

**ARPAT**

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

**DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA**

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

**RETE DI RILEVAMENTO**  
**DELLA QUALITA' DELL'ARIA**  
**DELLA PROVINCIA DI LUCCA**  
**RISULTATI DEI RILEVAMENTI NEL PERIODO**  
**1995 - 2002**

**Il Responsabile U.O.**  
**Tutela qualità dell'aria**  
**Dott. Luciano Scarselli**

**Ing. Antonio Natale**  
**Dott. Francesca Venturelli**



# **Sistema provinciale di rilevamento della qualità dell'aria nella provincia di Lucca**

## **Qualità dell'aria nel periodo gennaio 1995 – dicembre 2002**

Il territorio della Provincia di Lucca si estende su di un territorio di 1770 kmq con una popolazione di circa 375.000 abitanti. Di esso fanno parte 35 comuni raggruppati nelle due associazioni intercomunali della Versilia e Piana di Lucca e nelle due Comunità Montane della Media Valle e Garfagnana. Il territorio è prevalentemente montuoso, 1400 Km<sup>2</sup> della superficie totale sono infatti situati ad una altezza superiore ai 200 m sul livello del mare e di conseguenza le aree boschive occupano oltre la metà del territorio (circa il 51%). Le due pianure presenti sono quella costiera del territorio della Versilia e la pianura di Lucca.

Dal punto di vista geografico e socio-economico il territorio si può considerare diviso in 4 distinte zone:

- la Versilia, area costiera che si estende tra le Alpi Apuane ed il Mar Tirreno nota in particolare per la riviera;
- la Piana, sede del capoluogo, che si estende dalle pendici dei Monti Pisani alle Pizzorne e dalle colline Oltreserchio sino alla palude del Bientina;
- la MediaValle, area prevalentemente collinare, che si estende lungo il tratto medio del fiume Serchio;
- la Garfagnana, area montana delimitata dalle Alpi Apuane e dagli Appennini, comprendente tutto l'alto bacino del fiume Serchio.

Dal punto di vista socio-economico le quattro aree presentano delle forti differenze. La maggior parte delle imprese si trova nella Piana ed in Versilia mentre la Garfagnana e la MediaValle sono caratterizzate da una struttura produttiva legata, con alcune eccezioni, ad attività tradizionali e di piccole dimensioni. Le attività economiche più rilevanti sono l'industria ed il turismo.

I principali settori industriali presenti sul territorio provinciale sono:

- il settore calzaturiero formato in gran parte da aziende artigianali e concentrato in modo particolare sulla Piana nell'area delimitata dai Comuni di Lucca, Capannori, Porcari ed Altopascio e formato nel complesso da più di mille aziende per la maggior parte di carattere artigianale.
- il settore cantieristico, che interessa in modo particolare i territori comunali di Viareggio e Massarosa. All'interno di questo settore possono essere individuati due gruppi specifici di lavorazione riguardanti l'uno operazioni di costruzione-riparazione-manutenzione di imbarcazioni in metallo, l'altro relativo ad operazioni di lavorazione di vetroresina.
- il settore dell'industria lapidea presente in particolare nell'area versiliese (lavorazione) e nell'area a monte (estrazione).
- l'industria cartaria diffusa soprattutto nel territorio della piana di Lucca e nella bassa Garfagnana che esercita, date le rilevanti dimensioni, un'influenza notevole sull'economia locale.

Dal dicembre 1994 è operativa sul territorio provinciale una rete di monitoraggio della qualità dell'aria e dell'inquinamento acustico di proprietà dell'Amministrazione Provinciale.

La rete, inizialmente costituita da sette stazioni per la misura degli inquinanti aerodispersi inizialmente situate a Lucca (4 stazioni), Viareggio, Fornaci di Barga e Fornoli di Bagni di Lucca, tre stazioni meteorologiche (Lucca, Viareggio e Fornaci di Barga) ed un laboratorio mobile, è stata ampliata, tra la fine del 1996 ed i primi mesi del 1997, con una stazione di rilevamento chimica e meteorologica (comune di Porcari) e da due ulteriori stazioni di tipo chimico (comune di Lucca) installate a cura delle due amministrazioni comunali interessate. Con l'inserimento nella rete di queste due ultime stazioni la struttura della rete urbana della città di Lucca ha assunto una configurazione sufficiente per essere considerata una "rete di attenzione e di allarme" in base alla normativa vigente.

Nel corso degli anni la rete di monitoraggio ha subito diverse modificazioni nella disposizione delle stazioni di rilevamento e della strumentazione in dotazione. In particolare nella seconda metà del 1997 le stazioni di monitoraggio di Lucca-Ponte a Moriano e di Fornaci di Barga sono state trasferite, potendosi considerare sufficientemente caratterizzate le aree monitorate, rispettivamente nei territori comunali di Viareggio e Capannori dove sono rientrate in servizio l'anno successivo, una volta effettuate una serie di interventi di manutenzione. Dal mese ottobre 1998 la stazione di Fornoli di Bagni di Lucca, attiva nell'area da quattro anni, è stata

dismessa potendosi considerare come sufficientemente caratterizzata l'area dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico. Anche la stazione di Lucca – Spalti di S. Frediano (di tipo “A”) è stata dismessa nel marzo 2001.

A fine giugno 2002 è entrata in servizio la stazione di Lucca – Carignano che, ubicata sulle colline sovrastanti la città, è destinata prevalentemente al monitoraggio dell'ozono.

La rete è completata da un laboratorio mobile per il rilevamento dell'inquinamento atmosferico che viene utilizzato per effettuare campagne di monitoraggio mirate sia a valutare lo stato di aree in cui dovessero crearsi particolari di disagio e/o rischio sanitario della popolazione sia ad effettuare una mappatura più dettagliata del territorio.

Nel corso del periodo di esercizio della rete diversi analizzatori sono stati trasferiti, a seconda delle esigenze, da stazione a stazione o dismessi perché guasti. Nel riepilogo dei dati raccolti si potranno pertanto osservare casi in cui un particolare parametro è stato monitorato in una stazione per un certo periodo e, in conseguenza del trasferimento del relativo analizzatore, tale monitoraggio si interrompe per riprendere altrove.

La gestione tecnico-economica della rete è effettuata sulla base di una apposita convenzione stipulata tra Provincia, Comuni interessati al monitoraggio ed ARPAT.

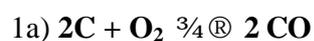
Di seguito vengono riportate le elaborazioni relative ai dati raccolti presso i comuni in cui sono attualmente presenti stazioni della rete di monitoraggio (Capannori, Lucca, Porcari e Viareggio).

Si riporta di seguito una breve descrizione introduttiva degli inquinanti e della strumentazione utilizzata.

## **Monossido di Carbonio**

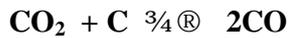
È un prodotto di ossidazione derivante normalmente da una combustione incompleta: è inodore, incolore ed insapore, di densità leggermente inferiore a quella dell'aria. Normalmente presenta una reattività piuttosto scarsa con gli altri costituenti dell'atmosfera. I meccanismi che permettono la sua formazione sono essenzialmente tre:

a) **Combustione di composti organici in carenza di O<sub>2</sub>** che così non è presente in quantità sufficienti a garantire l'ossidazione completa del carbonio. In un processo di combustione di sostanze organiche la corrispondente ossidazione del carbonio presente avviene secondo le seguenti due reazioni consecutive:



La prima reazione è circa 10 volte più veloce della seconda: per questo motivo una eventuale carenza di ossigeno comporta la prevalenza della prima reazione rispetto alla seconda in modo tanto più accentuato quanto minore è la disponibilità dello stesso.

b) **Reazioni ad elevate temperature tra CO<sub>2</sub> e sostanze organiche** che avvengono tramite una serie di reazioni che schematicamente, ai fini di questa trattazione, possono essere condensate nella seguente :



La costante di equilibrio di questa reazione aumenta con la temperatura: a 450°C la percentuale di CO all'equilibrio è di circa il 2% mentre a 1000°C il tasso di CO si aggira intorno al 99%.

c) **Fenomeni di dissociazione ad alta temperatura della CO<sub>2</sub> :**



Questa reazione, inversa della 2a), è endotermica. In miscele in cui sia presente un eccesso di ossigeno si verifica, a titolo di esempio, che a 1750°C la percentuale di CO all'equilibrio è di circa l'1% mentre a 2000°C, ossia a temperature e condizioni simili a quelle che si creano in un motore a scoppio, sale al 5%. E' bene ricordare che la velocità di una reazione decresce esponenzialmente con il diminuire della temperatura: un brusco raffreddamento di una miscela CO/CO<sub>2</sub> creatasi in un processo di combustione ad elevate temperature comporta lunghi tempi di permanenza per il CO prima che essa subisca la conversione a CO<sub>2</sub>. Si verifica così che le quantità di CO formatesi all'interno di un motore a scoppio o presenti nelle emissioni di una ciminiera, a causa del brusco raffreddamento subito dai gas di scarico al contatto con l'atmosfera esterna, permangono nell'atmosfera per lungo tempo prima di essere convertite a CO<sub>2</sub>.

### **Effetti del CO sulla salute umana**

Per le sue caratteristiche l'ossido di carbonio rappresenta un inquinante molto insidioso, soprattutto nei luoghi chiusi dove si può accumulare in concentrazioni letali.

Il processo di ossigenazione del corpo umano sfrutta una proteina contenuta nei globuli rossi del sangue: l'emoglobina. Normalmente nei polmoni tale molecola lega molecole di ossigeno formando l'ossiemoglobina in grado di cedere successivamente l'ossigeno così acquistato alle cellule del corpo. L'emoglobina ha però un'affinità chimica verso il CO circa 200 volte superiore a quella verso l'ossigeno. Se di conseguenza l'aria respirata contiene CO questo è in grado di fissarsi all'emoglobina (formando carbossiemoglobina) e riducendone la quantità disponibile per il trasporto dell'ossigeno in maniera tanto più accentuata quanto maggiore è la quantità di CO inspirata.

Il tasso normale di carbossiemoglobina (COHb) contenuto nel sangue dovrebbe aggirarsi intorno allo 0,5% ed è attribuibile al tasso di CO naturale dell'atmosfera derivante dai normali processi biologici naturali. Tale tasso aumenta notevolmente qualora le concentrazioni di CO atmosferico

crescano, anche se occorre sottolineare che gli effetti negativi derivanti dall'inquinamento di questo particolare composto sono molto differenti se valutati su soggetti fumatori (in cui il tasso di COHb sono elevati già di per se stessi a causa del fumo inspirato) o su soggetti non fumatori.

A causa del traffico automobilistico la popolazione urbana è spesso soggetta a lunghe esposizioni a basse concentrazioni. La lenta intossicazione da ossido di carbonio prende il nome di ossicarbonismo e si manifesta con sintomi nervosi e respiratori. Nel sangue è presente una percentuale di carbossiemoglobina che dipende dalla concentrazione di CO alla quale una persona è esposta: per ogni ppm di CO presente in aria, lo 0,16% di emoglobina viene trasformato in carbossiemoglobina; sono necessarie però alcune ore affinché si raggiunga la massima saturazione.

L'esposizione a monossido di carbonio comporta inoltre l'aggravamento delle malattie cardiovascolari, un peggioramento dello stato di salute nelle persone sane ed un aggravamento delle condizioni circolatorie in generale.

### **Strumentazione utilizzata**

Per il monitoraggio del CO vengono utilizzati nella rete di monitoraggio analizzatori automatici MONITOR LABS mod. 8830. Si tratta di strumenti con cui si effettua la misura di tale inquinante con la tecnica di correlazione nell'infrarosso ad una lunghezza d'onda di 4,7 micron.

Una emissione a larga banda emessa da una sorgente IR attraversa un disco rotante contenente due celle con funzione di filtri interferenziali gassosi. Una di queste è riempita con ossido di carbonio, l'altra con azoto. La prima è utilizzata per produrre un raggio di riferimento che non può ulteriormente essere attenuato in maniera apprezzabile dal CO presente nel campione, la seconda è invece trasparente alle radiazioni IR e quindi trasmette inalterato un raggio di misura che può essere invece assorbito dal CO presente nel campione introdotto nella cella .

Superato il disco rotante i due fasci alternati raggiungono la camera di misura dove fluisce il campione e, per mezzo di un sistema ottico di riflessione, l'attraversano più volte, per giungere infine ad un rilevatore a semiconduttore. Quest'ultimo correla gli spettri del fascio nei due casi misurandone la differenza energetica che è proporzionale alla concentrazione dell'ossido di carbonio nel campione.

### **Ossidi di azoto**

Gli ossidi di azoto costituiscono un gruppo di 7 composti di cui rivestono particolare interesse dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico il monossido ed il biossido (NO ed NO<sub>2</sub>).

Il monossido di azoto è un gas incolore, inodore e poco solubile in acqua. Si produce principalmente tramite la reazione:  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{3/4}} 2 \text{NO}$  (in forma di N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>).

Tale reazione alle basse temperature ha una costante di equilibrio talmente ridotta da non assumere alcun significato pratico, infatti pur essendo l'atmosfera composta essenzialmente di ossigeno ed azoto, le quantità di NO che si formano spontaneamente sono del tutto irrilevanti. Le quantità prodotte diventano invece sensibili a temperature superiori ai 1000°C: tale reazione assume quindi una certa rilevanza quando si viene a trattare con processi di combustione. In teoria, una volta espulsi i gas di scarico della combustione, il raffreddamento della miscela dovrebbe portare alla decomposizione del monossido in ossigeno ed azoto fino a ridurne la concentrazione a quella, trascurabile, di equilibrio alla temperatura ambiente. In realtà, il brusco raffreddamento e la diluizione subita con l'aria rallentano la cinetica di decomposizione al punto da permetterne lunghi tempi di permanenza nell'atmosfera.

Il biossido di azoto ha invece colore rossastro ed odore pungente e soffocante e si forma principalmente per ossidazione di monossido di azoto secondo la reazione:



La quantità di NO<sub>2</sub> che si può formare da questa reazione aumenta al diminuire della temperatura ma è, evidentemente, proporzionale alle concentrazioni di ossigeno e monossido disponibili. Così, mentre la sua formazione è ostacolata in camera di combustione dalle alte temperature e dalla relativa scarsità di ossigeno in essa presente, dopo l'espulsione dei gas di scarico in atmosfera essa viene ostacolata dal brusco raffreddamento subito dalla miscela dei gas di scarico e dalla diluizione che questi subiscono una volta scaricati nell'atmosfera.

Il risultato di questi fattori è che, di norma, la quantità di NO<sub>2</sub> generata nei normali processi di combustione è di gran lunga inferiore a quella del monossido che parallelamente si produce. Tuttavia, a causa di processi fotochimici che si verificano in seguito, parte o gran parte del monossido di azoto che si produce si trasforma in biossido. Giocando, in tale tipo di processi, un ruolo determinante l'intensità dell'irraggiamento solare e la temperatura, i rapporti NO/NO<sub>2</sub> sono pertanto molto più elevati nei periodi invernali piuttosto che nei periodi estivi, con notevoli escursioni anche tra le ore diurne e le ore notturne.

A livello di tossicità vi è da dire che quella del biossido di azoto è notevolmente superiore a quella del monossido ed è probabilmente per questo motivo la normativa vigente prevede dei limiti solo per questa tipologia di inquinante.

### **Effetti di NOX sulla salute umana**

L'azione sull'uomo dell'ossido di azoto è relativamente blanda; inoltre, a causa della rapida ossidazione a biossido di azoto, si fa spesso riferimento esclusivo solo a quest'ultimo inquinante, in quanto risulta molto più tossico del monossido.

Il biossido di azoto è un gas irritante per le mucose e può contribuire all'insorgere di varie alterazioni delle funzioni polmonari, bronchiti croniche, asma ed enfisema polmonare. Lunghe esposizioni anche a basse concentrazioni provocano una drastica diminuzione delle difese polmonari con conseguente aumento di rischio di affezioni alle vie respiratorie.

Gli effetti del biossido di azoto si manifestano generalmente parecchie ore dopo l'esposizione, così che spesso le persone normalmente non si rendono conto che il loro malessere è dovuto all'aria inquinata che hanno respirato.

### **Effetti di NOX sull'ambiente**

Nelle piante esposte per brevi periodi, a basse concentrazioni agli ossidi di azoto, si possono rilevare incrementi dei livelli di clorofilla; lunghi periodi causano invece la senescenza e la caduta delle foglie più giovani. Il meccanismo principale di aggressione comunque è costituito dall'acidificazione del suolo; gli inquinanti acidi causano, infatti, un impoverimento del terreno per la perdita di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e conducono alla liberazione di ioni metallici tossici per le piante. Da notare che l'abbassamento del pH compromette anche molti processi microbici del terreno, fra cui l'azotofissazione.

Gli ossidi di azoto e i loro derivati danneggiano anche edifici e monumenti, provocando un invecchiamento accelerato in molti casi irreversibile.

### **Strumentazione utilizzata**

Gli analizzatori utilizzati sono principalmente dei Monitor Labs mod. 9841. Il principio di funzionamento si basa sulla rilevazione della fase chemiluminescente del gas per eseguire analisi continue di monossido di azoto, degli ossidi totali di azoto (NOx) e del biossido di azoto. Il metodo di analisi si basa sulla misura delle radiazioni emesse ("luminescenza") da molecole eccitate di NO<sub>2</sub>, prodotte nella reazione fra NO e O<sub>3</sub> (prodotto da un apposito generatore interno) in una camera sottovuoto. Il meccanismo di reazione è il seguente :



Dove il simbolo \* indica che la molecola formata si trova in uno stato energetico di eccitazione. La diseccitazione avviene tramite l'emissione di radiazioni la cui banda è compresa tra i 500 ed i 3000 nm con un'intensità massima alla lunghezza d'onda di circa 1100nm. Poiché è necessaria una molecola di NO per formarne una di NO<sub>2</sub> l'intensità della radiazione chemiluminescente è direttamente proporzionale alla concentrazione del campione.

L'analisi avviene quindi in due stadi: il campione da analizzare viene diviso in due e sul primo viene analizzato direttamente l'NO presente mentre l'NO<sub>2</sub> del secondo viene convertito integralmente in NO mediante l'uso di un opportuno catalizzatore a base di ossidi di manganese e, di seguito, viene quantificato l'NO complessivo del campione, ottenendo così gli ossidi di azoto totali in esso presenti. La differenza tra le due misure effettuate corrisponde al contenuto di biossido di azoto del campione stesso.

Si riportano di seguito le distribuzioni dei dati valutate negli anni di riferimento. Per questa tipologia di inquinanti non si sono mai verificati casi di mancato rispetto dei limiti prescritti. Anche per questi composti si evidenzia il fatto che le stazioni che hanno fatto comunque registrare i valori più elevati sono ancora quelle ubicate in aree soggette ai maggiori flussi di traffico.

### **Anidride solforosa**

L'anidride solforosa di origine antropogenica trova la sua origine principale nella combustione di combustibili contenenti zolfo. E' un gas incolore, più pesante dell'aria e di odore pungente e molto irritante. Fino a non molti anni fa le concentrazioni riscontrabili nelle aree urbanizzate (e nelle aree sede di grossi impianti di combustione) raggiungevano valori considerevoli, in particolare nei periodi invernali, in coincidenza con l'accensione degli impianti di riscaldamento. I tempi di permanenza di questo gas nell'atmosfera sono relativamente brevi essendo molte le reazioni chimiche in cui esso viene coinvolto. In particolare l'anidride solforosa viene facilmente ossidata ad anidride solforica dando successivamente origine, a contatto con il vapor acqueo atmosferico, alla formazione di acido solforico, uno dei principali costituenti delle cosiddette "piogge acide". Essendo inoltre la sua presenza legata direttamente alle quantità di combustibile utilizzato (e quindi indice delle attività antropogeniche) è stata considerata per molti anni un significativo parametro di valutazione della qualità dell'aria.

Con l'avvento dei combustibili liquidi a bassi tassi di zolfo e la sempre maggiore diffusione del metano in parziale sostituzione di questi, i tassi di anidride solforica sono drasticamente calati, raggiungendo in ampie zone valori del tutto trascurabili. Nella Provincia di Lucca, ad esempio, in tutte le zone monitorate le concentrazioni di SO<sub>2</sub> sono risultate, tranne qualche raro episodio isolato, talmente basse da essere ai limiti della rilevabilità strumentale per gran parte dell'anno.

### **Effetti di SO<sub>2</sub> sulla salute umana**

Per l'elevata solubilità in acqua il biossido di zolfo viene facilmente assorbito dalle mucose del naso e del tratto superiore dell'apparato respiratorio (questo rappresenta una fortuna dato che

solo quantità molto ridotte possono raggiungere gli alveoli polmonari). L'alta reattività lo rende un composto estremamente irritante. E' stato comunque notato un effetto sinergico con le polveri sospese per la capacità che queste hanno di veicolare gli inquinanti nelle zone più profonde dell'apparato respiratorio.

A basse concentrazioni gli effetti del biossido di zolfo sono principalmente legati a patologie dell'apparato respiratorio come bronchiti, asma e tracheiti e ad irritazioni della pelle, degli occhi e delle mucose.

### **Effetti di SO<sub>2</sub> sull'ambiente**

L'azione principale operata ai danni dell'ambiente da parte degli ossidi di zolfo consiste nell'acidificazione delle precipitazioni meteorologiche, con la conseguente compromissione dell'equilibrio degli ecosistemi interessati. Gli effetti corrosivi dell'acido solforico si riscontrano anche sui materiali da costruzione, sui metalli e sulle vernici. L'acido solforico trasforma i carbonati insolubili dei monumenti e delle opere d'arte in solfati solubili che vengono dilavati per azione della pioggia.

Il biossido di zolfo a basse concentrazioni provoca un rallentamento nella crescita delle piante, mentre ad alte concentrazioni ne provoca la morte alterandone la fisiologia in modo irreparabile. Nelle foglie il biossido di zolfo viene trasformato in acido solforoso e solfiti, da questi, per ossidazione, si generano i solfati (la forma in cui lo zolfo viene metabolizzato nelle piante). Quando il livello di anidride solforosa nell'aria diviene insostenibile, nelle foglie si accumulano inutilizzati i solfiti che ad alta concentrazione causano la distruzione della clorofilla, il collasso delle cellule e la necrosi dei tessuti.

### **Strumentazione utilizzata**

Gli analizzatori utilizzati sono dei MONITOR LABS 9850 il cui principio di funzionamento si basa sull'eccitazione delle molecole di SO<sub>2</sub> per mezzo di radiazioni nel lontano UV (190 - 230 nm) e sulla misura della fluorescenza risultante. Una radiazione UV interrotta ciclicamente attraversa la cella di misura nella quale fluisce il campione in esame mentre un rilevatore di riferimento è inserito nel percorso della radiazione ai fini di correggere automaticamente la risposta per le variazioni di intensità della sorgente UV. L'emissione secondaria (fluorescenza) viene misurata da un fotomoltiplicatore accordato otticamente nel campo della lunghezza d'onda della fluorescenza SO<sub>2</sub>. Le operazioni di taratura dello strumento vengono effettuate sfruttando un campione a concentrazione nota generato grazie alla presenza di un tubo a permeazione interno allo strumento.

## **Benzene**

Il benzene è una sostanza chimica liquida, di formula  $C_6H_6$ , dal caratteristico odore aromatico pungente. A temperatura ambiente volatilizza assai facilmente.

Il benzene in aria è presente praticamente ovunque, derivando da processi di combustione sia naturali (incendi boschivi, emissioni vulcaniche), che artificiali (emissioni industriali, gas di scarico dei veicoli a motore ecc.). Nell'aria dei centri urbani la sua presenza è dovuta quasi esclusivamente alle attività di origine umana, con oltre il 90% delle emissioni attribuibili alle produzioni legate al ciclo della benzina: raffinazione, distribuzione dei carburanti, e soprattutto, traffico veicolare, che da solo incide per circa l'80% sul totale.

In passato il benzene è stato ampiamente utilizzato come solvente in molteplici attività industriali ed artigianali (produzione di gomma, plastica, inchiostri e vernici, nell'industria calzaturiera, nella stampa a rotocalco, nell'estrazione di olii e grassi, ecc.).

La maggior parte del benzene oggi prodotto (85%) trova impiego nella chimica come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta utilizzati per produrre plastiche, resine, detergenti, pesticidi, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia.

Il benzene è inoltre contenuto nelle benzine in cui viene aggiunto, insieme ad altri composti aromatici, per conferire le volute proprietà antidetonanti e per aumentarne il numero di ottano in sostituzione totale (benzina verde) o parziale (benzina super) dei composti del piombo.

Questo inquinante viene rilasciato dagli autoveicoli in misura prevalente attraverso i gas di scarico e più limitatamente tramite l'evaporazione della benzina dalle vetture nelle fasi di trasporto, stoccaggio e rifornimento, nonché nei momenti di marcia ed arresto, compresa la sosta prolungata in un parcheggio.

Circa l'80% delle emissioni del benzene sono legate alla combustione della benzina, risultando quindi direttamente riconducibili al traffico veicolare. La guida di autoveicoli comporta un'esposizione proporzionale al tempo di guida, che risulta 3-4 volte superiore a quella ambiente generale.

### **Effetti del benzene sulla salute umana**

Il benzene è facilmente assorbibile per inalazione, contatto cutaneo, ingestione, sia per esposizione acuta che cronica. Gli effetti tossici, tuttavia, hanno caratteristiche diverse e colpiscono organi sostanzialmente differenti in base alla durata dell'esposizione.

Si possono distinguere effetti tossici acuti, associati a brevi esposizioni a livelli elevati di benzene, poco frequenti nell'ambiente di vita, ed effetto tossici cronici, associati a periodi di esposizione di

maggiore durata ed a basse dosi di inquinante. L'intossicazione acuta accidentale da benzene fa seguito generalmente ad esposizione per via inalatoria e/o cutanea. Per esposizione acuta, gli organi bersaglio sono il sistema nervoso centrale (con cefalea, nausea, vertigine, ecc..) ed il miocardio.

L'effetto più noto dell'esposizione cronica riguarda la potenziale cancerogenicità del benzene sul sistema emopoietico.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul cancro (IARC) classifica il benzene come sostanza cancerogena di classe I, in grado di produrre varie forme di leucemia. La classe I corrisponde ad una evidenza di cancerogenicità per l'uomo di livello sufficiente.

## **Ozono**

L'ozono, di formula chimica O<sub>3</sub>, è un gas di colore azzurrino presente in elevate concentrazioni nella stratosfera, in particolar modo ad altezze comprese tra i 15 ed i 40 Km. Qui si forma principalmente da reazioni che prendono il via dalla dissociazione dell'ossigeno atmosferico, causata dalle radiazioni ultraviolette solari. La presenza di ozono a queste quote è essenziale per la vita sulla terra in quanto le molecole di questa sostanza sono in grado di assorbire le radiazioni ultraviolette a maggior energia dello spettro solare. Tali radiazioni avrebbero, se non assorbite, gravissimi effetti mutageni sui tessuti viventi di piante ed animali; basti ricordare che aumenti anche limitati della quantità di raggi UV che giungano sulla superficie del pianeta possono causare aumenti abnormi dei casi di cancro alla pelle. E' interessante notare che l'ordine di grandezza della concentrazione di ozono alla quota di 20 Km è di 400 µg/m<sup>3</sup>, che corrisponde alla concentrazione che viene definita di allarme nei centri urbani (ma l'ozono a basse quote viene inspirato e viene a contatto con gli alveoli polmonari, quello stratosferico evidentemente no...). Nella stratosfera quindi la presenza di ozono, lungi dall'essere dannosa, è invece indispensabile per la vita umana, al punto che uno dei maggiori problemi ecologici attuali è legato all'immissione nell'atmosfera di sostanze (le più note sono i cosiddetti CFC) il cui effetto è quello di interagire con l'ozono stratosferico, distruggendolo e determinando un graduale assottigliamento della fascia protettiva di cui viene di conseguenza ridotto il potere filtrante. Questo fenomeno non si manifesta in modo uniforme in tutta la stratosfera, ma si presenta in modo particolare in determinate aree, soprattutto sopra la regione antartica.

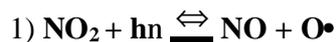
L'ozono ha effetti tossici sugli organismi viventi. Introdotto nel tratto respiratorio può infatti danneggiare i tessuti polmonari. La quantificazione dei danni causati sugli esseri umani non è ancora ben definita, è certo comunque che bambini, soggetti asmatici e persone sottoposte a sforzi fisici intensi possono soffrire di problemi respiratori in presenza di elevate concentrazioni di tali inquinante. Effetti negativi vengono esercitati pure sulla vegetazione, questa sostanza viene infatti assorbita dalle piante a livello fogliare, esercitando una azione dannosa sul loro metabolismo: secondo alcune stime la riduzione della produzione agricola europea dovuta alla presenza di ozono

si aggira su valori prossimi al 10%. Effetti dannosi si esplicano pure su una ampia gamma di materiali, la cui durata viene sensibilmente ridotta dall'esposizione prolungata ad elevati tassi di questo inquinante.

La sua presenza nella troposfera è attribuibile a due meccanismi distinti ed indipendenti tra loro:

- a) Trasporto verso il basso di aria stratosferica ricca di ozono che si verifica in particolari situazioni meteorologiche.
- b) Produzione diretta per reazioni chimiche di altri composti, detti precursori, catalizzate generalmente dalle radiazioni solari.

Sul primo di questi fenomeni non hanno evidentemente influenza le attività umane, che influenzano invece notevolmente il secondo. La produzione chimica di ozono, che già avviene per cause naturali, può essere infatti incrementata in larga misura dall'immissione in atmosfera di inquinanti antropici. Il meccanismo di produzione principale è costituito da una serie di reazioni in cui giocano un ruolo fondamentale gli ossidi di azoto. Gran parte della produzione di ozono ha infatti inizio in genere dalla fotolisi del biossido di azoto secondo il ciclo di reazioni:



la cui  
quando il

dove con il termine M si intende la presenza di una terza specie chimica, la cui unica funzione è quella di assorbire l'eccesso di energia che si libera quando il radicale O• reagisce con la molecola di ossigeno.



Il ciclo descritto è di per sé un ciclo chiuso che tenderebbe a stabilizzarsi portando nel complesso ad una concentrazione di equilibrio di ozono relativamente bassa, in quanto questa verrebbe limitata dalla reazione 3). Si è verificato infatti che, in assenza di sostanze interferenti col ciclo descritto, si raggiunge uno stato stazionario nel quale la concentrazione di equilibrio di ozono è determinata dal rapporto tra processi di produzione e di rimozione secondo l'equazione :

$$\underline{[O_3]} = K \times \frac{[NO_2]}{[NO]}$$

In realtà tale equilibrio può essere alterato dalla presenza di idrocarburi o di altre specie chimiche quali ad esempio il radicale OH•, che è in grado di interagire con il monossido di azoto, inibendone così il ruolo di moderatore nei confronti dell'ozono.

L'ozono prodotto nel corso di questi processi può essere rimosso, almeno parzialmente, grazie ad una serie abbastanza ampia di meccanismi che vanno da processi di deposizione al suolo, a processi di rimozione chimica, a meccanismi di trasporto verso gli strati alti dell'atmosfera. Di particolare importanza, essendo l'ozono una sostanza fortemente ossidante e quindi in grado di interagire con un gran numero di composti presenti nell'aria e nel suolo, sono i processi di rimozione chimica. A questo riguardo un ruolo notevole può essere giocato dalla vegetazione nelle aree più verdi. La

vegetazione gioca infatti un duplice ruolo sul bilancio di ozono, può infatti sia contribuire alla sua formazione in quanto sorgente di idrocarburi (derivanti dai processi di decomposizione organica), sia fungere da elemento limitante mediante processi di ossidazione al suolo, derivanti dal contatto tra questo inquinante ed i tessuti vegetali.

L'insieme dei processi di produzione e di rimozione è quindi estremamente variegato e complesso e per di più influenzato in modo determinante dalle variabili meteorologiche quali l'irraggiamento solare, la temperatura dell'aria, la direzione e velocità del vento, le condizioni di stabilità atmosferica e l'altezza dello strato di rimescolamento. In modo particolare, l'energia necessaria per attivare i processi fotochimici è fornita dall'irraggiamento solare mentre la cinetica delle reazioni sopra descritte è strettamente correlata alla temperatura ambientale: per questi motivi l'inquinamento da ozono è un fenomeno che raggiunge i suoi apici nel periodo estivo.

I tempi di formazione dell'ozono oscillano in un intervallo variabile da poche ore ad alcuni giorni. In questo periodo i precursori vengono trasportati dalle correnti d'aria e si rimescolano con le masse d'aria (e quindi anche con i precursori in esse contenute) circostanti. Questi fenomeni di trasporto fanno sì che i precursori originati da sorgenti diverse possano rimescolarsi anche a grandi distanze dai loro punti di emissione, provocando la formazione di ozono in aree che, al limite, potrebbero non aver nulla a che fare con la loro formazione. Questo meccanismo spiega il motivo per cui spesso i picchi in concentrazione di ozono non si verificano nei pressi delle sorgenti di precursori, ma a distanze che possono giungere a decine, se non a centinaia, di chilometri. Inoltre si deve tener conto che l'ozono che si forma nelle adiacenze dei punti di emissione dei precursori è in parte abbattuto, grazie alla presenza del monossido di azoto prodotto dai processi di combustione che generalmente si accompagnano alla loro formazione. Si è verificato a questo proposito che in vicinanza di estese sorgenti di NO, quali ad esempio strade trafficate, le differenze di concentrazioni di NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> misurate sottovento e sopravvento sono all'incirca uguali come valore, ma opposte in segno, indicando che una parte dell'ozono trasportato oltre la strada dal vento viene rimosso grazie alla presenza di NO.

Questo insieme di fenomeni fa sì che molto spesso i casi di inquinamento acuto da ozono non si verificano in generale nelle zone produttrici di inquinanti precursori ma a distanze, anche notevoli, poste sottovento delle stesse. Tale stato di fatto rende molto difficoltoso predisporre dei piani che possano ridurre questa tipologia di inquinamento, in quanto non è sufficiente predisporre interventi su scala cittadina o provinciale, ma è necessario intervenire prendendo come riferimento aree più ampie, la cui estensione è dipendente dall'orografia del territorio in esame. Una parte non irrilevante di tali fenomeni, inoltre, è sicuramente rapportabile ad una scala transfrontaliera e per incidere su di essi risultano pertanto necessari interventi coordinati tra governi diversi.

Gli unici provvedimenti che possono essere suggeriti a livello di autorità locale devono quindi doversi orientare verso la tutela sanitaria della popolazione coinvolta raccomandando l'adozione

degli accorgimenti necessari per ridurre al minimo l'esposizione delle persone maggiormente a rischio, tra i quali ad esempio la permanenza in ambienti chiusi nelle ore più calde della giornata (dove la concentrazione di ozono è di solito sensibilmente più bassa di quella esterna).

### **Strumentazione utilizzata**

Gli analizzatori utilizzati sono MONITOR LABS mod. 9811. L'analizzatore rileva le concentrazioni di ozono misurando l'assorbimento di una radiazione ultravioletta a 254 nm. Ogni 10 secondi l'analizzatore effettua un ciclo analitico facendo fluire attraverso la camera di misura prima l'aria campione e successivamente aria esente da ozono (l'aria di "zero" viene ottenuta tramite l'uso di uno scrubber al biossido di manganese in grado di distruggere tutto l'ozono presente nel campione atmosferico). Un fotometro misura alternativamente l'assorbimento UV del campione atmosferico e quello dell'aria di zero, il microprocessore dell'analizzatore elabora poi i dati e, risolvendo l'equazione di Lambert-Beer, calcola il valore di concentrazione del campione. La taratura dello strumento viene effettuata normalmente utilizzando un generatore interno di ozono che fornisce un campione a concentrazione controllata.

### **Idrocarburi non metanici**

Sono compresi sotto questo nome tutti i composti formati essenzialmente da idrogeno e carbonio. I composti organici che si possono ritrovare nell'atmosfera sono estremamente numerosi e ad alcuni di questi possono essere attribuiti effetti dannosi per la salute umana diretti (ad esempio ai composti aromatici); gli effetti negativi di altri sono invece da associarsi a possibili reazioni principalmente di tipo fotochimico, a causa delle quali possono innescarsi meccanismi in grado di portare alla produzione di composti molto più tossici di quelli originali.

Poichè l'idrocarburo presente nella quantità di gran lunga più rilevante, il metano, non è coinvolto in modo significativo in reazioni fotochimiche e non è considerato un agente inquinante pericoloso, nella pratica comune gli analizzatori automatici utilizzati funzionano separando la componente metanica di questa classe di composti e valutando la concentrazione complessiva di tutti gli altri idrocarburi. La ricerca di specifici inquinanti è in genere lasciata a specifiche campagne di monitoraggio.

Gli unici limiti normativi attualmente in vigore fanno riferimento alla presenza della componente non metanica di questa classe di sostanze e sono applicabili solo in concomitanza di superamento dei valori limite dell'ozono. Per questa tipologia di inquinanti non si sono finora evidenziati particolari trend in funzione del tempo, mentre i valori di gran lunga più rilevanti, anche in questo caso, si sono riscontrati nelle stazioni situate nelle aree soggette ai maggiori flussi veicolari.

### **Strumentazione utilizzata**

L'analizzatore utilizzato in questo caso è l'R-526-RANCON. Il principio di funzionamento si basa sulla tecnica della rilevazione a ionizzazione di fiamma (FID). Quello che viene rilevato in questo strumento è l'aumento di intensità della corrente ionica in una fiamma di idrogeno quando è introdotta aria contenente composti organici. La risposta ottenuta è approssimativamente proporzionale al numero di atomi di carbonio con legami organici, per cui il rilevatore funziona in un certo senso come contatore di atomi di carbonio. La separazione del metano dagli altri composti viene ottenuta utilizzando una colonna gascromatografica. Il campione prelevato viene quindi suddiviso in due, la prima aliquota ottenuta in questo modo passa attraverso la colonna gascromatografica e di essa si analizza la componente metanica, la seconda aliquota viene inviata direttamente al rilevatore per ottenere la misura della quantità di idrocarburi totali (THC). La differenza tra i due valori misurati permette la valutazione della quantità di idrocarburi non metanici (NMHC) presenti.

Ad ogni ciclo di misura l'analizzatore procede ad effettuare un azzeramento elettronico del segnale del rilevatore .

Al servizio dell'analizzatore vi è un generatore di idrogeno destinato ad alimentare la fiamma ed un fornello utilizzato per produrre aria esente da idrocarburi.

### **Particolato sospeso (PM10)**

Oltre agli inquinanti gassosi propriamente detti, nell'atmosfera sono presenti anche microscopiche goccioline liquide o piccole particelle solide a cui viene dato complessivamente il nome di particolato atmosferico. Con questo termine vengono quindi indicate tutte le particelle solide o liquide disperse nell'atmosfera quali, ad esempio, polvere, ceneri e pollini. La provenienza di questi inquinanti è da attribuirsi principalmente a trasporti, centrali termoelettriche, industrie e, nei periodi invernali agli impianti termici civili. Come fonte di emissione, negli ambienti urbani assume una grossa rilevanza, sia per gli aspetti quantitativi che per quelli sanitari, il traffico veicolare.

Le dimensioni del particolato sospeso sono molto variabili e vanno dal millesimo di micron a qualche millimetro; nelle aree urbane generalmente tali dimensioni spaziano tra gli 0,01 e i 100  $\mu\text{m}$  di diametro. Ovviamente le dimensioni influenzano notevolmente i tempi di permanenza nell'atmosfera delle particelle, poiché le particelle di maggiori dimensioni tendono a ricadere al suolo più velocemente di quelle a dimensioni ridotte. I meccanismi di deposizione sono comunque molteplici e non riconducibili di norma a semplici considerazioni sulle dimensioni e su di essi influiscono in maniera rilevante una serie di parametri meteorologici, quali la natura dei venti e la piovosità.

Il corpo umano ha una serie di difese, principalmente meccaniche, per impedire che queste sostanze penetrino nell'organismo: le particelle di dimensioni superiori ai 10 µm vengono bloccate nel naso, dal muco che riveste l'apparato respiratorio e dalle ciglia che lo ricoprono. Solo le particelle di dimensioni più ridotte riescono a giungere fino agli alveoli polmonari, in particolare le particelle di dimensioni inferiori ai 2,5 µm. Gli effetti sulla salute umana sono fortemente legati alle caratteristiche chimico-fisiche della polvere inalata, potendo questa agire sia direttamente (per effetto delle sostanze minerali che vengono ad accumularsi nei polmoni), sia fungendo da veicolo di sostanze aerodisperse in grado di associarsi alle particelle solide con meccanismi di assorbimento e/o adsorbimento che ne consentono la concentrazione ed il successivo contatto con gli strati più profondi dell'apparato respiratorio. In particolare l'associazione tra polveri ed ossidi di zolfo può provocare l'insorgere di fenomeni morbosi provocati da un effetto sinergico collegato all'abbinamento di queste due tipologie di sostanze.

### **Strumentazione utilizzata**

Gli analizzatori utilizzati nelle stazioni del comune di Lucca sono del tipo ELECOS APM1 o ENVIRONNEMENT MP101M. La valutazione della polverosità ambientale è basata sull'assorbimento di radiazioni β, emesse da una sorgente radioattiva costituita da un foglio di metil-metacrilato contenente in sospensione il radioisotopo C<sup>14</sup>, un emettitore puro di radiazioni β che attraversano la membrana su cui si raccoglie la polvere filtrata durante il campionamento (di durata 24h). La parte di radiazioni trasmessa viene letta da un rilevatore geiger a finestra sottile. La differenza tra la lettura effettuata, all'inizio di ciascun ciclo di campionamento, sulla membrana (senza ancora alcuna deposizione di particolato) e la lettura di fine ciclo è proporzionale alla quantità di polvere depositata.

La massa depositata sulla membrana viene calcolata come :

$$m = K_m \times \ln \frac{N_0}{N_1}$$

dove N<sub>0</sub> è il numero di conteggi effettuato sul "bianco" ed N<sub>1</sub> il numero di conteggi effettuato sul campione al termine del ciclo di monitoraggio. K<sub>m</sub> è un valore che può essere considerato con buona approssimazione una costante essenzialmente indipendente dalla natura chimica del particolato ma funzione della superficie di deposito del campione. L'assorbimento di radiazioni β da parte della materia dipende infatti principalmente dal rapporto tra massa atomica e numero atomico; nella maggior parte dei casi, non si discosta molto dal valore 2.

## **Comune di Lucca**

La rete di monitoraggio del comune di Lucca è nata con l'installazione, a cura dell'Amministrazione Provinciale, di 4 stazioni di monitoraggio (S. Micheletto, viale Carducci, Spalti di S. Frediano e Ponte a Moriano). La rete è stata successivamente implementata dall'Amministrazione Comunale con le stazioni, installate nel 1997, di viale Castracani e via Passaglia.

A fronte delle mutate esigenze di monitoraggio emerse nel corso degli anni sono state dismesse le stazioni di Ponte a Moriano (1997), a seguito della variante stradale effettuata nell'area monitorata che ne ha reso non più necessaria la presenza e quella di Spalti di S. Frediano (anno 2001). Ai fini del monitoraggio degli inquinanti fotochimici, dal luglio 2002 è attiva una stazione ubicata presso la collina di Carignano.

Gli inquinanti monitorati nell'area urbana sono monossido di carbonio, ossidi di azoto, anidride solforosa, PM10 ed idrocarburi metanici e non metanici. Di recente (gennaio 2003) è stato installato presso la stazione di viale Carducci un analizzatore di benzene, toluene e xilene (inquinanti per cui sono stati effettuati in passato anche una serie di rilevamenti con sistemi di campionamento ed analisi non tradizionali).

Si riportano di seguito i risultati dei rilevamenti effettuati nell'area cittadina nel corso degli anni.

### **Monossido di Carbonio**

Questo inquinante ha evidenziato in passato, in particolare nel periodo 1955 - 1998, problematiche di un certo rilievo per quanto riguarda il rispetto dei valori di riferimento della qualità dell'aria. Nel periodo di attività della rete di monitoraggio si sono infatti verificati in più occasioni superamenti dei limiti relativi agli standards di qualità dell'aria nelle stazioni di Lucca-v.le Carducci e Lucca-v.le Castracani, entrambe caratterizzate da elevati flussi veicolari. Presso la stazione di v.le Castracani, in particolare, sono state rilevate in passato punte di concentrazione piuttosto elevate anche se i valori medi della stazione sono in genere risultati essere inferiori a quelli della stazione di viale Carducci. Il fenomeno è correlabile al fatto che il viale interessato è circondato da edifici da entrambi i lati: la diluizione degli inquinanti è quindi notevolmente rallentata rispetto ad aree più aperte quale quella monitorata dalla stazione di v.le Carducci, in particolare in presenza di situazioni di inversione termica. Come in tutte le aree monitorate in città si è comunque assistito anche presso questa area ad una progressiva e significativa riduzione delle quantità di monossido di carbonio presente nel corso degli anni.

Si riportano di seguito le distribuzioni dei valori registrati, per ciascun anno, nelle stazioni della rete. Le frequenze indicate corrispondono alle percentuali dei dati che superano i valori di riferimento riportati.

**ANNO 1995, inquinante CO, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale (mg/m <sup>3</sup> )	massimo annuale (mg/m <sup>3</sup> )	Frequenza di superamento dei valori di riferimento (mg/m <sup>3</sup> )				
				2.5	5	7.5	10	15
Ponte a Moriano	6020	1.0	5.5	7.8	0.05	0.0	0.0	0.0
Lucca-S. Micheletto	7880	2.0	13.6	30.7	4.0	0.7	0.09	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano	7467	1.2	11.0	14.8	2.8	0.6	0.05	0.0
Lucca- v.le Carducci	7727	3.6	19.8	66.2	19.1	6.7	2.6	0.4

**ANNO 1996, inquinante CO, tempo di mediazione : 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale (mg/m <sup>3</sup> )	massimo annuale (mg/m <sup>3</sup> )	Frequenza di superamento dei valori di riferimento (mg/m <sup>3</sup> )				
				2.5	5	7.5	10	15
Ponte a Moriano	8287	1.2	5.8	6	0.1	0.0	0.0	0.0
Lucca-S. Micheletto*	4727	1.5	11.5	13.9	1.01	0.1	0.02	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano	8029	1.0	11.7	8.3	1.2	0.2	0.7	0.0
Lucca- v.le Carducci	8085	3.0	16.4	53.3	12.1	3.6	1.0	0.1

\* stazione fuori servizio dal mese di agosto

**ANNO 1997, inquinante CO, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale (mg/m <sup>3</sup> )	massimo annuale (mg/m <sup>3</sup> )	Frequenza di superamento dei valori di riferimento (mg/m <sup>3</sup> )				
				2.5	5	7.5	10	15
Ponte a Moriano*	4544	ns	4.5	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Lucca-S. Micheletto**	3293	ns	11.4	22.0	1.6	0.2	0.03	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano	7574	1.1	12	9.3	1.4	0.3	0.1	0.0
Lucca- v.le Carducci	8181	2.7	18.5	41.7	9.1	2.8	0.9	0.02
Lucca-v.le Castracani	7632	2.2	19.5	32.1	9.8	3.2	1.2	0.1

\* Le stazione ha cessato il servizio nel luglio 1997

\*\* La stazione è rientrata in servizio nel luglio 1997

**ANNO 1998, inquinante CO, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale (mg/m <sup>3</sup> )	massimo annuale (mg/m <sup>3</sup> )	Frequenza di superamento dei valori di riferimento (mg/m <sup>3</sup> )				
				2.5	5	7.5	10	15
Lucca-S. Micheletto	5861	1.6	15.5	22.6	2.4	0.6	0.2	0.01
Lucca-Spalti di S. Frediano	7119	1.0	13.6	7.7	0.9	0.2	0.1	0.0
Lucca- v.le Carducci	8202	2.5	17.8	36.5	7.8	2.3	0.8	0.05
Lucca-v.le Castracani	8067	2.1	21.1	31.0	7.9	2.3	0.9	0.2

**ANNO 1999, inquinante CO, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale (mg/m3)	massimo annuale (mg/m3)	Frequenza di superamento dei valori di riferimento (mg/m3)				
				2.5	5	7.5	10	15
Lucca-S. Micheletto	7232	1.2	9.8	10.3	1.0	0.1	0.0	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano	7146	1.0	10.2	7.7	1.2	0.1	0.01	0.0
Lucca- v.le Carducci	8065	2.2	14.8	31.2	5.8	1.5	0.4	0.0
Lucca-v.le Castracani	8136	1.8	14.2	24.7	5.7	1.5	0.4	0.0

**ANNO 2000, inquinante CO, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale (mg/m3)	massimo annuale (mg/m3)	Frequenza di superamento dei valori di riferimento (mg/m3)				
				2.5	5	7.5	10	15
Lucca-S. Micheletto	3697	ns	5.4	5.2	0.03	0.0	0.0	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano	2561	ns	4.7	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Lucca- v.le Carducci	4998	2.3	9.5	36.2	4.1	0.4	0.0	0.0
Lucca-v.le Castracani	7625	1.5	11.9	20.1	2.7	0.3	0.03	0.0

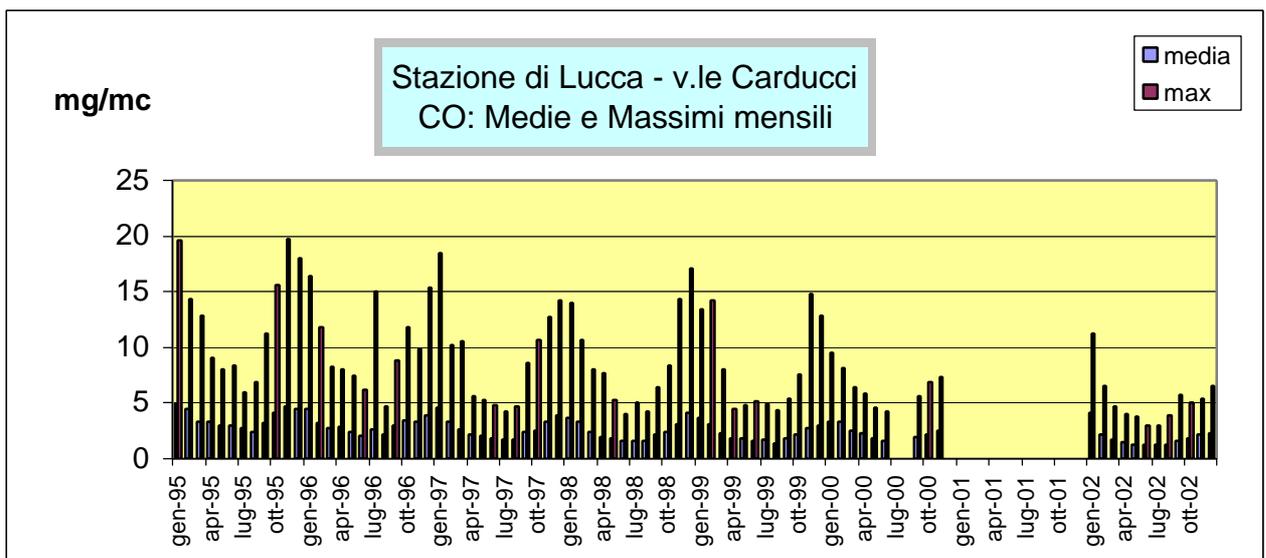
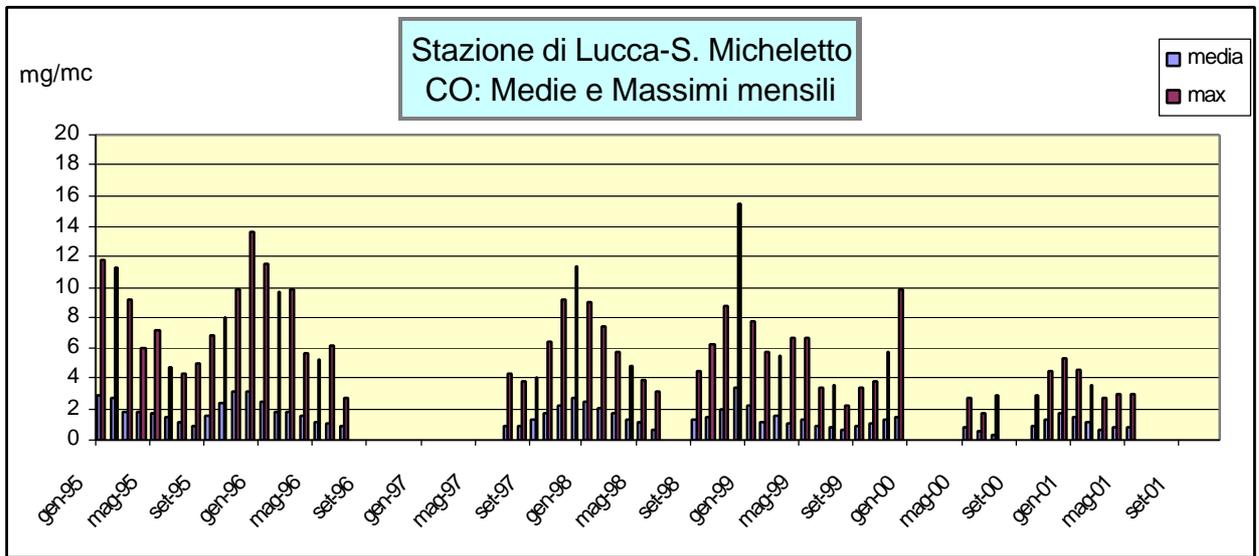
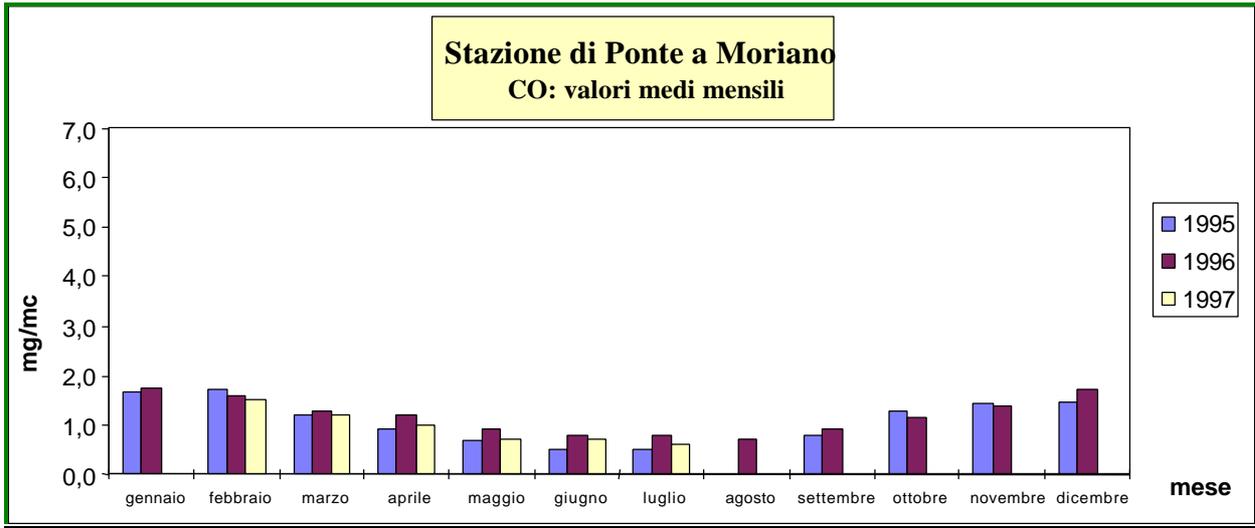
**ANNO 2001, inquinante CO, tempo di mediazione: 1 ora**

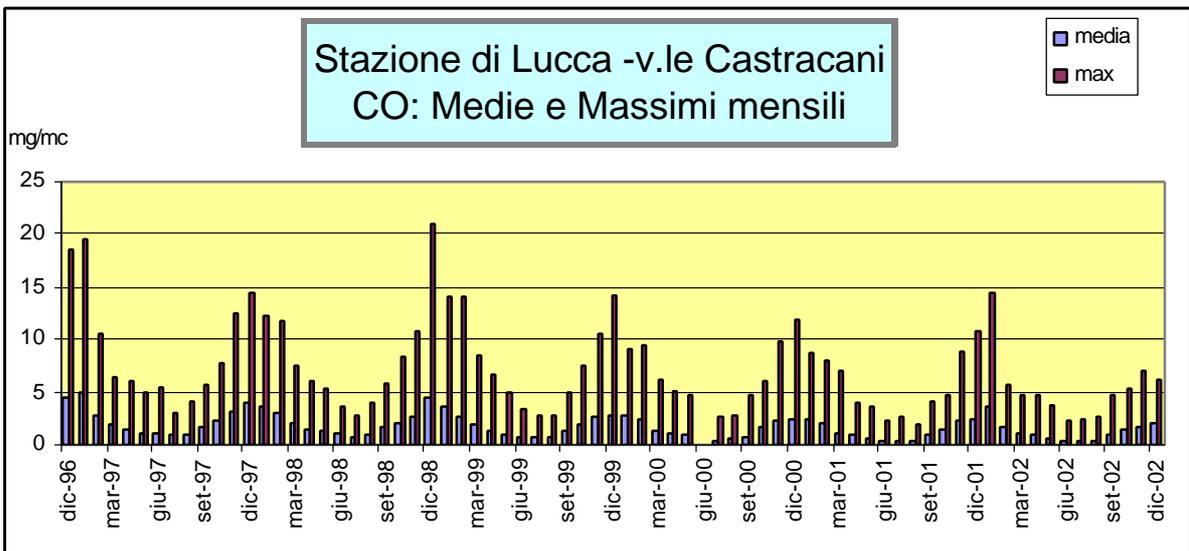
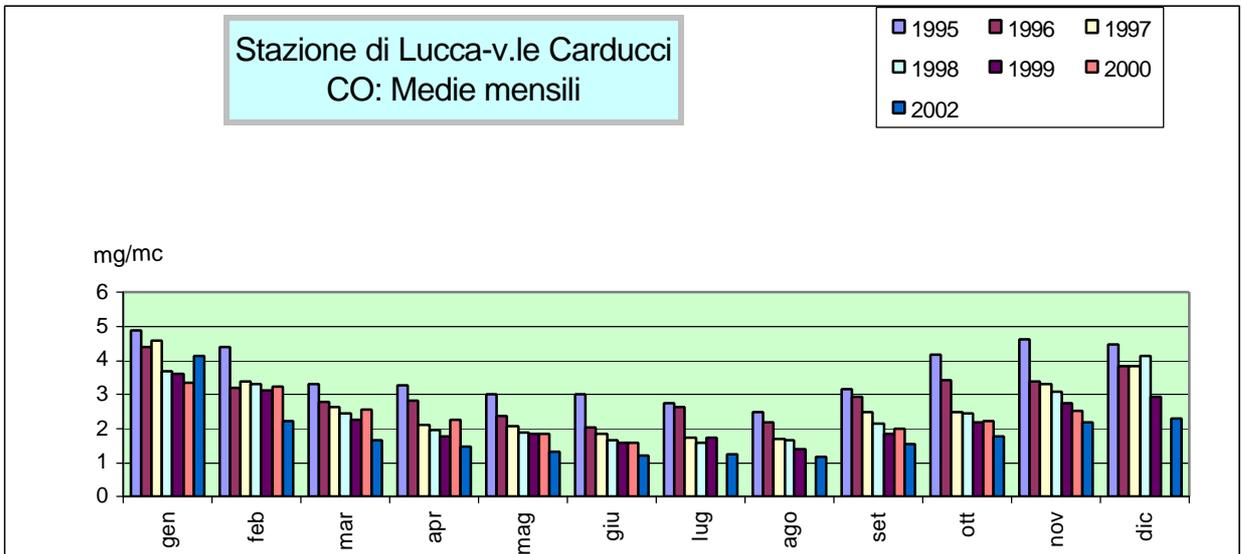
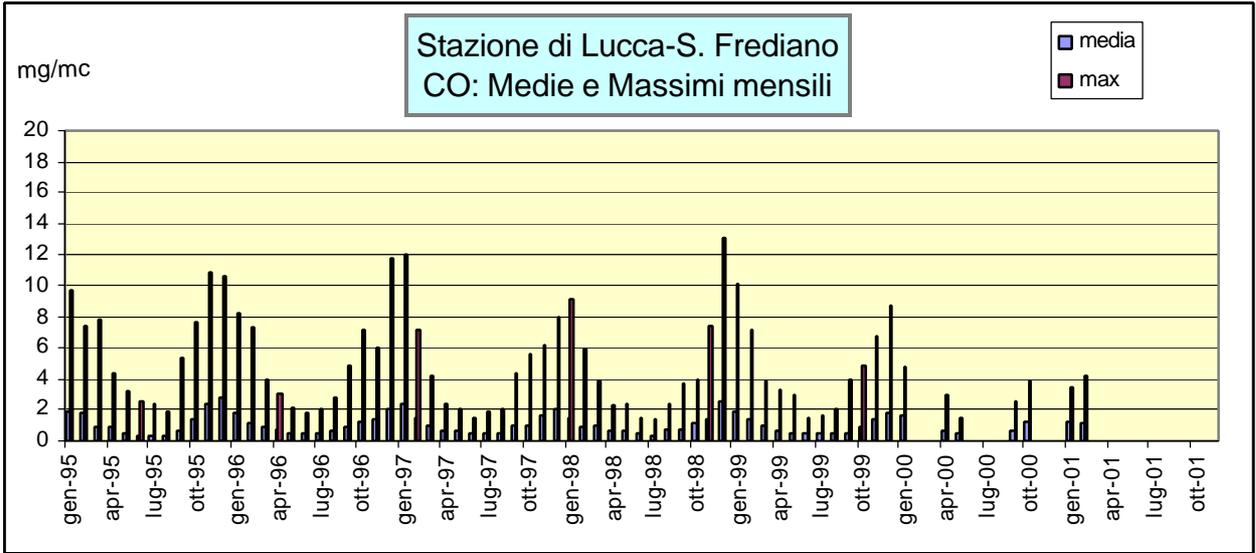
Stazione	n° dati	Media annuale (mg/m3)	massimo (mg/m3)	Frequenza di superamento dei valori di riferimento (mg/m3)				
				2.5	5	7.5	10	15
Lucca-S. Micheletto*	3442	ns	4.6	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano**	1249	ns	4.2	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Lucca-v.le Castracani	7976	1.3	10.8	16.5	2.1	0.2	0.02	0.0

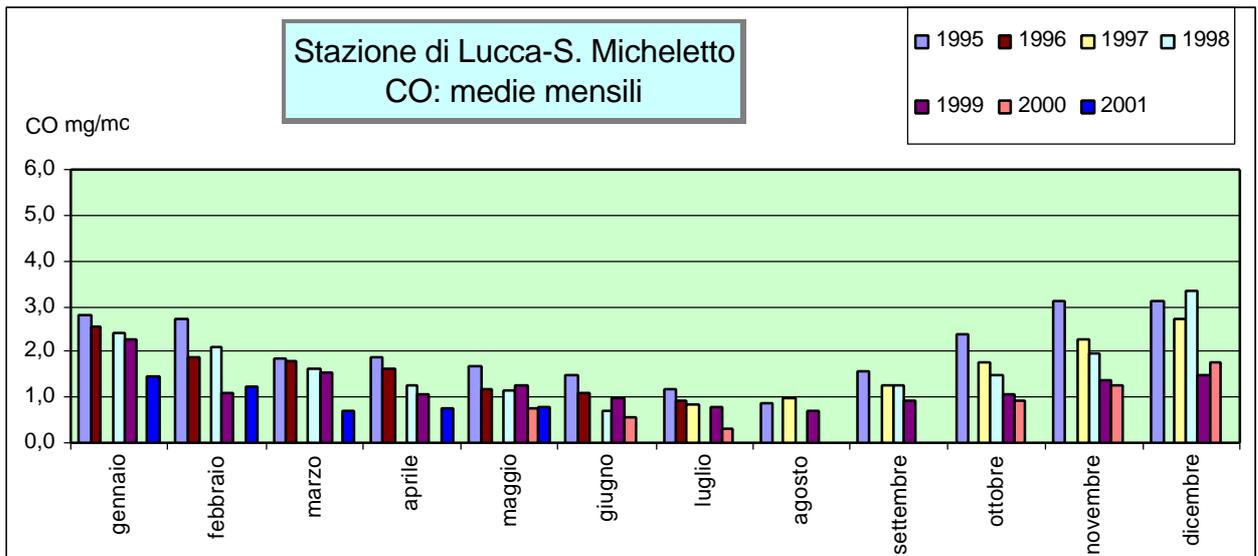
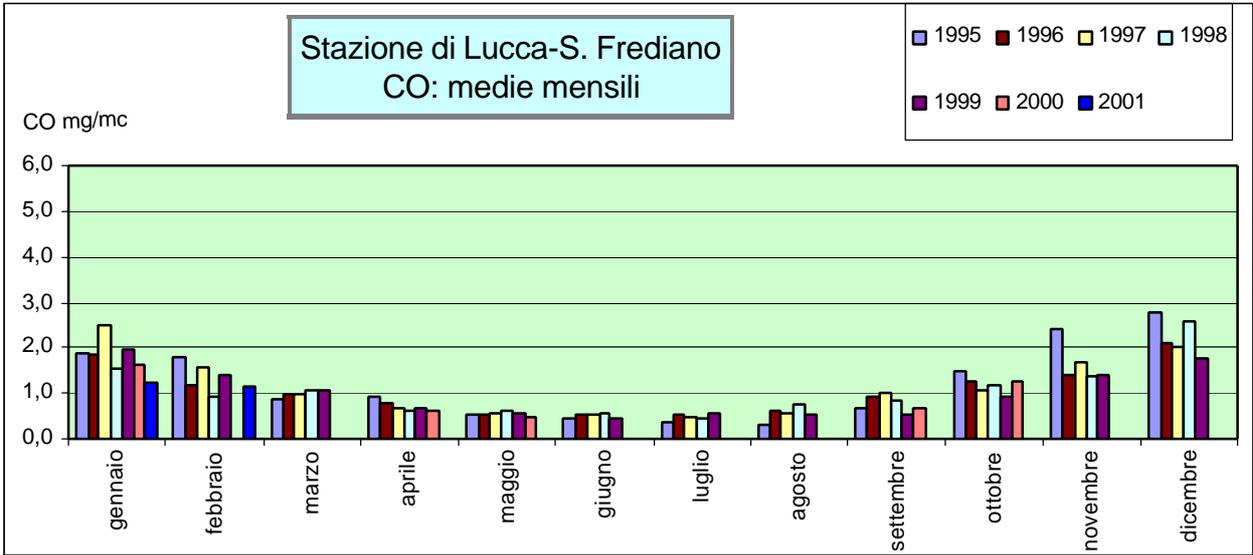
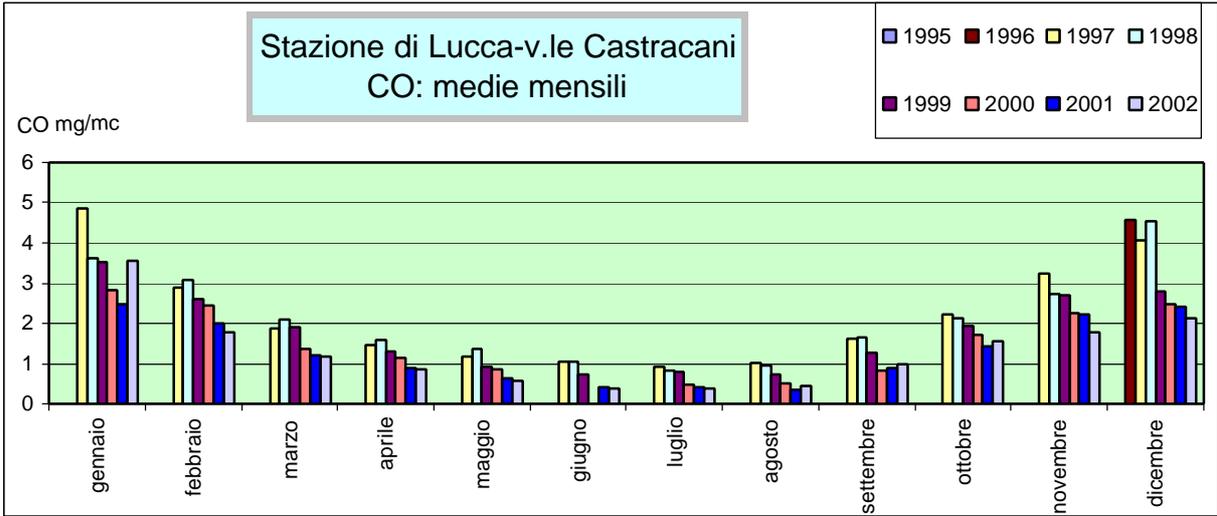
\*periodo gennaio-giugno    \*\* stazione dismessa ad aprile2001

**ANNO 2002, inquinante CO, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale (mg/m3)	massimo (mg/m3)	Frequenza di superamento dei valori di riferimento (mg/m3)				
				2.5	5	7.5	10	15
Lucca-viale Carducci	7938	1.7	11.2	16.8	1.6	0.3	0.05	0.0
Lucca-v.le Castracani	8096	1.3	14.3	16.4	2.0	0.6	0.2	0.0







Come evidenziato dagli elaborati, si è verificato nel corso degli anni una marcata diminuzione delle concentrazioni di questo inquinante in tutta l'area cittadina.

Tale andamento è quasi completamente attribuibile al progressivo rinnovamento del parco veicoli circolante ed alla conseguente sostituzione dei mezzi più datati ed inquinanti con veicoli a minore impatto ambientale. Considerando che la fonte emissiva di gran lunga preponderante di CO a livello provinciale è proprio il traffico (con riferimento al 1998 le emissioni di CO costituivano oltre il 90% del totale cittadino) vi è da ritenere che, al di là di eventuali estemporanee eccezioni legate a situazioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli, tale trend possa proseguire anche nei prossimi anni.

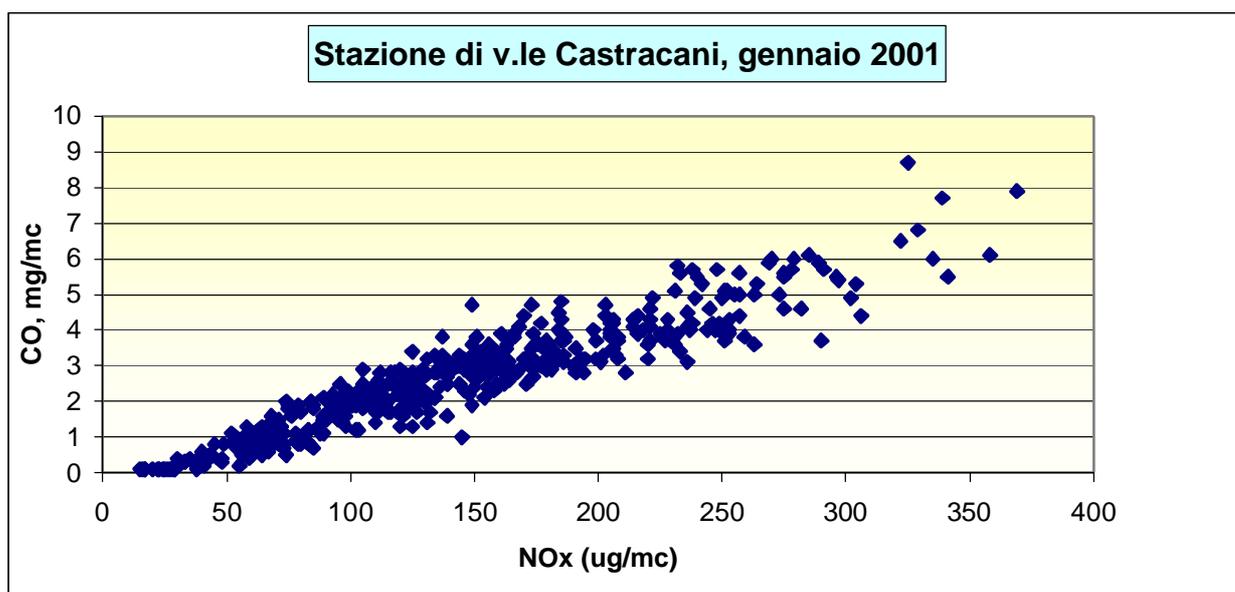
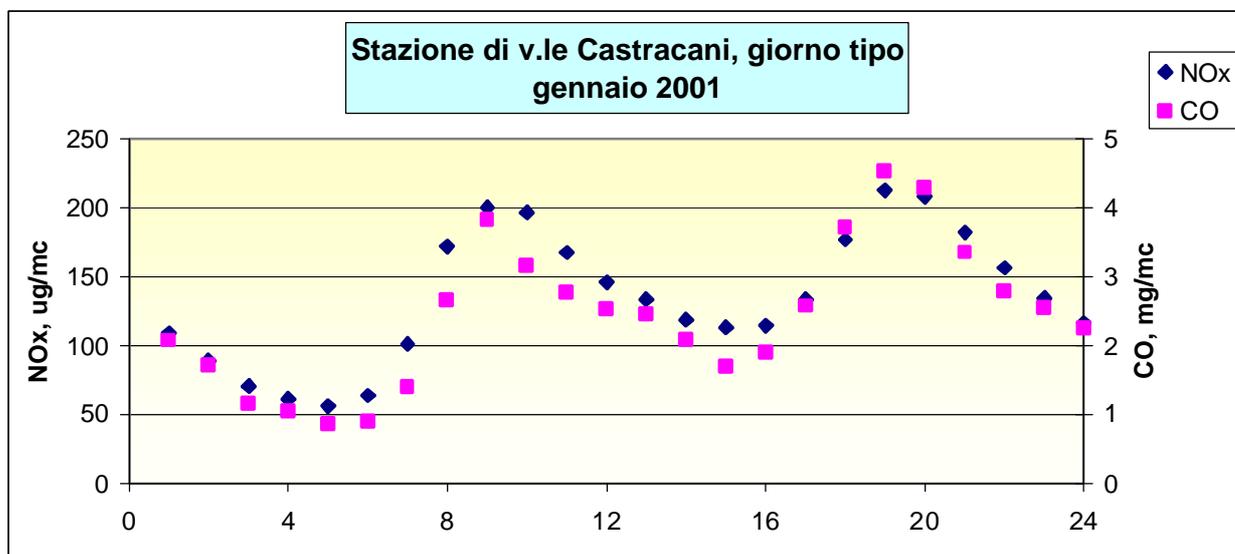
La progressiva riduzione finora registrata delle concentrazioni di CO sono evidenziabili anche dalla riduzione, proseguita fino al completo annullamento, del numero dei superamenti dei limiti relativi agli standards di qualità dell'aria che per questo inquinante sono stati superati in passato come media di otto ore (tutti gli eventi si sono registrati nella fascia oraria 16 – 24 nei mesi invernali). Le stazioni interessate sono state ovviamente le già citate Lucca-v.le Carducci e Lucca-v.le Castracani. In tutte le altre stazioni di monitoraggio non sono stati mai superati i limiti previsti dalla normativa vigente.

<b>Numero di superamenti del valore limite di 10 mg/m<sup>3</sup> (media 8h) registrato in ciascun anno</b>								
Stazione	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>Lucca-v.le Carducci</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>nd</b>	<b>0</b>
<b>Lucca-v.le Castracani</b>	<b>/</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Per quanto riguarda il rispetto dei livelli di attenzione e di allarme, fissati per le reti urbane, in una sola occasione (1998) sono stati raggiunti i livelli di pre-attenzione così definiti dai piani di intervento preventivi redatti dall'Amministrazione Comunale nel quale erano previsti interventi sulla mobilità urbana al raggiungimento di valori comunque più restrittivi di quelli previsti dalla normativa nazionale. Anche se successivamente a tale episodio si sono registrati occasionalmente alcuni valori abbastanza elevati, questi in genere si sono manifestati come episodi puntuali ed associati a condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli.

In tutte le stazioni si è registrata inoltre una notevole correlazione tra la presenza di ossidi di azoto e monossido di carbonio. Tale correlazione, che assume forme diverse a seconda della tipologia di stazione, è fortemente marcata in particolare nei mesi invernali, ossia nel periodo dell'anno in cui tali composti assumono la maggior rilevanza sanitaria.

A titolo di esempio si riportano gli andamenti registrati per questi inquinanti nei mesi di gennaio 2001 presso la stazione di Lucca – v.le Castracani.



### **PARTICOLATO SOSPESO (PM10)**

Nella rete di rilevamento il particolato sospeso viene monitorato come PM10 (la frazione inalabile delle polveri) in tutte le stazioni. Negli anni 2000 - 2001 si sono verificate una serie di problematiche, non dipendenti dalla volontà dei gestori, in conseguenza delle quali l'efficienza del monitoraggio è risultata notevolmente ridotta. La quantità di dati raccolta in tali anni è comunque sufficiente per dare utili indicazioni sull'evoluzione nel tempo dell'inquinante. Il

monitoraggio è successivamente ripreso a pieno regime nel 2002, anno in cui è stato inoltre potenziato con l'installazione di un ulteriore analizzatore presso la stazione di viale Castracani. Le concentrazioni del PM10 nel corso degli anni non hanno evidenziato trend definiti. I valori di norma registrati si sono attestati su valori relativamente elevati che in qualche occasione hanno superato gli obiettivi di qualità ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a partire dall'anno 1999) all'epoca vigenti o si sono attestati su valori a ridosso di tale limite. Il confronto con i limiti attualmente previsti (dettati dal D. Lgs. 351/99 e dal D.M 2/04/2002, n.60 ) dei dati evidenzia per questo inquinante una situazione di relativa criticità. Particolarmente critico si è rivelato il rispetto dei limiti previsti dalla normativa regionale in materia, in particolare la Delibera G.R. Toscana n. 1133 del 14 ottobre 2002. Nella parte iniziale del 2003 si sono rilevati infatti in varie occasioni concentrazioni di PM10 tali da portare al blocco del traffico nell'area urbana. E' prevedibile che nei periodi invernali situazioni di questo genere si potranno ripetere, soprattutto in presenza di periodi di scarsa piovosità.

La valutazione dei valori riscontrati indica che questo inquinante ha origini dipendenti in misura meno accentuata dal traffico veicolare, rispetto agli altri inquinanti primari monitorati. I valori misurati nelle stazioni inserite in ambiti urbani soggetti a flussi veicolari intensi, pur risultando di norma superiori, evidenziano differenze relativamente ridotte rispetto alle stazioni più periferiche. Anche le variazioni stagionali dei tassi risultano inoltre normalmente meno accentuate rispetto alle altre tipologie di inquinanti rilevati evidenziando, in linea generale, una significativa parziale omogeneità delle concentrazioni sull'area urbana. Questo fatto ovviamente non può che accentuare le possibili problematiche sanitarie correlate alla presenza di particolato, in quanto più ampia di conseguenza la percentuale di popolazione esposta rispetto alla presenza di altri inquinanti (es. CO ed ossidi di azoto) più localizzati a livello territoriale sulle principali arterie viarie .

**ANNO 1995, inquinante Particolato sospeso (PM 10), tempo di mediazione: 24 ore**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
			25	50	75	100	150
Ponte a Moriano	289	36	77.2	17.3	1.7	0.0	0.0
Lucca-S. Michele	252	40	86.1	18.7	4.0	0.0	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano	284	43	89.1	25.0	5.3	1.8	0.0
Lucca- v.le Carducci	288	63	95.5	67.4	26.7	10.1	0.0
Viareggio-L.rgo Risorgimento	268	57	97.8	56	17.2	2.2	0.4

**ANNO 1996, inquinante Particolato sospeso (PM10), tempo di mediazione : 24 ore**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
			25	50	75	100	150
Ponte a Moriano	318	18	14.8	1.6	0.0	0.0	0.0
Lucca-S. Micheletto	140	ns	85.7	30.7	7.9	0.0	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano	316	28	55.9	4.1	0.3	0.0	0.0
Lucca- v.le Carducci	257	37	52.9	24.6	9.4	0.8	0.0

**ANNO 1997, inquinante Particolato sospeso (PM10), tempo di mediazione : 24 ore**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
			25	50	75	100	150
Ponte a Moriano	150	ns	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Lucca-S. Micheletto	107	ns	59.8	14.0	2.8	0.0	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano	293	30	58.4	7.5	0.3	0.0	0.0
Lucca- v.le Carducci	242	26	45.5	4.5	0.4	0.0	0.0
Lucca-v.le Passaglia	157	35	68.8	21.6	2.5	0.6	0.0

**ANNO 1998, inquinante Particolato sospeso (PM10), tempo di mediazione: 24 ore**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
			25	50	75	100	150
Lucca-S. Micheletto	266	32	57.1	14.3	0.7	0.0	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano	318	25	30.5	7.9	2.2	0.6	0.0
Lucca- v.le Carducci	134	48	91.0	36.6	12.7	2.2	0.0
Lucca-v.le Passaglia	262	45	82.4	34.0	8.8	3.8	0.0

\* L'analizzatore è entrato in servizio il 25 novembre 1998, la distribuzione dei dati non è quindi confrontabile con i dati delle altre stazioni

**ANNO 1999, inquinante Particolato sospeso (PM10), tempo di mediazione: 24 ore**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
			25	50	75	100	150
Lucca-S. Micheletto	271	31	55.7	12.2	1.8	0.0	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano	271	36	68.2	21.0	2.9	0.0	0.0
Lucca- v.le Carducci	191	39	79.6	21.5	2.6	0.5	0.0
Lucca-v.le Passaglia	161	49	78.9	44.7	14.9	3.7	0.0

**ANNO 2000, inquinante Particolato sospeso (PM10), tempo di mediazione: 24 ore**

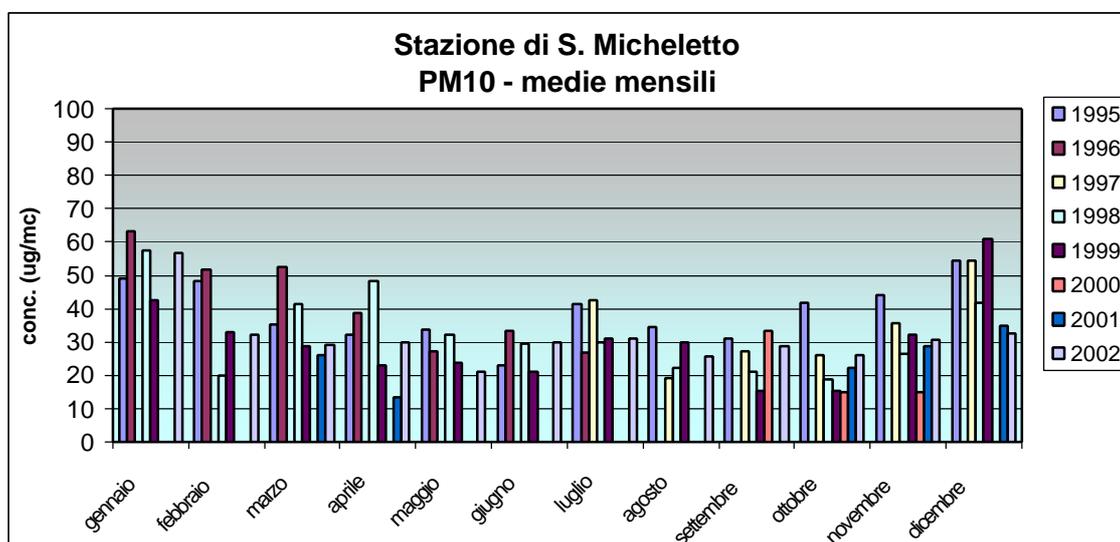
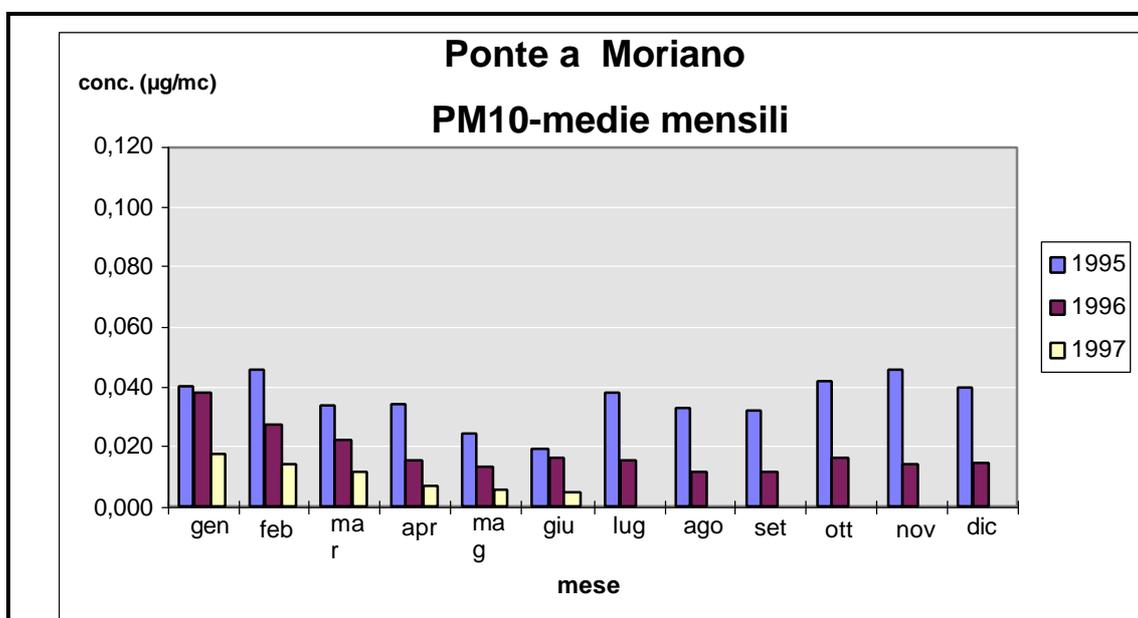
Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
			25	50	75	100	150
Lucca-S. Micheletto	105	ns	34.3	4.8	0.0	0.0	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano	123	ns	65.0	38.2	3.3	0.0	0.0
Lucca- v.le Carducci	265	36.9	73.6	20.4	3.0	0.0	0.0

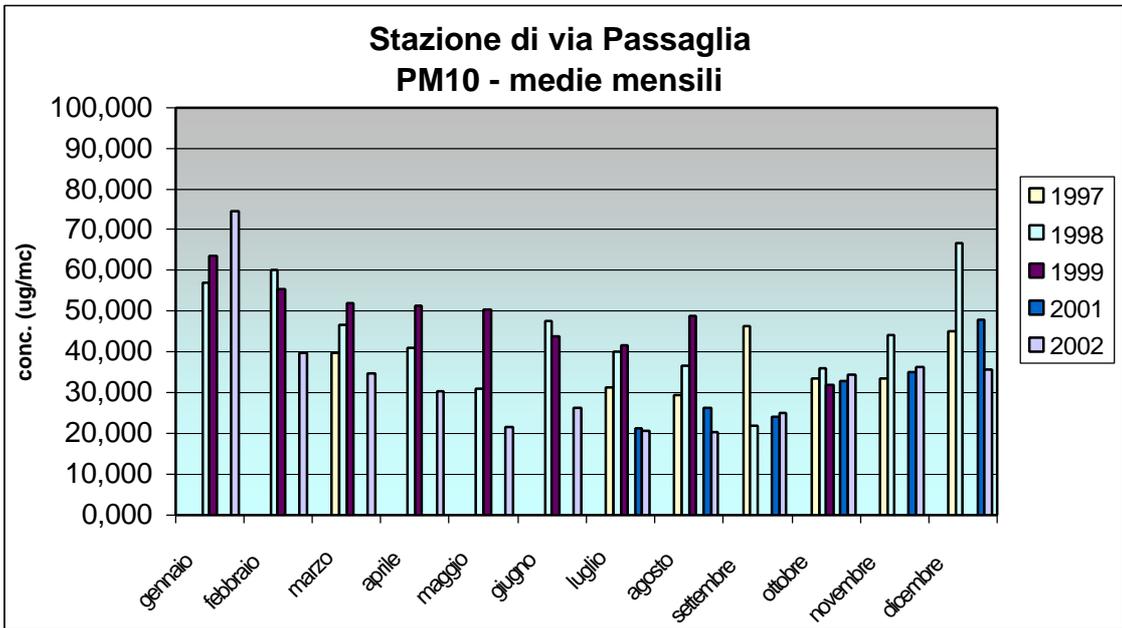
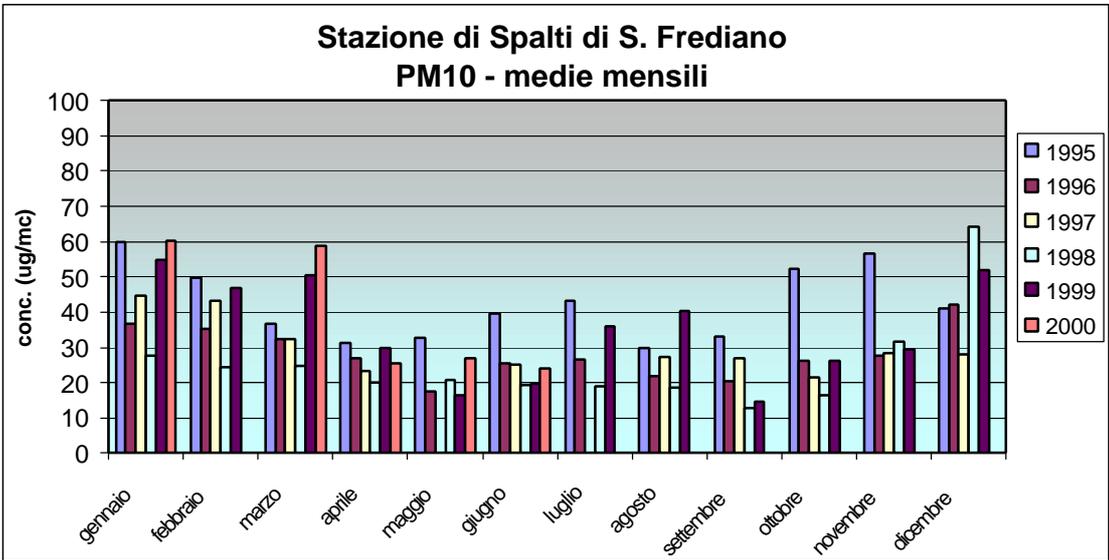
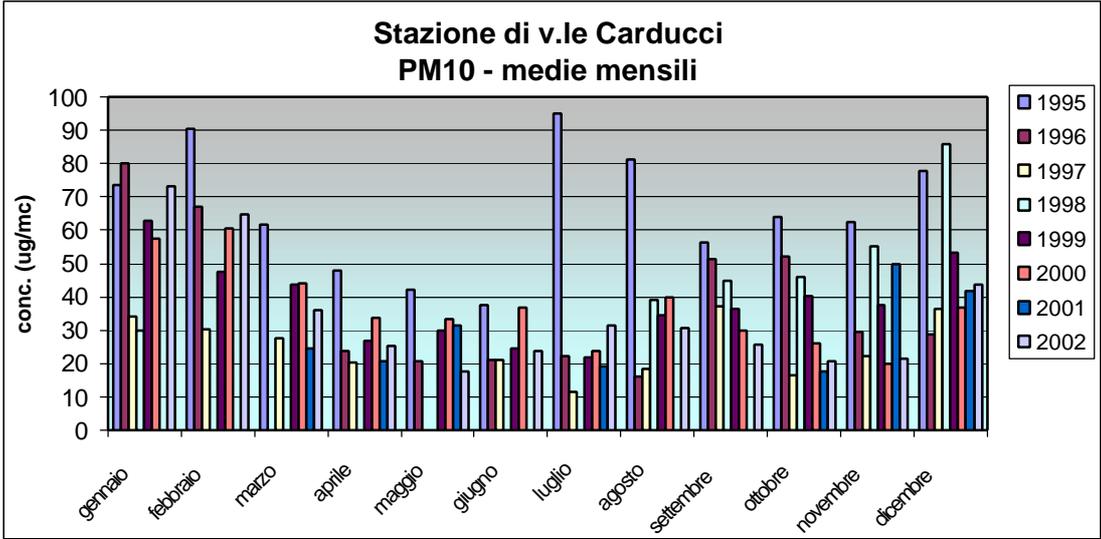
**ANNO 2001, inquinante Particolato sospeso (PM10), tempo di mediazione: 24 ore**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
			25	50	75	100	150
Lucca-S. Michele	115	ns <sup>1</sup>	42.6	6.1	0.0	0.0	0.0
Lucca- v.le Carducci	163	29.6	46.0	14.1	4.3	0.0	0.0
Lucca-v.le Passaglia	114	ns <sup>2</sup>	62.3	9.6	3.5	0.9	0.0

<sup>1</sup> media dati disponibili=26<sup>2</sup> media luglio - dicembre = 32**ANNO 2002, inquinante Particolato sospeso (PM10), tempo di mediazione: 24 ore**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
			25	50	75	100	150
Lucca-S. Michele	292	31.0	58.2	9.2	1.7	0.0	0.0
Lucca- v.le Carducci	272	36.1	61.0	20.6	7.7	1.5	0.0
Lucca-v.le Passaglia	294	34.0	61.2	12.9	5.4	1.7	0.0





Di seguito si riportano, a titolo del tutto indicativo, il numero di casi di superamento di uno dei parametri di riferimento previsti dalla direttiva europea e recepito con il Dlgs. 351/99 e il D.M.A 2 aprile 2002, n. 60. La frequenza di tali superamenti per ciascuna postazione lascia intuire le difficoltà che dovranno essere affrontate nei prossimi anni, anche ai fini della scelta di una strategia di intervento. Per una corretta interpretazione dei dati si ricorda che è necessario confrontare il numero di superamenti riportato con il numero di dati disponibili per ciascun anno di riferimento ed i relativi periodi stagionali di monitoraggio. A tale proposito è opportuno sottolineare che la normativa citata prevede che relativamente a tale limite sia ammessa una tolleranza pari al 50% del valore di riferimento per l'anno 2000 a scalare regolarmente negli anni successivi fino ad annullarsi al 1° gennaio 2005.

**Concentrazioni medie di 24 ore: superamenti del V.L. = 50 µg/m<sup>3</sup>  
(da non superarsi più di 35 volte l'anno)**

Anno	Ponte a Moriano	S. Michele	v.le Carducci	Spalti di S. Frediano	Via Passaglia
1995	50	47	192	71	//
1996	5	43	60	13	//
1997	0	15	10	22	34
1998	//	38	49	25	89
1999	//	33	41	57	72
2000	//	5	54	47	//
2001	//	7	23	//	11
2002	//	27	61	//	40

**Anno 2002, concentrazioni medie di 24 ore.  
Superamenti del V.L. = 65 µg/m<sup>3</sup> (n. max consentito 35)**

	S. Michele	v.le Carducci	Via Passaglia
n. superamenti	9	34	20
n. dati validi	292	264	294

Allo stato attuale delle conoscenze è possibile definire solo qualitativamente le modalità delle iniziative efficaci per ridurre le concentrazioni di tali inquinanti. Non è infatti ancora stato ben chiarito (ed in materia è ancora di poco aiuto la relativa bibliografia) il peso delle varie fonti che portano alla formazione e diffusione del PM10. Infatti, come evidenziato dai dati, non risulta molto marcata la differenza dei valori registrati nelle diverse stazioni, che sono risultati consistenti anche presso la stazione di Spalti di S. Frediano (che, si ricorda, era posta in area verde) e presso la stazione di via Passaglia, non interessata direttamente da flussi veicolari consistenti come altre stazioni.

Tra le principali fonti di emissione di tali sostanze, su cui dovranno essere effettuati interventi incisivi (sia per quantità che tossicità legata alla composizione chimica) comunque sicuramente vi è il traffico veicolare, relativamente al quale non vi è da aspettarsi nel futuro i benefici legati alla modernizzazione del parco veicolare registrati per altri inquinanti. Infatti la componente emissiva del motore costituisce solo una parte delle emissioni complessive. Percentuali rilevanti di PM10 dipendono da fonti esterne al motore stesso (in particolare usura di pneumatici e freni e polverizzazione dell'asfalto) sulle quali sono, allo stato attuale, difficili da realizzarsi interventi significativi di riduzione dell'impatto ambientale.

Le emissioni dovute a riscaldamento domestico, con eccezione della quota legata all'uso di caminetti a legna, stante la diffusa metanizzazione del comune, dovrebbero invece giocare un ruolo relativamente marginale.

Potendo variare la composizione di questa classe di inquinanti nelle varie aree a seconda delle fonti emissive ed essendosi potute effettuare sinora solo delle caratterizzazioni per quanto attiene la presenza di metalli pesanti, sarà opportuno prevedere in futuro un incremento delle attività volte a classificare, per quanto ragionevolmente possibile, anche la presenza di composti organici, orientando le attività di monitoraggio anche nella ricerca delle fonti emissive di maggior rischio tossicologico presenti in provincia.

Il confronto dei dati raccolti con uno dei parametri di riferimento più significativi da applicarsi con il recepimento delle direttive europee (valore limite inteso come media giornaliera di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , da non superarsi più di 35 volte l'anno) evidenzia il fatto che ben difficilmente, stante l'attuale situazione, sarà possibile ottenere il rispetto di tale limite anche tenendo conto che fino al 2005 sono previste delle tolleranze rispetto al valore limite (inizialmente del 50% poi a scalare regolarmente nel tempo. Nelle valutazioni di questi dati va inoltre considerato che, per una valutazione corretta, è necessario raffrontare per ciascun anno e per ciascuna stazione il

numero dei superamenti con il numero di campioni raccolti (visualizzato nelle tabelle precedenti).

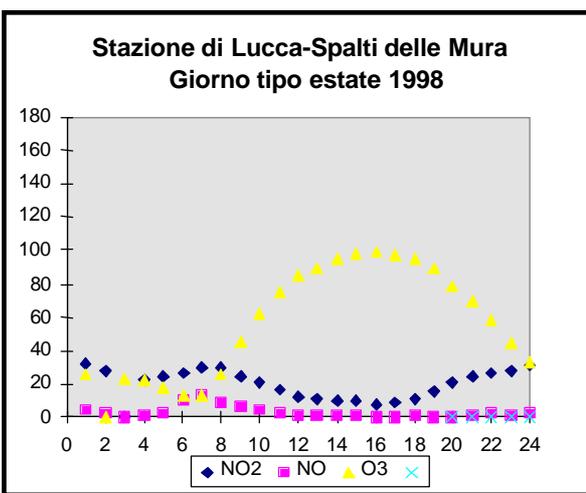
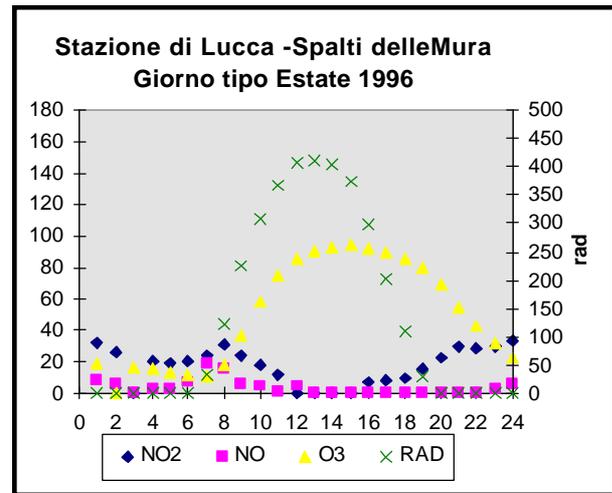
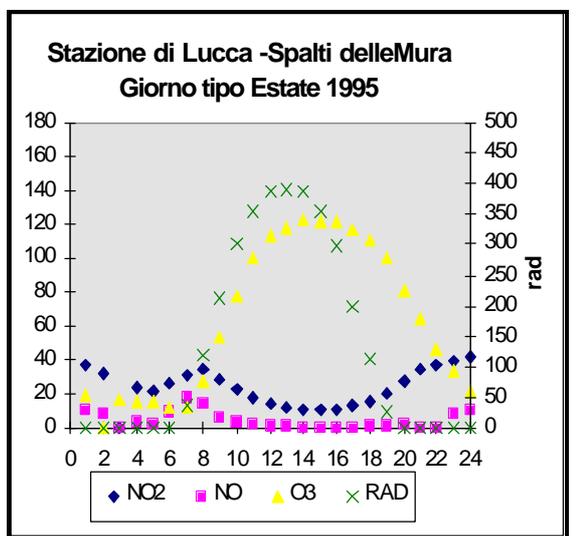
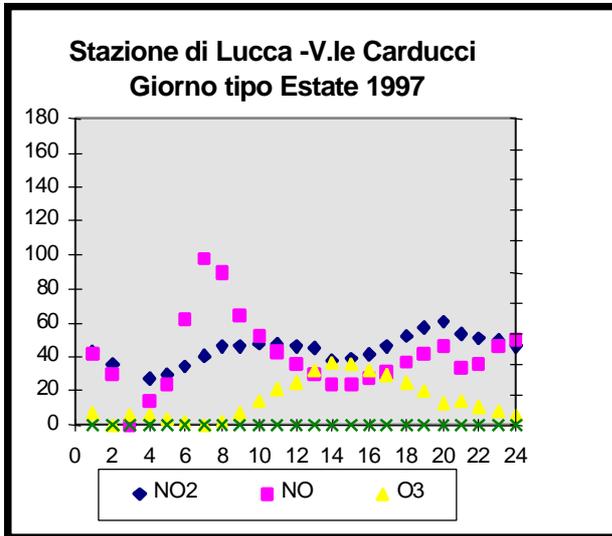
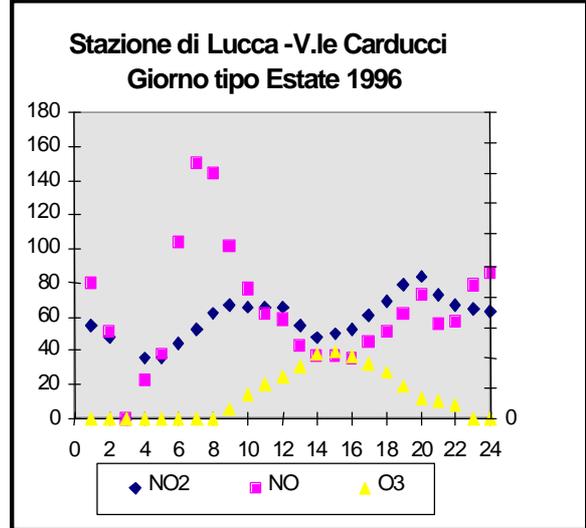
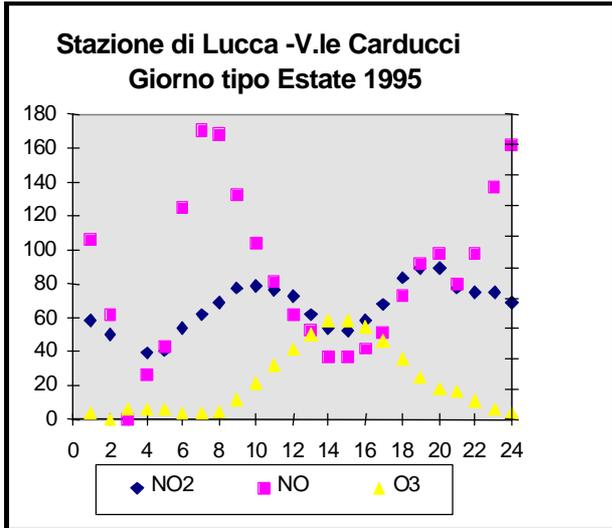
## OZONO

Un primo esame dei dati evidenzia, del tutto in accordo con la letteratura, come le aree a maggior tasso di ozono siano in generale quelle non interessate direttamente da traffico veicolare (Spalti di S. Frediano). La stazione di v.le Carducci, con una parziale eccezione registrata in alcuni periodi del 1996, ha infatti evidenziato, per tutto il periodo monitorato (1995-1997) tassi di ozono sensibilmente inferiori a quelli registrati presso la stazione di Spalti. Valori intermedi tra le due si sono riscontrati nella stazione di v.le Passaglia (posta peraltro in un'area soggetta a traffico molto più ridotto della prima).

Di seguito si riportano alcuni andamenti, rappresentati come giorni - tipo degli inquinanti NO, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>. Risulta in questi evidente l'influenza esercitata dalla presenza di NO emessa dai gas di scappamento dei veicoli transitanti nei pressi della stazione di v.le Carducci e come questo funga da elemento (solo locale) limitante la presenza di ozono. I picchi di maggiore rilevanza di tale inquinante si registrano, a parità di altre condizioni, dove minori sono le emissioni dirette di monossido di azoto.

Presso le stazioni i valori rilevati sono stati del tutto concordi con la bibliografia in materia. Le concentrazioni diurne di ozono sono risultate minime in corrispondenza dei picchi mattutini di NO per poi crescere con una velocità inversamente proporzionale alle concentrazioni di monossido presenti che decrescono rapidamente sia perché consumato dall'O<sub>3</sub> che si forma (e ciò è reso evidente dal parallelo aumento di concentrazione di NO<sub>2</sub>) sia perché, con il variare delle condizioni meteorologiche ne viene accelerata la diluizione nell'ambiente circostante. L'influenza del traffico appare anche più evidente se si considera che le stazioni di Lucca-Spalti delle Mura e Lucca-v.le Carducci sono poste ad una distanza che in linea d'aria è di poche centinaia di metri

E' opportuno evidenziare come i picchi di O<sub>3</sub> risultino sfasati di 2-3 ore con le punte di irraggiamento registrate e come sia molto evidente l'influenza dell'irraggiamento sull'andamento delle concentrazioni di ozono.



Nelle tabelle seguenti vengono invece riassunti i risultati dei dati raccolti.

**ANNO 1995, inquinante Ozono, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
		50	100	150	180	200
Lucca-Spalti di S. Frediano	6291	26.5	11.2	1.6	0.2	0.0
Lucca- v.le Carducci	5367	6.9	0.3	0.0	0.0	0.0

**ANNO 1996, inquinante Ozono, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
		50	100	150	180	200
Lucca-Spalti di S. Frediano	7280	29.6	4.7	0.2	0.01	0.0
Lucca- v.le Carducci	6280	6.8	0.8	0.01	0.0	0.0

**ANNO 1997, inquinante Ozono, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
		50	100	150	180	200
Lucca-Spalti di S. Frediano	7882	31.5	6.9	0.1	0.0	0.0
Lucca- v.le Carducci	6750	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0

**ANNO 1998, inquinante Ozono, tempo di mediazione : 1 ora**

Stazione	n° dati	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
		50	100	150	180	200
Lucca-Spalti di S. Frediano	7144	23	7.8	0.8	0.2	0.0
Lucca- viale Passaglia	8193	14.6	0.3	0.0	0.0	0.0

**ANNO 1999, inquinante Ozono, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
		50	100	150	180	200
Lucca-Spalti di S. Frediano	7643	30.8	4.6	0.1	0.0	0.0
Lucca- viale Passaglia	7505	18.3	2.6	0.1	0.0	0.0

**ANNO 2000, inquinante ozono, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
		25	50	75	100	150
Lucca-Spalti di S. Frediano	2688	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0

**ANNO 2001, inquinante ozono, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
		25	50	75	100	150
Lucca-v.le Passaglia*	3133	35,0	6,8	0,4	0,0	0,0

\*periodo di monitoraggio: luglio –dicembre 2001

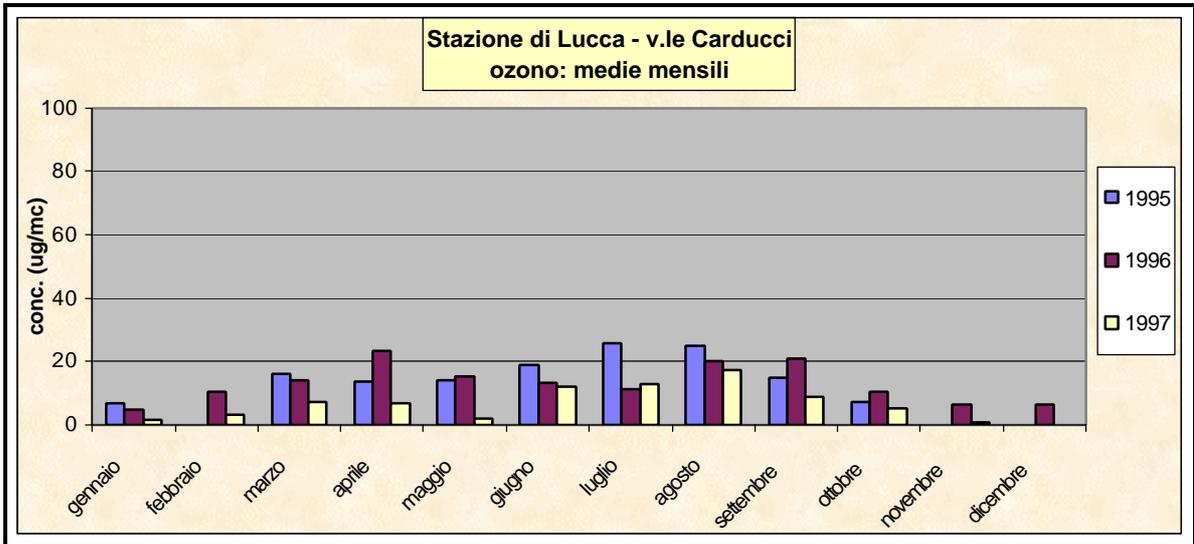
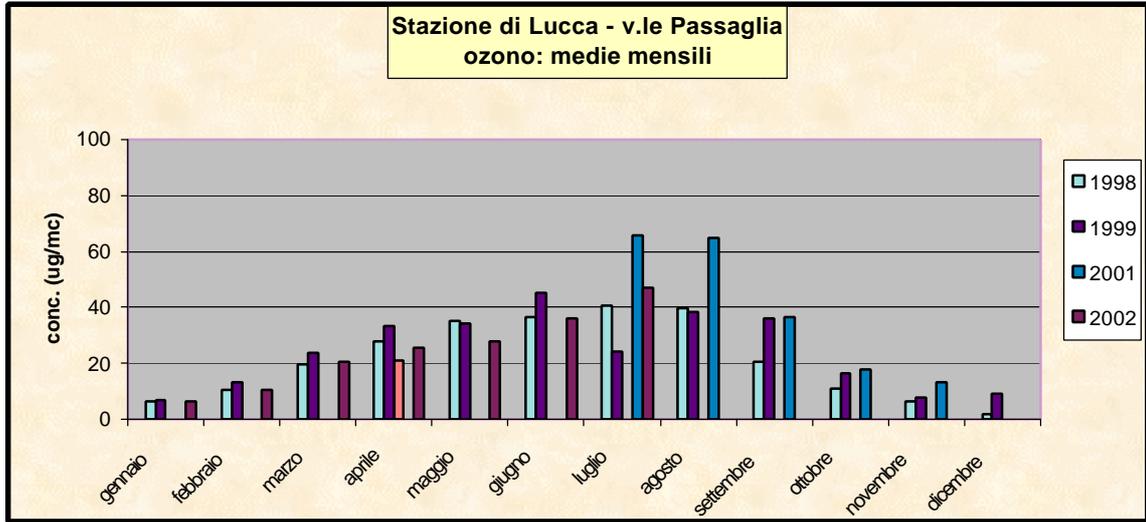
**ANNO 2002, inquinante ozono, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
		25	50	75	100	150
Lucca-v.le Passaglia	4058	35.6	7.3	1.1	0.0	0.0
Lucca – Carignano <sup>1</sup>	3445	57.8	36.6	19.2	6.2	0.0

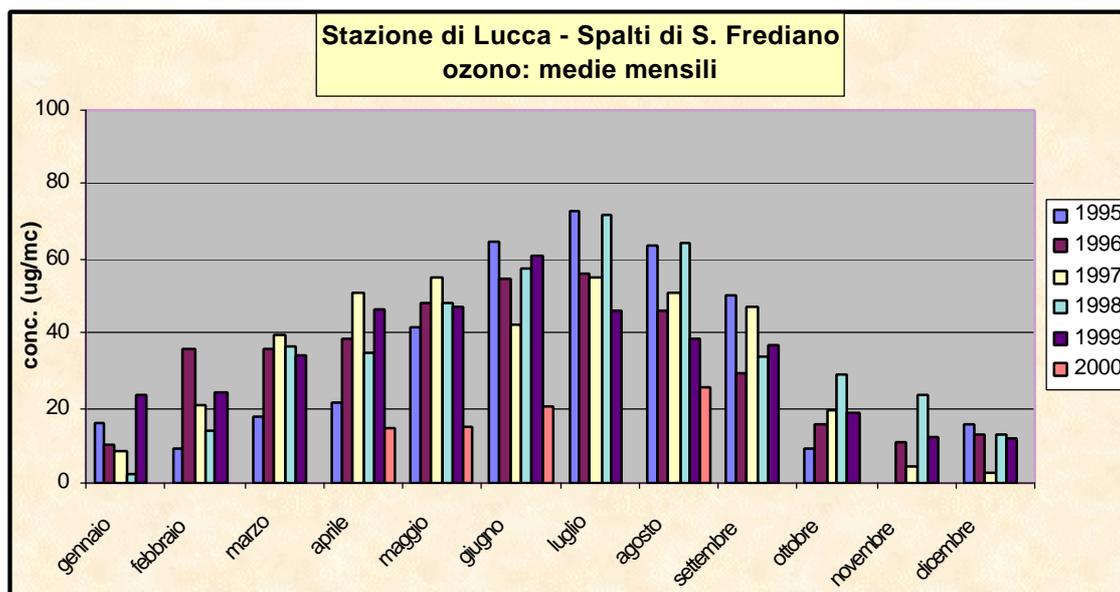
Pur essendo in genere attestato su valori mediamente elevati (in passato si sono anche verificati dei casi di mancato rispetto degli standards di qualità dell'aria), i tassi di questi inquinante sono ovviamente inferiori a quelli che vengono registrate in aree meno urbanizzate limitrofe.

Nel corso degli anni si sono registrati numerosi superamenti del “livello di protezione della salute” fissato dal D.M. 16.5.96 (110 µg/m<sup>3</sup> come media mobile di 8 ore).

Vi è da rilevare che la presenza di questo inquinante è elevata su tutto il territorio nazionale e regionale e che, stante la natura e le origini dello stesso, interventi atti a ridurre la presenza necessitano di azioni da effettuare in ambiti territoriali ben maggiori di quello comunale. Sono inoltre stati registrati in alcune occasioni superamenti degli standards di qualità dell'aria. Relativamente agli anni 2000 – 2002, pur essendo stato ridotta l'intensità del monitoraggio e quindi l'attendibilità delle considerazioni relative, è possibile affermare che i valori di ozono si sono mantenuti su livelli relativamente ridotti se confrontati con gli anni precedenti. Va precisato infatti che, anche se negli ultimi anni si è proceduto ad una riduzione da due ad uno degli analizzatori, riducendone anche il periodo di copertura temporale, i dati raccolti, integrati per la valutazione con gli altri della rete di monitoraggio possono essere considerati comunque sufficientemente rappresentativi per definire, con sufficiente approssimazione, la situazione cittadina. I valori registrati in città sono stati storicamente sempre inferiori o comunque comparabili (come logico aspettarsi data la natura di questo inquinante) a quelli registrati nella stazione di Porcari i cui valori possono pertanto essere utilizzati, per maggiori approfondimenti per la valutazione dei tassi di ozono cittadini.



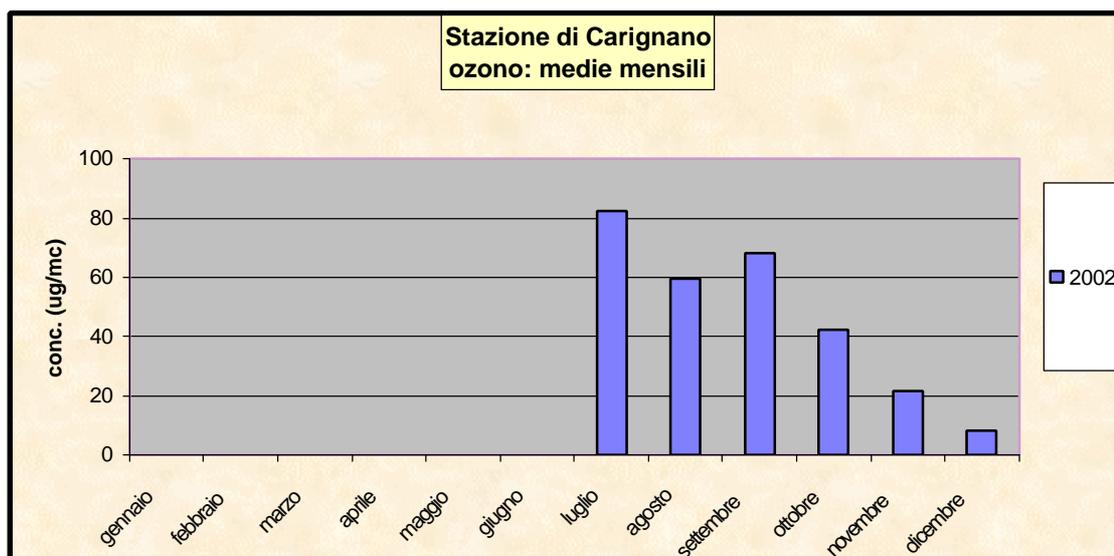
<sup>1</sup> Periodo di monitoraggio: luglio –dicembre 2002.



**Numero superamenti del livello di protezione della salute previsto dal D.M. 16 maggio 1996 (120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  come media trascinata di 8 ore)**

n° complessivo superamenti Spalti di S. Frediano			n° complessivo superamenti: Lucca - via Passaglia		
Anno	1995	362	Anno	1995	//
	1996	87		1996	//
	1997	136		1997	//
	1998	239		1998	0
	1999	88		1999	46
	2000	///		2000	0
	2001	///		2001	89
	2002	///		2002	0

n° complessivo superamenti: Lucca - viale Carducci		
Anno	1995	0
	1996	0
	1997	0



### Idrocarburi non metanici

I valori registrati si attestano su livelli che possono considerarsi mediamente abbastanza elevati. Dall'analisi dei dati pare lecito attribuire un peso notevole alla presenza di questa classe di inquinanti nelle aree urbane anche in questo caso al traffico veicolare (che, si ricorda ancora, ha la caratteristica di concentrare le proprie emissioni in aree molto circoscritte corrispondenti alle principali arterie di comunicazione). Non trascurabile risulta però anche il contributo di altre fonti emissive (industriali, naturali e da riscaldamento domestico nei periodi invernali). Infatti la presenza di idrocarburi si è rilevata anche qui elevata presso le aree sottoposte a forti flussi veicolari ma si è attestata su valori non indifferenti anche presso le altre aree monitorate a riprova (in accordo con le elaborazioni effettuate per la creazione dell'inventario provinciale delle emissioni) del peso assunto dalle altre fonti emissive (più rilevanti del traffico ma distribuite in maniera molto più uniforme sul territorio).

Per questa classe di inquinanti non vi sono limiti normativi specifici (esisteva solo uno standard di qualità che pone a  $300 \text{ ug/m}^3$  come media di tre ore la concentrazione massima ammissibile in presenza di superamenti contemporanei dei limiti previsti per l'ozono) anche perché le informazioni ottenibili da tali dati non sono direttamente correlabili con gli effetti sanitari. Infatti la composizione delle miscele complessivamente monitorate può essere estremamente diversificata in funzione delle aree di provenienza e pertanto concentrazioni analoghe possono avere effetti sanitari estremamente diversificati.

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i risultati dei rilevamenti eseguiti. Si tenga presente, nella valutazione di tali dati, che gli analizzatori utilizzati sono facilmente soggetti a guasti e pertanto il relativo numero dei dati raccolti è sensibilmente inferiore a quello ottenuto con le

altre classi di analizzatori. Pertanto, per poter permettere ugualmente un confronto immediato, almeno indicativo, degli andamenti annuali, è stato necessario allargare considerevolmente i parametri di riferimento utilizzati per considerare come sufficienti la distribuzioni temporali ottenute. Tale approssimazione nelle elaborazioni è comunque mitigata dal fatto che, tra tutti gli inquinanti monitorati, gli idrocarburi non metanici sono quelli che hanno dimostrato le minori oscillazioni stagionali. L'assenza di dati per periodi prolungati di ciascun anno di riferimento incide pertanto sulla distribuzione annuale in maniera meno accentuata che per altri inquinanti.

**ANNO 1995, inquinante: Idrocarburi non metanici, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	massimo annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				300	600	900	1200	1500
Ponte a Moriano	3480	183	1438	7.2	0.5	0.05	0.03	0.0
Lucca-S. Micheletto	3428	228	1491	26.2	3.4	0.76	0.2	0.0
Lucca- v.le Carducci	4954	486	2095	78.5	22.6	5.8	1.9	0.6

**ANNO 1996, inquinante: Idrocarburi non metanici, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	massimo annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				300	600	900	1200	1500
Ponte a Moriano	7307	217	2780	14.9	0.8	0.3	0.2	0.1
Lucca-S. Micheletto	3256	142	1545	15.4	2.2	0.3	0.1	0.03
Lucca- v.le Carducci	6695	408	2933	57.2	17.3	6.3	2.5	1.0

**ANNO 1997, inquinante: Idrocarburi non metanici, tempo di mediazione : 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	massimo annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				300	600	900	1200	1500
Ponte a Moriano	4197	189	1237	6.9	0.4	0.1	0.02	0.0
Lucca- v.le Carducci	5931	438	2664	68.7	22.0	8.5	3.3	1.5
Lucca-v.le Passaglia	2915	229	1359	17.8	1.1	0.1	0.03	0.0
Lucca-v.le Castracani	4600	447	2805	66.5	27.9	10.7	4.3	1.8

**ANNO 1998, inquinante: Idrocarburi non metanici, tempo di mediazione : 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	massimo annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				300	600	900	1200	1500
Lucca- v.le Carducci	4970	446	3155	67.3	23.8	7.9	2.8	1.1
Lucca-Spalti di S.Frediano*	3202	138	1244	14.0	1.2	0.2	0.1	0.0
Lucca-v.le Passaglia	4348	177	833	9.4	0.6	0.0	0.0	0.0
Lucca-v.le Castracani	5531	739	2993	97.3	66.4	18.4	5.1	1.8

\*L'analizzatore è entrato in servizio nel mese di giugno

**ANNO 1999, inquinante: Idrocarburi non metanici, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	massimo annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				300	600	900	1200	1500
Lucca- v.le Carducci	6222	309	2333	43.7	7.2	2.5	0.9	0.2
Lucca-Spalti di S.Frediano	4371	200	1144	16.4	1.6	0.1	0.0	0.0
Lucca-v.le Passaglia	2525	ns	1341	12	0.5	0.1	0.01	0.0
Lucca-v.le Castracani	4380	657	1999	99	51	17	4.2	0.9

**ANNO 2000, inquinante: Idrocarburi non metanici, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	massimo annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				300	600	900	1200	1500
Lucca- v.le Carducci	2416	ns	1410	55.8	4.7	0.8	0.2	0.0
Lucca-Spalti di S.Frediano	1804	ns	ns	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Lucca-v.le Passaglia	933	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**ANNO 2001, inquinante: Idrocarburi non metanici, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	massimo annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				300	600	900	1200	1500
Lucca- v.le Carducci	2991	ns	1351	47.5	4.9	0.2	0.03	0.0
Lucca-v.le Passaglia	5629	195	917	15.1	0.8	0.01	0.0	0.0

**ANNO 2002, inquinante: Idrocarburi non metanici, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	massimo annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				300	600	900	1200	1500
Lucca-v.le Castracani	3141	277	985	40.1	3.4	0.01	0.0	0.0
Lucca-v.le Passaglia	3688	247	1514	19.7	3.9	1.1	0.2	0.01

**Ossidi di azoto**

Per tale classe di inquinanti non si sono mai verificati casi di mancato rispetto della normativa vigente nè sono ragionevolmente prevedibili in futuro episodi di inquinamento acuto.

Le stazioni presso cui sono stati registrati i valori più elevati sono ancora quelle ubicate in aree soggette ai maggiori flussi di traffico.

Si riportano di seguito le distribuzioni dei dati valutata negli anni di riferimento.

**ANNO 1995, inquinante NO<sub>2</sub>, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	50° pc (µg/m <sup>3</sup> )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				25	50	75	100	150
Ponte a Moriano	6570	48	43	83.4	38.4	13.6	4.6	0.5
Lucca-S. Micheletto	7269	45	43	84.6	37.1	8.0	1.5	0.2
Lucca-Spalti di S. Frediano	6443	31	28	56.8	20.1	4.2	0.9	0.0
Lucca- v.le Carducci	6340	56	55	91.9	57.6	20.6	4.7	0.2

**ANNO 1996 inquinante NO<sub>2</sub>, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	50° pc (µg/m <sup>3</sup> )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				25	50	75	100	150
Ponte a Moriano	7202	39	35	76.8	20.0	3.6	0.7	0.05
Lucca-S. Micheletto*	4031	Ns	50	87.2	49.1	14.8	2.9	0.1
Lucca-Spalti di S. Frediano	6138	23	15	32.3	9.1	1.9	0.4	0.03
Lucca- v.le Carducci	7716	54	52	90.9	53.5	17.1	3.2	0.2

- stazione fuori servizio nel mese di agosto

**ANNO 1997 inquinante NO<sub>2</sub>, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	50° pc (µg/m <sup>3</sup> )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				25	50	75	100	150
Ponte a Moriano*	4624	n.s.	n.s.	79.3	24.8	4.5	0.5	0.0
Lucca-S. Micheletto**	3534	n.s.	34	70.4	17.5	5.3	1.2	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano	7069	32	29	58.3	17.8	2.6	0.2	0.0
Lucca- v.le Carducci	7748	48	47	89.1	43.4	9.1	1.0	0.1
Lucca-v.le Castracani	7431	39	36	74.6	24.3	7.0	1.6	0.0
Lucca -v.le Passaglia***	5617	37	34	69.6	23.9	4.3	0.5	0.02

\* La stazione ha cessato il servizio nel luglio 1997    \*\* La stazione è rientrata in servizio nel luglio 1997

\*\*\* Periodo di monitoraggio: aprile-dicembre

**ANNO 1998 inquinante NO<sub>2</sub>, tempo di mediazione : 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	50° pc (µg/m <sup>3</sup> )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				25	50	75	100	150
Lucca-S. Micheletto	5266	51	42	82.4	35.4	12.8	2.6	0.1
Lucca-Spalti di S. Frediano	6793	35	33	63.1	24.7	5.5	1.4	0.1
Lucca- v.le Carducci	8047	51	49	90.4	48.6	12.4	1.9	0.3
Lucca-v.le Castracani	7320	37	35	74.7	19.8	2.4	0.2	0.04
Lucca-v.le Passaglia	5811	39	33	65.9	25.9	6.8	0.0	0.0

**ANNO 1999 inquinante NO2, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	50° pc ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				25	50	75	100	150
Lucca-S. Micheletto	7732	28	26	52.9	5.7	0.3	0.03	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano	7233	31	25	50.1	17.9	5.5	1.2	0.1
Lucca- v.le Carducci	7879	45	42	81	37.5	10.0	1.9	0.1
Lucca-v.le Castracani	6955	48	46	87.2	41.9	11.7	2.7	0.1
Lucca-v.le Passaglia	274	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**ANNO 2000 inquinante NO2, tempo di mediazione: 1 ora**

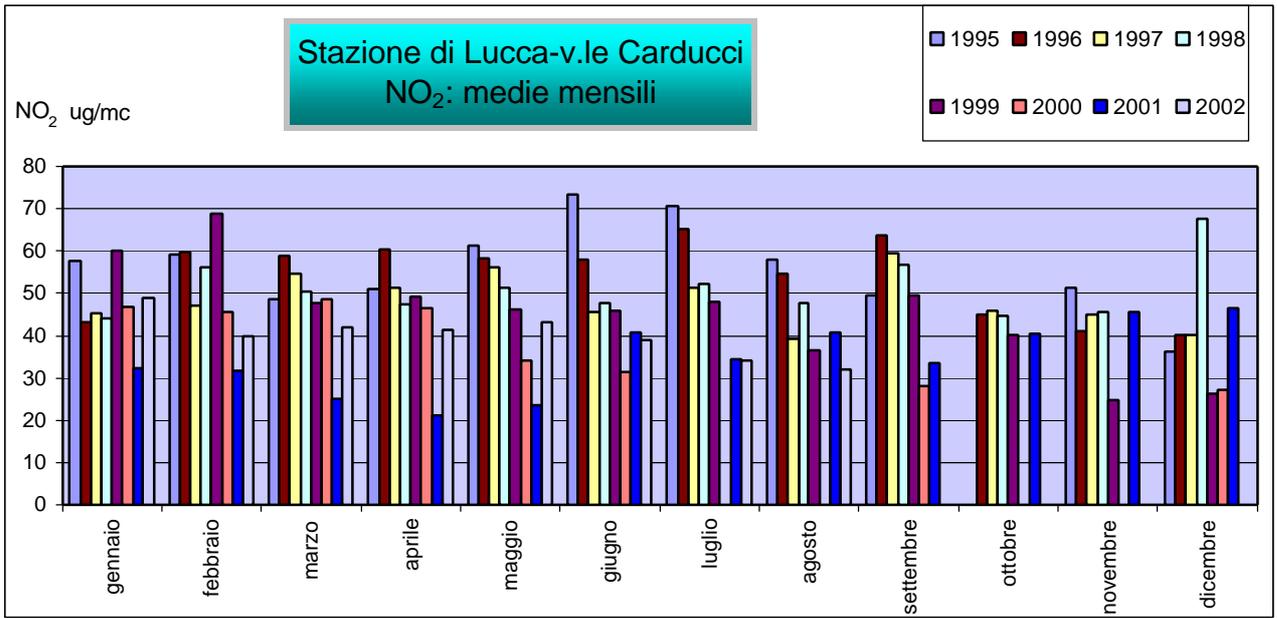
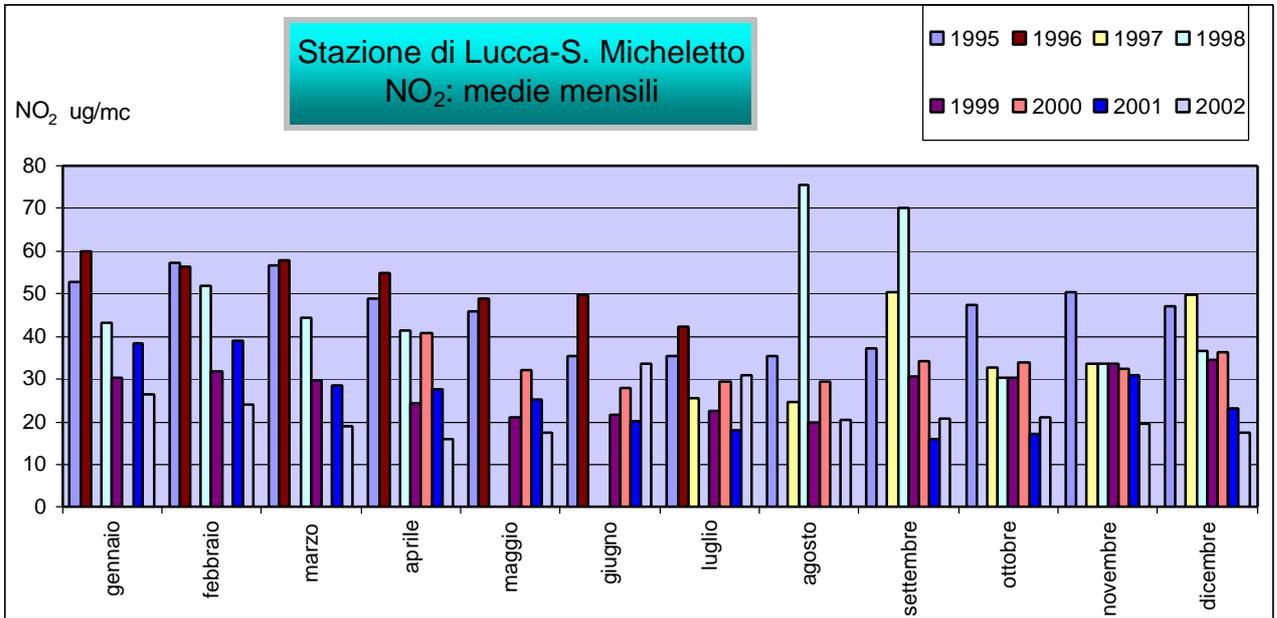
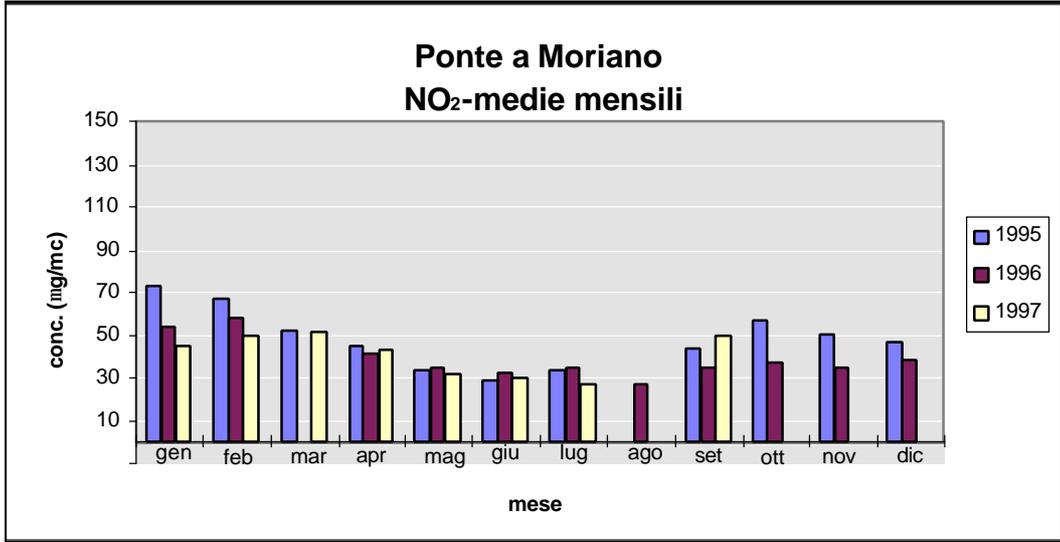
Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	50° pc ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	98° pc ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
					25	50	75	100	150
Lucca-S. Micheletto	5257	34	32	72	67.5	12.7	1.5	0.3	0.0
Lucca-Spalti di S. Frediano	5123	54	52	88	99.6	56.9	7.5	0.7	0.0
Lucca- v.le Carducci	4943	Ns	38	60	82.0	16.6	0.1	0.0	0.0
Lucca-v.le Castracani	5885	49	47	95	91.6	42.2	9.1	1.3	0.0

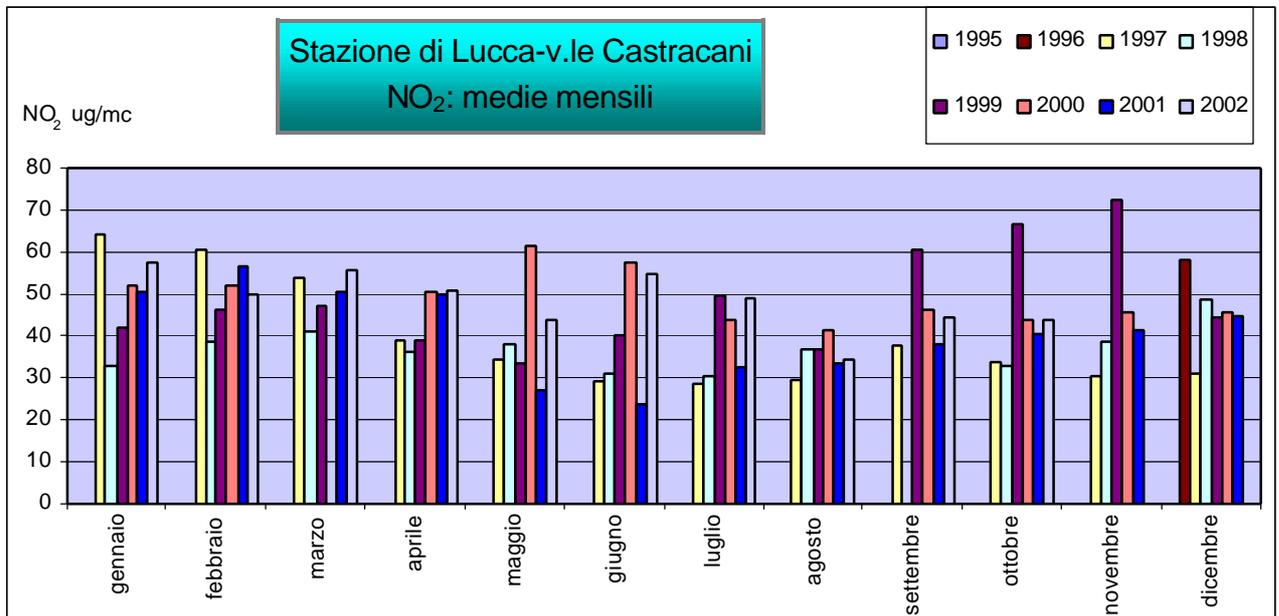
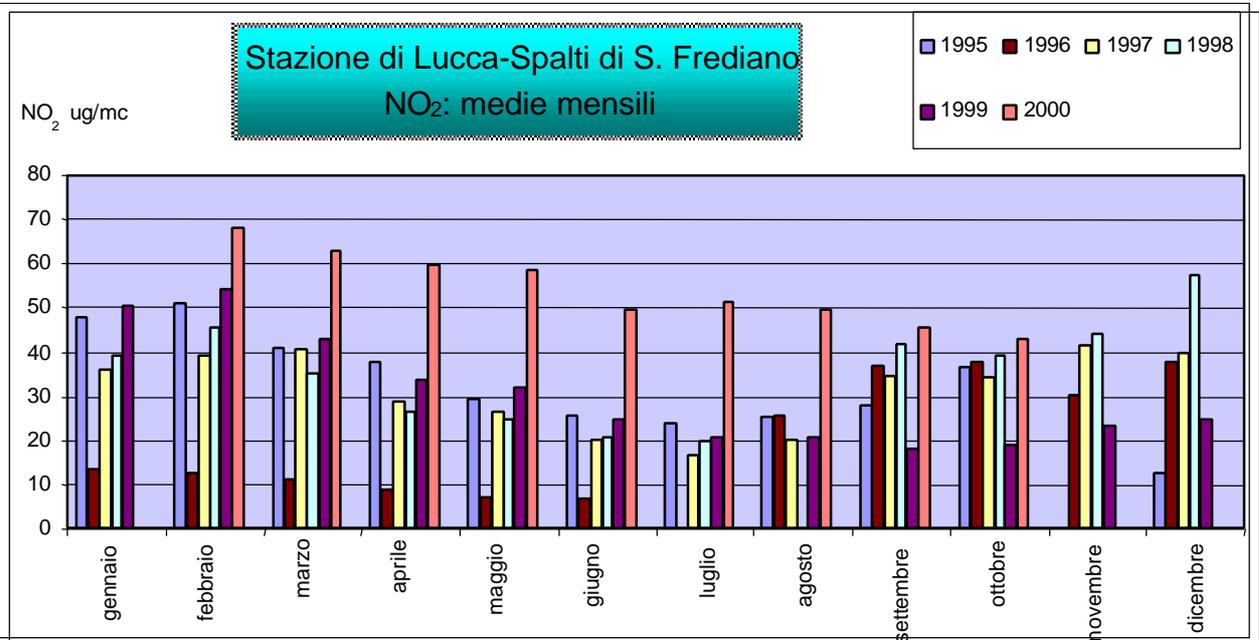
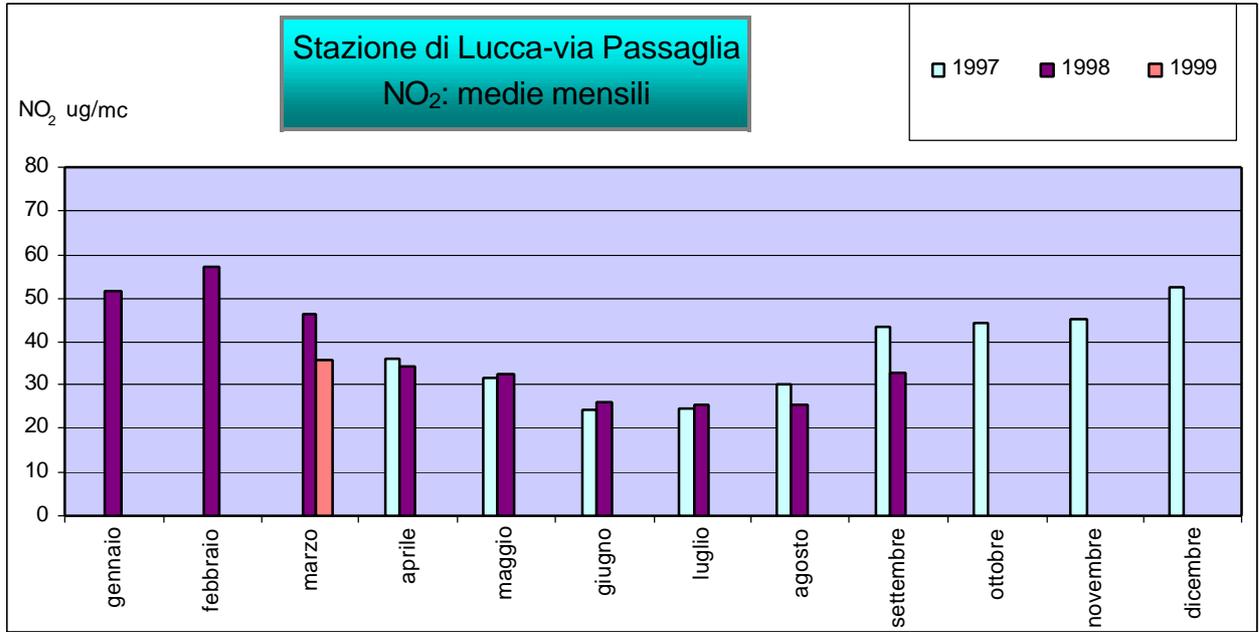
**ANNO 2001, inquinante NO2, tempo di mediazione:1 ora**

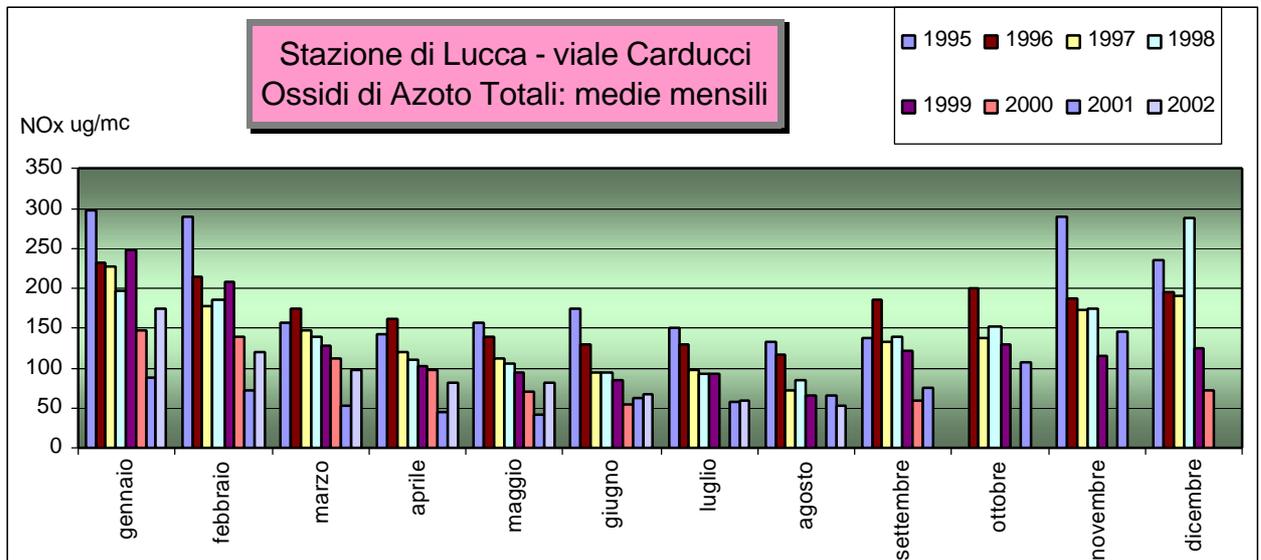
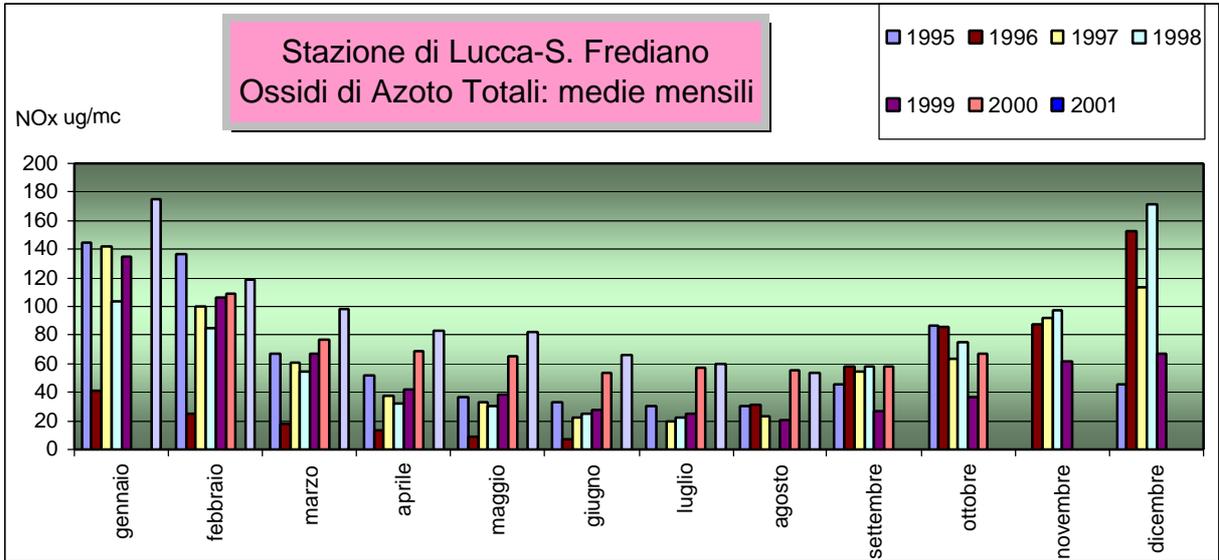
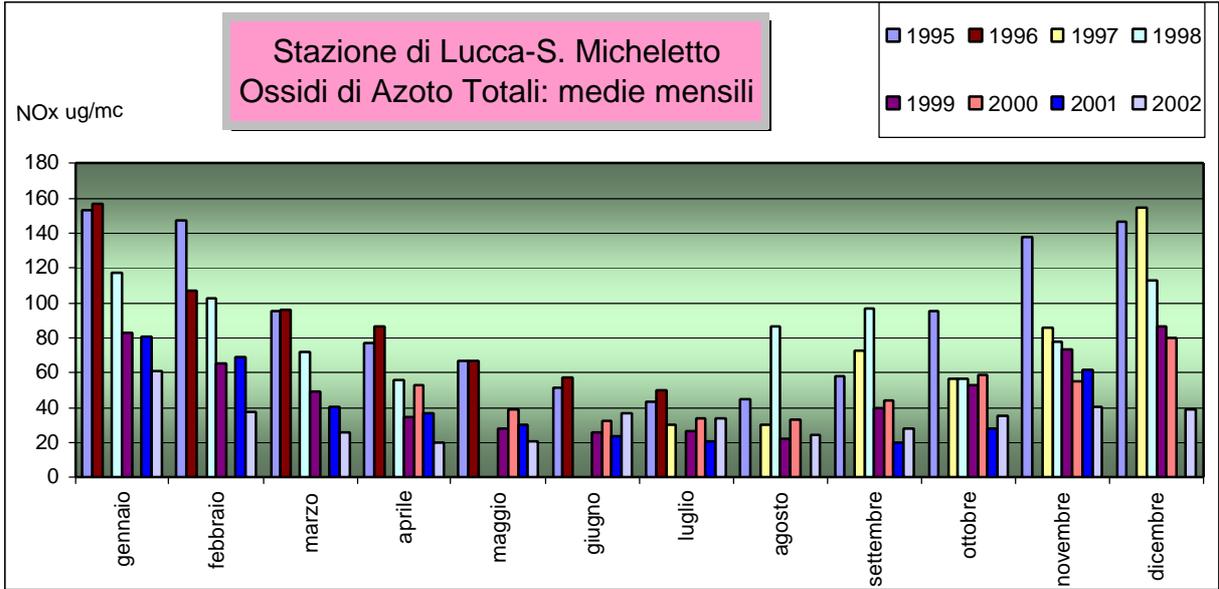
Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	50° pc ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	98° pc ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
					25	50	75	100	150
Lucca-S. Micheletto	7288	26	23	55	44.2	4.0	0.1	0.0	0.0
Lucca- v.le Carducci	7489	35	34	65	73.4	12.6	0.7	0.2	0.0
Lucca-v.le Castracani	7491	40	38	81	76.6	26.4	3.4	0.1	0.0

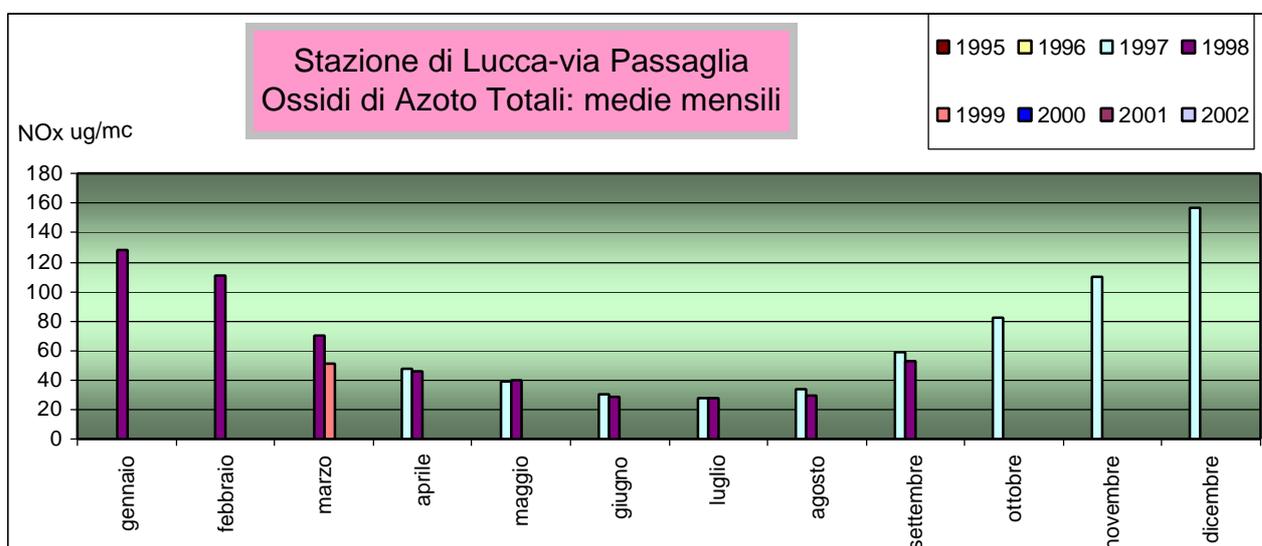
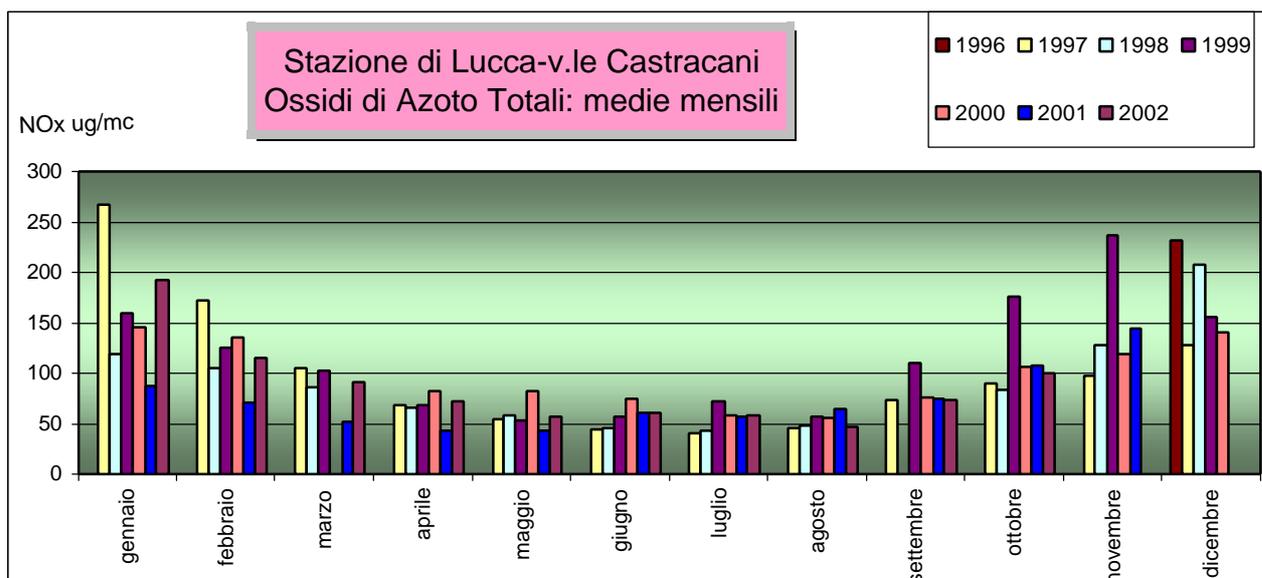
**ANNO 2002, inquinante NO2, tempo di mediazione:1 ora**

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	50° pc ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	98° pc ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
					25	50	75	100	150
Lucca-S. Micheletto	8011	22	20	52	27.7	1.1	0.1	0.0	0.0
Lucca- v.le Carducci	5210	40	39	70	89.7	7.4	0.8	0.0	0.0
Lucca-v.le Castracani	6625	48	47	87	91.7	26.4	6.3	0.3	0.0









Per questa categoria di inquinanti i benefici apportati dalla modernizzazione del parco veicoli circolante non sembrano accentuati come quelli registrati per il monossido di carbonio. Infatti, il trend in essere, pur orientato sostanzialmente verso una complessiva riduzione della presenza di tali sostanze, non appare completamente omogeneo su tutte le postazioni, come possibile osservare dalle distribuzioni delle concentrazioni annuali prese. Con riferimento alle due stazioni maggiormente interessate da consistenti flussi di traffico si può infatti osservare che mentre appare marcata la riduzione presso la postazione di v.le Carducci (nei cui pressi si è però assistito a partire dalla seconda metà del 2000 ad interventi sul traffico che lo hanno notevolmente fluidificato) e S.Micheletto (dove frequentemente si è assistito a variazioni dei flussi di traffico negli ultimi anni), altrettanto nette non sono state le variazioni registrate presso la stazione di v.le Castracani. In quest'ultima postazione, pur non potendosi osservare un trend

delineato per quanto attiene i valori medi di periodo, si sono ridotti progressivamente negli anni in modo significativo i valori di punta.

In tutto il periodo di monitoraggio non si sono mai raggiunti valori prossimi ai livelli di attenzione e sono stati sempre rispettati i relativi standards di qualità.

Relativamente all'anno 2002 il limite di valore medio annuale per l'NO<sub>2</sub> previsto dalle direttiva 1999/30/CE (40 µg/m<sup>3</sup> con margine di tolleranza a decrescere che per il 2002 è stato pari a 16 µg/m<sup>3</sup>) è risultato sostanzialmente rispettato. Rispettato è stato anche il valore limite orario (200 µg/m<sup>3</sup> da non superarsi più di 18 volte l'anno).

## Anidride solforosa

I dati relativi a questo inquinante sono piuttosto rassicuranti. Nel corso del periodo di monitoraggio i valori rilevati sono sempre stati estremamente ridotti e ben inferiori ai limiti imposti dalla normativa. In generale i valori rilevati si sono aggirati ai limiti della sensibilità della strumentazione disponibile.

Il confronto con i futuri limiti che prevedibilmente verranno adottati in seguito all'applicazione del Dlgs. 351/99 evidenzia valori abbondantemente inferiori ai limiti imposti.

Inquinante : **Biossido di Zolfo** in µg/m<sup>3</sup>; Tempo di mediazione: 24 ore;  
Periodo osservazione: anno; Periodo di rilevamento: da 01.04.1995 a 31.03.1996;

Ubicazione	Anno					Semestre invernale			
	N. dati	Mediana	98° pc	Media	S	N. dati	Mediana	Media	S
Ponte a Moriano Lucca	245	10	53	13	11.7	165	9	11	7.6
Lucca - S. Micheletto	298	8	37	11	9.0	128	9	10	8.8
Lucca - v.le Carducci	278	18	57	21	12.7	142	15	16	6.8
Lucca-Spalti di S. Frediano	191	6	40	10	9.9	117	6	8	6.9

Inquinante : **Biossido di Zolfo** in µg/m<sup>3</sup>; Tempo di mediazione: 24 ore;  
Periodo osservazione: anno; Periodo di rilevamento: da 01.04.1996 a 31.03.1997;

Ubicazione	Anno					Semestre invernale			
	N. dati	Mediana	98° pc	Media	S	N. dati	Mediana	Media	S
Ponte a Moriano - Lucca	320	4	12	5	4.2	176	4	4.9	3
Lucca-v.le Carducci	302	3	10	3	2.6	175	3	3	2
Lucca-Spalti di S. Frediano	243	2	8	2	2.0	173	2	2	2

Inquinante : **Biossido di Zolfo** in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Tempo di mediazione: 24 ore;  
 Periodo osservazione: anno; Periodo di rilevamento: da 01.04.1997 a 31.03.1998;

Ubicazione	Anno					Semestre invernale			
	N. dati	Mediana	98° pc	Media	S	N. dati	Mediana	Media	S
Ponte a Moriano Lucca	111	Ns	6	Ns	1.8	nd	nd	nd	nd
Lucca - via Elisa	230	1	4	1	0.8	155	1	1	0.8
Lucca - v.le Carducci	356	2	6	2	1.6	91	3	3	1.3
Lucca-Spalti di S. Frediano	319	1	7	2	1.8	150	2	2	2.2
Lucca - v.le Castracani	193	6	28	7	7.0	166	6	8	7.3
Lucca - via Passaglia	375	3	13	4	3.6	166	6	8	7.3

Inquinante : **Biossido di Zolfo** in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Tempo di mediazione: 24 ore;  
 Periodo osservazione: anno; Periodo di rilevamento: da 01.04.1998 a 31.03.1999;

Ubicazione	Anno					Semestre invernale			
	N. dati	Mediana	98° pc	Media	S	N. dati	Mediana	Media	S
via Elisa - Lucca	322	1	6	2	1.5	173	1	2	1.0
v.le Carducci - Lucca	181	3	8	2	3.0	138	3	3	2.0
Spalti di S. Frediano-Lucca	336	1	3	1	0.9	175	1	1	0.8
v.le Passaglia- Lucca	154	2	9	2	2.5	106	1	2	2.7
v.le Castracani - Lucca	308	4	31	8	6.2	148	6	88	9.5

Inquinante : **Biossido di Zolfo** in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Tempo di mediazione: 24 ore;  
 Periodo osservazione: anno; Periodo di rilevamento: da 01.04.1999 a 31.03.2000;

Ubicazione	Anno					Semestre invernale			
	N. dati	Mediana	98° pc	Media	S	N. dati	Mediana	Media	S
via Elisa - Lucca	291	1	3	1	1.0	150	1	2	1.1
v.le Carducci - Lucca	323	1	6	1	1.6	159	2	2	1.7
Spalti delle Mura - Lucca	280	0	7	1	1.7	122	2	2	2.2
v.le Passaglia- Lucca	298	1	12	2	2.8	144	1	2	3.7
v.le Castracani - Lucca	313	0	2	0	0.7	153	0	0	0.9

Inquinante : **Biossido di Zolfo** in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Tempo di mediazione: 24 ore;  
 Periodo osservazione: anno; Periodo di rilevamento: da 01.04.2000 a 31.03.2001;

Ubicazione	Anno					Semestre invernale			
	N. dati	Mediana	98° pc	Media	S	N. dati	Mediana	Media	S
via Elisa – Lucca	142	ns	Ns	ns	ns	40	ns	ns	ns
v.le Carducci - Lucca	221	1	8.	2	2.2	52	ns	ns	ns
Spalti di S. Frediano – Lucca	162	ns	6	ns	ns	39	ns	ns	ns
v.le Passaglia- Lucca	360	0	3	0	0.8	180	0	0	0.8
v.le Castracani - Lucca	317	0	1	0	0.5	147	0	0	0.6

Inquinante : **Biossido di Zolfo** in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Tempo di mediazione: 24 ore;  
 Periodo osservazione: anno; Periodo di rilevamento: da 01.04.2001 a 31.03.2002;

Ubicazione	Anno					Semestre invernale			
	N. dati	Mediana	98° pc	Media	S	N. dati	Mediana	Media	S
via Elisa – Lucca	358	1	4	1	1.1	181	2	2	1.0
v.le Carducci - Lucca	153	2	8	2	1.8	84	3	3	1.9
v.le Passaglia- Lucca	357	0	4	1	1.0	178	0	1	1.3
v.le Castracani - Lucca	348	0	5	1	1.5	172	1	2	1.8

Inquinante : **Biossido di Zolfo** in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Tempo di mediazione: 24 ore;  
 Periodo osservazione: anno; Periodo di rilevamento: da 01.04.2002 a 31.03.2003;

Ubicazione	Anno					Semestre invernale			
	N. dati	Mediana	98° pc	Media	S	N. dati	Mediana	Media	S
via Elisa – Lucca	356	1	2	1	0.7	178	1	1	0.7
v.le Passaglia- Lucca	284	1	3	1	0.9	102	1	1	0.7
v.le Castracani - Lucca	351	0	3	0	0.8	177	0	0	0.7

### **Idrocarburi aromatici: benzene, etilbenzene, toluene, xilene**

Per quanto concerne questi inquinanti il primo analizzatore automatico è stato installato presso la stazione di Lucca – viale Carducci nel gennaio 2003 e pertanto la serie storica disponibile è attualmente alquanto limitata. In passato sono però stati effettuati alcuni campionamenti specifici in vari siti cittadini.

In particolare è stata condotta, tra il 2001 ed il 2002 una campagna di ampio raggio (della durata di dodici mesi) sull'area urbana utilizzando campionatori passivi.

L'indagine dei BTEX è stata effettuata utilizzando campionatori passivi testati dal CNR di Roma per un numero complessivo di 132 campioni raccolti nell'arco di un anno. I periodi di campionamento, riportati in dettaglio di seguito e variabili anche a seconda delle caratteristiche delle singole zone, sono stati mediamente di 20–25 giorni. I dati ottenuti rappresentano pertanto i valori medi ciascun periodo di monitoraggio.

I campioni raccolti sono stati successivamente sottoposti ad analisi strumentale gascromatografica, con rivelatore di tipo FID.

Le aree soggette ad indagine, selezionate in funzione della rappresentatività delle differenti situazioni presenti nell'area cittadina, sono state classificate e suddivise in tre categorie differenti e, a seconda della classificazione, su ognuna si è proceduto ad effettuare campionamenti ad intervalli temporali diversi. I criteri con cui sono state distinte le postazioni, l'esatta localizzazione e le modalità di campionamento sono i seguenti:

- 1) postazioni definite di gruppo A: ubicate presso le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria per permettere di ottenere dati confrontabili con gli altri inquinanti monitorati e perché la distribuzione delle stazioni può risultare già di per sé rappresentativa dell'area urbana della città. Presso tali postazioni è stato effettuato un campionamento per ciascun mese dell'anno della campagna di rilevamento;
- 2) postazioni definite di gruppo B: ubicate in aree soggette ad intensi flussi di traffico (e pertanto quelle per le quali erano prevedibili le maggiori concentrazioni di tali inquinanti). I relativi campionamenti sono stati effettuati con cadenza bimestrale.
- 3) Postazioni definite di gruppo C: ubicate in zone residenziali ad alta densità, soggette solo indirettamente a flussi autoveicolari rilevanti e dove sono stati effettuati con cadenza trimestrale i campionamenti.

Alcuni campionamenti ulteriori sono effettuati per una serie di verifiche della metodologia adottata e per ampliare la copertura territoriale dell'indagine.

In particolare 12 singoli campionamenti sono stati effettuati in altre postazioni urbane per ottenere ulteriori dati, anche di confronto con i siti principali scelti, sulla distribuzione spaziale cittadina. Altri 3 campionamenti sono stati effettuati in parallelo con altri ai fini di verificare l'attendibilità della metodologia analitica utilizzata mentre 5 sono stati effettuati sulla collina di Carignano per controllare la presumibile scarsa rilevanza ambientale di questi inquinanti in aree verdi non influenzate dalle principali direttrici di traffico.

Le concentrazioni di BTEX rilevate sono risultate correlabili, come del resto atteso, per la massima parte al traffico autoveicolare. Mancano infatti nelle zone monitorate significativi insediamenti industriali che facciano uso di quantità di rilievo di solventi.

Tra le postazioni di tipo A la media generale (su base annua) più elevata si è riscontrata presso la postazione di Viale Carducci (circa  $5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), seguita da quella registrata presso la stazione di Viale Castracani. Entrambe le postazioni sorgono ai margini di strade ad elevata intensità di traffico. La più bassa invece si è rilevata presso la stazione collocata sugli Spalti di S. Frediano (attualmente dismessa), che sorgeva in area verde con lo scopo di rilevare l'inquinamento "di fondo" dell'area urbana. Per questa postazione in particolare la maggior parte dei dati ottenuti dai singoli campionamenti nei vari periodi sono risultati inferiori al limite di rilevabilità del metodo. Fanno eccezione gli ultimi tre campionamenti eseguiti in novembre, dicembre 2001 e gennaio 2002.

Concentrazioni medie relativamente modeste, che si collocano in una fascia di valori intermedi tra quelli riscontrati a S.Frediano e a Viale Castracani, sono state misurate nelle altre due postazioni del gruppo A, Via Elisa e Via Passaglia.

Tra le postazioni del raggruppamento B, i valori di media generale più elevati si riscontrano in Via Cavour e viale Matteo Civitali. Tra quelle del raggruppamento tipo C la più elevata si è registrata in corrispondenza della Porta S. Pietro, punto di passaggio del traffico in uscita dal centro storico.

Come si vede per tutti e tre i tipi di postazione i valori maggiori si riscontrano in corrispondenza di postazioni ubicate sulle principali vie di circonvallazione e sui principali assi viari del traffico cittadino.

Tra le postazioni aggiuntive spicca per valore medio più elevato la postazione di Viale Marconi, zona stadio, anch'essa ubicata sulla tangenziale e caratterizzata dalla vicinanza di alcuni impianti di distribuzione carburanti. Leggermente più bassa la media generale registrata presso il passaggio a livello di Viale Castracani e ancora inferiori le due misure effettuate a via Barbantini.

A Piazzale Verdi, nonostante la presenza di un bus terminal e di un certo volume di traffico in entrata alla città, il campionamento, effettuato nel mese di novembre (ossia in periodo relativamente critico, anche se non il peggiore, a livello stagionale per la presenza di inquinanti aeriformi), ha evidenziato concentrazioni abbastanza modeste sia per il Benzene sia per gli altri COV.

Tutti inferiori al minimo quantificabile i valori di Benzene rilevati presso la cabina di rilevamento di Carignano, ai quali sono associati i valori minimi anche di tutti gli altri inquinanti organici volatili monitorati, come ci si poteva attendere, dato che la stazione è ubicata in zona collinare extraurbana.

## I dati rilevati

Postazioni di gruppo A.

Stazione	Cabina di rilevamento di Via Passaglia	Cabina di rilevamento Spalti di S. Frediano	Cabina di rilevamento di Viale Carducci	Cabina di rilevamento di Via Elisa	Cabina di rilevamento di Viale Castracani
Periodo	16/02/01-07/03/01	16/02/01-07/03/01	16/02/01-07/03/01	16/02/01-07/03/01	16/02/01-07/03/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	2.1	<0.1	5.6	3.0	4.5
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	11.2	7.9	23.4	14.2	19.6
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	<1.1	<1.1	4.1	2.5	3.3
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	3.4	2.3	13.2	7.3	10.7
Periodo	07/03/01-30/03/01	07/03/01-30/03/01	07/03/01-30/03/01	07/03/01-30/03/01	07/03/01-30/03/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.1	<0.1	3.7	1.8	2.7
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	8.7	4.4	17.6	10.4	14.3
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	<1.1	<1.1	3.2	1.9	2.5
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	4.0	1.4	10.9	5.7	8.1
Periodo	02/04/01-26/04/01	02/04/01-26/04/01	02/04/01-26/04/01	02/04/01-26/04/01	02/04/01-26/04/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.1	<0.1	4.0	1.6	2.5
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	7.1	4.4	16.7	10.1	12.4
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	1.4	<1.1	3.4	1.7	2.2
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	2.6	1.2	9.9	3.7	6.4
Periodo	02/05/01-30/05/01	02/05/01-30/05/01	02/05/01-30/05/01	02/05/01-30/05/01	02/05/01-30/05/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	1.3	<0.1	4.3	1.5	2.4
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	7.0	4.1	21.4	9.9	14.0
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	1.2	<1.1	3.9	1.4	2.4
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	2.9	1.2	11.9	4.4	6.9
Periodo	04/06/01-27/06/01	04/06/01-27/06/01	04/06/01-27/06/01	04/06/01-27/06/01	04/06/01-27/06/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.1	<0.1	3.3	<0.1	2.2
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	5.2	2.6	16.1	6.8	10.7
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	<1.1	<1.1	2.8	<1.1	1.8
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.5	<0.5	9.1	2.3	6.2
Periodo	03/07/01-31/07/01	03/07/01-31/07/01	03/07/01-31/07/01	03/07/01-31/07/01	03/07/01-31/07/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.1	<0.1	3.6	<0.1	1.7
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	5.6	3.5	20.5	6.0	10.9
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	<1.1	<1.1	3.0	<1.1	1.9
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	1.5	0.9	10.7	1.6	5.6
Periodo	08/08/01-31/08/01	08/08/01-31/08/01	08/08/01-31/08/01	08/08/01-31/08/01	08/08/01-31/08/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.1	<0.1	2.4	<0.1	<0.1
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	4.7	3.2	14.2	6.8	8.1
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	<1.1	<1.1	2.4	<1.1	<1.1
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	1.4	<0.5	7.1	2.3	3.6

Stazione	Cabina di rilevamento di Via Passaglia	Cabina di rilevamento Spalti di S. Frediano	Cabina di rilevamento di Viale Carducci	Cabina di rilevamento di Via Elisa	Cabina di rilevamento di Viale Castracani
<b>Periodo</b>	05/09/01-28/09/01	05/09/01-28/09/01	05/09/01-28/09/01	05/09/01-28/09/01	05/09/01-28/09/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.1	<0.1	3.1	1.4	2.1
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	9.9	5.4	15.7	10.2	12.6
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	<1.1	<1.1	2.8	1.6	2.0
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	1.9	1.6	8.8	5.0	6.0
<b>Periodo</b>	03/10/01-31/10/01	03/10/01-31/10/01	03/10/01-31/10/01	03/10/01-31/10/01	03/10/01-31/10/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	2.0	<0.1	4.9	1.7	3.9
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	15.6	8.0	34.4	14.0	21.8
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	2.9	2.1	5.4	2.6	4.4
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	11.6	8.5	20.3	11.0	17.2
<b>Periodo</b>	07/11/01-30/11/01	07/11/01-30/11/01	07/11/01-30/11/01	07/11/01-30/11/01	07/11/01-30/11/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	3.6	2.2	6.8	4.6	7.3
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	18.2	8.9	28.0	20.8	34.9
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	2.8	1.3	5.6	3.4	5.2
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	8.6	4.4	17.3	10.5	15.0
<b>Periodo</b>	04/12/01-29/12/01	04/12/01-29/12/01	04/12/01-29/12/01	04/12/01-29/12/01	04/12/01-29/12/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	4.8	3.9	9.8	5.2	8.2
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	19.7	15.3	38.0	19.2	30.6
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	4.0	2.9	7.9	4.5	6.4
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	10.9	7.4	23.4	11.9	18.4
<b>Periodo</b>	02/01/02-31/01/02	02/01/02-31/01/02	02/01/02-31/01/02	02/01/02-31/01/02	02/01/02-31/01/02
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	6.1	4.3	9.2	5.4	9.4
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	23.0	15.1	34.0	22.3	38.2
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	4.5	3.1	6.7	4.4	7.4
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	12.6	7.6	19.9	12.5	22.4

### Postazioni di gruppo B.

Stazione	Viale Cavour lato opposto Questura	Pontetetto Viale S. Concordio lato opposto al civico 1866	S. Anna Viale G. Puccini lato opposto al distributore carburanti IP al civico 381	Viale Matteo Civitali nei pressi del civico 234	S. Vito Via Pesciatina nei pressi del civico 261	Antraccoli Via Romana nei pressi del civico 1540	S. Filippo nei pressi del civico 1567	Ponte a Moriano nei pressi dell'incrocio di Sesto di Moriano
<b>Periodo</b>	09/03/01-30/03/01	09/03/01-30/03/01	09/03/01-30/03/01	09/03/01-30/03/01	09/03/01-30/03/01	09/03/01-30/03/01	09/03/01-30/03/01	09/03/01-30/03/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	4.2	1.6	2.9	3.4	2.0	4.3	2.1	<0.1
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	20.3	12.3	15.8	15.7	11.9	20.9	13.2	6.3
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	3.9	1.6	2.9	2.9	1.6	3.9	2.0	<1.1
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	12.6	6.0	9.1	9.9	6.6	13.8	6.7	2.2
<b>Periodo</b>	02/05/01-30/05/01	02/05/01-30/05/01	02/05/01-30/05/01	02/05/01-30/05/01	02/05/01-30/05/01	02/05/01-30/05/01	02/05/01-30/05/01	31/05/01-29/06/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	3.0	3.1	2.9	3.8	2.6	3.6	3.4	<0.1
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	16.0	20.1	15.7	17.6	14.8	19.0	20.0	5.4
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	2.7	3.1	2.9	3.1	2.6	3.2	3.1	<1.1
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	8.4	9.6	8.0	9.8	7.7	9.7	9.6	1.7

Stazione	Viale Cavour lato opposto Questura	Pontetetto Viale S. Concordio lato opposto al civico 1866	S. Anna Viale G. Puccini lato opposto al distributore carburanti IP al civico 381	Viale Matteo Civitali nei pressi del civico 234	S. Vito Via Pesciatina nei pressi del civico 261	Antraccoli Via Romana nei pressi del civico 1540	S. Filippo nei pressi del civico 1567	Ponte a Moriano nei pressi dell'incrocio di Sesto di Moriano
Periodo	02/07/01- 31/07/01	02/07/01- 31/07/01	02/07/01- 31/07/01	02/07/01- 31/07/01	02/07/01- 31/07/01	02/07/01- 31/07/01	02/07/01- 31/07/01	02/07/01- 31/07/01
Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.3	1.6	1.8	2.1	1.2	1.8	1.3	<0.1
Toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	13.0	15.4	12.4	11.5	9.9	10.3	10.0	6.3
Etilbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.2	1.8	1.9	2.0	1.6	1.8	1.5	<1.1
Xilene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	6.9	5.7	5.7	5.5	4.4	5.7	4.5	1.7
Periodo	05/09/01- 29/09/01	05/09/01- 29/09/01	05/09/01- 29/09/01	05/09/01- 29/09/01	05/09/01- 29/09/01	05/09/01- 29/09/01	05/09/01- 29/09/01	05/09/01- 29/09/01
Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.7	1.4	2.0	3.2	1.6	2.1	<0.1	<0.1
Toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	20.5	16.3	17.8	21.8	13.6	14.7	8.8	5.7
Etilbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	6.4	4.7	5.2	6.2	5.0	2.6	<1.1	<1.1
Xilene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	11.1	8.0	8.6	12.2	7.2	7.9	3.1	1.6
Periodo	07/11/01- 30/11/01	07/11/01- 30/11/01	07/11/01- 30/11/01	07/11/01- 30/11/01	07/11/01- 30/11/01	07/11/01- 30/11/01	07/11/01- 30/11/01	07/11/01- 30/11/01
Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5.1	3.5	4.8	4.4	3.6	4.1	4.2	1.9
Toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	22.8	22.5	26.1	20.3	18.2	16.9	35.3	28.0
Etilbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	4.4	3.2	4.0	3.1	2.2	3.3	3.8	2.7
Xilene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	13.0	10.2	12.8	9.9	6.9	9.1	11.4	7.9
Periodo	05/01/02- 31/01/02	05/01/02- 31/01/02	05/01/02- 31/01/02	05/01/02- 31/01/02	05/01/02- 31/01/02	05/01/02- 31/01/02	05/01/02- 31/01/02	05/01/02- 31/01/02
Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	6.9	4.0	8.8	7.2	5.1	6.9	7.7	3.8
Toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	27.3	16.3	35.9	26.3	17.6	24.4	31.9	15.0
Etilbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5.4	3.1	7.3	5.5	3.8	4.7	6.1	2.8
Xilene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	14.8	7.3	20.2	15.4	9.7	12.6	16.1	6.2

I limiti di quantificazione sono riferiti all'esposizione di 30 giorni.

### Postazioni di gruppo C.

Stazione	Centro Storico ingresso Porta S. Pietro	S. Concordio Via Squaglia nei pressi del civico 254	Nave Via Secco nei pressi del civico 472	Zona Ospedale Via Borgognoni nei pressi del civico 88	S. Maria del Giudice piazza	Nozzano Castello piazza
Periodo	02/04/01-02/05/01	02/04/01-02/05/01	02/04/01-02/05/01	02/04/01-02/05/01	02/04/01-02/05/01	02/04/01-02/05/01
Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	4.1	2.4	0.8	1.6	1.5	<0.1
Toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	21.6	11.3	4.1	10.1	6.7	4.7
Etilbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	4.3	2.4	<1.1	1.5	1.3	<1.1
Xilene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	12.6	6.7	1.3	4.0	3.5	1.8
Periodo	02/07/01-31/07/01	02/07/01-31/07/01	02/07/01-31/07/01	02/07/01-31/07/01	08/08/01-05/09/01	02/07/01-31/07/01
Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.5	<0.1	<0.1	0.8	<0.1	<0.1
Toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	16.3	6.9	4.2	6.0	1.8	3.5
Etilbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.7	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1
Xilene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	8.9	2.8	0.9	2.8	<0.5	1.0

Periodo	01/10/01-31/10/01	01/10/01-31/10/01	01/10/01-31/10/01	01/10/01-31/10/01	01/10/01-31/10/01	01/10/01-31/10/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	3.7	2.4	<0.1	2.9	<0.1	0.9
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	25.8	16.9	9.2	16.2	5.7	7.3
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	7.1	5.0	1.5	3.0	<1.1	1.3
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	15.4	9.9	3.6	8.3	1.6	3.3
Periodo	02/01/02-31/01/02	02/01/02-31/01/02	02/01/02-31/01/02	02/01/02-31/01/02	02/01/02-31/01/02	02/01/02-31/01/02
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	5.4	7.8	3.4	4.9	1.9	4.0
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	20.3	29.7	11.5	16.9	6.4	13.4
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	4.3	6.2	2.4	3.5	<1.1	2.7
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	11.2	17.3	5.4	9.1	1.9	6.0

I limiti di quantificazione sono riferiti all'esposizione di 30 giorni.

Stazione	Carignano	Viale Marconi zona stadio	Viale Castracani passaggio a livello	Via Barbantini nei pressi del civico 152 lato strada	Via Barbantini nei pressi del civico 152 lato giardino	Via Brennero nei pressi del civico 894	Piazzale Verdi
Periodo	04/06/01- 30/06/01	05/09/01- 29/09/01	05/09/01- 29/09/01	11/04/01- 28/05/01	11/04/01- 28/05/01	07/11/01- 30/11/01	07/11/01- 30/11/01
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.1	2.3	1.4	2.1	1.1	2.9	3.4
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	1,5	13.4	12.3	9.8	6.1	120	17.8
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	<1.1	2.1	<1.1	1.6	0.8	1.6	2.6
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.5	6.9	3.4	4.5	2.2	5.3	8.3
Periodo	03/07/01- 31/07/01	01/10/01- 31/10/01	01/10/01- 31/10/01				
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.1	3.5	2.1				
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	2.3	20.2	13.4				
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	<1.1	3.4	1.9				
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.5	10.5	6.3				
Periodo	08/08/01- 31/08/01	07/11/01- 30/11/01	07/11/01- 30/11/01				
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.1	5.0	3.9				
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	4.3	27.1	23.6				
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	<1.1	4.5	3.1				
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.5	15.4	9.7				
Periodo	08/11/01- 30/11/01	04/12/01- 29/12/01	04/12/01- 29/12/01				
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.1	6.9	5.8				
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	5.0	26.1	20.3				
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	<1.1	6.6	4.4				
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.5	19.5	12.5				
Periodo	04/12/01- 29/12/01						
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.1						
Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	5.3						
Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	<1.1						
Xilene (µg/m <sup>3</sup> )	<0.5						

I dati rilevati hanno evidenziato un'ottima correlazione tra valori di BTX e concentrazioni medie di CO di periodo dove disponibili tali dati (stazioni di monitoraggio di viale Castracani e Piazza S. Michele): Tali correlazioni sono ben evidenziate dai grafici di seguito riportati.

Quasi ovunque fosse disponibile una serie di dati sufficienti per una valutazione si è potuto verificare inoltre una più che significativa correlazione tra le concentrazioni di Benzene, Toluene e Xilene che potrebbe essere giustificabile con l'ipotesi di una comune fonte emissiva di gran lunga prevalente (il traffico veicolare) sulle altre.

Si riportano di seguito i risultati di rilevamenti effettuati, anche con altre metodiche, negli anni 1998 e 1999. Pur con il limite derivante dal fatto che trattasi di periodi limitati di tempo di monitoraggio, il confronto tra i dati disponibili sembrerebbe evidenziare una significativa riduzione della presenza di BTX nel tempo (associabile al rinnovamento del parco veicoli circolante ed alla riduzione delle percentuali di composti aromatici presenti nelle benzine utilizzate).

Stazione	Lucca V.le Castracani	Lucca V.le Castracani
Periodo	13/09/99 - 10/11/99	10/11/99 - 27/12/99
Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	8.96	7.79
Toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	30.02	35.92
Etilbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	6.60	4.77
Xilene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	17.03	12.27

Stazione	Lucca Via Elisa	Lucca Via Elisa	Lucca Via Elisa
Periodo	05/07/99 - 13/09/99	13/09/99 - 10/11/99	10/11/99 - 27/12/99
Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3.12	4.36	6.08
Toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	9.70	15.14	16.05
Etilbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.06	3.14	3.28
Xilene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5.51	8.14	7.91

Stazione	Lucca Spalti S. Frediano	Lucca Spalti S. Frediano	Lucca Spalti S. Frediano
Periodo	03/07/99 - 13/09/99	13/09/99 - 10/11/99	10/11/99 - 27/12/99
Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.19	2.85	4.92
Toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3.79	5.81	10.14
Etilbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0.75	1.11	1.94
Xilene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.01	2.99	4.75

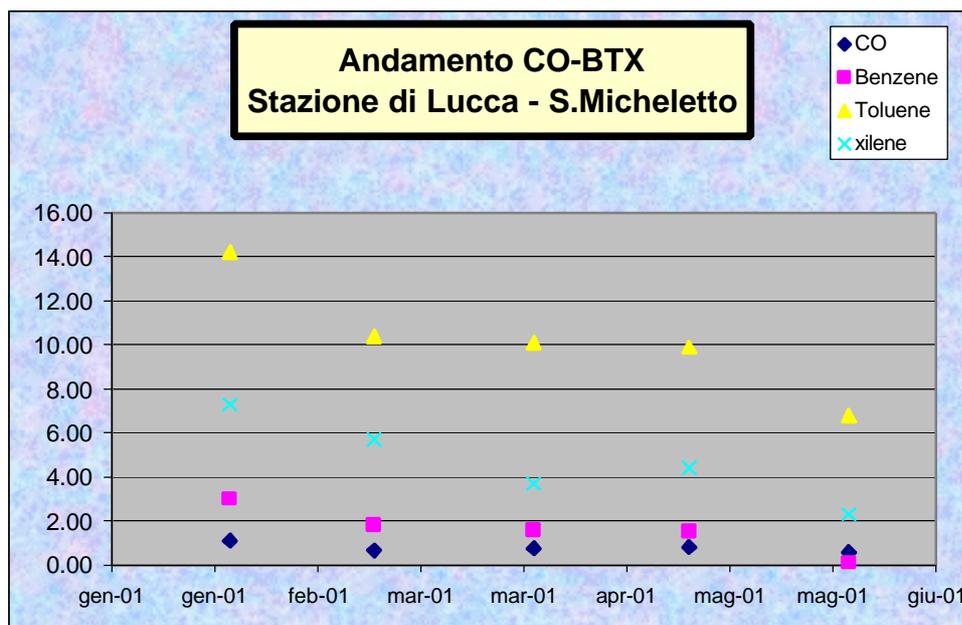
Stazione	Lucca V.le Carducci	Lucca V.le Carducci	Lucca V.le Carducci
Periodo	03/07/99 - 10/09/99	10/09/99 - 10/11/99	10/11/99 - 27/12/99
Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5.93	7.41	11.05
Toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	23.61	28.75	31.77
Etilbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5.35	6.51	6.86
Xilene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	15.59	17.34	16.64

<b>Benzene</b>			
<b>Stazione</b>	<b>N.campionamenti giornalieri</b>	<b>Media</b>	<b>Periodo di campionamento</b>
Castracani	27	10.9	20/05/98-29/07/98
Via Cavour	36	10.4	02/01/98-06/05/98
Spalti S.Frediano	28	6.2	03/03/98-11/05/98
S.Concordio	9	17.6	01/01/98-17/01/98
Viareggio	21	31.7	01/01/98-28/01/98

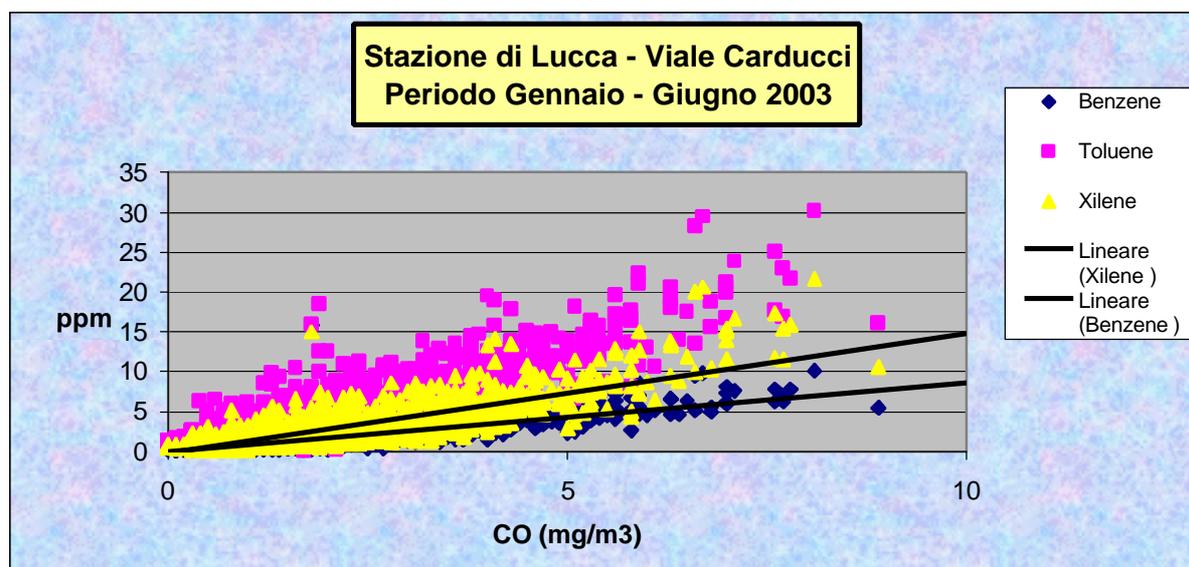
<b>Toluene</b>			
<b>Stazione</b>	<b>N.campionamenti giornalieri</b>	<b>Media</b>	<b>Periodo di campionamento</b>
Castracani	22	19.6	20/05/98-29/07/98
Via Cavour	36	16.8	02/01/98-06/05/98
Spalti S.Frediano	28	9.3	03/03/98-11/05/98
S.Concordio	9	32.6	01/01/98-17/01/98
Viareggio	21	74.3	01/01/98-28/01/98

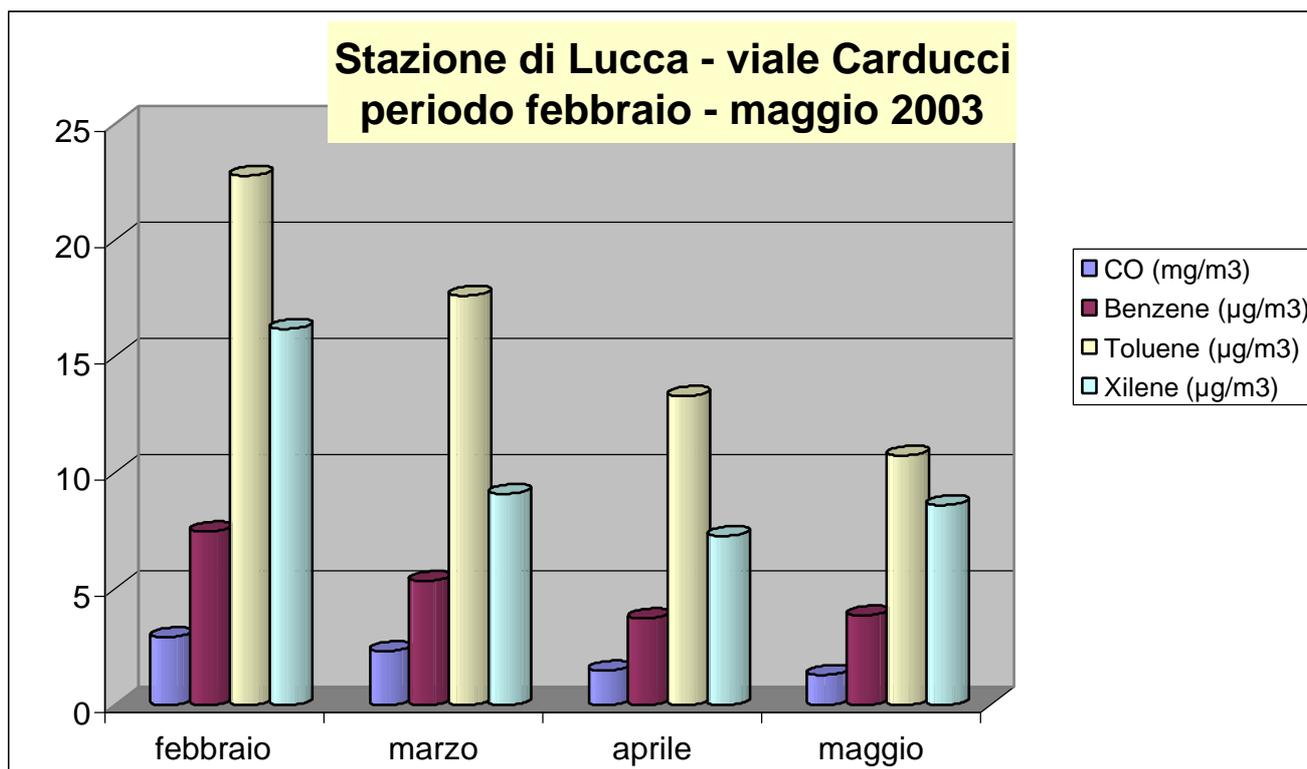
<b>Xilene</b>			
<b>Stazione</b>	<b>N.campionamenti giornalieri</b>	<b>Media</b>	<b>Periodo di campionamento</b>
Castracani	27	8.6	20/05/98-29/07/98
Via Cavour	36	9.1	02/01/98-06/05/98
Spalti S.Frediano	28	4.0	03/03/98-11/05/98
S.Concordio	9	14.6	01/01/98-17/01/98
Viareggio	21	38.9	01/01/98-28/01/98

<b>Etilbenzene</b>			
<b>Stazione</b>	<b>N.campionamenti giornalieri</b>	<b>Media</b>	<b>Periodo di campionamento</b>
Castracani	27	4.3	20/05/98-29/07/98
Via Cavour	36	3.4	02/01/98-06/05/98
Spalti S.Frediano	28	1.7	03/03/98-11/05/98
S.Concordio	9	7.5	01/01/98-17/01/98
Viareggio	21	16.3	01/01/98-28/01/98



Essendo entrato in funzione a fine gennaio 2003 una analizzatore automatico di BTX presso la stazione di Lucca – viale Carducci appare utile, al fine di fornire ulteriori elementi di valutazione, riportare una sintesi dei dati registrati nel primo semestre 2003. I dati raccolti evidenziano, tra l'altro, la stessa tipologia di correlazione riscontrata tra BTX e CO verificata nella campagna 2001 – 2002 sopra descritta.





## Comune di Viareggio

### Monossido di carbonio

In passato questo inquinante ha evidenziato notevoli problematiche per quanto riguarda il rispetto dei valori di riferimento della qualità dell'aria. Nel periodo di attività della rete di monitoraggio si sono verificati in più occasioni i superamenti dei limite previsti nella stazione di Largo Risorgimento, situata in un'area soggetta ad elevatissimi flussi veicolari in quanto costituisce una delle principali vie d'accesso alla città.

Si riportano di seguito le distribuzioni dei valori registrati, per ciascun anno, nelle stazioni della rete ubicate sul territorio cittadino. Le frequenze indicate corrispondono alle percentuali dei dati che superano i valori di riferimento riportati. Tali distribuzioni ovviamente, per questo e per gli altri inquinanti di seguito esaminati, sono significative in misura proporzionale al numero ed alla distribuzione temporale per ciascun anno di riferimento dei dati.

### Stazione di L.rgo Risorgimento: Monossido di Carbonio

ANNO	n° dati	Media annuale (mg/m <sup>3</sup> )	massimo annuale (mg/m <sup>3</sup> )	Frequenza di superamento dei valori di riferimento (mg/m <sup>3</sup> )				
				2.5	5	7.5	10	15
1995	8115	3.0	28.8	51.5	13.8	5.7	2.4	0.5
1996	8164	2.7	29.1	43.8	11.3	4.4	1.8	0.3
1997	7366	2.9	23.8	46.5	13.4	5.6	2.4	0.3
1998	7774	2.6	28.4	39.3	11.4	4.4	1.7	0.4
1999	7248	2.2	18.3	32.0	7.4	2.6	1.0	0.1
2000	1438	Ns	15.9	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
2001	6943	1.7	11.5	18.1	2.5	0.02	0.01	0.0
2002	6787	2.1	12.7	26.9	5.0	0.7	0.1	0.0

### Stazione di via Maroncelli: Monossido di Carbonio

ANNO	n° dati	Media annuale (mg/m <sup>3</sup> )	massimo annuale (mg/m <sup>3</sup> )	Frequenza di superamento dei valori di riferimento (mg/m <sup>3</sup> )				
				2.5	5	7.5	10	15
1999 <sup>2</sup>	2032	ns	8.1	10.0	1.0	0.1	0.0	0.0
2000 <sup>3</sup>	5441	0.8	7.1	2.4	0.1	0.0	0.0	0.0
2001	7705	0.8	6.2	2.4	0.1	0.0	0.0	0.0
2002	6098	0.8	5.9	4.2	0.1	0.0	0.0	0.0

### Rilevamento del Laboratorio Mobile del periodo 9/2/98 - 27/2/98, via Pistoia c/o scuola elementare, inquinante CO

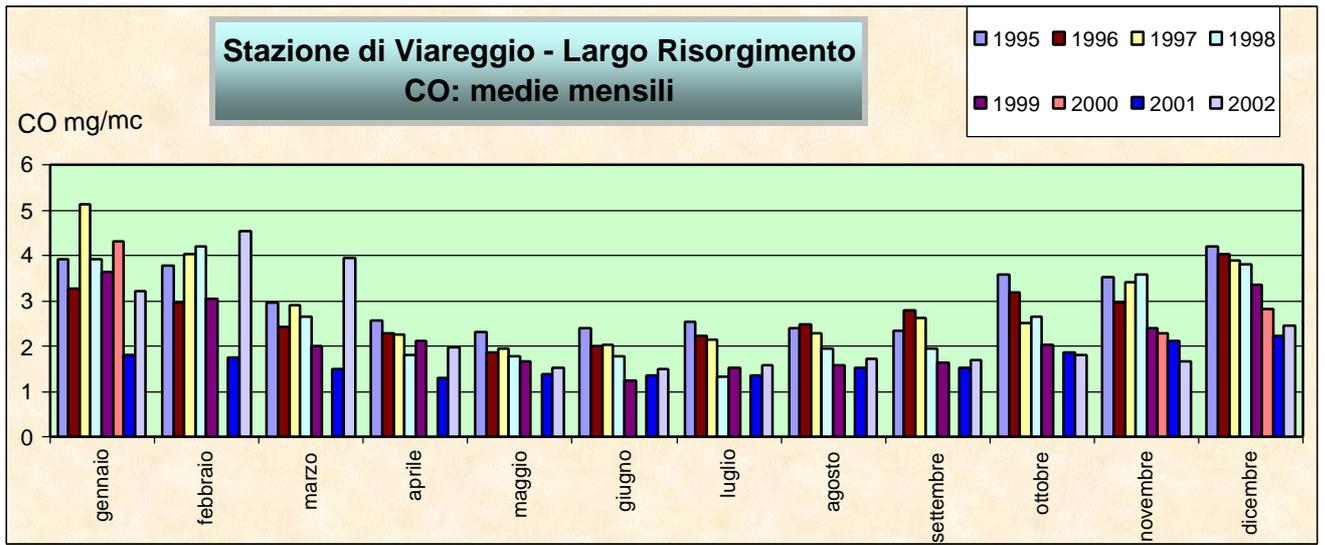
Giorno	9	10	11	12	13	14	13	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Media giornaliera	1.9	2.9	2.9	2.4	2.2	1.5	1.8	1.7	1.5	2.0	2.2	2.2	2.5	1.2	2.0	2.1	2.4	1.9	2.1
Max giornaliero	3.8	7.8	6.7	6.2	6.7	3.7	5.4	4.7	3.9	7.3	6.9	7.6	6.2	2.7	3.9	5.7	7.4	3.7	3.4

### Rilevamento presso la stazione di Largo Risorgimento del periodo 9/2/98 - 27/2/98 inquinante CO

Giorno	9	10	11	12	13	14	13	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Media giornaliera	4.6	Nd	7.1	4.8	5.0	3.5	3.0	3.7	3.6	5.1	5.5	4.7	5.7	3.4	3.7	2.5	2.5	3.0	4.9
Max giornaliero	15.6	Nd	20.8	10.9	14.2	6.9	7.0	7.2	10.2	20.2	15.2	10.0	10.6	6.0	10.2	8.0	8.7	7.7	14.5

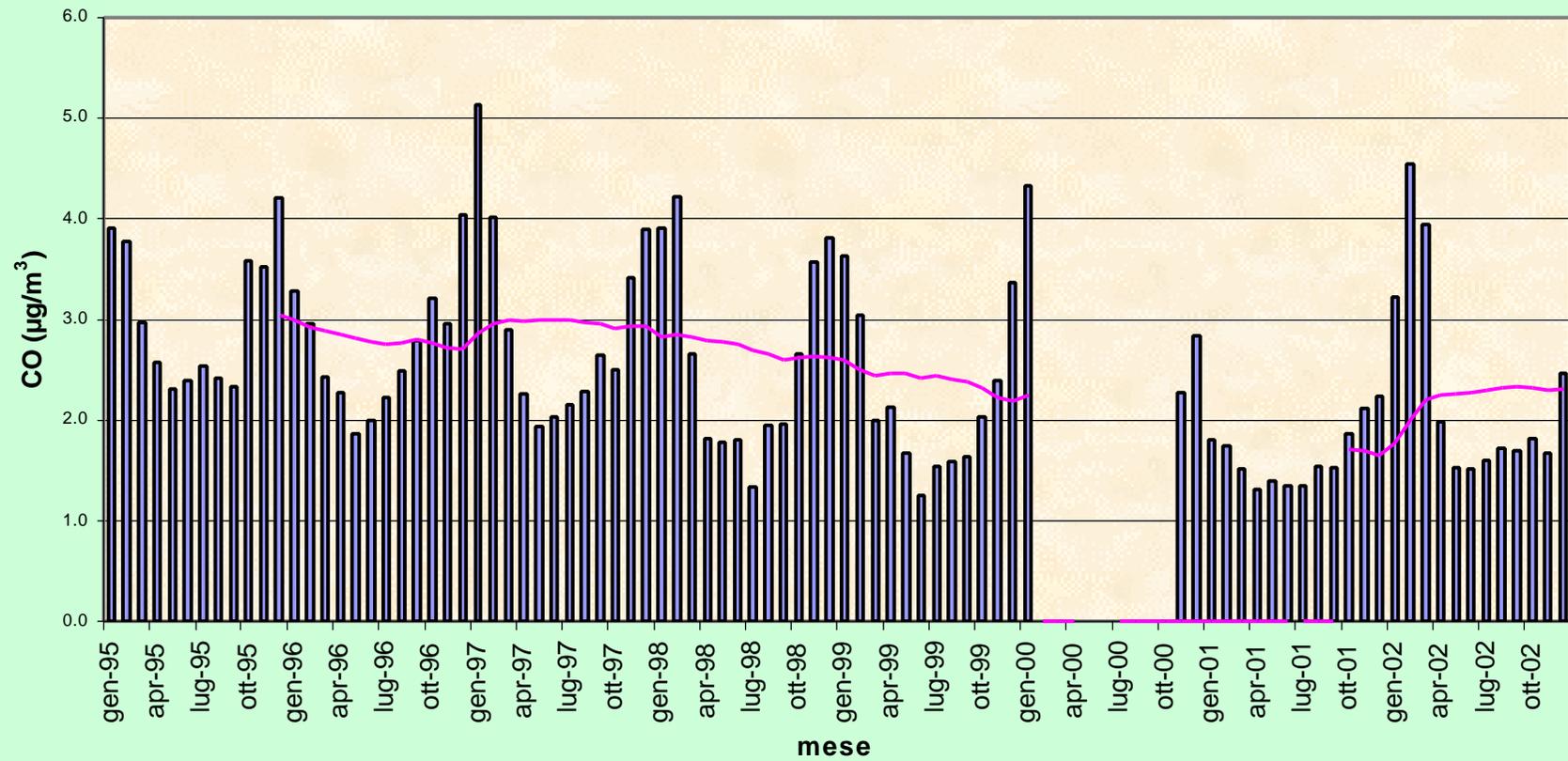
<sup>2</sup> Periodo settembre - dicembre

<sup>3</sup> Periodo marzo - dicembre



Stazione di Viareggio - Largo Risorgimento  
CO, medie mensili e linea di tendenza annuale

Media 12 mesi trascinata



Gli andamenti registrati nel corso degli anni nella stazione di Largo Risorgimento, per cui esiste un ampio riferimento temporale, evidenziano una significativa riduzione nel tempo, al di là di episodi occasionali correlabili a condizioni metereologiche particolarmente sfavorevoli, dei tassi di monossido di carbonio. Tale riduzione è attribuibile, non essendovi state nell'area significative variazioni dei flussi veicolari, alla progressiva sostituzione del parco veicolare circolante con mezzi a minor impatto ambientale.

I valori evidenziati dalla stazione di via Maroncelli, ubicata in zona residenziale interessata da flussi veicolari piuttosto ridotti e dalla campagna del laboratorio mobile effettuata nel 1998, pur non permettendo valutazioni sui trend temporali dell'inquinante a causa dei limitati periodi di osservazione, hanno evidenziato stati della qualità dell'aria ben al di sotto dei limiti previsti dalla normativa vigente.

### **PARTICOLATO SOSPESO PM10**

Nelle stazioni cittadine il particolato sospeso viene monitorato come PM10 (la frazione inalabile) in tutte le stazioni. Purtroppo negli anni 2000 - 2001 si sono verificate una serie di problematiche, non dipendenti dalla volontà dei gestori, in conseguenza delle quali l'efficienza del monitoraggio è risultata limitata e tale da non permettere un monitoraggio significativo per il 2000. Il monitoraggio è ripreso in maniera sistematica nella seconda metà del 2001 nella stazione di Largo Risorgimento mentre, solo successivamente a seguito dell'installazione di un nuovo analizzatore, è ripreso agli inizi del 2002 nella stazione di via Maroncelli per essere temporaneamente sospeso nel mese di settembre. Per quanto attiene i dati rilevati nel 2003 presso questa stazione va precisato che debbono essere ritenuti come significativi solo per l'area strettamente limitrofa alla stazione. Per quasi tutto l'anno, infatti, sono stati effettuati grossi lavori di ristrutturazione presso l'adiacente cimitero che hanno influito sicuramente sulle concentrazioni locali di polveri.

I dati raccolti mostrano in generale l'esistenza di una situazione di criticità (peraltro condivisa con molte aree urbane della Toscana) relativamente alla presenza di polveri che dovrà pertanto essere monitorato con particolare attenzione.

### Stazione di L.rgo Risorgimento

ANNO	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza di superamento dei valori di riferimento ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
			25	50	75	100	150
1995	268	57	97.8	56.0	17.0	2.0	0.4
1996	273	47	96.3	35.7	6.2	0.0	0.0
1997	292	44	88.7	21.2	9.2	4.4	0.3
1998	174	50	97.7	33.9	8.0	2.9	0.0
1999	230	43	84.3	27.4	9.1	2.2	0.0
2000	25	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2001 <sup>4</sup>	130	ns	70.8	11.5	1.5	0.0	0.0
2002	283	55.9	96.8	53.7	14.5	4.2	0.3

### Stazione di via Maroncelli

ANNO	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza di superamento dei valori di riferimento ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
			25	50	75	100	150
1998 <sup>5</sup>	100	27	49.0	6.0	1.0	0.0	0.0
1999	203	41.0	81.3	28.1	0.5	0.0	0.0
2000 <sup>6</sup>	12	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2002	148	39.0	93.2	11.5	0.7	0.0	0.0

Concentrazioni medie di 24 ore: superamenti del valore limite= 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superarsi più di 35 volte l'anno

n° complessivo superamenti: stazione Viareggio-Lrgo Risorgimento			n° complessivo superamenti: stazione Viareggio-via Maroncelli		
Anno	1995	150	Anno	1995	//
	1996	97		1996	//
	1997	62		1997	//
	1998	58		1998	6
	1999	63		1999	57
	2000	19		2000	//
	2001	15		2001	//
	2002	155		2002	17

### Anno 2002, concentrazioni medie di 24 ore. Superamenti del V.L. = 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	Largo Risorgimento	Via Maroncelli
n. superamenti	78	2
n. dati validi	288	148

<sup>4</sup> Periodo di riferimento: luglio – agosto 2001

<sup>5</sup> Periodo di riferimento agosto – dicembre 1998

<sup>6</sup> Analizzatore dimesso per guasto a gennaio 2000 e sostituito con un nuovo apparato nel febbraio 2002

Va fatto rilevare che presso la stazione di Largo Risorgimento non risultano rispettati i limiti attualmente previsti (anche considerando le tolleranze ammesse) dalle attuali normative vigenti.

## OZONO

Nel corso del 2002 il monitoraggio è stato effettuato solo per alcuni mesi estivi in entrambe le stazioni (circa un mese a Maroncelli e circa 3 a Risorgimento). I valori riscontrati sono risultati, come nel resto della provincia, piu' ridotti che negli anni precedenti.

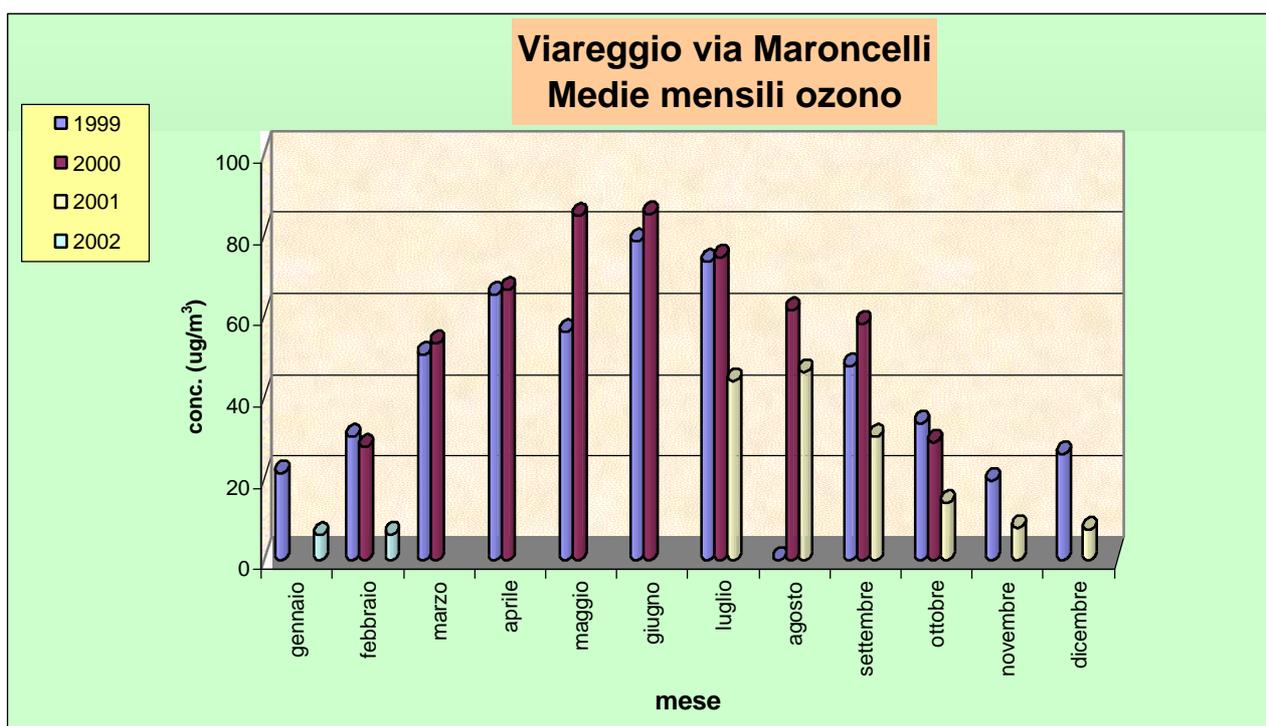
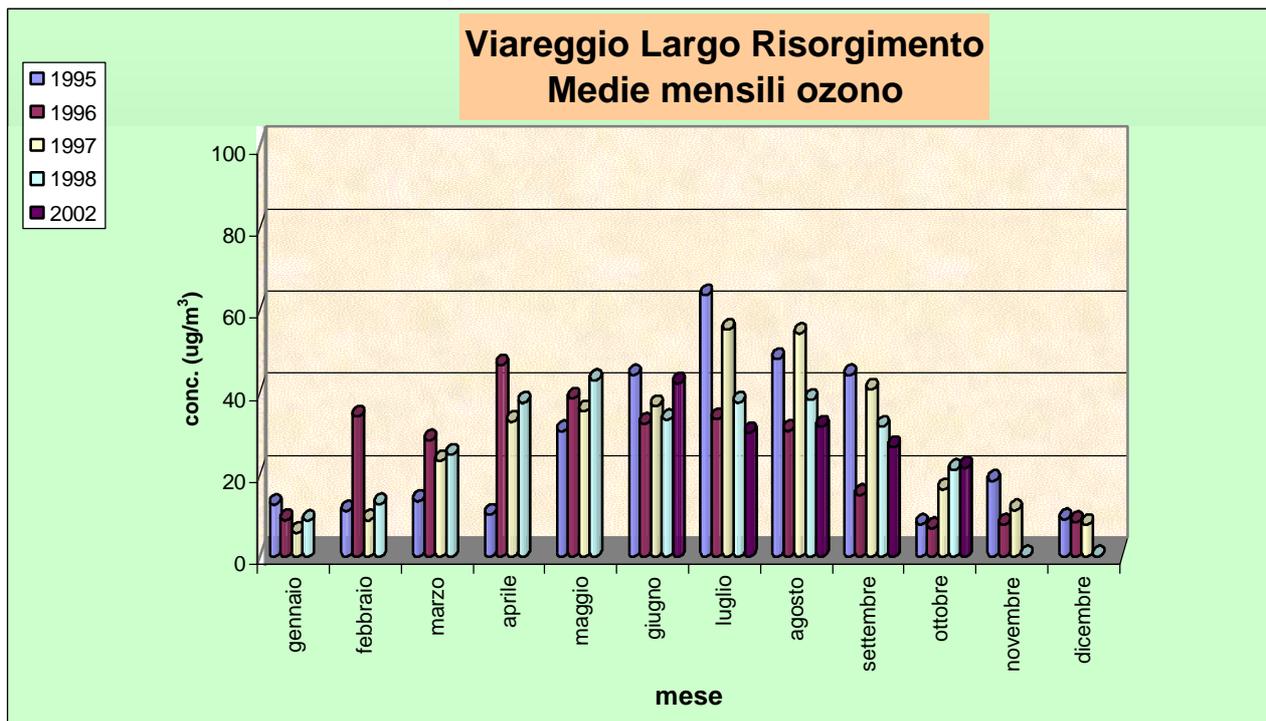
Pur non essendo risultati in tali periodi superamenti dei valori limite previsti dalla normativa, occorrerà seguire nei prossimi anni con attenzione l'evoluzione di questo inquinante in quanto in passato si sono riscontrati (in particolare fino al 2000) numerosi superamenti degli stessi.

### Stazione di Viareggio – Largo Risorgimento inquinante Ozono tempo di mediazione: 1 ora

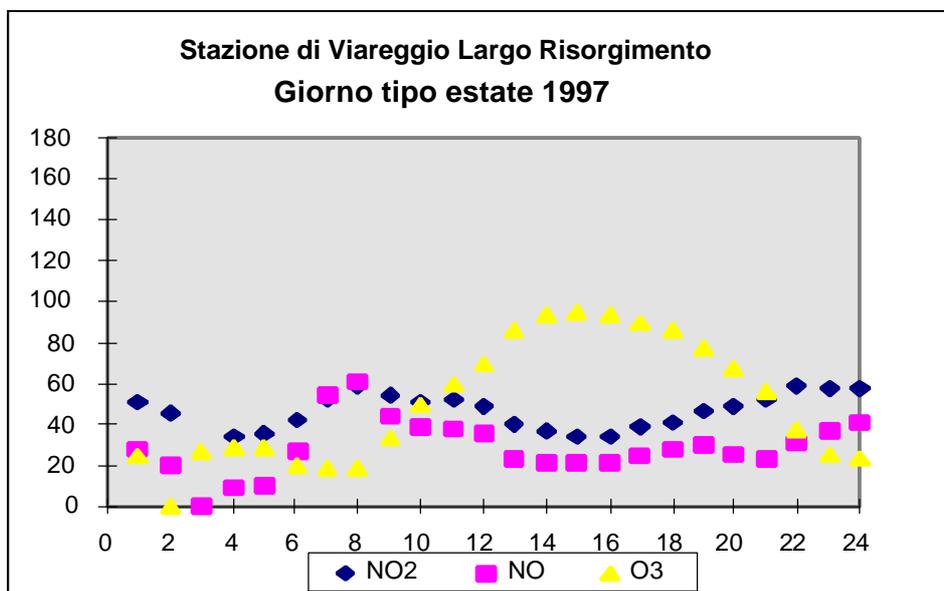
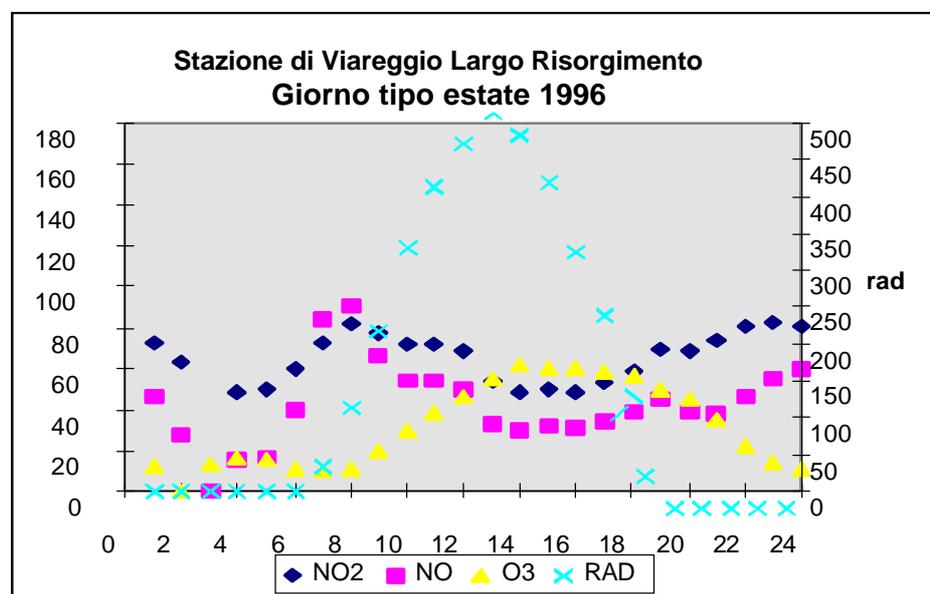
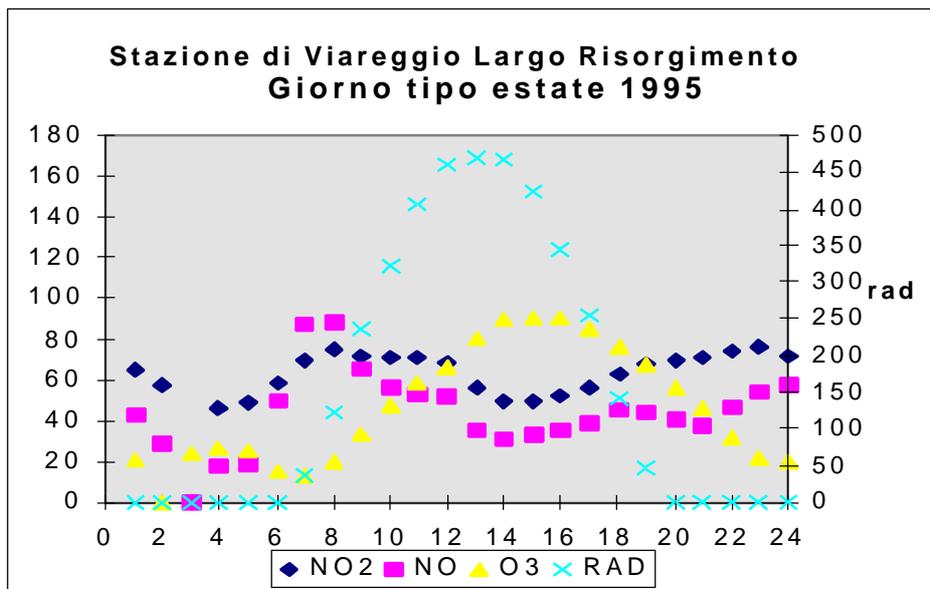
Anno	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
			50	100	150	180	200
1995	5903	26.7	19.1	3.0	0.5	0.3	0.1
1996	7332	24.2	16.3	2.1	0.1	0.0	0.0
1997	7196	27.3	21.3	4.3	0.5	0.0	0.0
1998	6474	30.3	22	1.4	0.1	0.0	0.0
2002	2070	ns	16.7	0.2	0.0	0.0	0.0

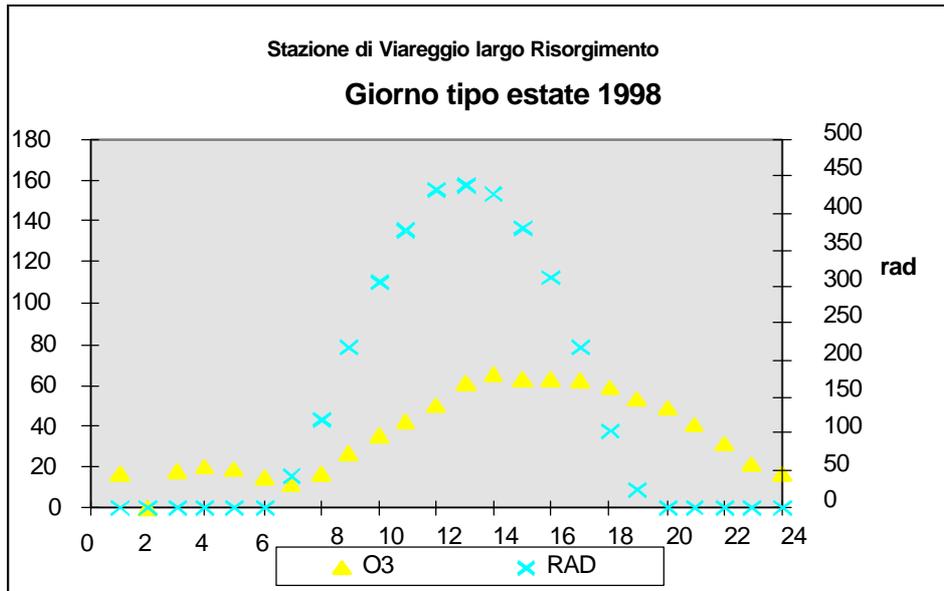
### Stazione di Viareggio – via Maroncelli inquinante Ozono tempo di mediazione : 1 ora

Anno	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
			50	100	150	180	200
1999	7182	46	42.2	13.2	1.3	0.2	0.06
2000	4956	62	55.4	24.2	3.0	0.7	0.0
2001	3533	ns	12.8	1.6	0.0	0.0	0.0



Nei grafici seguenti si riportano, a titolo di esempio, giorni tipo estivi elaborati per i periodi che vanno dal 1995 al 1998 presso la stazione di Largo Risorgimento.





Come in molte aree regionali numerosi sono risultati negli anni i superamenti del livello di protezione della salute previsto dal D.M..A.16 maggio 1996.

**N. superamenti del livello di protezione della salute previsto dal D.M. 16 maggio 1996 (120 µg/m3 come media trascinata di 8 ore)**

n° complessivo superamenti: Viareggio - L.rgo Risorgimento			n° complessivo superamenti: Viareggio - via Maroncelli		
<b>Anno</b>	<b>1995</b>	69	<b>Anno</b>	<b>1995</b>	//
	<b>1996</b>	42		<b>1996</b>	//
	<b>1997</b>	138		<b>1997</b>	//
	<b>1998</b>	17		<b>1998</b>	//
	<b>1999</b>	//		<b>1999</b>	444
	<b>2000</b>	///		<b>2000</b>	647
	<b>2001</b>	0		<b>2001</b>	11
	<b>2002</b>	0		<b>2002</b>	0

Nota: analizzatore spostato nel dicembre 98 nella stazione di Viareggio-Maroncelli

## IDROCARBURI

I rilevamenti di tale tipologia di inquinanti hanno evidenziato concentrazioni superiori a quelle medie provinciali presso la stazione di Largo Risorgimento. Valori ben inferiori e del tutto analoghi a quelli individuati in altre aree della provincia di caratteristiche simili sono invece stati rilevati presso la stazione di via Maroncelli. I rilevamenti di idrocarburi non metanici sono stati sospesi in entrambe le stazioni a verso la fine del 1999 in quanto guastatosi in maniera irreparabile l'analizzatore di Largo Risorgimento e ridislocato presso il laboratorio mobile della qualità dell'aria quello di via Passaglia.

Oltre ai rilevamenti di idrocarburi non metanici effettuati presso le stazioni di monitoraggio e con il laboratorio mobile sono disponibili i risultati di alcune brevi campagne di rilevamento di benzene, toluene e xilene condotte o tramite l'uso di fiale o di campionatori passivi. Pur trattandosi di campagne di durata limitata, i cui risultati non possono quindi considerarsi come sufficientemente rappresentativi, i dati raccolti evidenziano valori che, anche se possono essere ipotizzati da allora dei miglioramenti, si attestano su condizioni ai limiti dell'accettabilità presso la stazione di largo Risorgimento. Non appaiono di particolare rilievo invece i valori riscontrati nella zona residenziale di via Maroncelli.

I valori comunque riscontrati suggeriscono che su tali inquinanti vengano effettuate specifiche campagne di monitoraggio mirate a definire la distribuzione spaziale di tali sostanze nell'area urbana, con particolare attenzione, ovviamente, a quelle sottoposte a flussi veicolari più significativi.

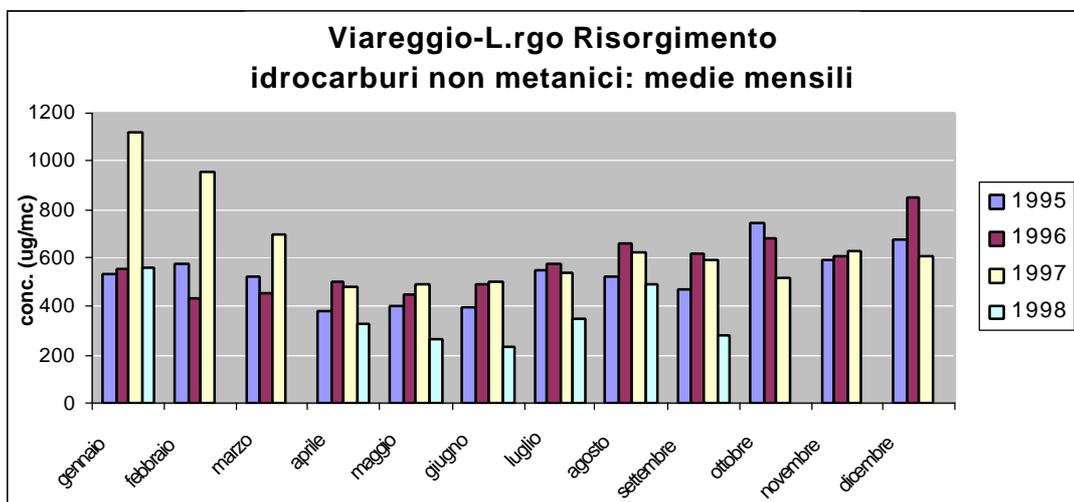
**Stazione di L.rgo Risorgimento, inquinante idrocarburi non metanici, tempo di mediazione: 1 ora**

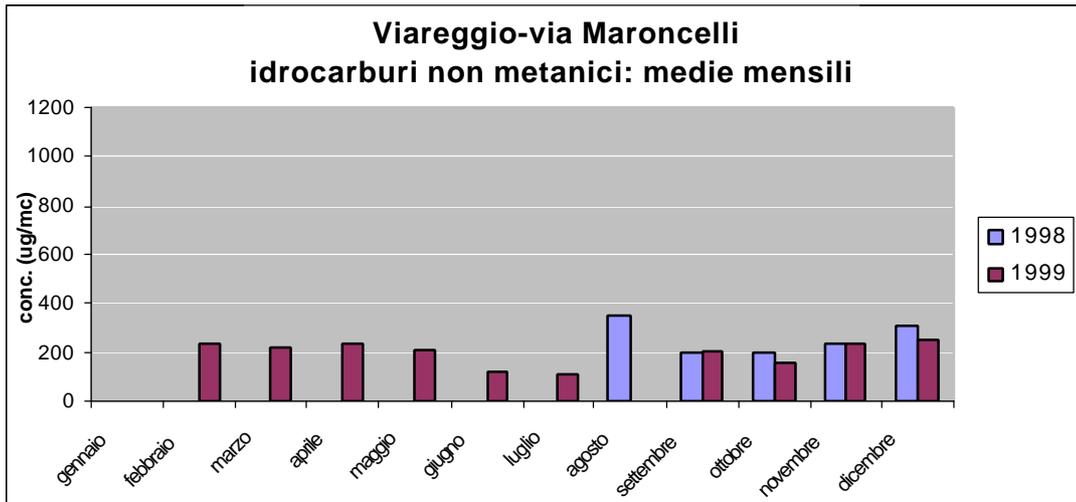
Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	98° pc ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				300	600	900	1200	1500
1995	6155	554	1604	75.0	31.0	13.8	6.9	3.3
1996	7821	573	1694	79.6	34.8	13.9	6.9	3.4
1997	7294	645	2108	84.1	40.2	19.0	10.1	5.8
1998	3339	355	979	54.0	8.3	2.3	1.2	0.5
1999	232	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns

**Stazione di Via Maroncelli, inquinante idrocarburi non metanici, tempo di mediazione: 1 ora**

Stazione	N° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	98° pc ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				300	600	900	1200	1500
1998*	3394	257	735	27.6	4.2	0.7	0.2	0.0
1999	5550	192	554	14.0	1.3	0.2	0.0	0.0

- La distribuzione dei valori fa riferimento al periodo agosto-dicembre 1998





Di seguito si riportano i risultati ottenuti utilizzando campionatori passivi per i rilievi di questo tipo tra il 1999 ed 2001. Data l'esiguità dei dati disponibili non è ovviamente possibile avere indicazioni sufficientemente attendibili sulla presenza di benzene nell'area comunale anche se dal confronto tra i dati di seguito riportati ed i risultati di altri rilievi effettuati in precedenza si potrebbero ricavare indicazioni riguardo ad una possibile tendenza alla riduzione nel tempo. Stante i limiti previsti alla presenza di tale sostanza dalle Direttive Comunitarie (valore obiettivo da raggiungere entro i prossimi anni di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media annua) si renderà necessaria l'attivazione di campagne di monitoraggio su scala sufficientemente ampia per permettere la corretta valutazione di una situazione potenzialmente problematica.

**BTX – Stazione di Viareggio Largo Risorgimento ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Periodo	5 luglio99 13 agosto 99	13 agosto 99 25 ottobre 99	25 ottobre 99 29 dicembre 99
<b>Benzene</b>	11.7	13.8	8.2
<b>Toluene</b>	66.5	67.4	41.8
<b>Xilene</b>	49.8	38.7	24.9

**BTX**

Inquinante	Stazione di via Maroncelli 25 ottobre 99 29 dicembre 99	Rilevamento di via Coppino 11 settembre 2000 3 ottobre 2000
<b>Benzene</b>	3.8	4.3
<b>Toluene</b>	10.5	31.6
<b>Xilene</b>	5.1	17.2

## OSSIDI AZOTO

Per questa tipologia di inquinanti non si sono mai verificati casi di mancato rispetto dei limiti prescritti. Anche in questo caso, come per il monossido di carbonio, si può osservare un trend discendente presso la stazione di Largo Risorgimento nel periodo 1995 – gennaio 2000 monitorato. Tale trend sembra evidenziarsi (ma necessita di conferme) anche presso la stazione di via Maroncelli, dove è ridotta la serie storica di dati disponibili e comunque, stante le caratteristiche dell'area, le concentrazioni di inquinante rilevati sono relativamente contenuti. Anche in questo caso le motivazioni possono essere attribuite alla progressiva sostituzione del parco veicoli circolante ed è quindi presumibile che tale trend possa proseguire, o almeno stabilizzarsi su tali valori più ridotti che in passato, nel tempo. Il monitoraggio degli ossidi di azoto è stato interrotto presso la stazione di Largo Risorgimento nel febbraio 2000. I dati rilevati evidenziano comunque un significativo decremento della presenza di tale inquinante nel periodo precedente sia per quanto attiene i valori medi riscontrati che relativamente alla distribuzione degli stessi in classi di distribuzione. I tassi rilevati presso la stazione di via Maroncelli in maniera discontinua e per un periodo di tempo più limitato i tassi di inquinanti presenti sono tali da non evidenziare particolari problematiche legate alla presenza di questa classe di inquinanti.

### Stazione di L.rgo Risorgimento, inquinante NO<sub>2</sub>, tempo di mediazione: 1 ora

Anno	n° dati	Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	98° pc (µg/m <sup>3</sup> )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				25	50	75	100	150
1995	7162	66	135	94.9	72.1	31.5	10.2	0.9
1996	7937	70	155	95.7	73.1	36.8	14.5	2.4
1997	7531	53	114	88.7	50.5	17.1	4.5	0.3
1998	6419	45	105	77.8	36.8	10.6	2.5	0.1
1999	5199	32	82	60.8	17.7	3.0	0.7	0.0

### Stazione di via Maroncelli, inquinante NO<sub>2</sub>, tempo di mediazione: 1 ora

Anno	N° dati	Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	98° pc (µg/m <sup>3</sup> )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
				25	50	75	100	150
1998*	2323	ns	83	68.5	23.6	4.4	0.3	0.1
1999	5968	36	86	59.9	23.7	5.3	0.4	0.0
2000	4138	ns	85	58.4	26.1	4.8	0.4	0.0
2001	1983	ns	ns	43.8	9.0	0.1	0.0	0.0
2002	5810	26	65	43.4	4.3	0.6	0.0	0.0

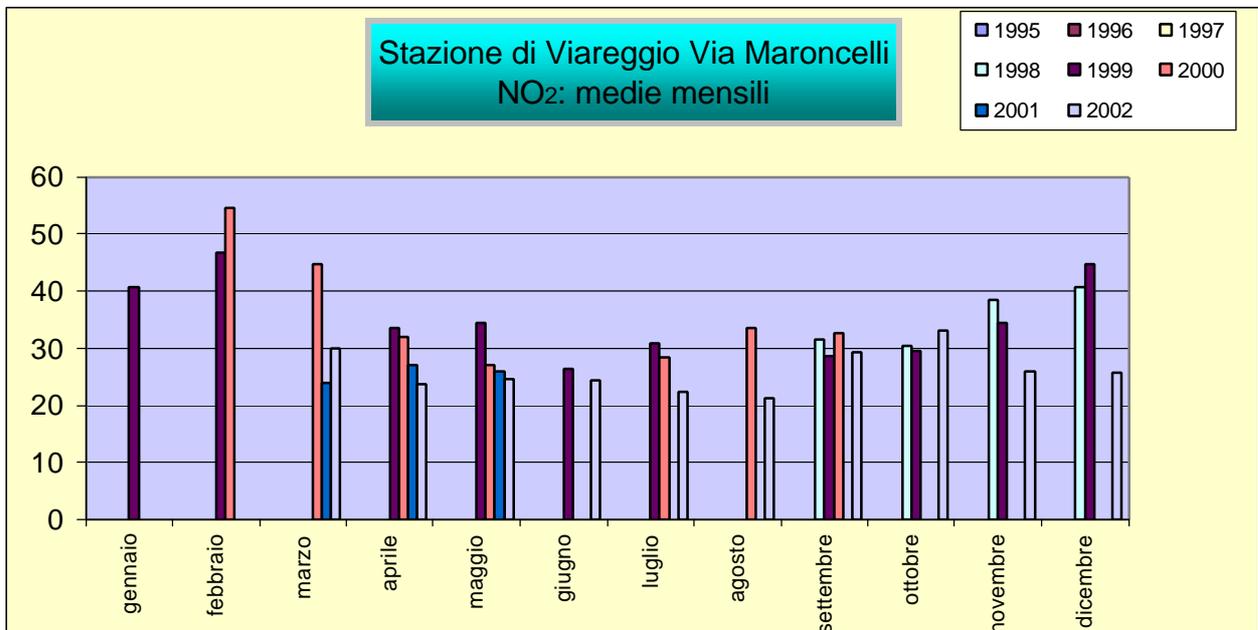
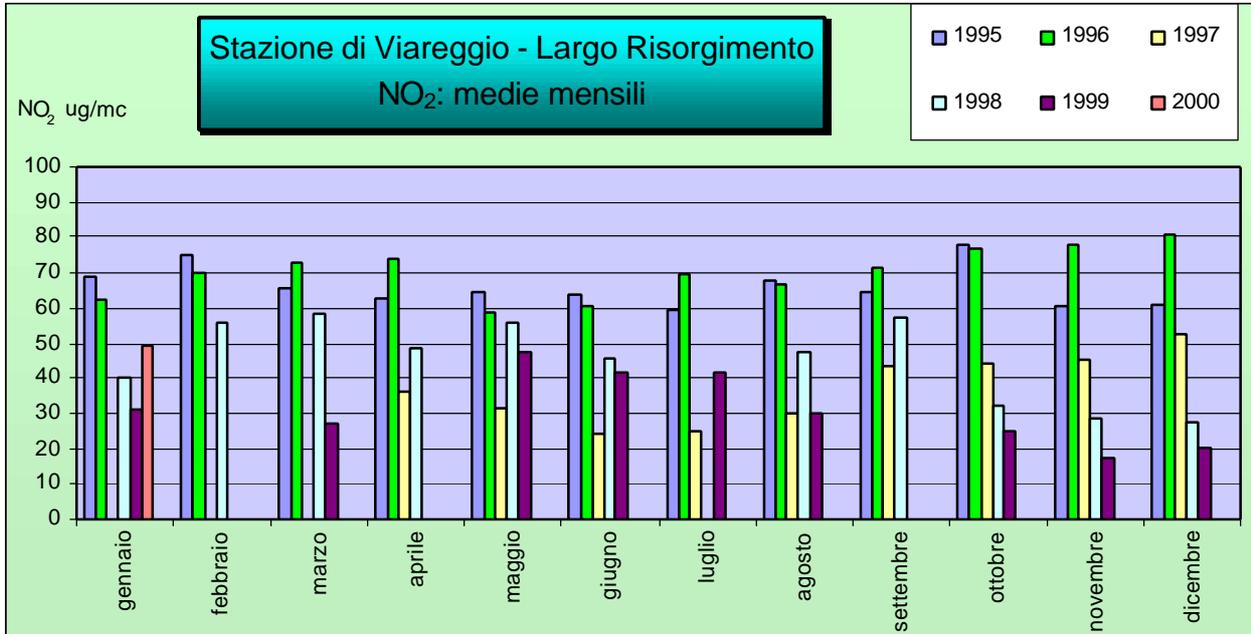
· La distribuzione dei valori fa riferimento al periodo agosto-dicembre 1998

### Rilevamento del Laboratorio Mobile del periodo 9/2/98 - 28/2/98, via Pistoia c/o scuola elementare, inquinante NO<sub>2</sub>

Giorno	9	10	11	12	13	14	13	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Media giorno	44	52	54	48	43	35	36	34	37	45	43	38	37	28	33	34	37	31	28	30
Max giorno	66	89	87	87	79	50	66	51	65	72	76	68	63	49	52	59	56	56	80	65

**Rilevamento presso la stazione di Largo Risorgimento del periodo 9/2/98 - 28/2/98  
inquinante NO<sub>2</sub>**

Giorno	9	10	11	12	13	14	13	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
<b>Media giorno</b>	68	ns	79	76	62	53	53	59	64	76	80	60	51	42	43	ns	54	45	ns	60
<b>Max giorno</b>	134	ns	144	133	95	76	110	84	124	127	127	108	79	77	70	ns	99	82	ns	89



## ANIDRIDE SOLFOROSA

Non essendo in dotazione alla stazione di Largo Risorgimento un analizzatore di SO<sub>2</sub> i dati disponibili sono quelli reperiti dal 1998 presso la stazione di via Maroncelli e quelli facenti riferimento alla campagna del laboratorio mobile. Nel Comune di Viareggio, come del resto in tutta la Provincia, la presenza di tale inquinante è talmente ridotta da raggiungere spesso i limiti di rilevabilità strumentale. Esso pertanto, come sarà poi evidenziato nel capitolo dedicato alle emissioni di inquinanti aeriformi del comune, è presente in concentrazioni tali da non costituire sicuramente un problema di tipo sanitario per la popolazione residente.

Si riportano di seguito le elaborazioni effettuate relativamente ai dati acquisiti presso la stazione di via Maroncelli. I valori rilevati si sono attestati su valori molto ridotti, spesso al limite della sensibilità strumentale.

Inquinante : **Biossido di Zolfo** in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;    Tempo di mediazione: 24 ore;  
 Periodo osservazione: anno;    Periodo di rilevamento: da 01.04 a 31.03 di ciascun periodo;

Anno	Elaborazione su base annua					Semestre invernale			
	N. dati	Mediana	98° pc	Media	S	N. dati	Mediana	Media	S
1998 - 1999	73	1	11	3	1,8	36	0	1	2,4
1999 - 2000	245	0	12	1	2,9	109	0	2	3,7
2000 - 2001	305	2	9	2	2,5	153	2	3	2,4
2001 - 2002	347	2	10	3	2,7	178	4	3	2,7
2001 - 2003	334	1	5	1	1,3	175	1	2	1,5

### Rilevamento del Laboratorio Mobile del periodo 9/2/98 - 28/2/98, via Pistoia c/o scuola elementare, inquinante SO<sub>2</sub>

Giorno	9	10	11	12	13	14	13	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Media giorno	11	14	15	11	9	8	5	9	5	11	11	8	7	7	3	5	10	6	4	14
Max giorno	15	44	31	24	19	15	14	18	11	29	31	33	14	18	9	13	27	11	13	24

## COMUNE DI PORCARI

Presso il comune di Porcari è installata una stazione di monitoraggio chimico-meteorologica dal settembre 1996 ubicata in via Carrara.

I risultati dei rilevamenti effettuati, dettagliati nelle sezioni riservate ai vari inquinanti, non hanno evidenziato situazioni di particolare criticità (comunque sicuramente con problematiche minori di quelle riscontrabili presso le aree urbane di maggiori dimensioni) relativamente ai parametri chimici monitorati (con eccezione per quanto attiene la presenza di ozono). Stante però le caratteristiche del

comune, caratterizzato da una grossa concentrazione di siti industriali anche di grosse dimensioni, sarà opportuno per il futuro realizzare specifiche campagne di monitoraggio mirate a verificare l'eventuale presenza di inquinanti non monitorati "tradizionalmente (in particolare composti organici volatili specifici) e PM10.

Si precisa che i dati della stazione di monitoraggio sono stati integrati in più occasioni con campagne di monitoraggio effettuate con il laboratorio mobile in altri punti cittadini ed i cui risultati sono stati riassunti in specifiche relazioni.

### Monossido di Carbonio

I dati rilevati si attestano su valori piuttosto limitati evidenziando una progressiva riduzione nel tempo. Tale riduzione, risulta meno accentuata di quella registrata in altre aree maggiormente urbanizzate (dove però i tassi presenti sono significativamente superiori) ma appare nel complesso abbastanza definita sia dalla valutazione dei valori medi rilevati sia dall'esame dei valori di picco registrati sia su base annuale che mensile.

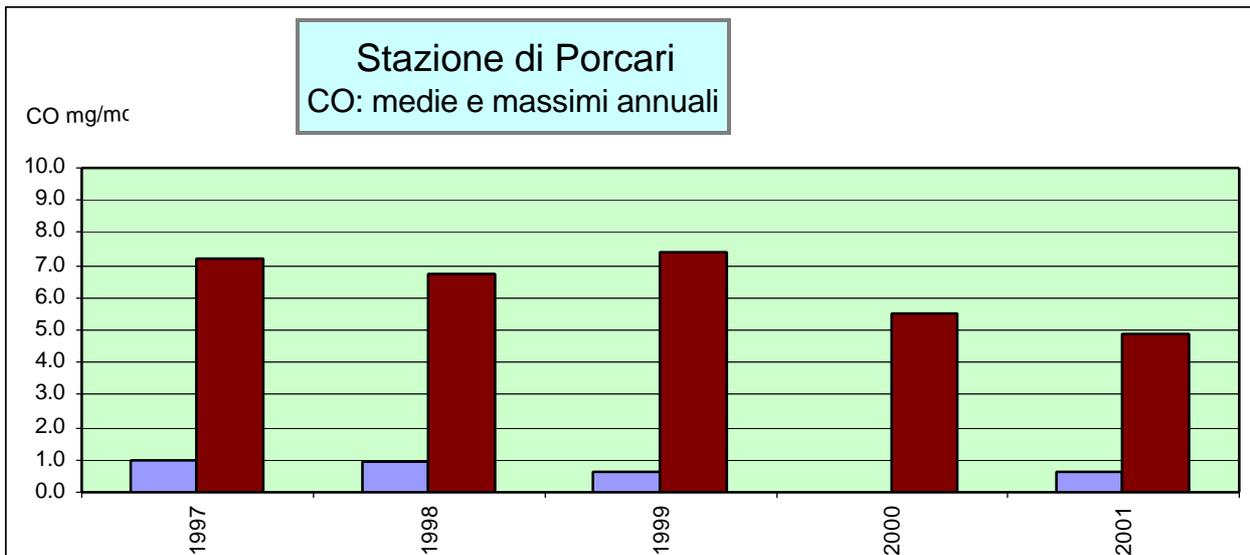
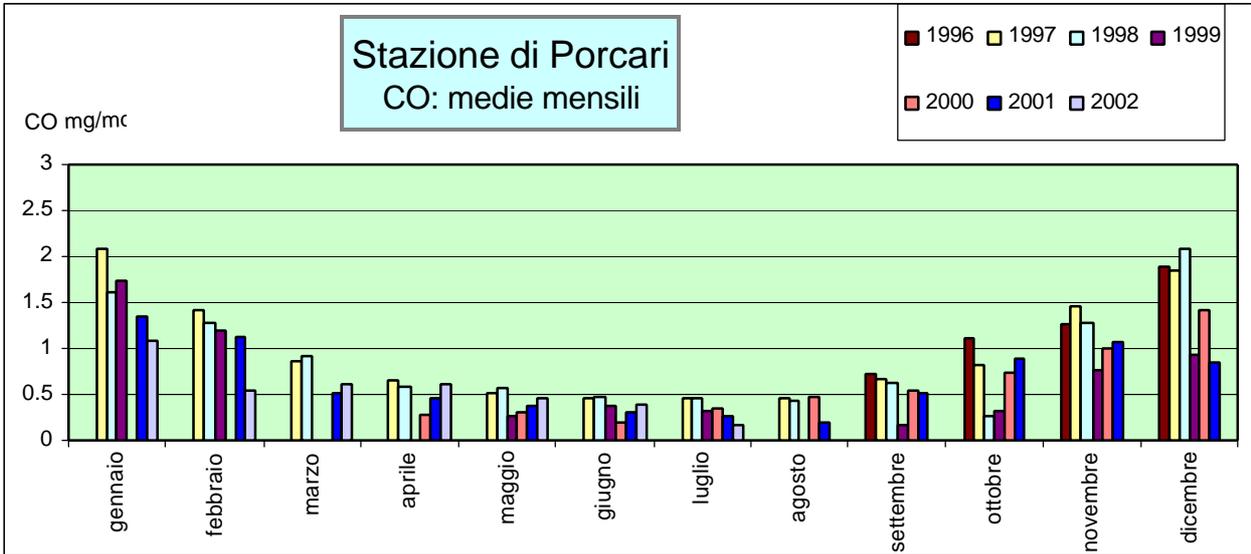
Si riportano di seguito le distribuzioni dei valori registrati, per ciascun anno, nella stazione del comune. Le frequenze indicate corrispondono alle percentuali dei dati che superano i valori di riferimento riportati. Tali distribuzioni ovviamente, per questo e per gli altri inquinanti di seguito esaminati, sono significative in misura proporzionale al numero ed alla distribuzione temporale per ciascun anno di riferimento dei dati.

**Stazione di Porcari, inquinante CO, tempo di mediazione: 1 ora**

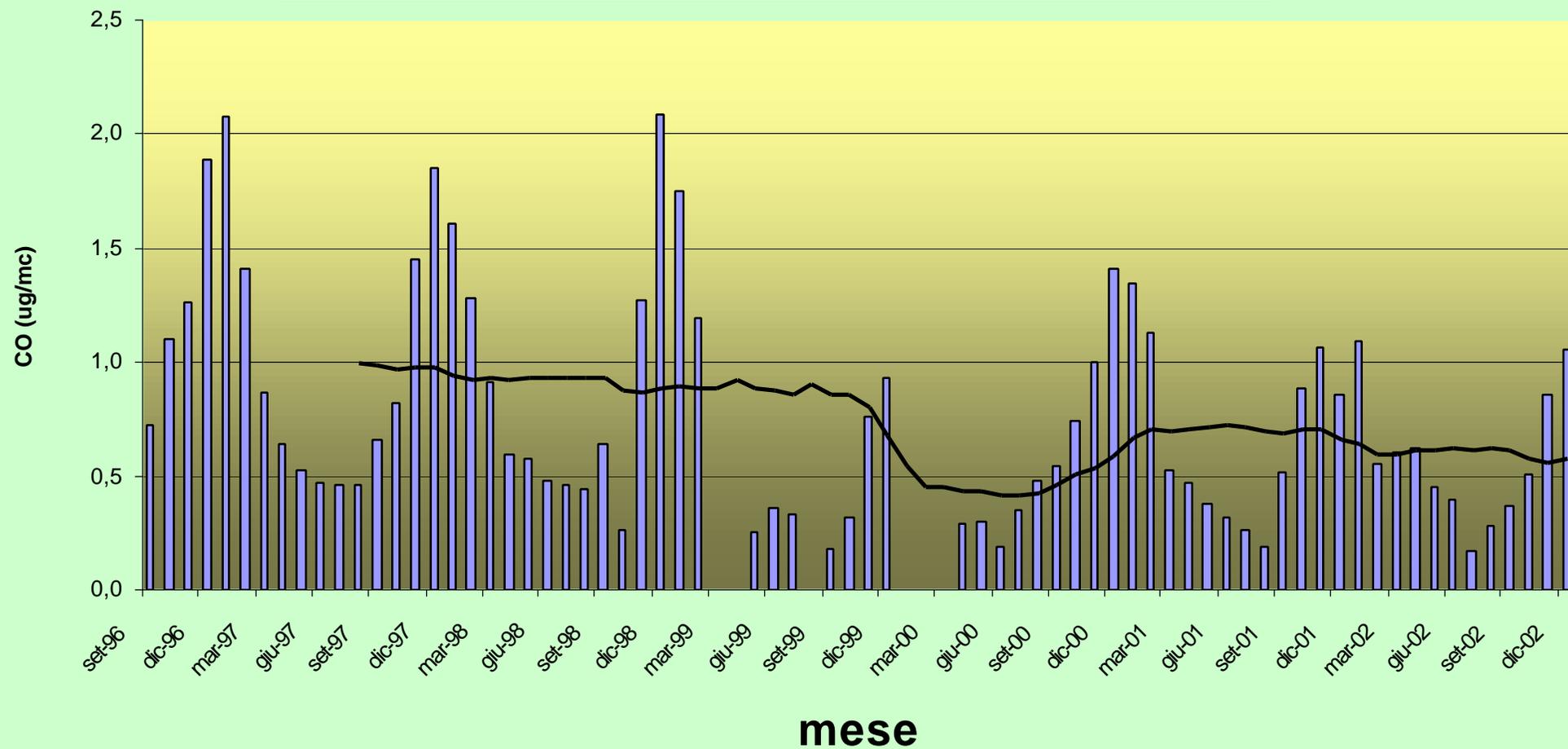
Anno	n° dati	Media annuale (mg/m <sup>3</sup> )	massimo annuale (mg/m <sup>3</sup> )	Frequenza di superamento dei valori di riferimento (mg/m <sup>3</sup> )				
				2.5	5	7.5	10	15
1996	2410	ns <sup>7</sup>	9.3	ns	Ns	ns	ns	ns
1997	7986	1.0	8.6	0.6	0.05	0.01	0.0	0.0
1998	7320	0.9	6.7	6.3	0.4	0.0	0.0	0.0
1999	5022	0.6	7.4	6.1	0.4	0.0	0.0	0.0
2000	5968	Ns <sup>8</sup>	5.5	2.6	0.01	0.0	0.0	0.0
2001	8072	0.6	4.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	8051	1.0	4.6	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0

<sup>7</sup> Stazione entrata in servizio nel mese di settembre

<sup>8</sup> media aprile – dicembre = 0.6



Stazione di Porcari  
Medie mensili CO e linea di tendenza annuale



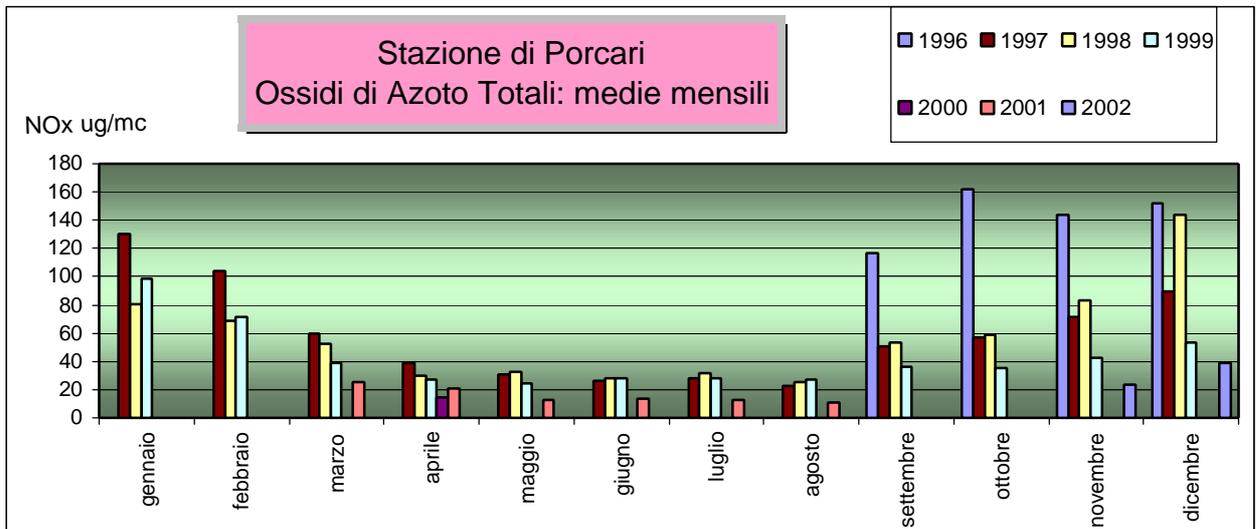
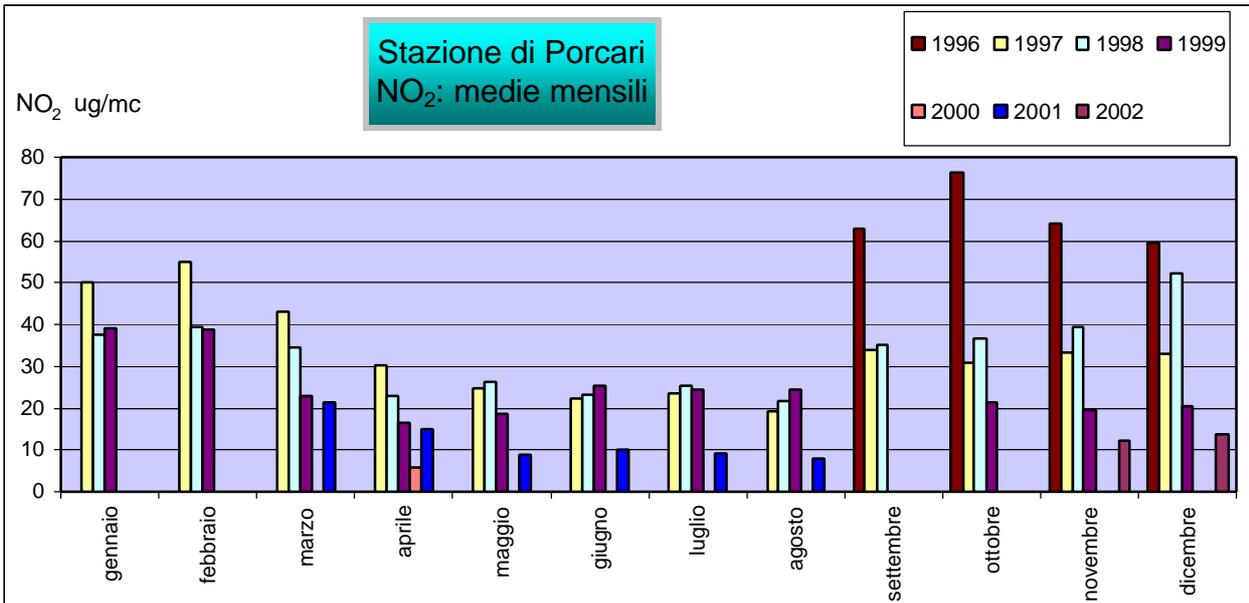
## Biossido di azoto

Anche per quanto attiene la presenza di questo inquinante non si sono mai verificati superamenti dei limiti normativi vigenti. I valori registrati si sono attestati su valori ben inferiori da quelli previsti dagli standards di qualità dell'aria fissati dalla normativa e, almeno per ora, conformi a quanto previsto dal DPR 551/99 di recepimento delle direttive CEE in materia. Purtroppo una serie di guasti gravi dell'analizzatore, che oramai risulta definitivamente fuori servizio, non ha permesso un monitoraggio completo nel 2001 e, in particolare, nel 2000. Da agosto 2001 l'analizzatore è da considerarsi definitivamente come non più operativo. Considerate le caratteristiche dell'area monitorata e la serie storica di dati disponibili, sufficiente a caratterizzare l'area per quanto attiene la presenza di questo inquinante, non si ritiene strettamente necessario procedere alla sostituzione dell'analizzatore in questione. Per il futuro si ritiene possa essere sufficiente, ai fini del controllo di questo parametro, effettuare delle brevi campagne di verifica o utilizzando il laboratorio mobile di rilevamento della qualità dell'aria o destinando temporaneamente alla stazione un analizzatore prelevato da altre stazioni di monitoraggio.

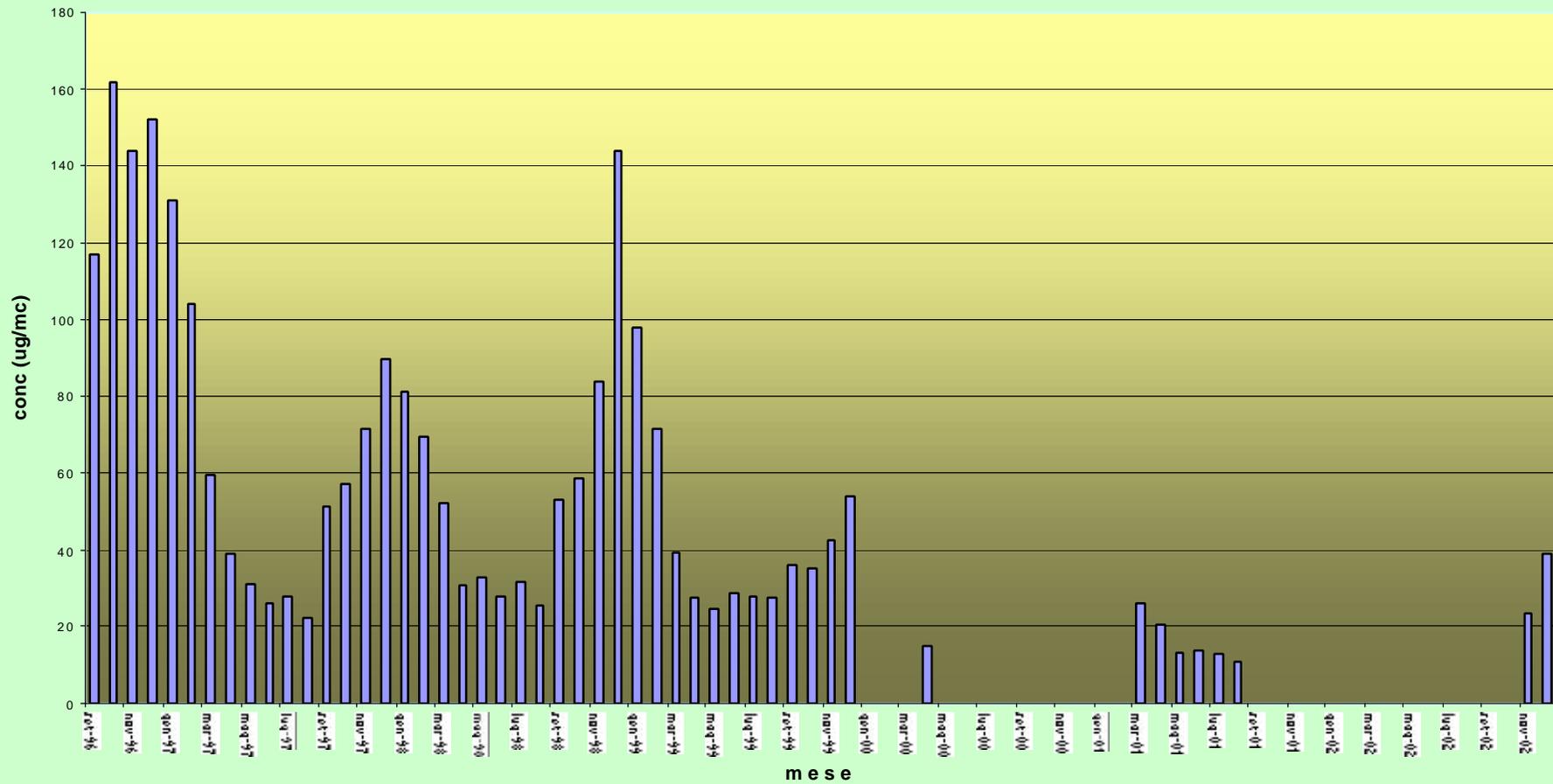
**Stazione di Porcari, inquinante NO<sub>2</sub>, tempo di mediazione: 1 ora**

Anno	n° dati	Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	98° pc (µg/m <sup>3</sup> )	Frequenza di superamento dei valori di riferimento (µg/m <sup>3</sup> )				
				25	50	75	100	150
1996 <sup>9</sup>	2214	ns	138	ns	ns	ns	ns	ns
1997	7786	33	84	61.0	17.8	4.0	0.5	0.0
1998	7726	33	78	60.6	17.4	2.6	0.4	0.0
1999	6879	24	75	39.2	8.9	1.9	0.6	0.2
2000	585	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2001	2807	ns	ns	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	689	13	23	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0

<sup>9</sup> analizzatore entrato in servizio a settembre 1996



## Stazione di Porcari ossidi di azoto totali: medie mensili



## Ozono

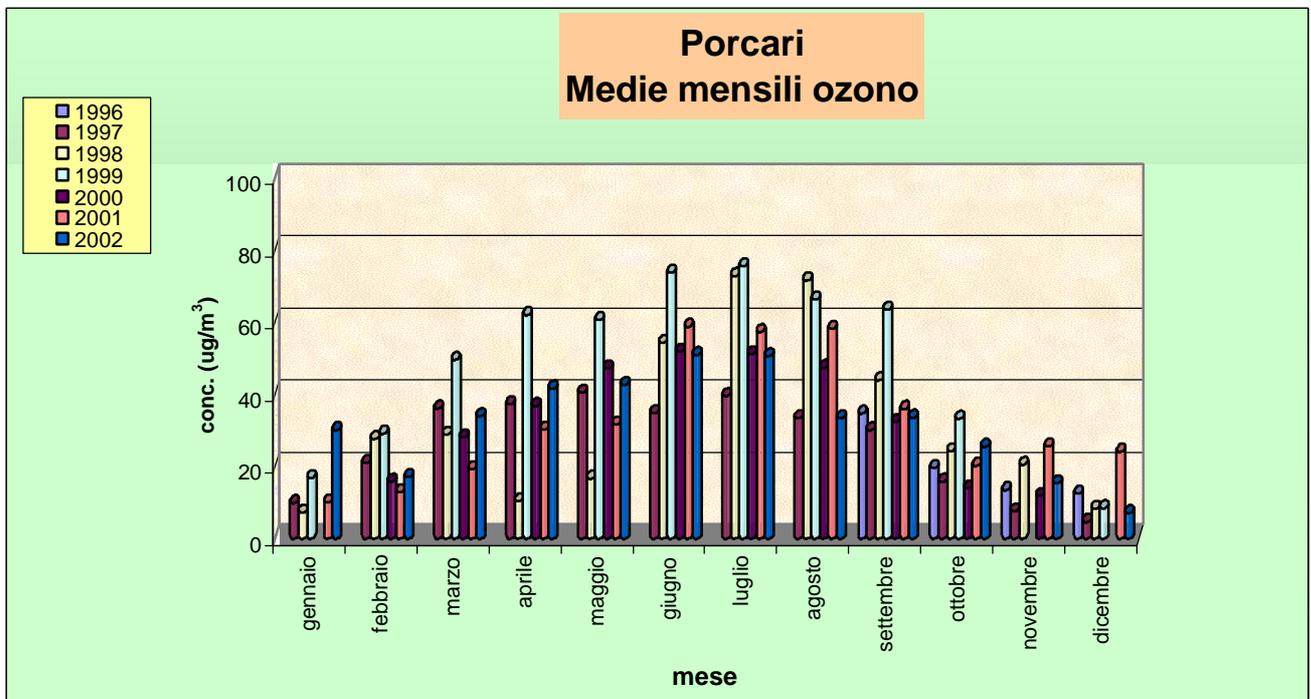
E', tra gli inquinanti monitorati, quello che per ora ha evidenziato le problematiche di maggior rilievo non sempre rispettando in passato gli standards di qualità dell'aria.

Pur non essendosi registrati negli ultimi periodi valori di punta particolarmente elevati, i dati rilevati nei periodi estivi si sono attestati su valori medi piuttosto elevati.

Nel luglio 2001 è stata condotta una specifica campagna di monitoraggio effettuata con il laboratorio mobile con l'obiettivo di raccogliere altri dati utili sul territorio di cui si riportano di seguito i risultati.

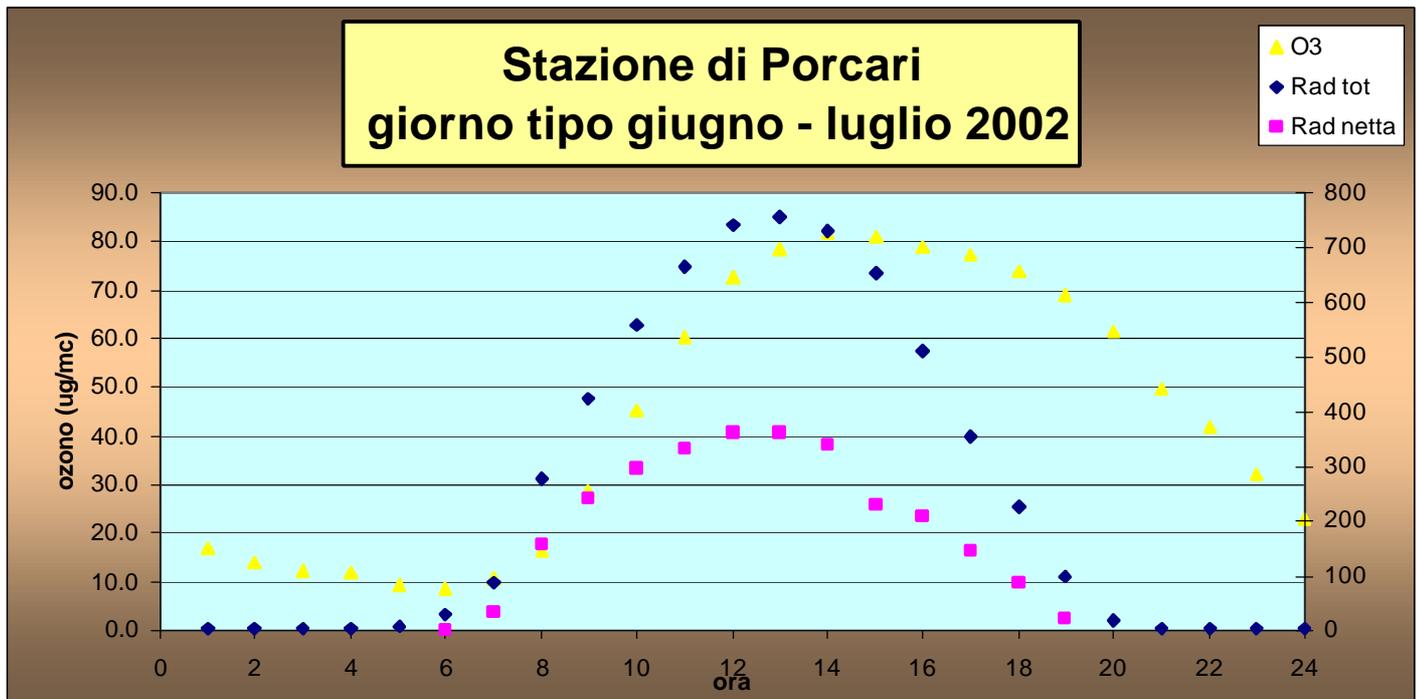
**Stazione di Porcari, inquinante Ozono, tempo di mediazione : 1 ora**

Anno	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
			50	100	150	180	200
1996	2218	ns	12.1	1.4	0.0	0.0	0.0
1997	8000	25.9	23.1	0.8	0.1	0.0	0.0
1998	7483	32.2	25.2	8.6	1.1	0.5	0.1
1999	6836	49.0	41.9	17.8	4.1	0.8	0.3
2000	5951	34.6	30.9	3.4	0.0	0.0	0.0
2001	6424	34.3	27.8	5.4	0.2	0.0	0.0
2002	7807	32	28.9	2.0	0.0	0.0	0.0



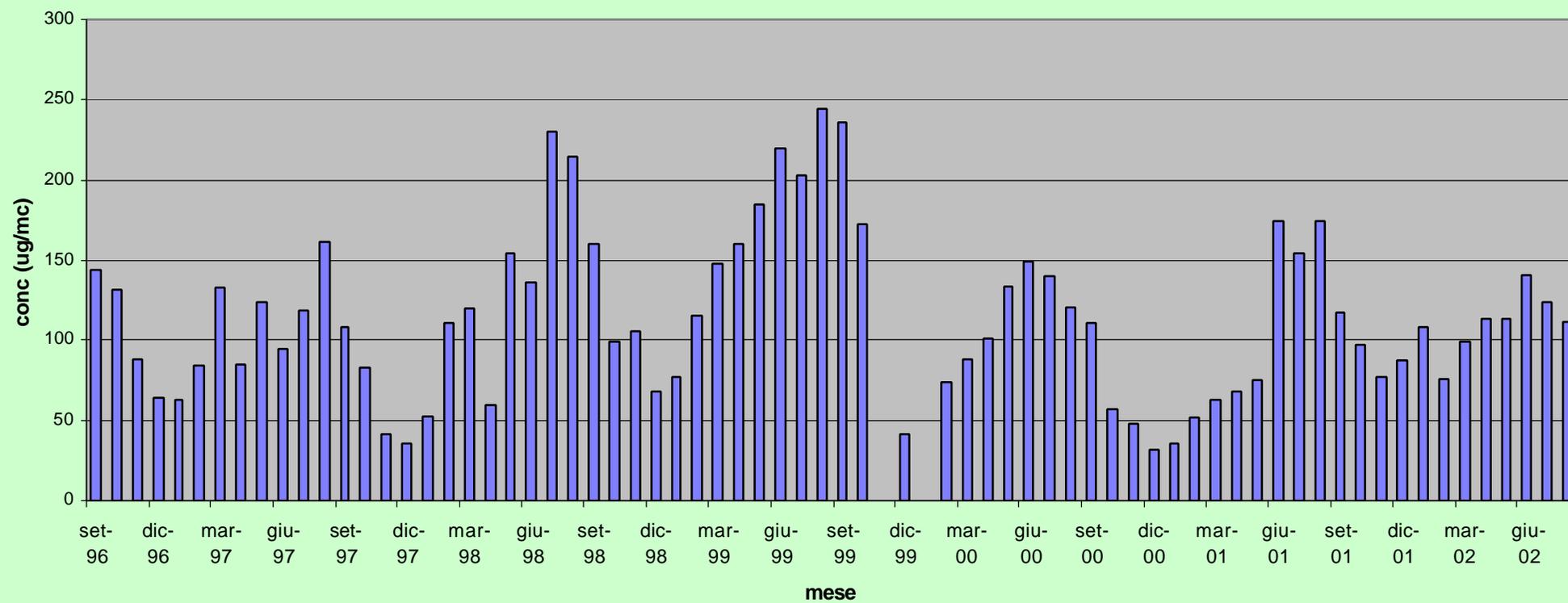
**Risultati del rilevamento laboratorio mobile e confronto con la stazione di Porcari**  
**Concentrazione ozono: periodo 13 giugno 2001 –9 luglio 2001**

Data	13 giu	14 giu	15 giu	16 giu	17 giu	18 giu	19 giu	20 giu	21 giu	22 giu	23 giu	24 giu	25 giu	26 giu	27 giu	28 giu	29 giu	30 giu	01 lug	02 lug	03 lug	04 lug
Lab. Mob Media	80	71	62	73	67	49	50	77	68	71	67	74	76	85	78	55		91	72	63	68	61
Cabina	87	82	65	76	72	52	51	79	78	74	69	64	67		73	41	43	80	70	62	52	60
Lab Mob Massimi	149	126	121	126	82	87	112	139	120	140	125	143	181	198	191	110		152	149	142	122	132
Cabina Massimi	142	120	111	121	83	86	105	136	119	140	120	133	166		164	101	97	134	136	130	114	121



## STAZIONE DI PORCARI

### Ozono: massimi mensili



<b>N. superamenti del livello per la protezione della salute previsto dal D.M. 16 maggio 1996 (120 µg/m<sup>3</sup> come media trascinata di 8 ore)</b>		
<b>Anno</b>	<b>1995</b>	//
	<b>1996</b>	7
	<b>1997</b>	9
	<b>1998</b>	345
	<b>1999</b>	672
	<b>2000</b>	51
	<b>2001</b>	224
	<b>2002</b>	19

**Nota: stazione entrata in servizio nel settembre 96**

Come in tutte le aree monitorate, si sono verificati numerosi superamenti del livello per la protezione della salute previsto dal D.M. 16 maggio 1996.

### **Anidride solforosa**

Anche per il comune di Porcari i dati relativi a questo inquinante sono rassicuranti. Nel corso del periodo di monitoraggio i valori rilevati sono sempre stati estremamente ridotti e ben inferiori ai limiti imposti dalla normativa. Nei periodi estivi spesso i valori rilevati si sono aggirati ai limiti della sensibilità della strumentazione disponibile. Si riportano di seguito le elaborazioni effettuate per la valutazione della qualità dell'aria nelle aree monitorate.

Anche il confronto con i futuri limiti che prevedibilmente verranno adottati in seguito all'applicazione del Dlgs. 351/99 evidenzia valori abbondantemente inferiori ai limiti imposti.

Inquinante : **Biossido di Zolfo** in µg/m<sup>3</sup>; Tempo di mediazione: **24 ore**;  
 Periodo osservazione: anno; periodo di rilevamento: da 1° aprile a 31 marzo;

<b>Anno</b>	<b>Elaborazione annuale</b>					<b>Semestre invernale</b>			
	<b>N. dati</b>	<b>Mediana</b>	<b>98° pc</b>	<b>Media</b>	<b>S</b>	<b>N. dati</b>	<b>Mediana</b>	<b>Media</b>	<b>S</b>
1996 - 1997	ns	ns	ns	ns	ns	155	5	8	7.8
1997 - 1998	3335	01	6	1	1.6	165	1	2	2.0
1998 - 1999	299	1	3	1	0.9	154	0	1	0.9
1999 - 2000	189	1	15	5	3.2	69	5	6	6.0
2000 - 2001	345	2	7	2	1.7	170	2	2	2.1
2001 - 2002	357	2	10	3	2.2	182	3	3	2.7
2002 - 2003	340	1	7	2	1.8	165	2	3	2.0

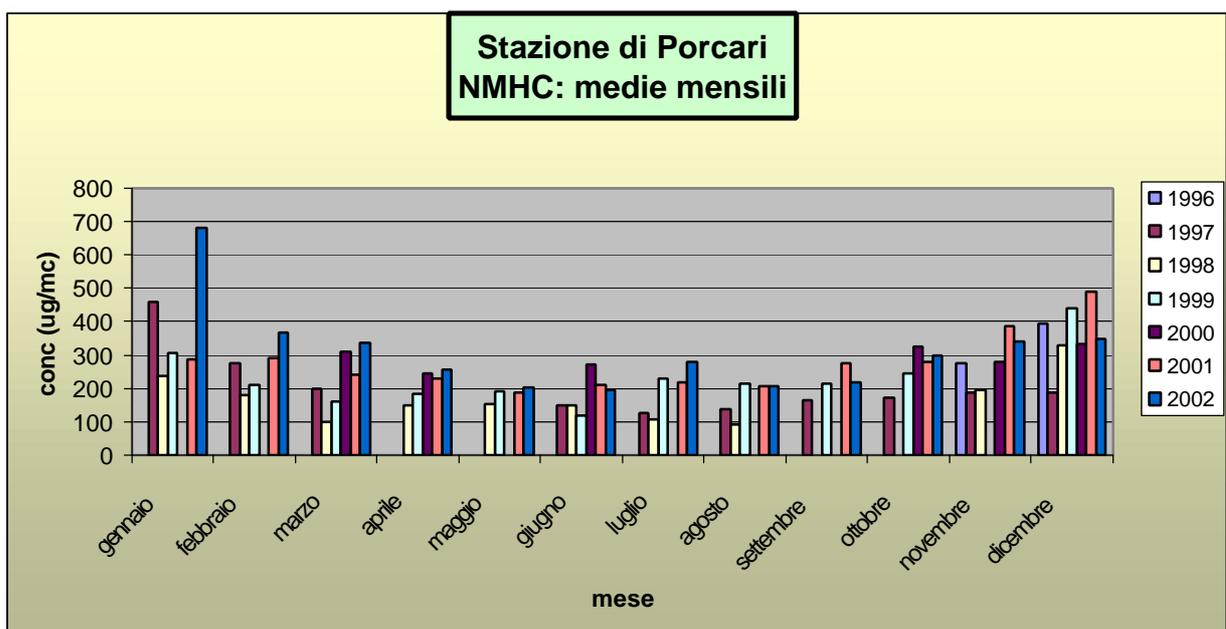
## Idrocarburi non metanici

Per questa tipologia di inquinanti non si sono finora evidenziati particolari trend in funzione del tempo.

Questa classe di inquinanti, come già accennato in precedenza, non è oggetto di una specifica normativa (salvo un limite imposto come standard di qualità dell'aria da rispettare nei periodi in cui sia registrato un superamento dei parametri relativi all'ozono). I valori registrati, pur non trascurabili, si sono attestati su valori significativamente inferiori a quelli registrati presso le stazioni ubicate nelle aree urbane di maggiori dimensioni, a conferma della notevole incidenza che assume anche sulla presenza di questi inquinanti il traffico veicolare.

Stazione di Porcari, inquinante NMHC, tempo di mediazione : 1 ora

Anno	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	massimo annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza di superamento dei valori di riferimento ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
				300	600	900	1200	1500
1996	1168	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
1997	6137	199.3	1482	18.3	3.4	0.7	0.2	0.0
1998	5157	195.0	1283	13.5	2.3	0.5	0.1	0.0
1999	4980	234.0	1369	21.1	3.8	0.9	0.1	0.0
2000	3040	ns	1183	38.4	0.02	0.02	0.01	0.0
2001	5960	267.6	1618	23.8	0.02	0.02	0.01	0.01
2002	5649	313.0	1761	35.9	7.3	2.2	0.8	0.2



## COMUNE DI CAPANNORI

Presso questo comune è attiva dalla seconda metà del 1998 una stazione di monitoraggio la cui operatività ha subito una interruzione di circa sei mesi nella seconda metà del 1999.

I parametri attualmente monitorati sono PM10, SO<sub>2</sub>, CO e ossidi di azoto.

I valori monitorati si sono in generale attestati su valori sensibilmente minori di quelli registrati nelle aree urbane di Viareggio e Lucca anche se si sono registrati in passato, per pochi periodi di durata limitata, tassi di inquinanti sensibilmente superiori a quelli registrati normalmente.

Ad integrazione dei dati ottenuti dalla stazione di monitoraggio vi è da rilevare che è stato effettuato un approfondito studio di settore per valutare l'impatto ambientale di un settore industriale particolarmente sviluppato nel comune (con una rilevante concentrazione di aziende nell'area del Segromigno) quale quello calzaturiero e che in varie occasioni, sono state effettuate specifiche campagne di monitoraggio con il laboratorio mobile.

### Monossido di Carbonio

Il monitoraggio di questo inquinante, iniziato ad agosto 1998 ha subito una interruzione relativamente al periodo fine 1998 – inizio 2000. I dati raccolti, anche in relazione alla non completa comparabilità dei vari periodi annuali ed alla mancata funzionalità della stazione nel periodo agosto 1999 – aprile 2000, non permettono di individuare un trend definito come per le altre stazioni di monitoraggio. Vi è da rilevare però che, con parziale eccezione relativamente ai periodi cui si è accennato in premessa, le concentrazioni misurate si sono attestate su valori abbastanza ridotti .

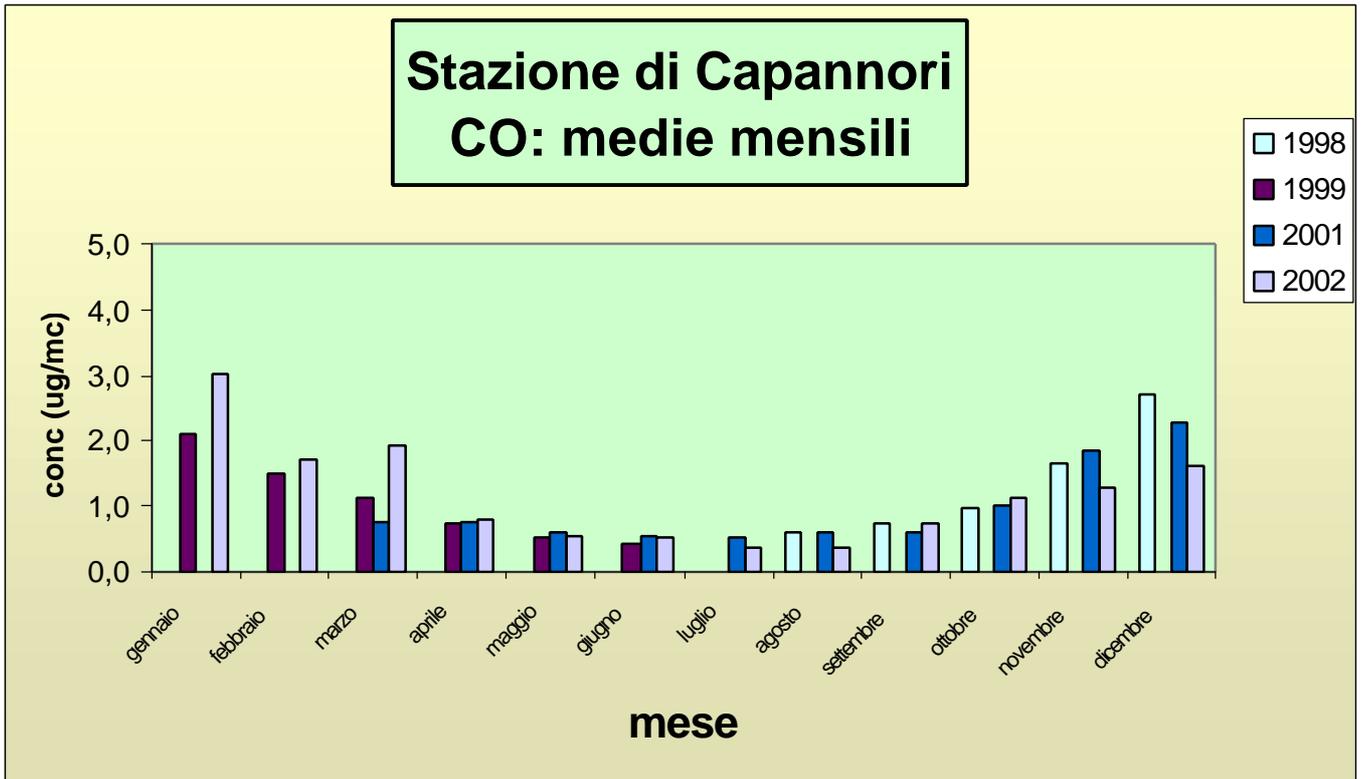
Stazione di Capannori, inquinante CO, tempo di mediazione : 1 ora

Anno	N° dati	Media annuale (mg/m <sup>3</sup> )	massimo annuale (mg/m <sup>3</sup> )	Frequenza di superamento dei valori di riferimento (mg/m <sup>3</sup> )				
				2.5	5	7.5	10	15
1998 <sup>10</sup>	3213	Ns	9.8	15.3	2.2	0.4	0.0	0.0
1999 <sup>11</sup>	4050	Ns	9.6	8.3	1.2	0.1	0.0	0.0
2001 <sup>12</sup>	6638	Ns	6.8	6.7	0.8	0.0	0.0	0.0
2002	8051	1.0	4.6	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0

<sup>10</sup> stazione entrata in servizio ad agosto 1998

<sup>11</sup> Periodo di riferimento: gennaio – luglio, media di periodo 1 mg/m<sup>3</sup>

<sup>12</sup> Periodo di riferimento: marzo – dicembre, media di periodo 1 mg/m<sup>3</sup>



## PM10

Questo parametro è stato rilevato nel periodo dicembre 1998 – giugno 1999. Il monitoraggio è stato poi ripreso a partire da gennaio 2000 per proseguire, sostanzialmente senza interruzioni, fino alla data attuale.

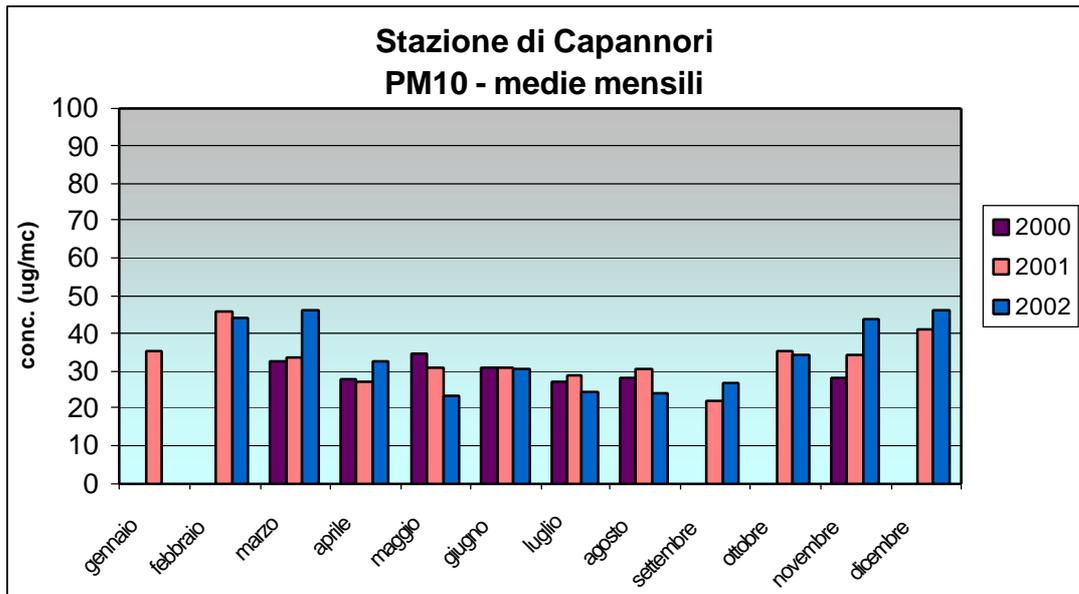
I dati rilevati si attestano su valori relativamente inferiori a quelli mediamente registrati presso le altre aree urbane monitorate e, almeno per ora, in linea con i limiti imposti dalle direttive dell'Unione Europea di recente recepimento.

### Stazione di Capannori: inquinante PM10, distribuzione delle medie giornaliere

ANNO	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza di superamento dei valori di riferimento ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
			25	50	75	100	150
1999 <sup>13</sup>	184	ns	68.5	19.0	5.4	2.7	0.0
2000 <sup>14</sup>	175	ns	67.4	2.9	0.0	0.0	0.0
2001	288	31.6	71.9	5.9	0.3	0.0	0.0
2002	347	34.7	68.9	16.7	1.4	0.0	0.0

<sup>13</sup> Periodo di riferimento gennaio – giugno: media periodo =  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$

<sup>14</sup> Media dati disponibili:  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$



**Anno 2002, concentrazioni medie di 24 ore.  
Superamenti del V.L. = 65 µg/m<sup>3</sup>**

	Capannori
n. superamenti	14
n. dati validi	325

### Biossido di Azoto

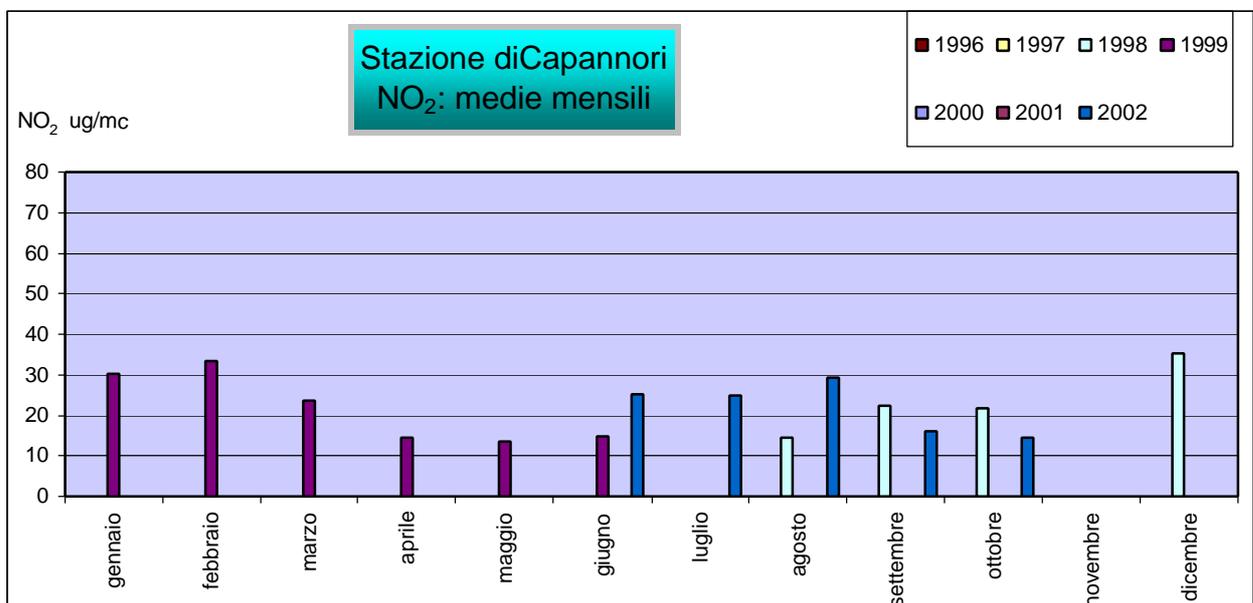
Il rilevamento di questo inquinante è stato condotto con regolarità nel periodo agosto 1998 – giugno 1999: Nel corso del 2002 è stato effettuato un monitoraggio integrativo di qualche mese senza che venissero riscontrate differenze sostanziali rispetto ai periodi precedenti.

Non essendo i dati rilevati nel periodo 1998 – 1999 sufficienti per effettuare una elaborazione statistica conforme a quanto previsto con le normative sugli standards di qualità dell'aria che fanno riferimento a ciascun anno solare si riporta, oltre alle distribuzioni di ciascun anno, la distribuzione dei dati relativa all'intero periodo (11 mesi consecutivi) per permettere un confronto indicativo sia con le altre aree monitorate sia con i riferimenti normativi.

Per quanto attiene la presenza di questo inquinante i dati raccolti (confermati finora dai dati raccolti nel corso del 2002) sono tali da non evidenziare situazioni di particolare criticità.

### Stazione di Capannori, inquinante NO<sub>2</sub>, tempo di mediazione : 1 ora

Anno	N° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	98° pc ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza di superamento dei valori di riferimento ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
				25	50	75	100	150
1998 <sup>15</sup>	2366	ns	68.0	44.5	8.4	1.2	0.3	0.0
1999 <sup>16</sup>	3774	ns	62.0	35.6	6.0	0.5	0.1	0.0
Agosto 1998 – luglio 1999	6140	22.5	64.0	39.2	6.9	0.8	0.2	0.0
2002	2054	21.0	43.0	38.0	0.0	0.0	0.0	0.0



### Anidride solforosa

La presenza di questo inquinante nel comune si è rilevata anche qui molto limitata e ben al di sotto dei limiti posti dalla normativa vigente. Anche in tale stazione nei periodi estivi spesso i valori rilevati si sono aggirati ai limiti della sensibilità della strumentazione disponibile. Si riportano di seguito le elaborazioni effettuate per la valutazione degli standards di qualità dell'aria nelle aree monitorate.

Anche il confronto con i futuri limiti che prevedibilmente verranno adottati in seguito all'applicazione del Dlgs. 351/99 evidenzia valori abbondantemente inferiori ai limiti imposti.

<sup>15</sup> Periodo di monitoraggio: luglio-dicembre

<sup>16</sup> Periodo di monitoraggio: gennaio-giugno

Inquinante : **Biossido di Zolfo** in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Tempo di mediazione: **24 ore**;  
 Periodo osservazione: anno; periodo di rilevamento: da 1° aprile a 31 marzo;

Anno	Elaborazione annuale					Semestre invernale			
	N. dati	Mediana	98° pc	Media	S	N. dati	Mediana	Media	S
1998 - 1999	205	1	3	1	1.0	161	1	1	0.3
1999 - 2000	ns	Ns	Ns	Ns	ns	ns	Ns	Ns	ns
2000 - 2001	190	1	5	1	1.9	64	1	3	3.3
2001 - 2002	322	0	3	1	0.8	158.0	1	1	1.2
2002 - 2003	354	1	4	1	0.8	175	1	2	1.1