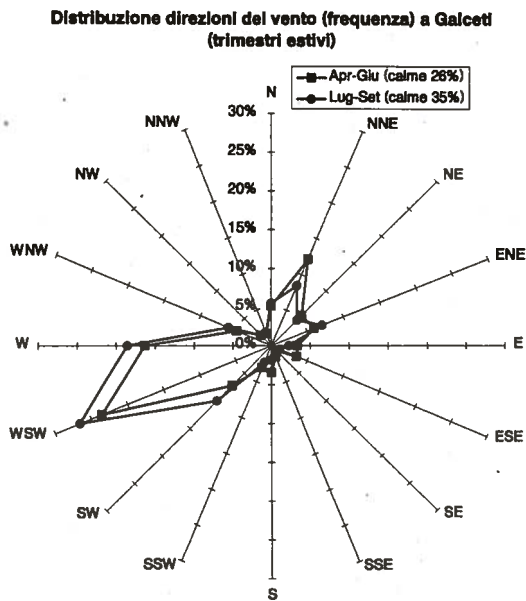


Fig. 20 Distribuzione velocità del vento (in m/s) a Galceti (semestri invernali: ottobre÷marzo)

