

**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

**Comune di Lucca**

**Rilevamento della Qualità dell'aria**

**Periodo  
1995-2003**

**Il Responsabile  
del Dipartimento Arpat di Lucca  
Dott. Marco Pellegrini**



# Qualità dell'aria del Comune di Lucca

## Risultati dei rilevamenti nel periodo 1995 - 2003

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). Successivamente è stata implementata nel 1997 dall'Amministrazione Comunale con le stazioni di viale Castracani e via Passaglia.

A fronte delle mutate esigenze di monitoraggio emerse nel corso degli anni sono state dimesse:

- nel 1997 la stazione di Ponte a Moriano a seguito della variante stradale effettuata nell'area monitorata che ne ha reso non più necessaria la presenza
- nel 2001 la stazione chimico – meteorologica di Spalti di S. Frediano

Mirata al monitoraggio in particolare di ozono, da luglio 2002 è attiva una stazione ubicata presso la collina di Carignano.

I principali inquinanti monitorati nell'area urbana sono monossido di carbonio, ossidi di azoto, anidride solforosa, PM10, ozono 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).

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, il monitoraggio si interrompe per riprendere altrove.

I dati delle stazioni di monitoraggio sono stati integrati in più occasioni con campagne di monitoraggio effettuate con il laboratorio mobile o con altri mezzi in altri punti dell'area urbana ed i cui risultati sono stati riassunti in specifiche relazioni.

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

Nell'ambito di uno studio condotto sul territorio provinciale sono state stimate le emissioni derivanti dalle principali fonti presenti sul territorio comunale. I valori, espressi in tonnellate/anno e con riferimento all'anno 1998, sono riassunti nelle tabelle seguenti. Nel

computo sono state escluse le emissioni di sostanze organiche volatili (SOV) di origine industriale i cui valori allora stimati potrebbero non essere più significativi alla data attuale.

| <del>Fonte emissiva</del><br>Inquinante | Traffico veicolare | Emissioni civili<br>da combustione | Distributori<br>carburante | Solventi ad uso<br>non industriale | Combustione<br>industriale <sup>1</sup> |
|---|--------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|---|
| CO                                      | 8.133              | 327                                | 0                          | 0                                  | 50                                      |
| NOx                                     | 1.769              | 77                                 | 0                          | 0                                  | 180                                     |
| COV                                     | 1.717              | 41                                 | 76                         | 273                                | 20                                      |
| PM10                                    | 82                 | 9                                  | 0                          | ns                                 | 25                                      |
| SOx                                     | 152                | 5                                  | 0                          | 0                                  | 100                                     |

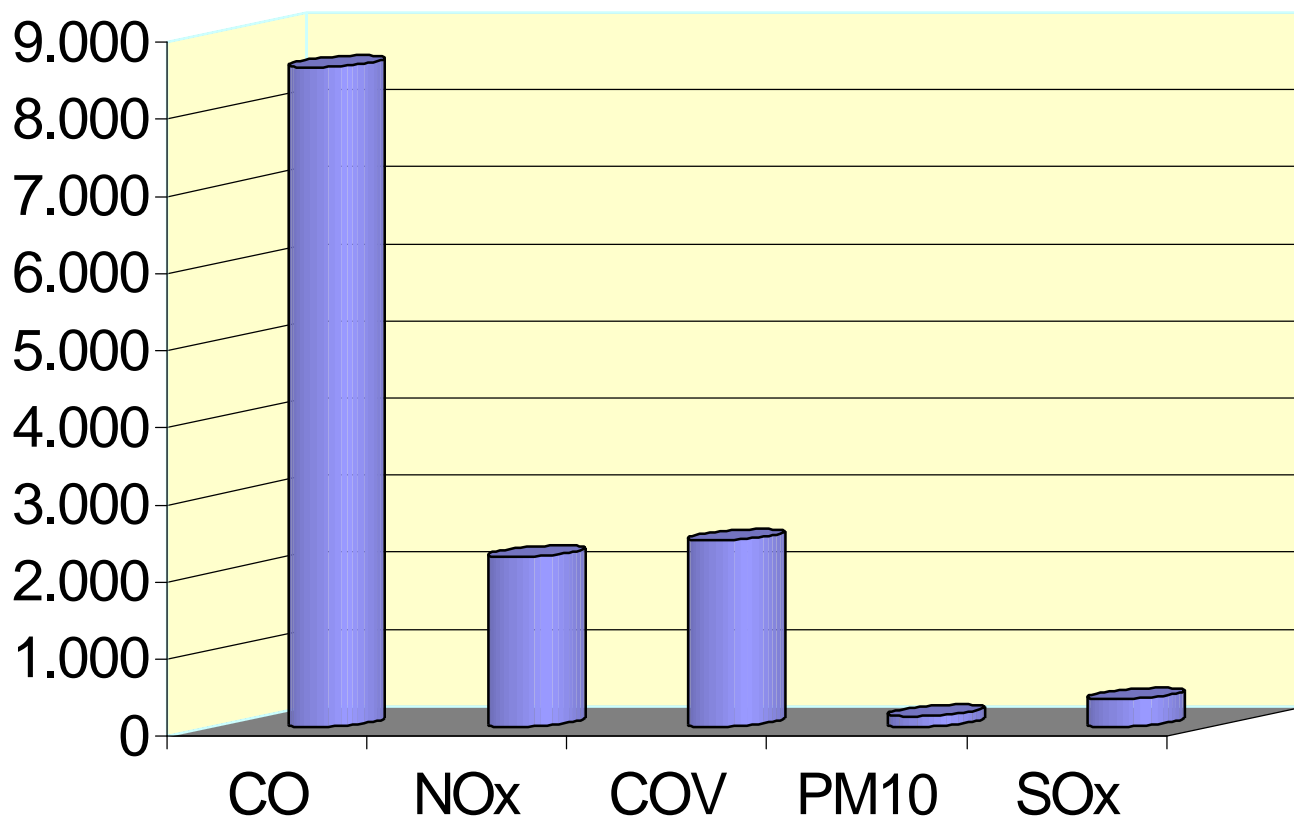
Anche se le stime effettuate hanno come riferimento l'anno 1998, possono ancora essere ritenute utili per valutare, almeno a livello indicativo, il peso delle varie fonti emissive sulla qualità dell'aria cittadina.

Dal quadro complessivo emerge chiaramente la particolare rilevanza assunta dalle emissioni di origine veicolare. Anche se sicuramente ridotte nel tempo in misura significativa, queste emissioni al 2003 possono essere considerate ancora di gran lunga le più significative.

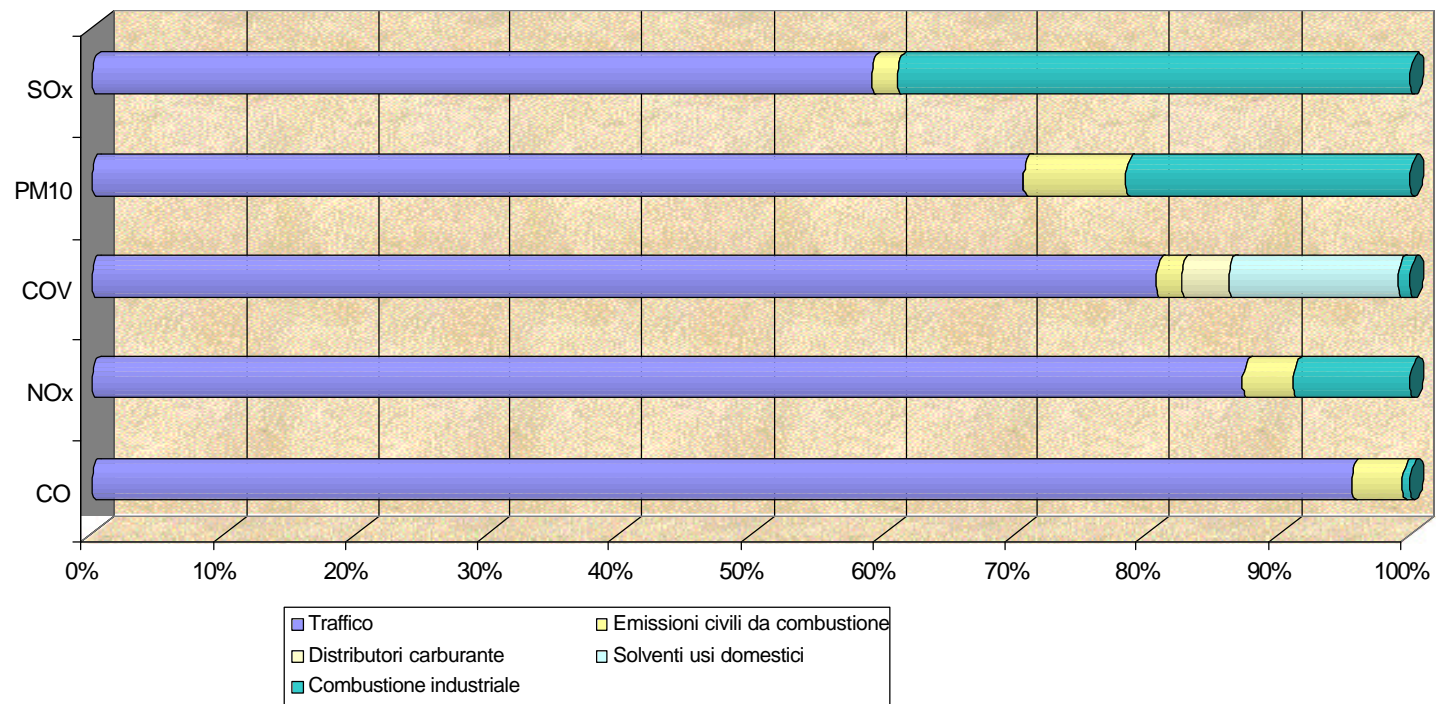
---

<sup>1</sup> Emissioni massime attendibili

**Comune di Lucca**  
**Emissioni complessive delle principali fonti inquinanti**  
**Riferimento: anno 1998**



**Comune di Lucca**  
**Ripartizione delle emissioni tra le principali fonti**

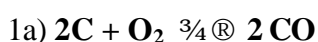


Si riporta di seguito una breve descrizione introduttiva degli inquinanti e della strumentazione utilizzata accompagnata da alcune considerazioni, di carattere generale, sui risultati complessivi dei rilevamenti effettuati e sulla situazione emissiva a livello provinciale che saranno maggiormente dettagliate nella parte riservata alla valutazione dei dati ottenuti.

## **Monossido di Carbonio**

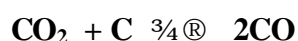
E' un prodotto di ossidazione derivante normalmente da una combustione incompleta: è inodore, incolore ed insapore, di densità leggermente inferiore a quella dell'aria. Normalmente presenta una reattività piuttosto scarsa con gli altri costituenti dell'atmosfera. I meccanismi che permettono la sua formazione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



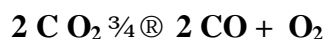
La prima reazione è circa 10 volte più veloce della seconda: per questo motivo una eventuale carenza di ossigeno comporta la prevalenza della prima reazione rispetto alla seconda in modo tanto più accentuato quanto minore è la disponibilità dello stesso.

- 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. 9830. 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.

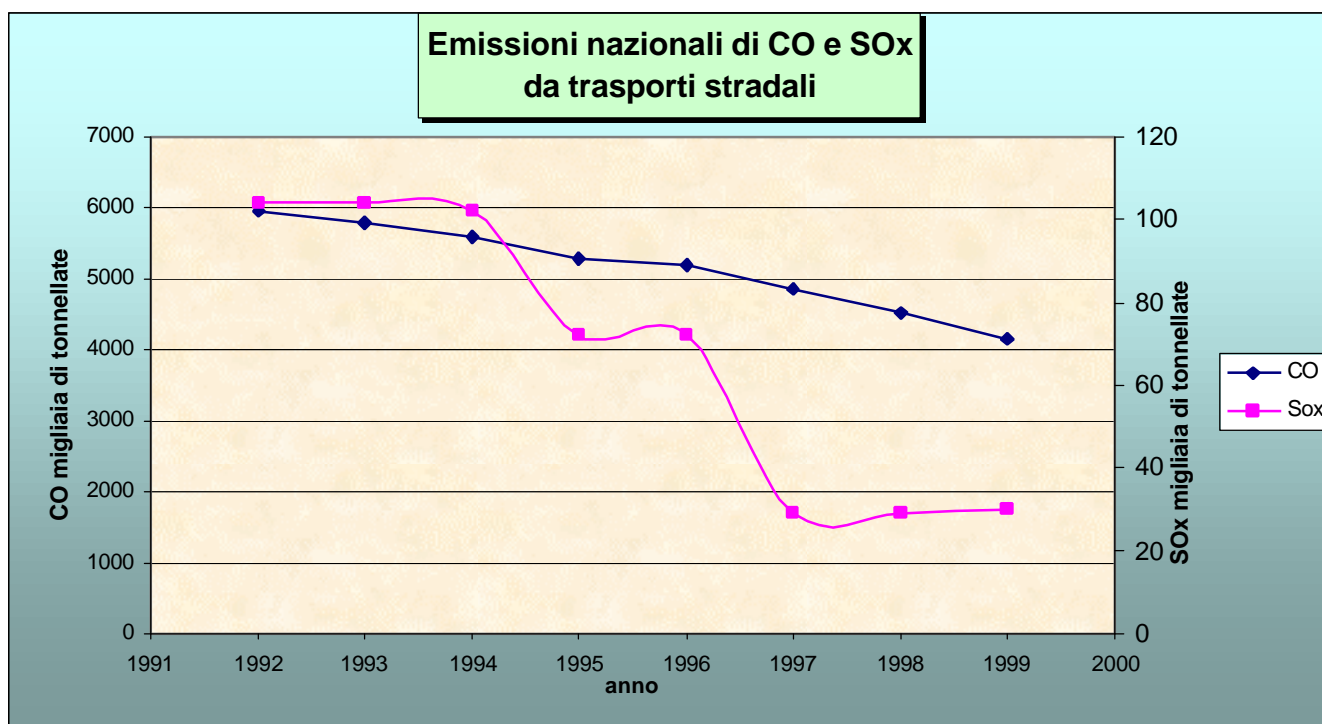
Una emissione a larga banda emessa da una sorgente IR attraversa un disco rotante contenente due celle con funzione di filtri interferenziali gassosi. Una di queste è riempita con ossido di carbonio, l'altra con azoto. La prima è utilizzata per produrre un raggio di riferimento che non può ulteriormente 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, proporzionale alla concentrazione dell'ossido di carbonio nel campione.

### **Considerazioni generali**

I tassi di CO presenti sul territorio hanno evidenziato un chiaro trend discendente nel corso degli anni, particolarmente marcato a partire dal 1998 e diffuso su tutto il territorio provinciale in maniera sostanzialmente omogenea. Tale riduzione è interamente attribuibile al progressivo rinnovamento del parco veicolare con veicoli sottoposti a vincoli emissivi sempre più stringenti a partire in particolare dai veicoli immatricolati dal 1993. Le emissioni da CO, che hanno sempre trovato nel traffico la fonte emissiva di gran lunga preponderante nelle aree urbane, hanno subito una drastica riduzione man mano che per i veicoli di nuova immatricolazione hanno sono stati imposti limiti emissivi sempre più stringenti imposti dalle direttive europee in materia. Il trend di riferimento a livello nazionale è quello descritto nel grafico seguente da cui si rileva una riduzione lineare nel corso degli ultimi anni delle emissioni di tale inquinante (ancora non è interrotta). A tale netta riduzione delle emissioni ha fatto seguito una riduzione altrettanto marcata delle concentrazioni rilevate nelle varie stazioni di rilevamento. Allo stato attuale, i tassi registrati sono tali da garantire il rispetto di tutti i limiti normativi di concentrazione attualmente vigenti.





## 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 ( $\text{NO}$  ed  $\text{NO}_2$ ).

Il monossido di azoto è un gas incolore, inodore e poco solubile in acqua. Si produce principalmente tramite la reazione:  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{3/4} 2 \text{NO}$  (in forma di  $\text{N}_2\text{O}_4$ ).

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  $\text{NO}$  che si formano spontaneamente sono del tutto irrilevanti. Le quantità prodotte diventano invece sensibili a temperature superiori ai  $1000^\circ\text{C}$ : 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 del monossido di azoto (in percentuale fortemente dipendente dalle condizioni meteorologiche) 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 significativamente più elevati nei periodi invernali piuttosto che nei periodi estivi, con notevoli escursioni anche tra le ore diurne e le ore notturne e con forti correlazioni con i tassi di ozono presenti.

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 degli ossidi di azoto 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 degli ossidi di azoto sull'ambiente**

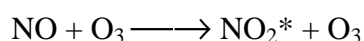
Nelle piante esposte per brevi periodi, a basse concentrazioni agli ossidi di azoto, si possono rilevare incrementi dei livelli di clorofilla; lunghi periodi causano invece la senescenza e la caduta delle foglie più giovani. Il meccanismo principale di aggressione comunque è costituito dall'acidificazione 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 stati in passato dei Monitor Labs mod. 9841 ora in corso di sostituzione progressiva con altri modelli di apparati rilevatori. Il principio di funzionamento di tutti gli analizzatori attualmente in commercio 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 parti 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.

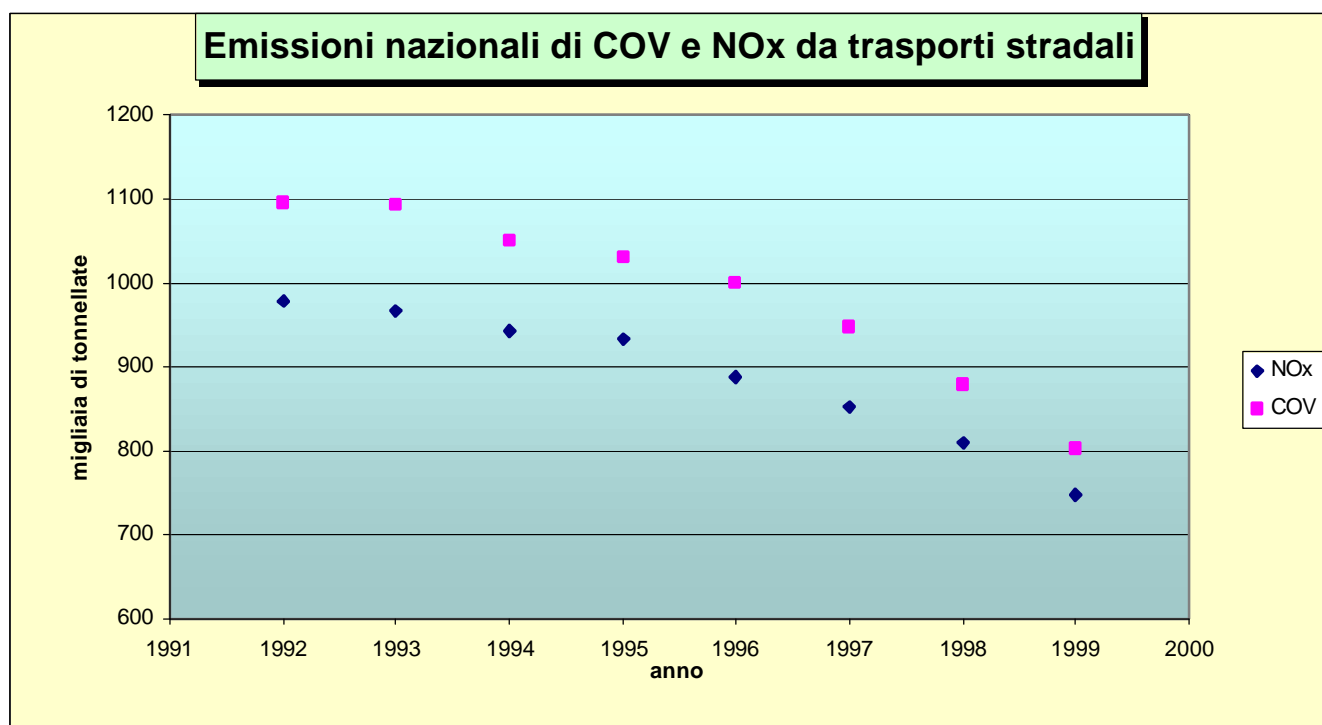
Si riportano di seguito le distribuzioni dei dati valutate negli anni di riferimento. Per questa tipologia di inquinanti non si sono mai verificati casi di mancato rispetto dei limiti prescritti. Anche per questi composti si evidenzia il fatto che le stazioni che hanno fatto comunque registrare i valori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

### **Considerazioni generali**

Sia pure con andamento differenziato rispetto al monossido di carbonio anche per questo inquinante, che comunque in passato non aveva presentato particolari problemi relativamente al rispetto dei valori fissati dalla normativa, si è assistito a una riduzione delle concentrazioni. Anche

in questo caso il merito è da attribuirsi quasi esclusivamente al rinnovamento del parco veicoli circolante. L'impatto positivo sulla qualità dell'aria si è registrato meno accentuato e distribuito in maniera non del tutto uniforme sul territorio provinciali con riduzioni sensibili in talune aree, significativamente meno marcate in altre.

.



## 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 alimentati a olio combustibile o gasolio) 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, per tutto il periodo finora monitorato e con l'eccezione di 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.

## **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 tale presenza, 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.

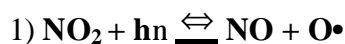
Questa sostanza ha effetti tossici sugli organismi viventi. Introdotto nel tratto respiratorio può infatti danneggiare i tessuti polmonari. La quantificazione dei danni causati sugli esseri umani non è ancora ben definita, è certo comunque che bambini, soggetti asmatici e persone sottoposte a sforzi fisici intensi possono soffrire di problemi respiratori in presenza di elevate concentrazioni di tale 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 relativa produzione chimica, 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:



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  $\text{O}\bullet$  reagisce con una molecola di ossigeno.



Il ciclo descritto è di per sé un ciclo chiuso che tenderebbe a stabilizzarsi portando nel complesso ad una concentrazione all'equilibrio di  $\text{O}_3$  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 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  $\text{OH}\bullet$ , in grado di interagire con il monossido di azoto, inibendone così il ruolo di moderatore nei confronti dell'ozono.

L'inquinante 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 questa 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 contribuire alla sua formazione in quanto sorgente di idrocarburi (derivanti dai processi di decomposizione organica) oppure 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'inquinante 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 non si verificano nei pressi delle sorgenti di precursori, ma a distanze che possono giungere a decine, se non 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 dal 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 parte dell'ozono trasportato oltre la strada dal vento viene rimosso grazie alla presenza di NO a sua volta convertito ad NO<sub>2</sub>.

Questo insieme di fenomeni fa sì che spesso i relativi casi di inquinamento acuto non si verifichino in generale nelle zone produttrici di inquinanti precursori ma a distanze, anche notevoli, poste sottovento delle stesse. Tale stato di fatto rende complessa la predisposizione di piani che possano ridurre questa tipologia di inquinamento. Non è infatti sufficiente predisporre interventi su scala cittadina o provinciale, ma è necessario intervenire prendendo come riferimento aree più ampie, la



cui estensione è fortemente correlata dall'orografia del territorio in esame. Una parte non irrilevante della presenza di ozono, inoltre, è sicuramente rapportabile ad una scala transfrontaliera e per incidere su di essi risultano pertanto necessari interventi coordinati tra governi diversi.

I provvedimenti più efficaci che possono essere suggeriti a livello di autorità locale devono quindi orientarsi 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 norma 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 nelle quantità di gran lunga più rilevanti, 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 lasciata a campagne di monitoraggio mirate.

Per questa classe di composti, decaduti con l'entrata in vigore delle normative di recepimento delle direttive europee in materia di qualità dell'aria, non sono previsti specifici normativi che fanno

invece riferimento a specifici composti organici (in particolare benzene). Non si sono finora evidenziati particolari trend in funzione del tempo. 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 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 sono un generatore di idrogeno destinato ad alimentare la fiamma ed un fornello utilizzato per produrre aria esente da idrocarburi.

### **Benzene**

Il benzene è una sostanza chimica liquida, di formula  $C_6H_6$ , dal caratteristico odore aromatico pungente. A temperatura ambiente volatilizza assai facilmente. In aria è presente praticamente ovunque, derivando da processi di combustione sia naturali (incendi boschivi, emissioni vulcaniche), che artificiali (proveniente soprattutto da emissioni industriali e gas di scarico dei veicoli a motore alimentati a benzina). 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 di utilizzo della benzina: distribuzione dei carburanti e, soprattutto, traffico veicolare, che da solo si è stimato incida per oltre 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..). Attualmente tale tipo di utilizzo è stato nettamente ridotto procedendo alla sua sostituzione con altri composti a minor impatto ambientale.

La maggior parte del benzene oggi prodotto 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. E' inoltre largamente utilizzato 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 dei composti del piombo precedentemente utilizzati.

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.

### **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.

### **Considerazioni generali**

Il campionamento sistematico di questo inquinante è stato effettuato solo sulla città di Lucca a partire dal 2002 prima tramite l'effettuazione di una campagna di rilevamento condotta per un anno su tutto il territorio cittadino utilizzando campionatori passivi e successivamente con l'installazione di uno specifico analizzatore, nel gennaio 2003, presso la stazione di Lucca – viale Carducci. Sul

resto del territorio provinciale sono stati effettuati una serie di campagne mirate ma di durata limitata che non permettono di stabilire per singole aree l'esistenza di uno specifico trend. Tuttavia il confronto tra tutti i dati disponibili evidenzierebbe in generale una significativa riduzione dei tassi presenti sul territorio. Tale riduzione è da ritenersi interamente attribuibile al miglioramento qualitativo dei combustibili per autotrazione (in particolare le benzine verdi i cui tenori di benzene sono stati drasticamente ridotti) e, anche in questo caso, al progressivo rinnovamento del parco veicoli circolante.

### **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  $\mu\text{m}$  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  $\mu\text{m}$ . 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 La valutazione delle polveri ambientali è basata sull'assorbimento di radiazioni  $\beta$ , emesse da una sorgente radioattiva costituita da una piastrina di metil-metacrilato contenente in sospensione il radioisotopo  $C^{14}$ , un emettitore puro di radiazioni  $\beta$  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  $N_0$  è il numero di conteggi effettuato sul "bianco" ed  $N_1$  il numero di conteggi effettuato sul campione al termine del ciclo di monitoraggio.  $K_m$  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  $\beta$  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.

### **Considerazioni generali**

La presenza di polveri sul territorio non ha evidenziato precisi trends temporali. In misura più accentuata nelle aree fortemente urbanizzate, meno nelle zone ad urbanizzazione inferiore, i valori riscontrati si sono sempre attestati su valori mediamente elevati, in più occasioni superiori ai valori di riferimento normativi per quanto riguarda i grossi insediamenti urbani.

Per questo inquinante non sembra si siano registrati particolari benefici dal rinnovamento per parco veicoli e le variazioni registrate sono attribuibili essenzialmente alle variazioni delle condizioni meteorologiche (in particolare, oltre alla stagionalità, venti e piogge).

Attualmente la presenza di polveri costituisce a livello generale la problematica di maggior rilievo a livello di qualità dell'aria sia a livello provinciale che a livello regionale, in particolare nelle aree a maggior tasso di urbanizzazione.

## Risultati del monitoraggio della qualità dell'aria

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 o dei livelli di attenzione ed allarme all'epoca vigenti sia presso la stazione di viale Carducci che in quella di viale e Castracani: Entrambe le stazioni sono ubicate in aree caratterizzate da flussi veicolari molto elevati.

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: in particolare in presenza di situazioni di inversione termica accentuate tale conformazione può comportare pertanto un innalzamento notevole dei tassi di inquinanti presenti.. 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<br>annuale<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | massimo<br>annuale<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | Frequenza di superamento dei<br>valori di riferimento<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |      |     |      |     |
|------------------------------------|---------|--|--|---|------|-----|------|-----|
|                                    |         |  |  | 2.5   | 5    | 7.5 | 10   | 15  |
| <b>Ponte a Moriano</b>             | 6020    | 1.0                                      | 5.5  | 7.8   | 0.05 | 0.0 | 0.0  | 0.0 |
| <b>Lucca-S. Micheletto</b>         | 7880    | 2.0                                      | 13.6                                       | 30.7  | 4.0  | 0.7 | 0.09 | 0.0 |
| <b>Lucca-Spalti di S. Frediano</b> | 7467    | 1.2                                      | 11.0                                       | 14.8  | 2.8  | 0.6 | 0.05 | 0.0 |
| <b>Lucca- v.le Carducci</b>        | 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<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | massimo annuale<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | Frequenza di superamento dei valori di riferimento<br>(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<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | massimo annuale<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | Frequenza di superamento dei valori di riferimento<br>(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<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | massimo annuale<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | Frequenza di superamento dei valori di riferimento<br>(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<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | massimo annuale<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | Frequenza di superamento dei valori di riferimento<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |     |     |      |     |
|-----------------------------|---------|---------------------------------------|---|--|-----|-----|------|-----|
|                             |         |                                       |   | 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<br>annuale<br>(mg/m3) | massimo<br>annuale<br>(mg/m3) | Frequenza di superamento dei<br>valori di riferimento<br>(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<br>annuale<br>(mg/m3) | massimo<br>(mg/m3) | Frequenza di superamento dei<br>valori di riferimento<br>(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

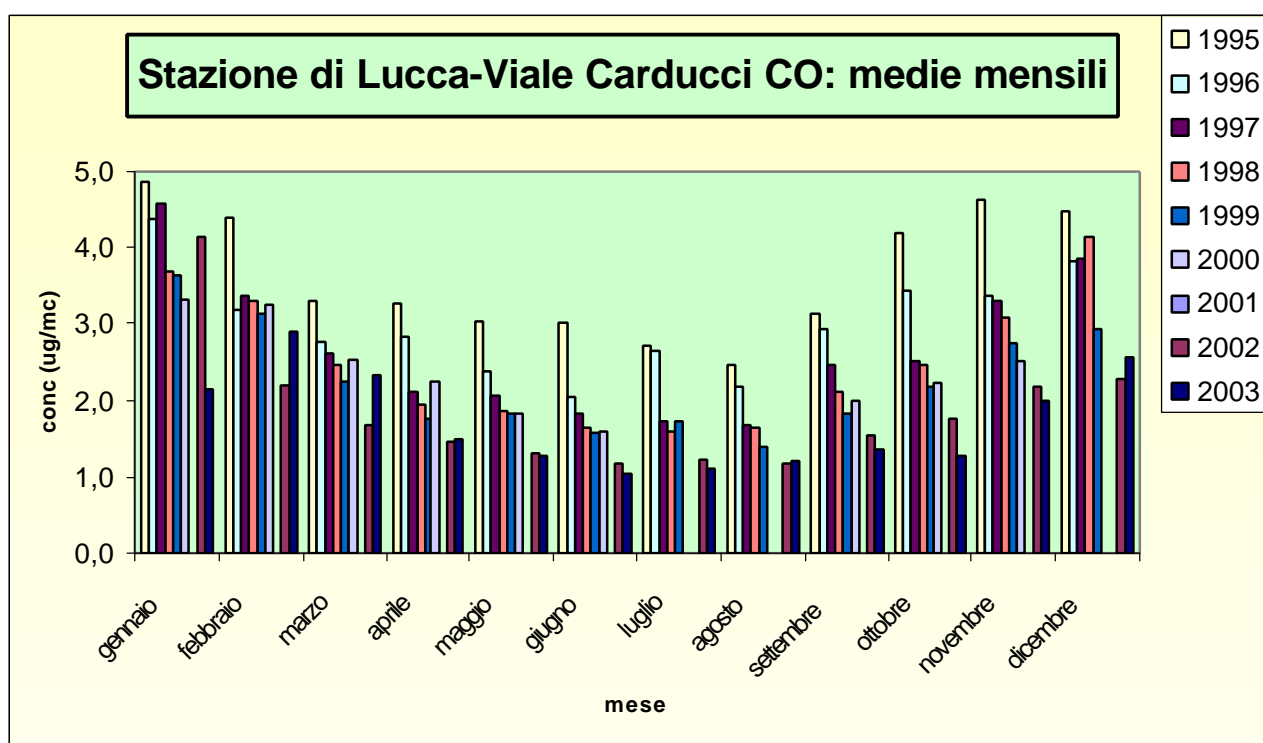
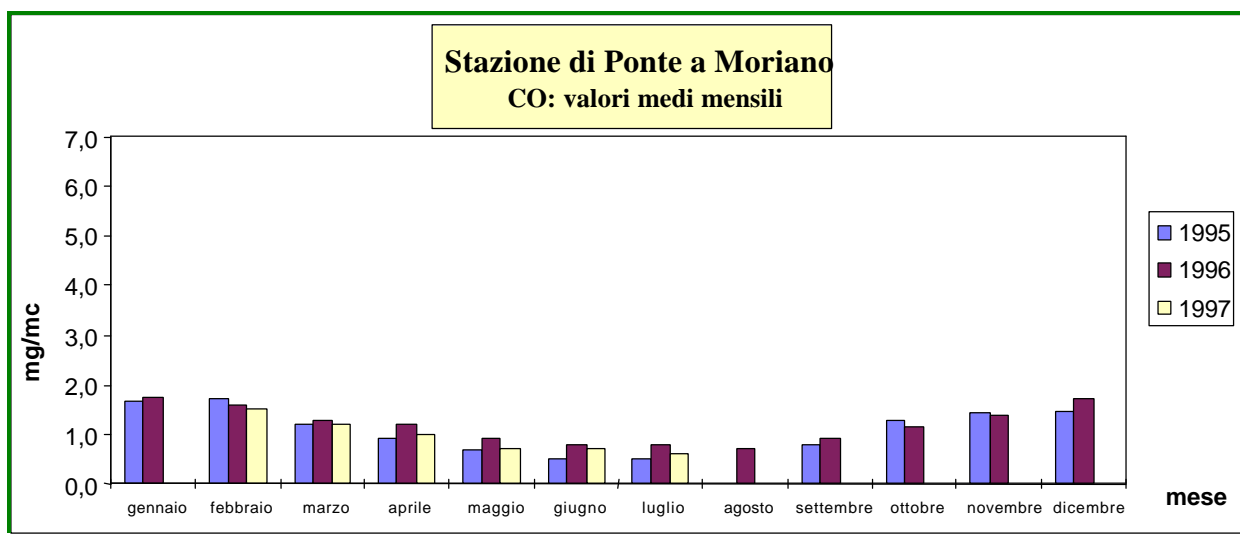
**ANNO 2002, inquinante CO, tempo di mediazione: 1 ora**

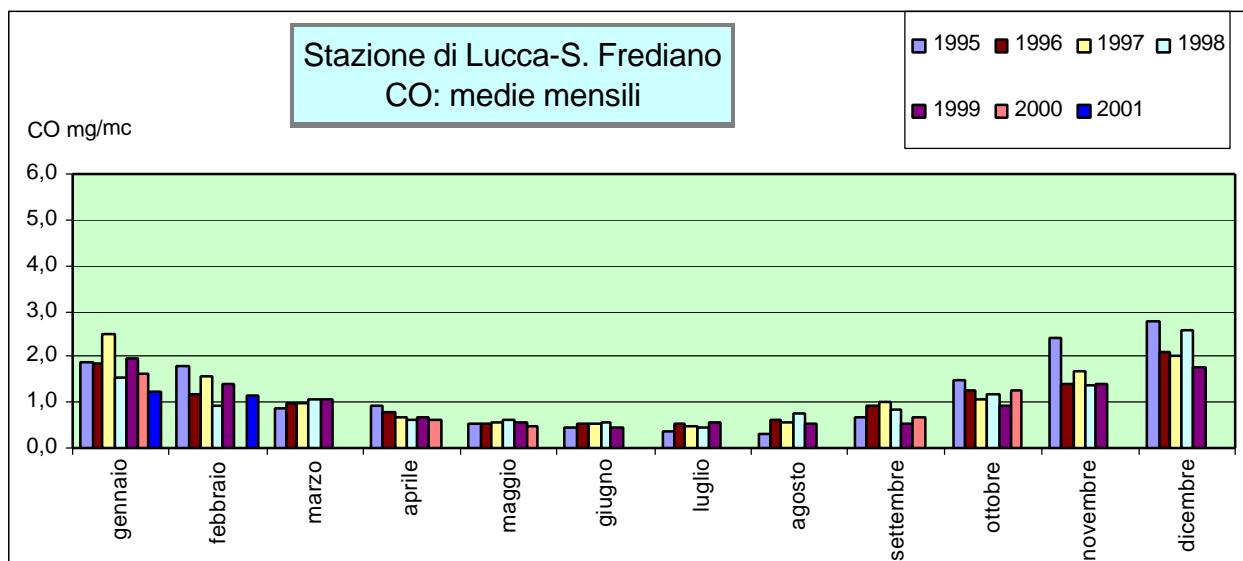
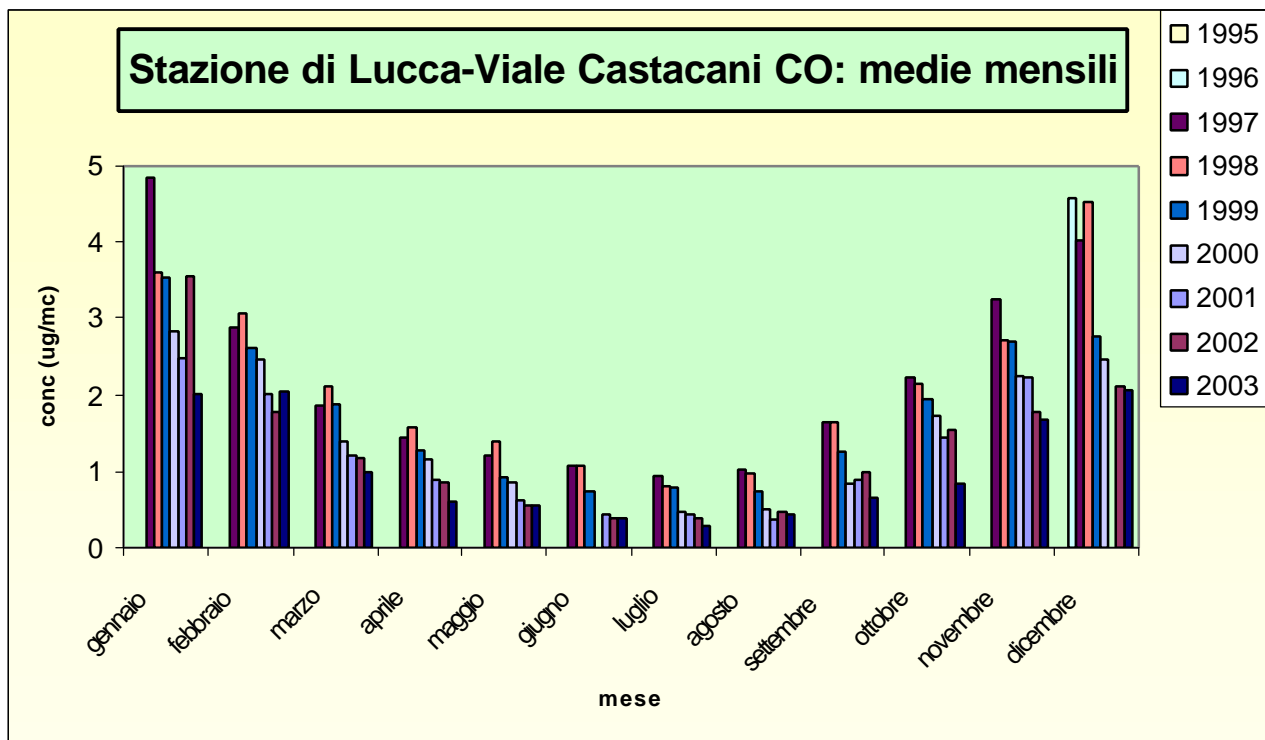
| Stazione              | n° dati | Media<br>annuale<br>(mg/m3) | massimo<br>(mg/m3) | Frequenza di superamento dei<br>valori di riferimento<br>(mg/m3) |     |     |      |     |
|-----------------------|---------|-----------------------------|--------------------|--|-----|-----|------|-----|
|                       |         |                             |                    | 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 |

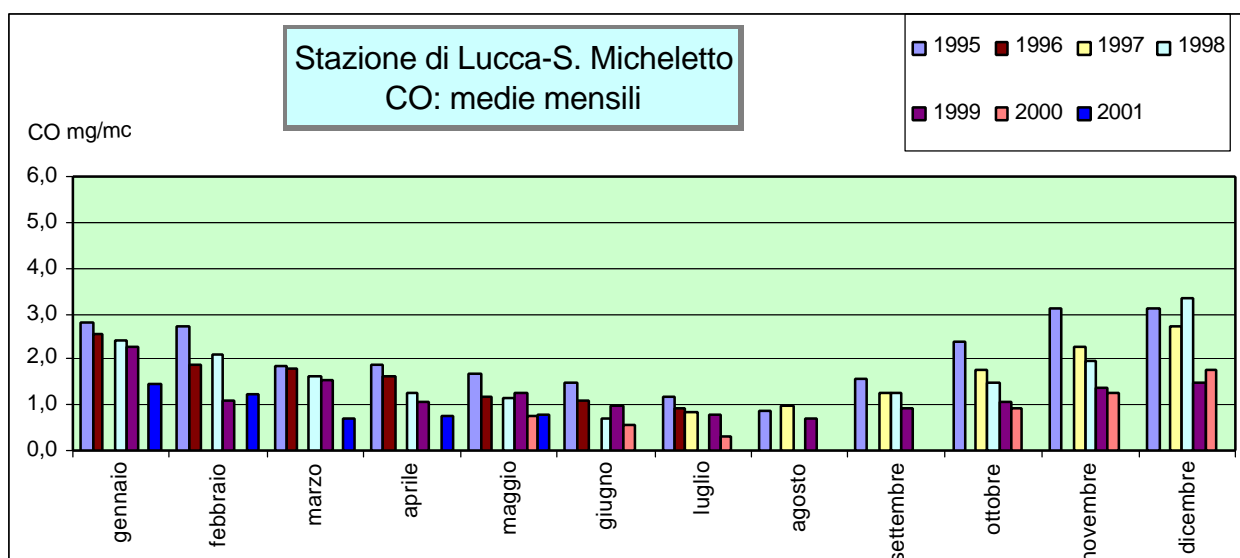
**ANNO 2003, inquinante CO, tempo di mediazione: 1 ora**

| Stazione              | n° dati | Media<br>annuale<br>(mg/m3) | massimo<br>(mg/m3) | Frequenza di superamento dei<br>valori di riferimento<br>(mg/m3) |     |     |      |     |
|-----------------------|---------|-----------------------------|--------------------|--|-----|-----|------|-----|
|                       |         |                             |                    | 2.5  | 5   | 7.5 | 10   | 15  |
| Lucca-viale Carducci  | 7941    | 1.7                         | 10.1               | 18.0   | 2,1 | 0,2 | 0,01 | 0,0 |
| Lucca-v.le Castracani | 8030    | 1.0                         | 7.9                | 11.1   | 0,6 | 0,0 | 0,0  | 0,0 |









Come già accennato in precedenza e come ben evidenziato dai dati sopra riassunti, si è assistito nel corso degli anni ad una marcata diminuzione delle concentrazioni di questo inquinante in tutta l'area cittadina. Il trend relativo risulta particolarmente accentuato per le stazioni ubicate in aree fortemente influenzate dal traffico (viale Castracani e viale Carducci) che sono quelle dove storicamente sono sempre stati registrati i valori di gran lunga più elevati.

Tale andamento è attribuibile quasi esclusivamente 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 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.

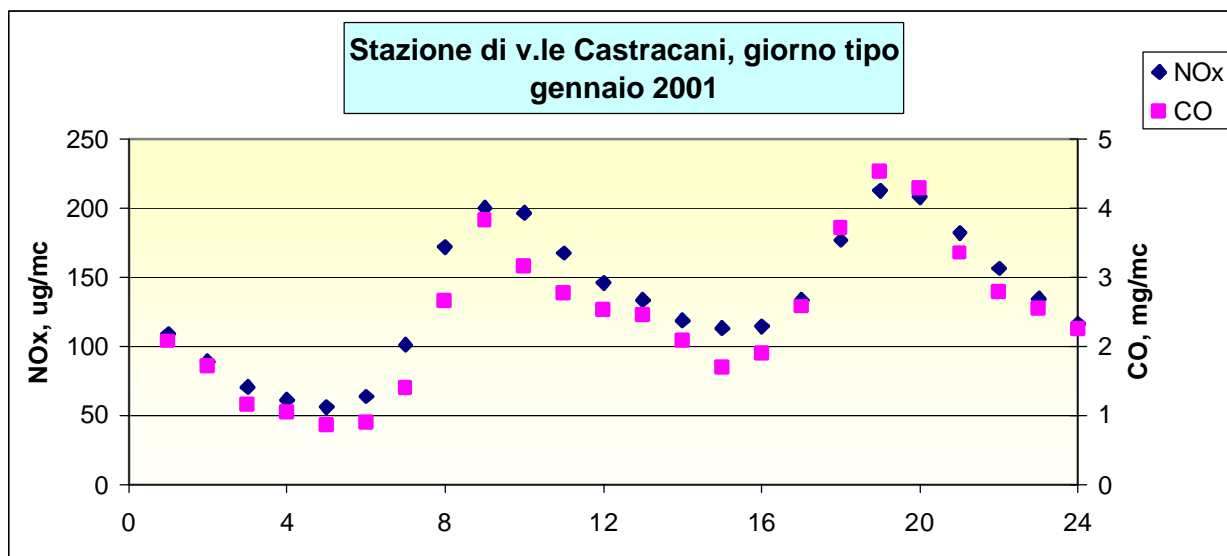
La progressiva riduzione finora registrata delle concentrazioni di CO sono evidenziabili anche dalla riduzione, proseguita fino al completo annullamento, del numero dei superamenti dei limiti relativi agli standards di qualità dell'aria che per questo inquinante sono stati superati in passato come media 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.

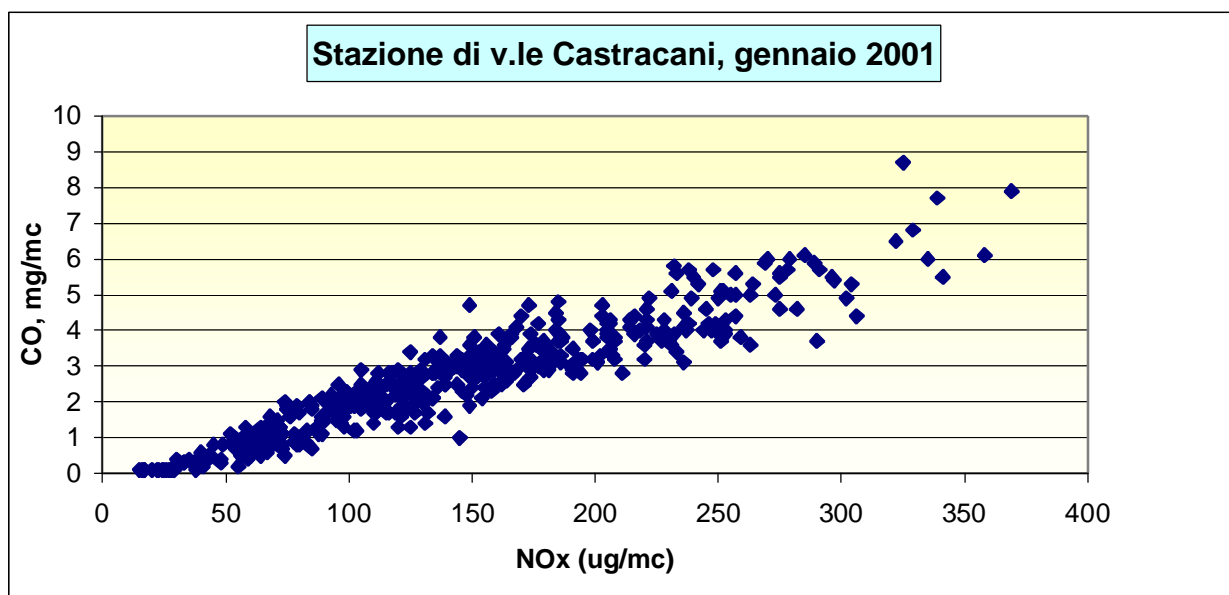
| Numero di superamenti del valore limite di 10 mg/m <sup>3</sup> (media 8h) registrato in ciascun anno |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Stazione  | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
| Lucca-v.le Carducci   | 14   | 3    | 0    | 3    | 1    | 0    | nd   | 0    | 0    |
| Lucca-v.le Castracani   | /    | 5    | 7    | 5    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    |

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.





**Il limite normativo attualmente in vigore fissati dal D.M.A. n.60 del 02/04/2002 (massima media mobile di 8 ore trascinata inferiore a 10 mg/m<sup>3</sup>) è risultato nel corso del 2003 rispettato.**

### **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. Nel gennaio 2003 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 µg/m<sup>3</sup> 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 criticità**.

Particolarmente critico si è rivelato nel corso del 2003 il rispetto dei limiti previsti dalla normativa regionale in materia, in particolare la Delibera G.R. Toscana n. 1133 del 14 ottobre 2002 (abrogata poi con Deliberazione 6 ottobre 2003, n. 990). 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.

La valutazione dei valori riscontrati indica che questo inquinante indicherebbe origini dipendenti in misura meno accentuata dal traffico veicolare rispetto agli altri inquinanti primari monitorati anche

se comunque il peso assunto da questa fonte emissiva resta sicuramente molto elevato. I valori misurati nelle stazioni inserite in ambiti urbani soggetti a flussi veicolari intensi, pur risultando significativamente superiori, evidenziano infatti differenze relativamente ridotte rispetto alle stazioni più periferiche.

Le variazioni stagionali dei tassi risultano inoltre normalmente meno accentuate rispetto alle altre tipologie di inquinanti rilevati evidenziando, in linea generale, una 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 è 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<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 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. Micheletto          | 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<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 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<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 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<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 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<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 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<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 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<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento |      |     |     |     |
|----------------------|---------|---|--|------|-----|-----|-----|
|                      |         |   | 25   | 50   | 75  | 100 | 150 |
| Lucca-S. Micheletto  | 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

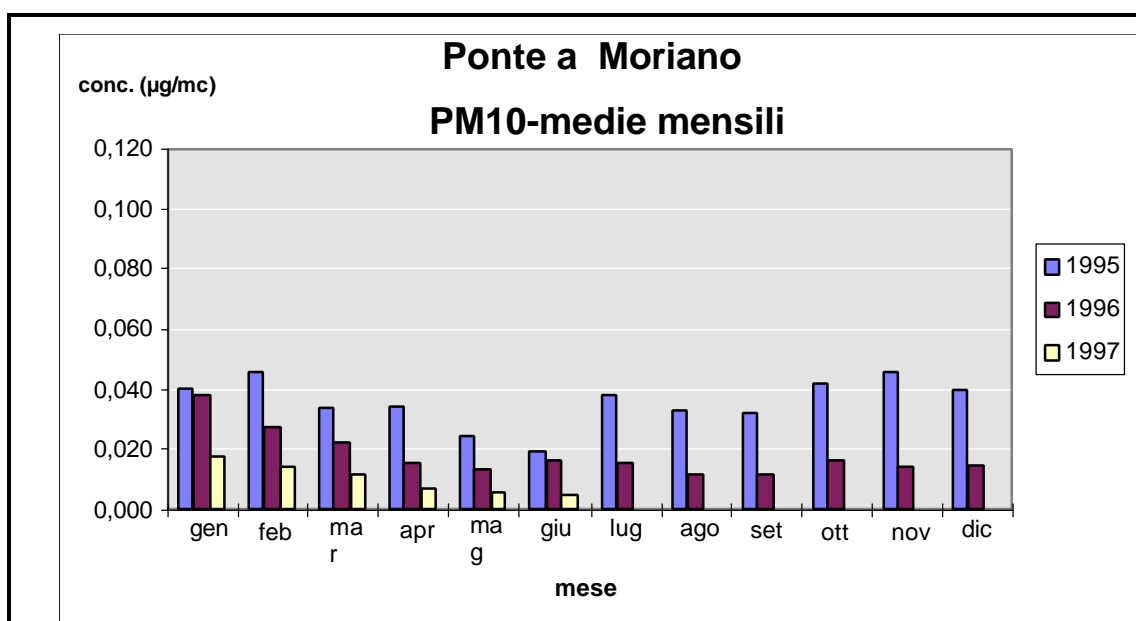
<sup>2</sup> media luglio – dicembre = 32

**ANNO 2002, inquinante Particolato sospeso (PM10), tempo di mediazione: 24 ore**

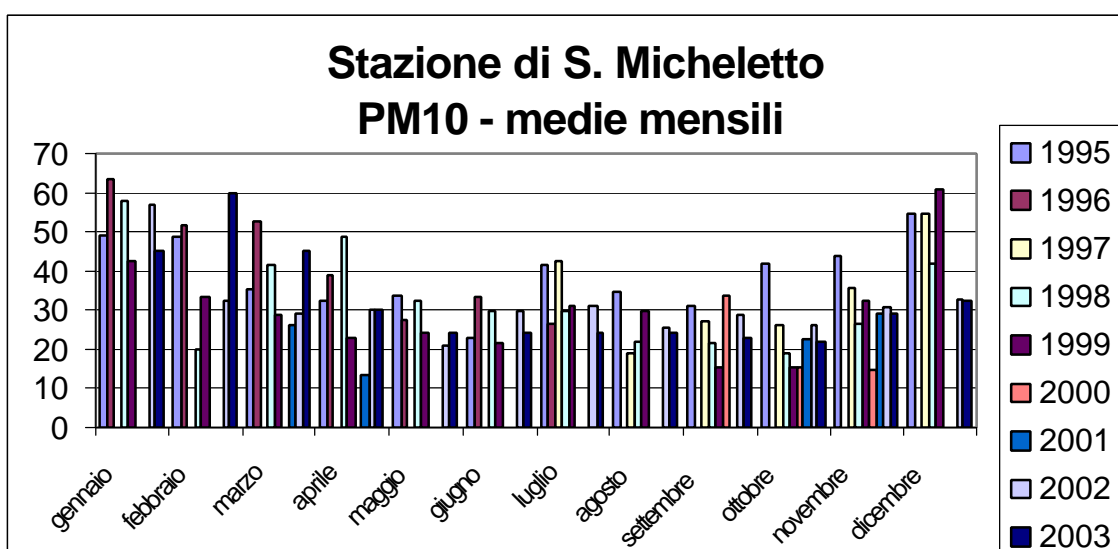
| Stazione             | n° dati | Media annuale<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento |      |     |     |     |
|----------------------|---------|---|--|------|-----|-----|-----|
|                      |         |   | 25   | 50   | 75  | 100 | 150 |
| Lucca-S. Micheletto  | 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 |

**ANNO 2003, inquinante Particolato sospeso (PM10), tempo di mediazione: 24 ore**

| Stazione             | n° dati | Media annuale<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento |      |      |     |     |
|----------------------|---------|---|--|------|------|-----|-----|
|                      |         |   | 25   | 50   | 75   | 100 | 150 |
| Lucca-S. Micheletto  | 305     | 32  | 58,7   | 14,8 | 2,3  | 0,0 | 0,0 |
| Lucca- v.le Carducci | 295     | 57  | 94,9   | 50,8 | 19,3 | 7,1 | 0,7 |
| Lucca-v.le Passaglia | 253     | 36  | 70,8   | 17,8 | 2,8  | 0,0 | 0,0 |
| Lucca-v.le Castrani  | 271     | 40  | 88,9   | 16,6 | 3,3  | 0,0 | 0,0 |

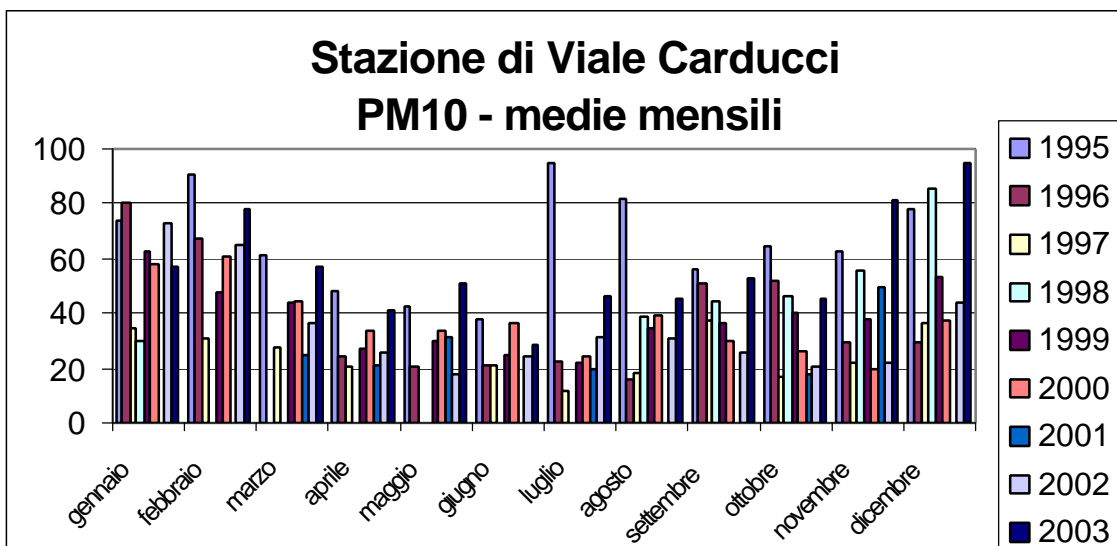


I valori della concentrazione delle polveri sono espresse in  $\text{mg}/\text{m}^3$

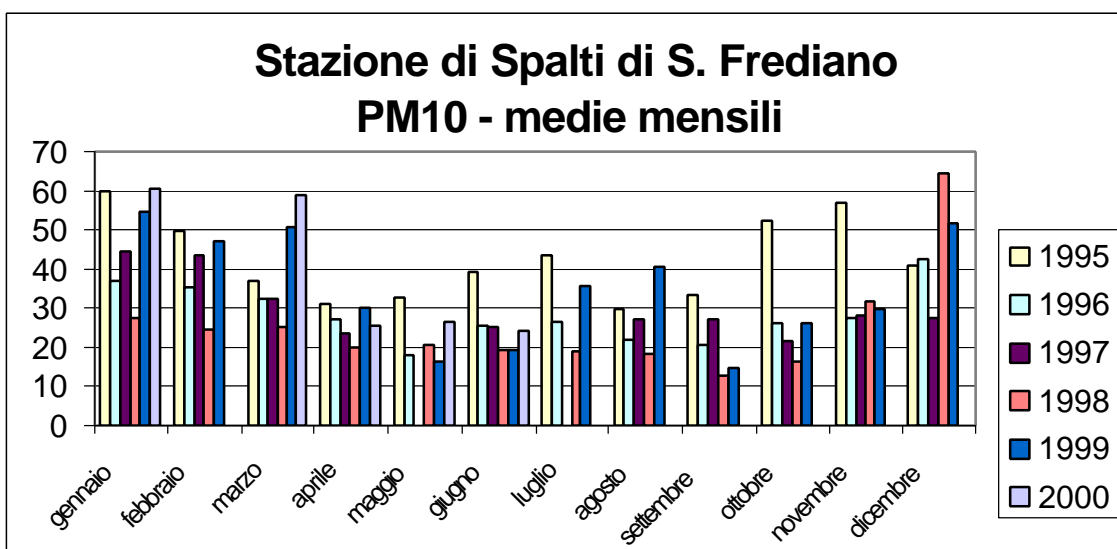


I valori della concentrazione delle polveri sono espresse in  $\text{mg}/\text{m}^3$

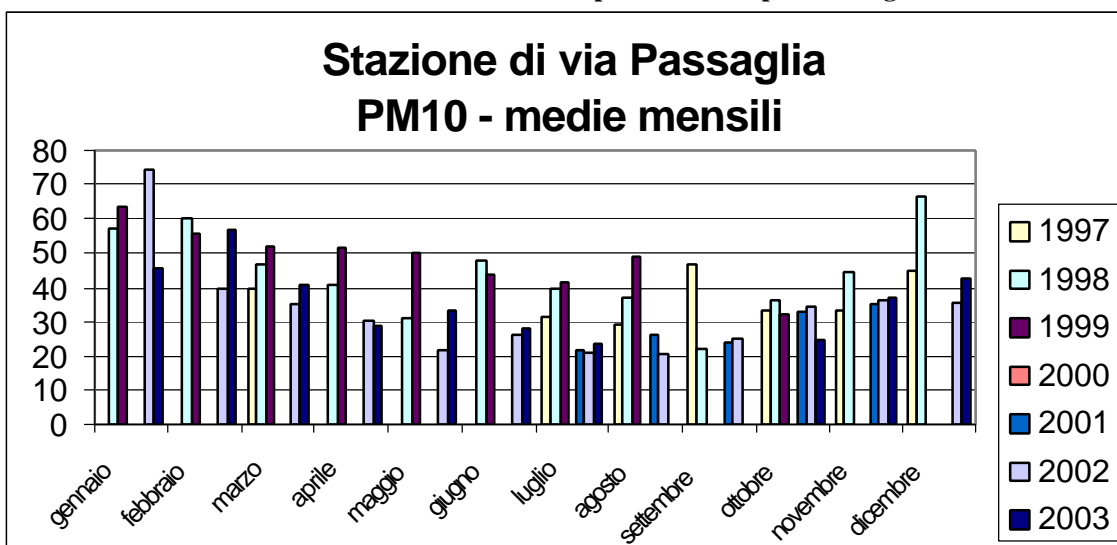




I valori della concentrazione delle polveri sono espresse in  $\text{mg}/\text{m}^3$



I valori della concentrazione delle polveri sono espresse in  $\text{mg}/\text{m}^3$



I valori della concentrazione delle polveri sono espresse in  $\text{mg}/\text{m}^3$

Di seguito si riportano 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. 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 precisare che la normativa citata prevede che relativamente a tale limite (media giornaliera di 50 ug/m<sup>3</sup> da non superarsi più di 35 volte per anno) sia ammessa una tolleranza, pari al 50% del valore di riferimento per l'anno 2000 ed a scalare regolarmente negli anni successivi fino ad annullarsi al 1° gennaio 2005. Per l'anno 2003 la tolleranza concessa è tale da portare il valore medio giornaliero di riferimento a 60 ug/m<sup>3</sup>).

L'altro limite previsto è di concentrazione media annuale (valore da rispettare: 40 ug/m<sup>3</sup>). Anche per questo parametro è applicabile una tolleranza decrescente nel tempo in conseguenza della quale il valore di riferimento per l'accettabilità vale 43,2 ug/m<sup>3</sup> per il 2003.

**Entrambi i valori di riferimento sono stati ampiamente superati presso la stazione di viale Carducci.** In considerazione della distribuzione e del numero dei dati disponibili presso la stazione di viale Castracani si può ritenere che si attestino intorno al limite inerente (senza che pertanto vi sia la garanzia che detto limite sia stato rispettato) il numero massimo di superamenti consentiti presso la stazione di viale Castracani.

**Concentrazioni medie di 24 ore: superamenti del V.L. = 50 <sup>2</sup>µg/m<sup>3</sup>  
(da non superarsi più di 35 volte l'anno)**

| Anno | Ponte a Moriano | S. Micheletto | v.le Carducci | Spalti di S. Frediano | Via Passaglia | Viale <sup>3</sup> Castracani |
|------|-----------------|---------------|---------------|-----------------------|---------------|-------------------------------|
| 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                    | nd            | //                            |
| 2001 | //              | 7             | 23            | //                    | 11            | //                            |

<sup>2</sup> Questo è il valore limite che dovrà essere rispettato, senza più le tolleranze attualmente previste, a partire dal primo gennaio 2005.

<sup>3</sup> Nella stazione di viale Castracani il monitoraggio di PM10 è iniziato a gennaio 2003

|      |    |    |     |    |    |    |
|------|----|----|-----|----|----|----|
| 2002 | // | 27 | 61  | // | 40 | // |
| 2003 | // | 45 | 150 | // | 45 | 45 |

**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           |

**Anno 2003, concentrazioni medie di 24 ore.  
Superamenti del V.L. = 60 µg/m<sup>3</sup> (n. max consentito 35)**

|                | S. Michele | v.le Carducci | Via Passaglia | Viale Castracani |
|----------------|------------|---------------|---------------|------------------|
| n. superamenti | 25         | 97            | 24            | 28               |
| n. dati validi | 305        | 295           | 253           | 271              |

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 PM<sub>10</sub>. 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 particolari 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 PM<sub>10</sub> 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.

## 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).

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 di norma 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.

La presenza di questo inquinante è fortemente legata a fattori stagionali. L'inquinamento da ozono è infatti un fenomeno tipicamente estivo mentre è minimo nei periodi caratterizzati da basse temperature e ridotto irraggiamento solare quali i periodi invernali.

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 |
|          |         |  |    |    |     |     |

| Stazione                    | n° dati | Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento |     |     |     |     |
|-----------------------------|---------|--|-----|-----|-----|-----|
| 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>4</sup> | 3445    | 57.8   | 36.6 | 19.2 | 6.2 | 0.0 |

**ANNO 2003, inquinante ozono, tempo di mediazione: 1 ora**

| Stazione                          | n° dati | Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento |      |      |      |     |
|-----------------------------------|---------|--|------|------|------|-----|
|                                   |         | 50   | 100  | 1150 | 180  | 200 |
| Lucca-v.le Passaglia <sup>5</sup> | 3016    | 21,9   | 3,5  | 0,1  | 0,00 | 0,0 |
| Lucca – Carignano <sup>6</sup>    | 2512    | 73,0   | 28,7 | 2,4  | 0,32 | 0,0 |

Relativamente al 2003 va sottolineato che, stante la non disponibilità di strumentazione, non è stato possibile effettuare un monitoraggio temporalmente completo di questo inquinante. I dati raccolti non permettono pertanto un confronto diretto con la normativa vigente. In particolare non sono sufficienti per permettere la stima del parametro AOT40 (sommatoria delle eccedenze orarie di 80 ug/m<sup>3</sup>, ovvero 40 ppb, calcolata nel periodo 1 maggio – 31 luglio) fissato per la protezione della vegetazione. Il limite per la “protezione della salute” (valore di 120 ug/m<sup>3</sup> come media mobile di 8 ore) fissato dalla Direttiva 2002/3/CE è stato superato comunque, con riferimento ai periodi di monitoraggio effettuati e specificati a piè di pagina:

- 1) per 3 giorni presso la stazione di Passaglia (n. 10 medie trascinate superiori al valore limite)

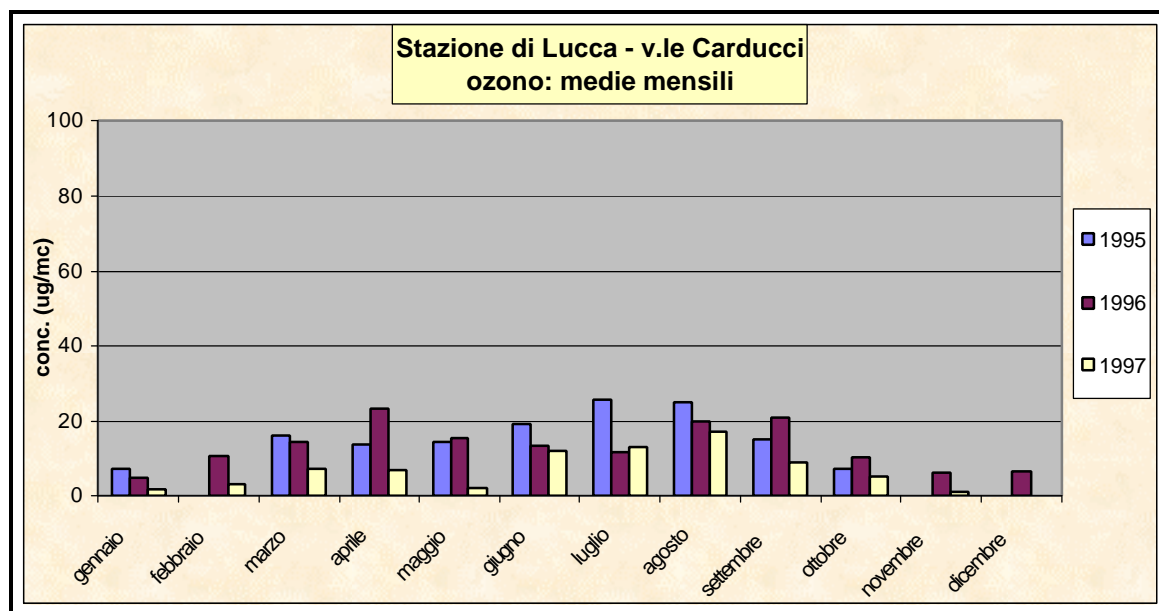
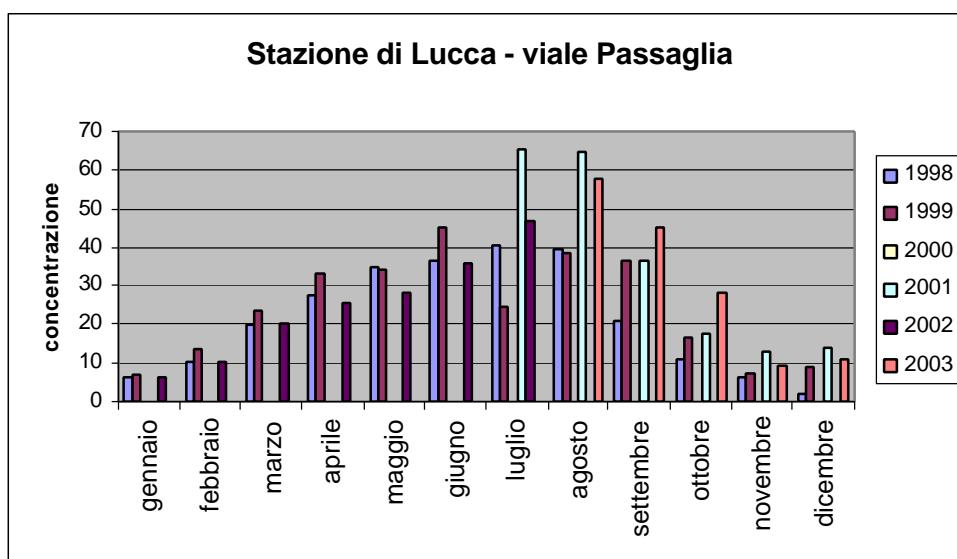
<sup>4</sup> Periodo di monitoraggio: luglio –dicembre 2002.

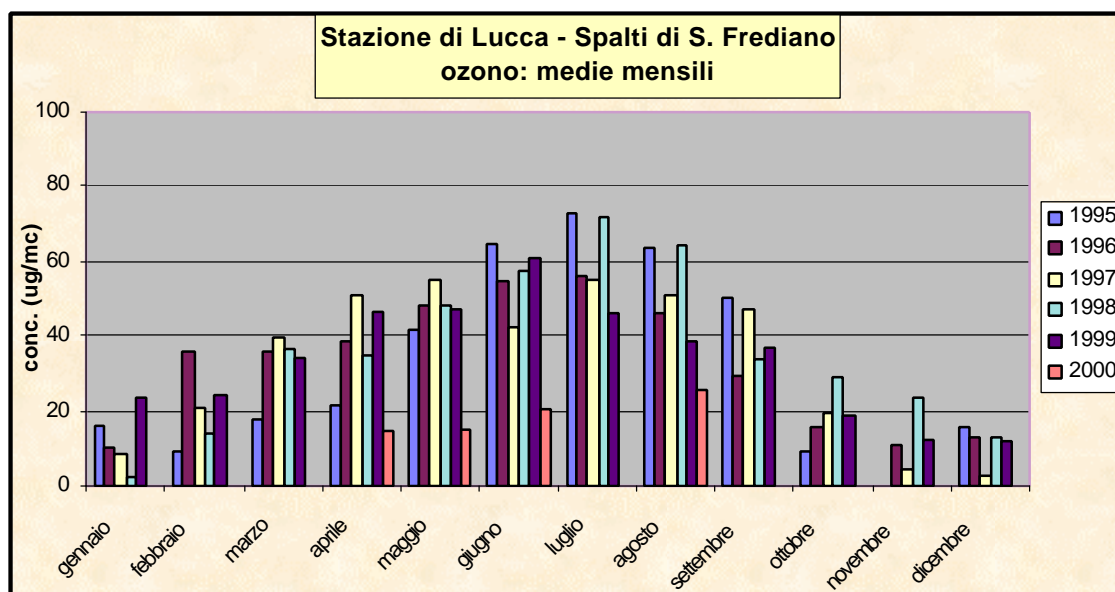
<sup>5</sup> Periodo di monitoraggio: 15 agosto 2003 – 31 dicembre 2003

<sup>6</sup> Periodo di monitoraggio: gennaio 2003 e 18/06 – 06/10 2003

- 2) per n. 38 giorni presso la stazione di Carignano (n. 241 medie trascinate superiori al valore limite)

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 fino a quando applicabili.





### 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 in particolare 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, ora abrogato, che poneva 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<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | massimo annuale<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 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<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | massimo annuale<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 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<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | massimo annuale<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 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<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | massimo annuale<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 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<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | massimo annuale<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 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<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | massimo annuale<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 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**

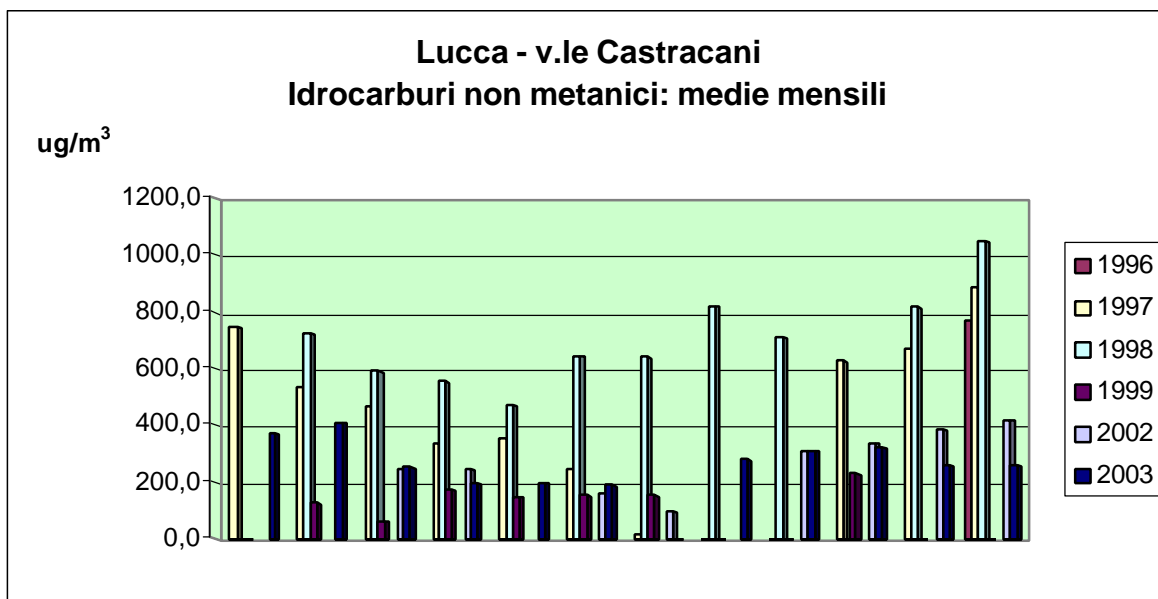
| Stazione             | n° dati | Media annuale<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | massimo annuale<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento |     |      |      |      |
|----------------------|---------|---|---|--|-----|------|------|------|
| 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

**ANNO 2003, inquinante: Idrocarburi non metanici, tempo di mediazione: 1 ora**

| Stazione              | n° dati | Media annuale<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | massimo annuale<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento |     |     |      |      |
|-----------------------|---------|---|---|--|-----|-----|------|------|
|                       |         |   |   | 300  | 600 | 900 | 1200 | 1500 |
| Lucca-v.le Castracani | 6341    | 279   | 1002  | 35,3   | 2,9 | 0,1 | 0,00 | 0,00 |



## 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<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | 50° pc<br>(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<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | 50° pc<br>(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 |

| Stazione             | n° dati | Media annuale | 50° pc | Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento |      |      |     |     |
|----------------------|---------|---------------|--------|--|------|------|-----|-----|
|                      |         |               |        | 25   | 50   | 75   | 100 | 150 |
| 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<br>(µg/m³) | 50° pc<br>(µg/m³) | 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<br>(µg/m³) | 50° pc<br>(µg/m³) | 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 NO<sub>2</sub>, tempo di mediazione: 1 ora

| Stazione                    | n° dati | Media annuale<br>(µg/m³) | 50° pc<br>(µg/m³) | 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 NO<sub>2</sub>, tempo di mediazione: 1 ora**

| Stazione                    | n° dati | Media annuale<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | 50° pc<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | 98° pc<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | 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 NO<sub>2</sub>, tempo di mediazione:1 ora**

| Stazione              | n° dati | Media annuale<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | 50° pc<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | 98° pc<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | 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 NO<sub>2</sub>, tempo di mediazione:1 ora**

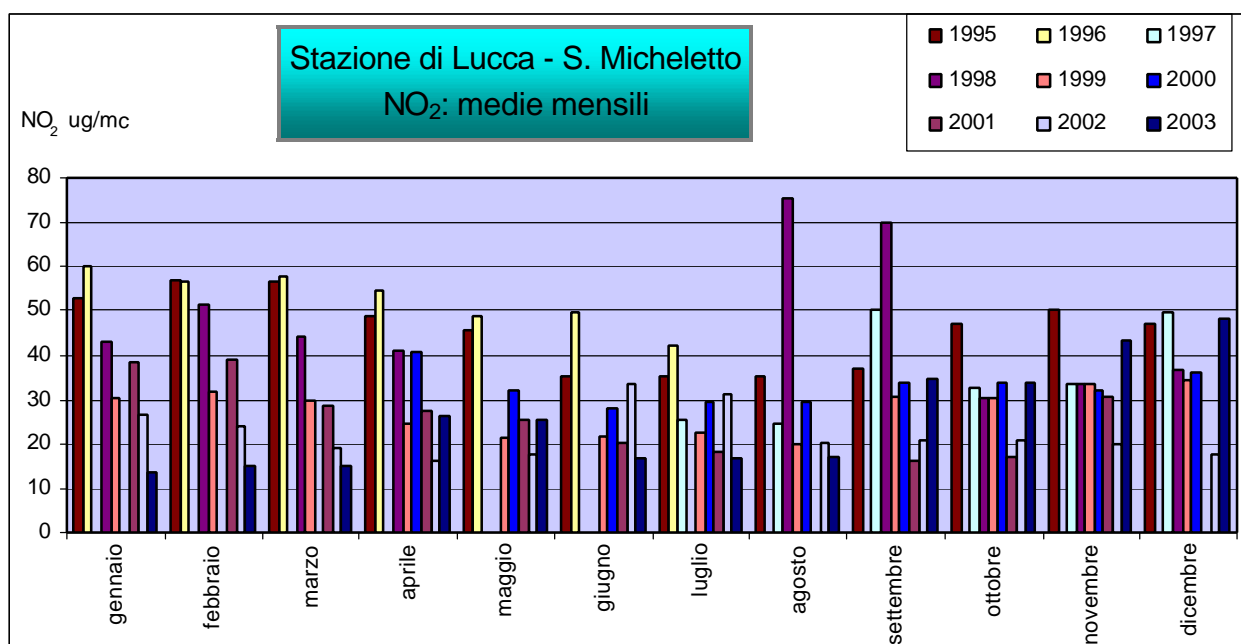
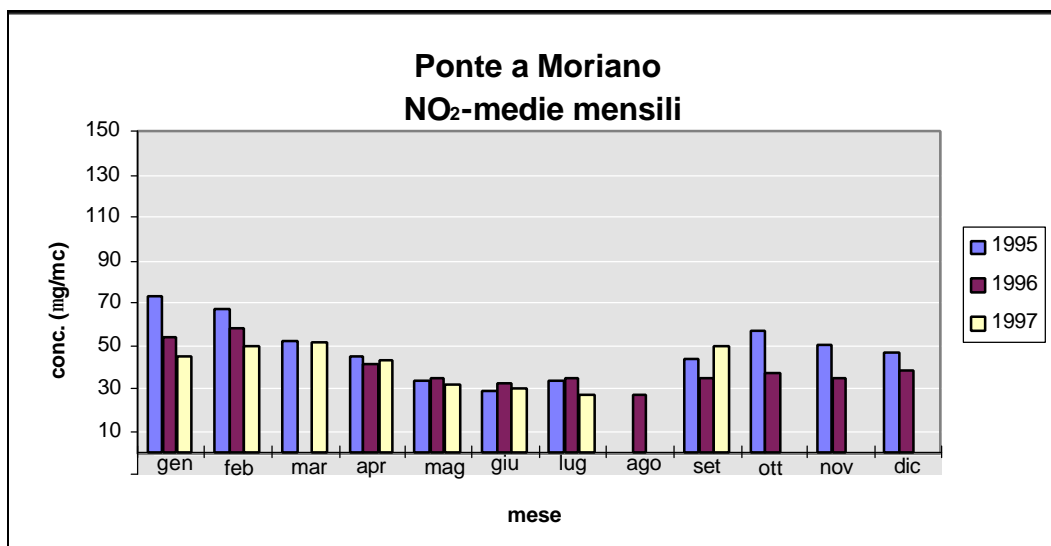
| Stazione              | n° dati | Media annuale<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | 50° pc<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | 98° pc<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento |      |     |     |     |
|-----------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|------|-----|-----|-----|
|                       |         |                                       |                                |                                | 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 |

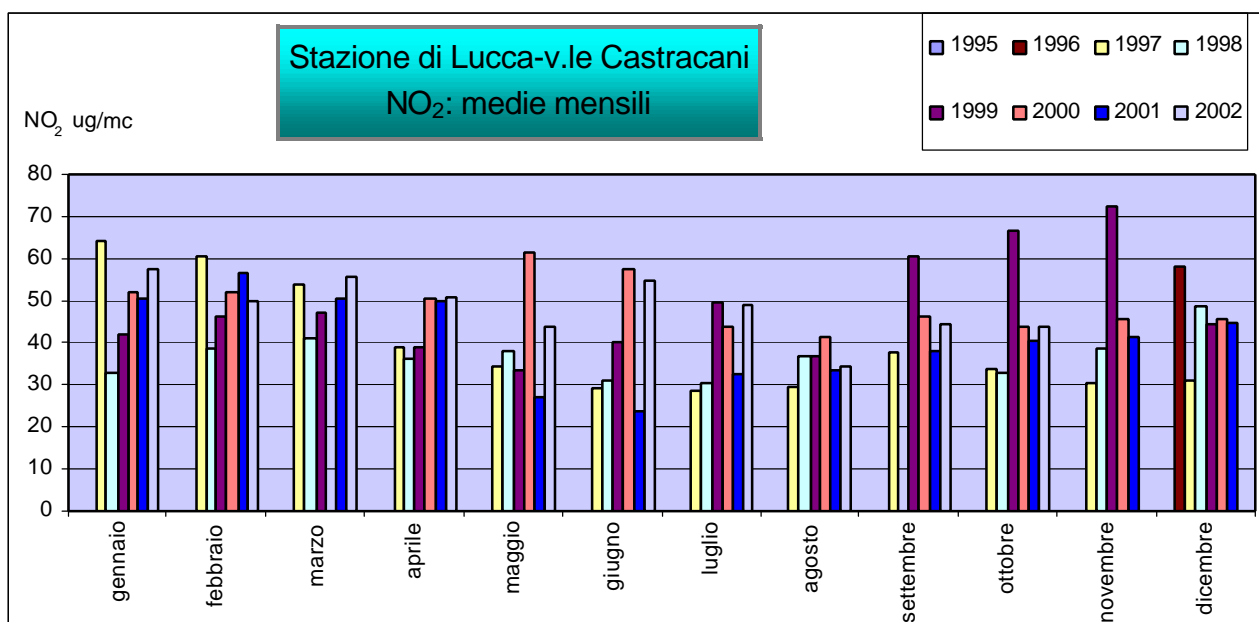
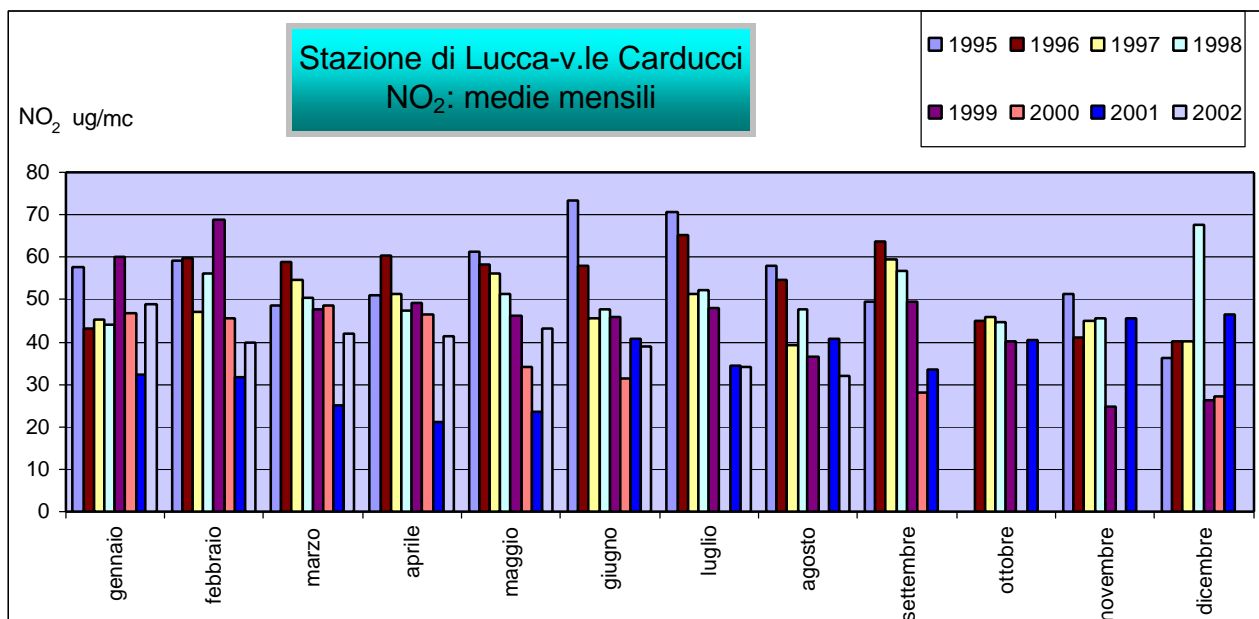
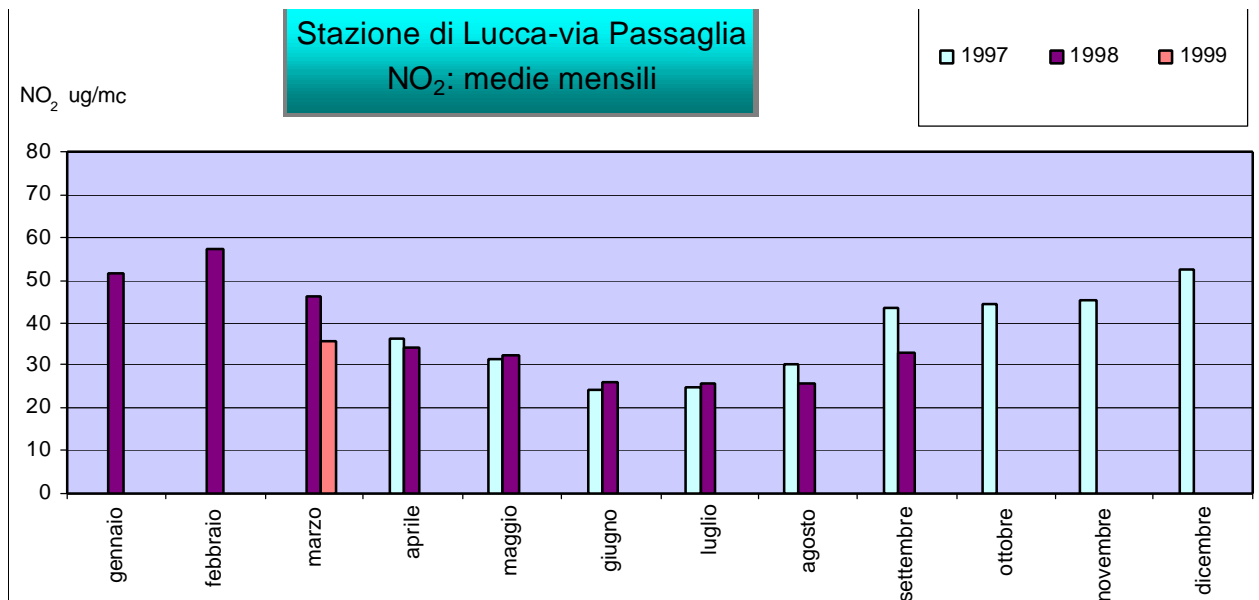
**ANNO 2003, inquinante NO<sub>2</sub>, tempo di mediazione:1 ora**

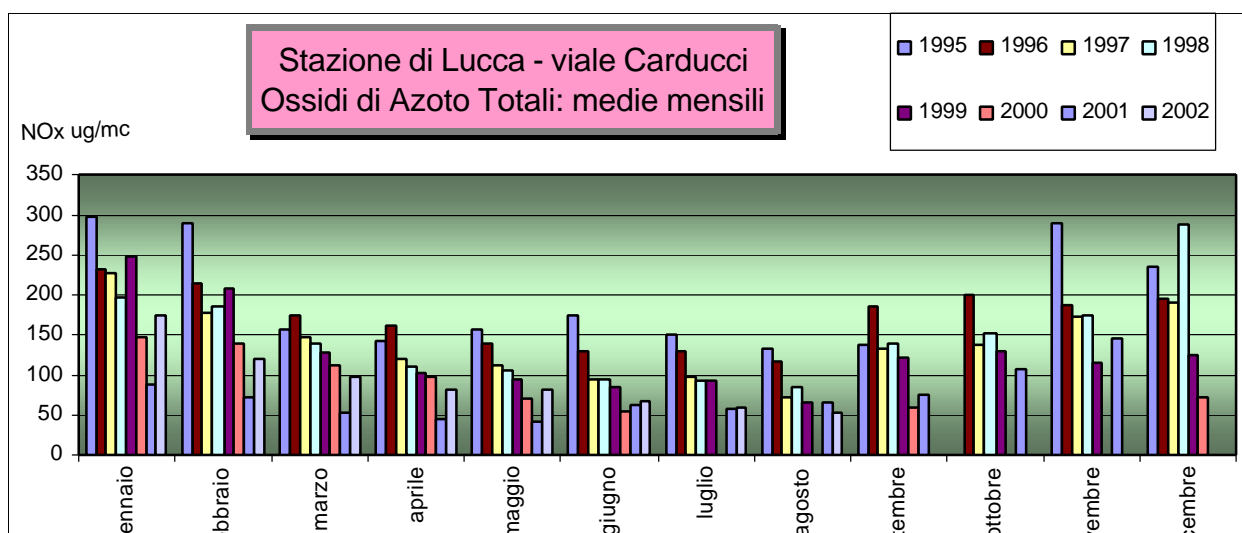
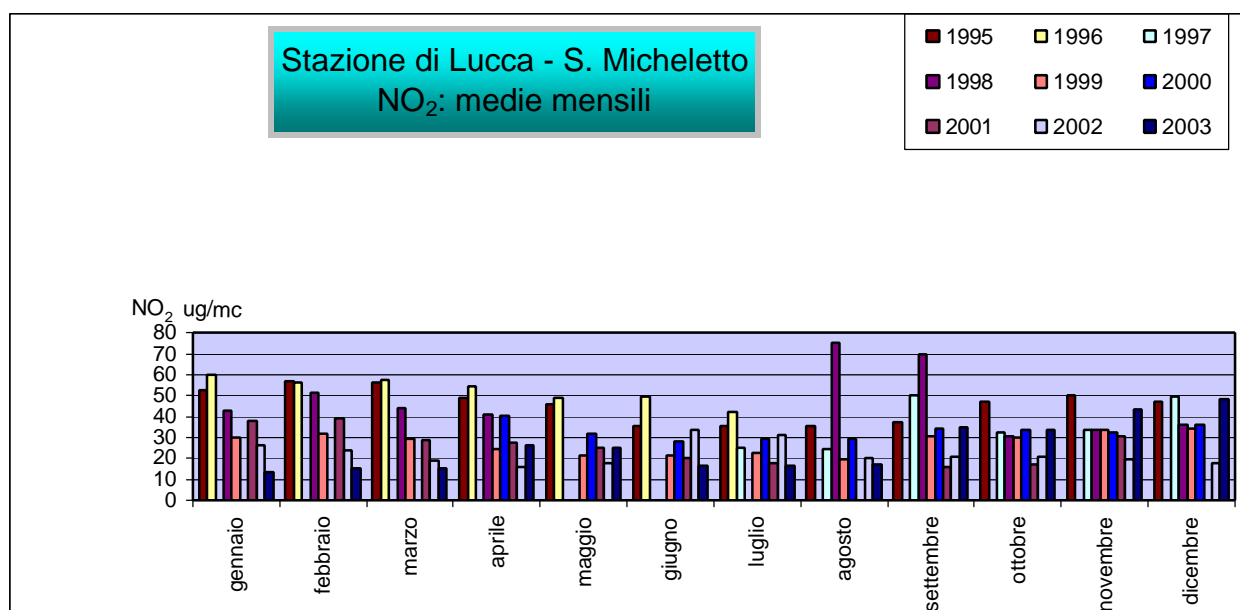
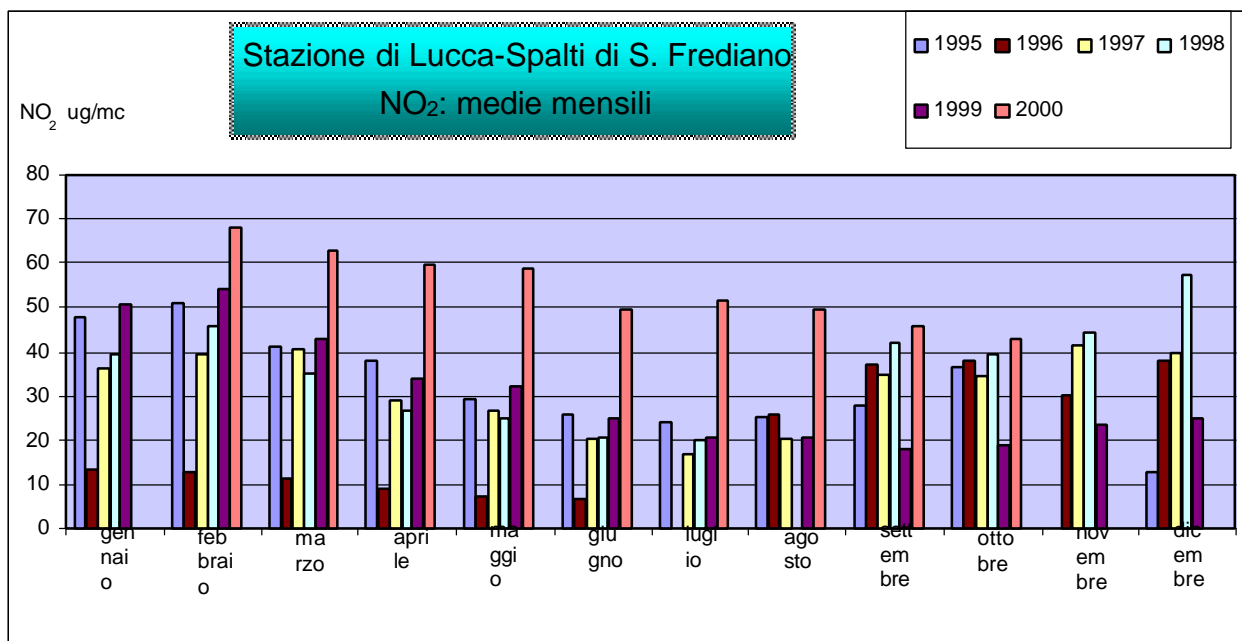
| Stazione            | n° dati | Media annuale<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | 50° pc<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | 98° pc<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento |      |     |     |     |
|---------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|------|-----|-----|-----|
|                     |         |                                       |                                |                                | 25   | 50   | 75  | 100 | 150 |
| Lucca-S. Micheletto | 6985    | 26,6                                  | 22,0                           | 67,0                           | 42,5   | 10,4 | 0,7 | 0,0 | 0,0 |

Nel 2003 il monitoraggio è stato condotto solo nella stazione di Micheletto. I valori registrati si sono rilevati ampiamente inferiori ai limiti normativi vigenti per la protezione della salute umana.

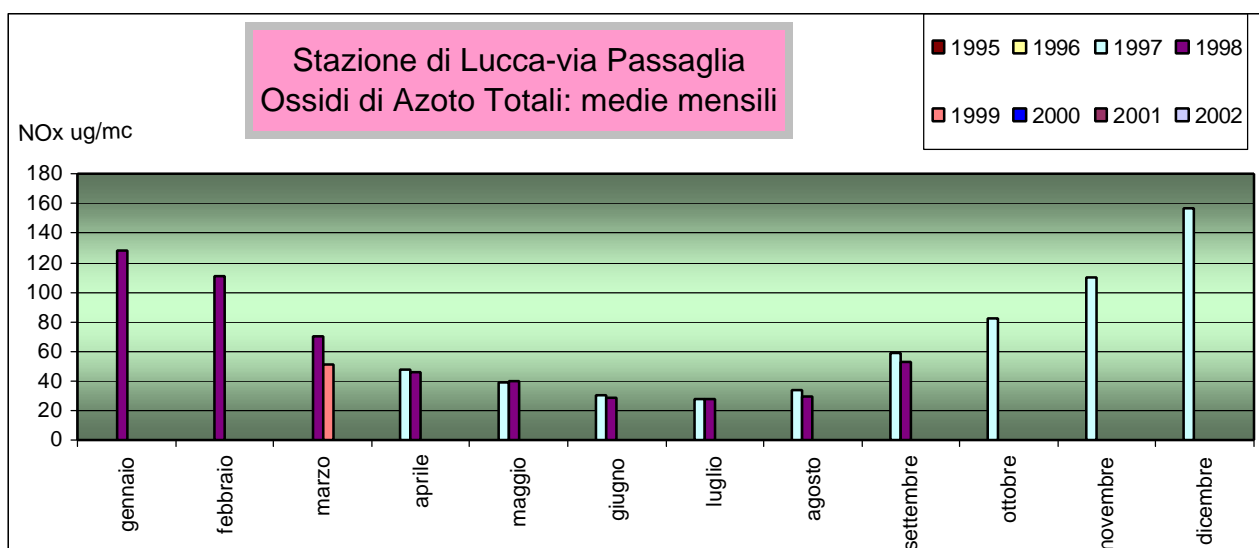
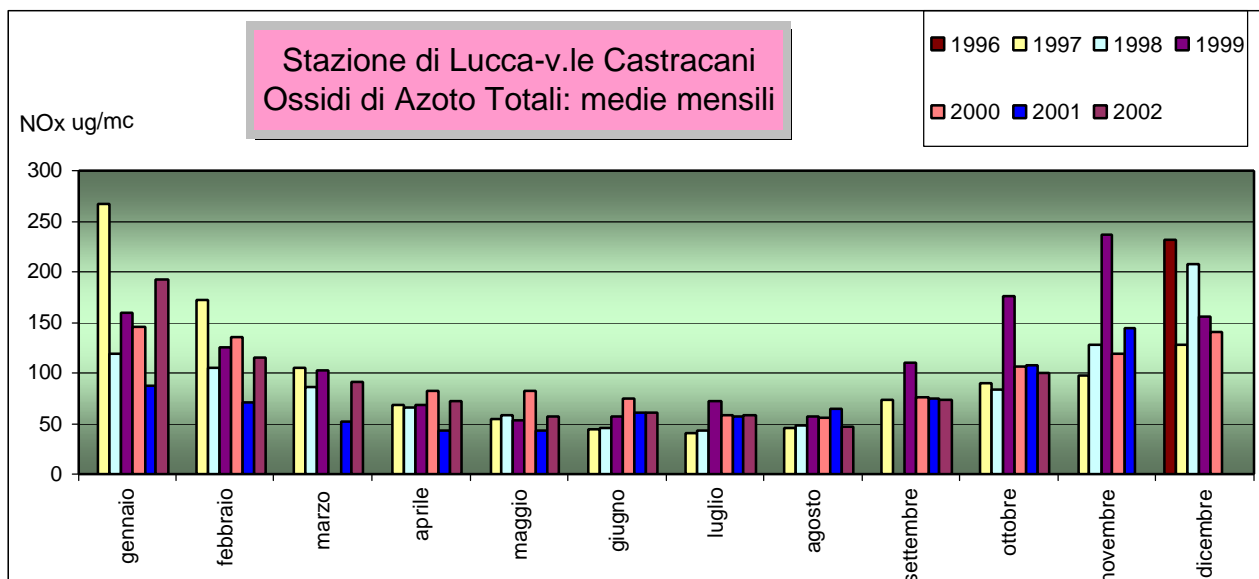
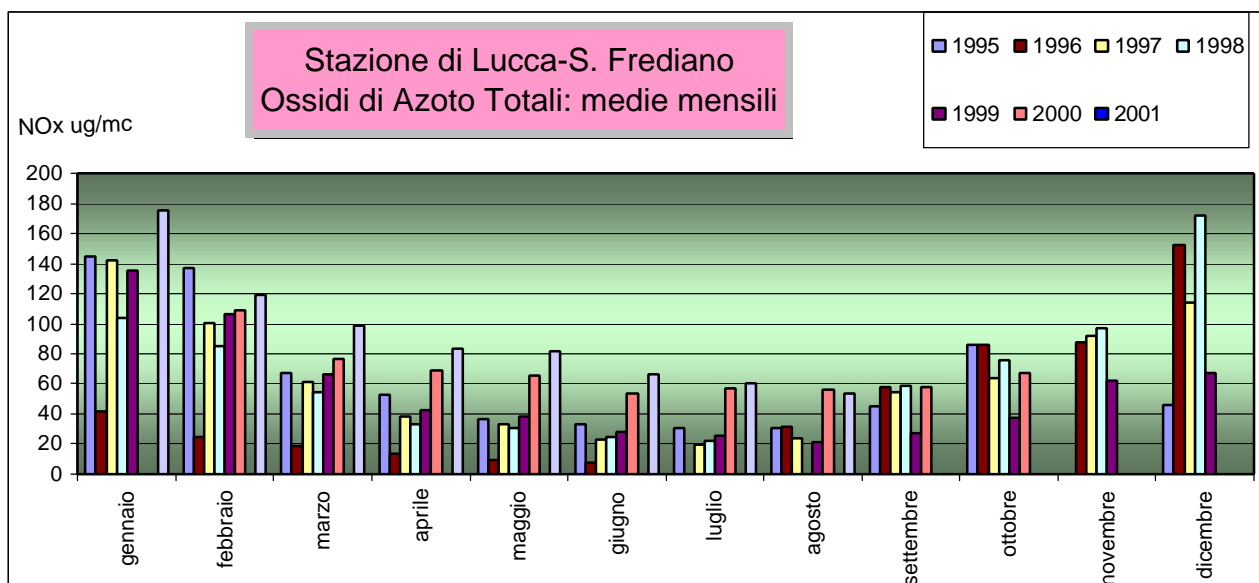
Va precisato che, in considerazione della riduzione dei valori limite di media annuale previsti fino al 2010 dal D.M.A. 2 aprile 2002, n. 60, potrebbero in futuro evidenziarsi problematiche relative al rispetto degli stessi nelle aree maggiormente interessate da flussi veicolari intensi presso le quali sarà pertanto opportuno riprendere in futuro il monitoraggio di questo inquinante.











## 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 limiti normativi vigenti non evidenzia situazioni di criticità per questo inquinante.**

Inquinante : **Biossido di Zolfo** in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;    Tempo di mediazione: 24 ore;  
Periodo osservazione: anno;    Periodo di rilevamento: da 01.04.1995 a 31.03.1996;

| Ubicazione                  | Anno    |         |        |       |      | Semestre invernale |         |       |     |
|-----------------------------|---------|---------|--------|-------|------|--------------------|---------|-------|-----|
|                             | N. dati | Mediana | 98° pc | Media | S    | N. dati            | Mediana | Media | S   |
| Ponte a Moriano<br>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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;    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<br>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°<br>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°<br>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°<br>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 di S. Frediano - 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 |

Inquinante : **Biossido di Zolfo** in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Tempo di mediazione: 24 ore;  
 Periodo osservazione: anno; Periodo di rilevamento: da 01.04.2003 a 31.03.2004;

| Ubicazione                           | Anno    |         |        |       |   | Semestre invernale |         |       |    |
|--------------------------------------|---------|---------|--------|-------|---|--------------------|---------|-------|----|
|                                      | N. dati | Mediana | 98° pc | Media | S | N. dati            | Mediana | Media | S  |
| via Elisa – Lucca                    | 354     | 1       | 2      | 1     | 1 | 181                | 1       | 1     | 1  |
| v.le Passaglia- Lucca                | 341     | 1       | 5      | 1     | 1 | 177                | 1       | 1     | 1  |
| v.le Castracani - Lucca <sup>7</sup> | 258     | 0       | 2      | 0     | 1 | 82                 | ns      | ns    | ns |
| Carignano                            | 336     | 0       | 3      | 0     | 1 | 181                | 0       | 0     | 1  |

**Anno solare 2003, valori medi giornalieri**

| Ubicazione                           | Anno    |         |        |       |   |
|--------------------------------------|---------|---------|--------|-------|---|
|                                      | N. dati | Mediana | 98° pc | Media | S |
| via Elisa – Lucca                    | 353     | 1       | 2      | 1     | 1 |
| v.le Passaglia- Lucca                | 334     | 1       | 3      | 1     | 1 |
| v.le Castracani - Lucca <sup>8</sup> | 343     | 0       | 2      | 0     | 1 |
| Carignano                            | 319     | 1       | 3      | 1     | 1 |

## **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 state effettuate varie campagne di monitoraggio in vari siti cittadini.

In particolare è stata condotta, tra il 2001 ed il 2002 una campagna di ampio respiro (della durata di dodici mesi) sull'area urbana utilizzando campionatori passivi con l'obiettivo di ottenere una mappatura dettagliata relativamente alla presenza di questo inquinante sul territorio.

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

<sup>7</sup> la stazione ha cessato il servizio il 31 gennaio 2003

<sup>8</sup> la stazione ha cessato il servizio il 31 gennaio 2003

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/m3)     | 2.1                                    | <0.1  | 5.6                                     | 3.0                                | 4.5                                       |
| Toluene (µg/m3)     | 11.2                                   | 7.9   | 23.4                                    | 14.2                               | 19.6                                      |
| Etilbenzene (µg/m3) | <1.1                                   | <1.1  | 4.1                                     | 2.5                                | 3.3                                       |

| <b>Stazione</b>     | <b>Cabina di rilevamento di Via Passaglia</b> | <b>Cabina di rilevamento Spalti di S. Frediano</b> | <b>Cabina di rilevamento di Viale Carducci</b> | <b>Cabina di rilevamento di Via Elisa</b> | <b>Cabina di rilevamento di Viale Castracani</b> |
|---------------------|---|--|--|---|--|
| Xilene (µg/m3)      | 3.4   | 2.3  | 13.2   | 7.3                                       | 10.7   |
| <b>Periodo</b>      | 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/m3)     | <0.1  | <0.1   | 3.7  | 1.8                                       | 2.7  |
| Toluene (µg/m3)     | 8.7   | 4.4  | 17.6   | 10.4                                      | 14.3   |
| Etilbenzene (µg/m3) | <1.1  | <1.1   | 3.2  | 1.9                                       | 2.5  |
| Xilene (µg/m3)      | 4.0   | 1.4  | 10.9   | 5.7                                       | 8.1  |
| <b>Periodo</b>      | 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/m3)     | <0.1  | <0.1   | 4.0  | 1.6                                       | 2.5  |
| Toluene (µg/m3)     | 7.1   | 4.4  | 16.7   | 10.1                                      | 12.4   |
| Etilbenzene (µg/m3) | 1.4   | <1.1   | 3.4  | 1.7                                       | 2.2  |
| Xilene (µg/m3)      | 2.6   | 1.2  | 9.9  | 3.7                                       | 6.4  |
| <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                                |
| Benzene (µg/m3)     | 1.3   | <0.1   | 4.3  | 1.5                                       | 2.4  |
| Toluene (µg/m3)     | 7.0   | 4.1  | 21.4   | 9.9                                       | 14.0   |
| Etilbenzene (µg/m3) | 1.2   | <1.1   | 3.9  | 1.4                                       | 2.4  |
| Xilene (µg/m3)      | 2.9   | 1.2  | 11.9   | 4.4                                       | 6.9  |
| <b>Periodo</b>      | 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/m3)     | <0.1  | <0.1   | 3.3  | <0.1                                      | 2.2  |
| Toluene (µg/m3)     | 5.2   | 2.6  | 16.1   | 6.8                                       | 10.7   |
| Etilbenzene (µg/m3) | <1.1  | <1.1   | 2.8  | <1.1                                      | 1.8  |
| Xilene (µg/m3)      | <0.5  | <0.5   | 9.1  | 2.3                                       | 6.2  |
| <b>Periodo</b>      | 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/m3)     | <0.1  | <0.1   | 3.6  | <0.1                                      | 1.7  |
| Toluene (µg/m3)     | 5.6   | 3.5  | 20.5   | 6.0                                       | 10.9   |
| Etilbenzene (µg/m3) | <1.1  | <1.1   | 3.0  | <1.1                                      | 1.9  |
| Xilene (µg/m3)      | 1.5   | 0.9  | 10.7   | 1.6                                       | 5.6  |
| <b>Periodo</b>      | 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/m3)     | <0.1  | <0.1   | 2.4  | <0.1                                      | <0.1   |
| Toluene (µg/m3)     | 4.7   | 3.2  | 14.2   | 6.8                                       | 8.1  |
| Etilbenzene (µg/m3) | <1.1  | <1.1   | 2.4  | <1.1                                      | <1.1   |
| Xilene (µg/m3)      | 1.4   | <0.5   | 7.1  | 2.3                                       | 3.6  |
| <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/m3)     | <0.1  | <0.1   | 3.1  | 1.4                                       | 2.1  |
| Toluene (µg/m3)     | 9.9   | 5.4  | 15.7   | 10.2                                      | 12.6   |
| Etilbenzene (µg/m3) | <1.1  | <1.1   | 2.8  | 1.6                                       | 2.0  |
| Xilene (µg/m3)      | 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/m3)     | 2.0   | <0.1   | 4.9  | 1.7                                       | 3.9  |
| Toluene (µg/m3)     | 15.6  | 8.0  | 34.4   | 14.0                                      | 21.8   |
| Etilbenzene (µg/m3) | 2.9   | 2.1  | 5.4  | 2.6                                       | 4.4  |
| Xilene (µg/m3)      | 11.6  | 8.5  | 20.3   | 11.0                                      | 17.2   |



| 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                          | 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                                      |
| Periodo                          | 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                                      |
| 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                         |
| 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 |
|----------------------------------|------------------------------------|---|---|---|--|--|---------------------------------------|--|
| Periodo                          | 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  |
| 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                                | 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  |
| 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 (µg/m <sup>3</sup> )     | 2.3                                | 1.6   | 1.8   | 2.1   | 1.2  | 1.8  | 1.3                                   | <0.1   |
| Toluene (µg/m <sup>3</sup> )     | 13.0                               | 15.4  | 12.4  | 11.5  | 9.9  | 10.3   | 10.0                                  | 6.3  |
| Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> ) | 2.2                                | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 1.6  | 1.8  | 1.5                                   | <1.1   |
| Xilene (µg/m <sup>3</sup> )      | 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 (µg/m <sup>3</sup> )     | 2.7                                | 1.4   | 2.0   | 3.2   | 1.6  | 2.1  | <0.1                                  | <0.1   |
| Toluene (µg/m <sup>3</sup> )     | 20.5                               | 16.3  | 17.8  | 21.8  | 13.6   | 14.7   | 8.8                                   | 5.7  |
| Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> ) | 6.4                                | 4.7   | 5.2   | 6.2   | 5.0  | 2.6  | <1.1                                  | <1.1   |
| Xilene (µg/m <sup>3</sup> )      | 11.1                               | 8.0   | 8.6   | 12.2  | 7.2  | 7.9  | 3.1                                   | 1.6  |

| Stazione            | Viale Cavour<br>lato opposto<br>Questura | Pontetetto<br>Viale<br>S.Concordio<br>lato opposto<br>al civico 1866 | S.Anna<br>Viale G.<br>Puccini<br>lato opposto<br>al distributore<br>carburanti IP<br>al civico 381 | Viale Matteo<br>Civitali<br>nei pressi<br>del civico 234 | S.Vito<br>Via Pesciatina<br>nei pressi<br>del civico 261 | Antraccoli<br>Via Romana<br>nei pressi<br>del civico<br>1540 | S. Filippo<br>nei pressi<br>del civico<br>1567 | Ponte a<br>Moriano<br>nei pressi<br>dell'incrocio<br>di Sesto di<br>Moriano |
|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|---|
| Periodo             | 07/11/01-<br>30/11/01                    | 07/11/01-<br>30/11/01  | 07/11/01-<br>30/11/01  | 07/11/01-<br>30/11/01                                    | 07/11/01-<br>30/11/01                                    | 07/11/01-<br>30/11/01  | 07/11/01-<br>30/11/01                          | 07/11/01-<br>30/11/01   |
| Benzene (µg/m³)     | 5.1                                      | 3.5  | 4.8  | 4.4  | 3.6  | 4.1  | 4.2  | 1.9   |
| Toluene (µg/m³)     | 22.8                                     | 22.5   | 26.1   | 20.3   | 18.2   | 16.9   | 35.3   | 28.0  |
| Etilbenzene (µg/m³) | 4.4                                      | 3.2  | 4.0  | 3.1  | 2.2  | 3.3  | 3.8  | 2.7   |
| Xilene (µg/m³)      | 13.0                                     | 10.2   | 12.8   | 9.9  | 6.9  | 9.1  | 11.4   | 7.9   |
| Periodo             | 05/01/02-<br>31/01/02                    | 05/01/02-<br>31/01/02  | 05/01/02-<br>31/01/02  | 05/01/02-<br>31/01/02                                    | 05/01/02-<br>31/01/02                                    | 05/01/02-<br>31/01/02  | 05/01/02-<br>31/01/02                          | 05/01/02-<br>31/01/02   |
| Benzene (µg/m³)     | 6.9                                      | 4.0  | 8.8  | 7.2  | 5.1  | 6.9  | 7.7  | 3.8   |
| Toluene (µg/m³)     | 27.3                                     | 16.3   | 35.9   | 26.3   | 17.6   | 24.4   | 31.9   | 15.0  |
| Etilbenzene (µg/m³) | 5.4                                      | 3.1  | 7.3  | 5.5  | 3.8  | 4.7  | 6.1  | 2.8   |
| Xilene (µg/m³)      | 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<br>ingresso<br>Porta S. Pietro | S. Concordio<br>Via Squaglia<br>nei pressi<br>del civico 254 | Nave Via Secco<br>nei pressi<br>del civico 472 | Zona Ospedale<br>Via Borgognoni<br>nei pressi<br>del civico 88 | S. Maria del<br>Giudice<br>piazza | Nozzano Castello<br>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 (µg/m3)     | 4.1   | 2.4  | 0.8  | 1.6  | 1.5                               | <0.1                       |
| Toluene (µg/m3)     | 21.6  | 11.3   | 4.1  | 10.1   | 6.7                               | 4.7                        |
| Etilbenzene (µg/m3) | 4.3   | 2.4  | <1.1   | 1.5  | 1.3                               | <1.1                       |
| Xilene (µg/m3)      | 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 (µg/m3)     | 2.5   | <0.1   | <0.1   | 0.8  | <0.1                              | <0.1                       |
| Toluene (µg/m3)     | 16.3  | 6.9  | 4.2  | 6.0  | 1.8                               | 3.5                        |
| Etilbenzene (µg/m3) | 2.7   | <1.1   | <1.1   | <1.1   | <1.1                              | <1.1                       |
| Xilene (µg/m3)      | 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/m3)     | 3.7   | 2.4  | <0.1   | 2.9  | <0.1                              | 0.9                        |
| Toluene (µg/m3)     | 25.8  | 16.9   | 9.2  | 16.2   | 5.7                               | 7.3                        |
| Etilbenzene (µg/m3) | 7.1   | 5.0  | 1.5  | 3.0  | <1.1                              | 1.3                        |
| Xilene (µg/m3)      | 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/m3)     | 5.4   | 7.8  | 3.4  | 4.9  | 1.9                               | 4.0                        |
| Toluene (µg/m3)     | 20.3  | 29.7   | 11.5   | 16.9   | 6.4                               | 13.4                       |
| Etilbenzene (µg/m3) | 4.3   | 6.2  | 2.4  | 3.5  | <1.1                              | 2.7                        |
| Xilene (µg/m3)      | 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<br>zona stadio | Viale Castracani<br>passaggio a<br>livello | Via Barbantini<br>nei pressi<br>del civico 152<br>lato strada | Via Barbantini<br>nei pressi<br>del civico 152<br>lato giardino | Via Brennero<br>nei pressi<br>del civico 894 | Piazzale Verdi        |
|------------------------|-----------------------|------------------------------|--|---|---|--|-----------------------|
| Periodo                | 04/06/01-<br>30/06/01 | 05/09/01-<br>29/09/01        | 05/09/01-<br>29/09/01                      | 11/04/01-<br>28/05/01   | 11/04/01-<br>28/05/01   | 07/11/01-<br>30/11/01                        | 07/11/01-<br>30/11/01 |
| Benzene (µg/m³)        | <0.1                  | 2.3                          | 1.4  | 2.1   | 1.1   | 2.9  | 3.4                   |
| Toluene (µg/m³)        | 1,5                   | 13.4                         | 12.3                                       | 9.8   | 6.1   | 120  | 17.8                  |
| Etilbenzene<br>(µg/m³) | <1.1                  | 2.1                          | <1.1                                       | 1.6   | 0.8   | 1.6  | 2.6                   |
| Xilene (µg/m³)         | <0.5                  | 6.9                          | 3.4  | 4.5   | 2.2   | 5.3  | 8.3                   |
| Periodo                | 03/07/01-<br>31/07/01 | 01/10/01-<br>31/10/01        | 01/10/01-<br>31/10/01                      |   |   |  |                       |
| Benzene (µg/m³)        | <0.1                  | 3.5                          | 2.1  |   |   |  |                       |
| Toluene (µg/m³)        | 2.3                   | 20.2                         | 13.4                                       |   |   |  |                       |
| Etilbenzene<br>(µg/m³) | <1.1                  | 3.4                          | 1.9  |   |   |  |                       |
| Xilene (µg/m³)         | <0.5                  | 10.5                         | 6.3  |   |   |  |                       |
| Periodo                | 08/08/01-<br>31/08/01 | 07/11/01-<br>30/11/01        | 07/11/01-<br>30/11/01                      |   |   |  |                       |
| Benzene (µg/m³)        | <0.1                  | 5.0                          | 3.9  |   |   |  |                       |
| Toluene (µg/m³)        | 4.3                   | 27.1                         | 23.6                                       |   |   |  |                       |
| Etilbenzene<br>(µg/m³) | <1.1                  | 4.5                          | 3.1  |   |   |  |                       |
| Xilene (µg/m³)         | <0.5                  | 15.4                         | 9.7  |   |   |  |                       |
| Periodo                | 08/11/01-<br>30/11/01 | 04/12/01-<br>29/12/01        | 04/12/01-<br>29/12/01                      |   |   |  |                       |
| Benzene (µg/m³)        | <0.1                  | 6.9                          | 5.8  |   |   |  |                       |
| Toluene (µg/m³)        | 5.0                   | 26.1                         | 20.3                                       |   |   |  |                       |
| Etilbenzene<br>(µg/m³) | <1.1                  | 6.6                          | 4.4  |   |   |  |                       |
| Xilene (µg/m³)         | <0.5                  | 19.5                         | 12.5                                       |   |   |  |                       |
| Periodo                | 04/12/01-<br>29/12/01 |                              |  |   |   |  |                       |
| Benzene (µg/m³)        | <0.1                  |                              |  |   |   |  |                       |
| Toluene (µg/m³)        | 5.3                   |                              |  |   |   |  |                       |
| Etilbenzene<br>(µg/m³) | <1.1                  |                              |  |   |   |  |                       |
| Xilene (µg/m³)         | <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 e, relativamente all'intero 2003, la stazione di viale Carducci). Tali correlazioni sono ben evidenziata 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               |

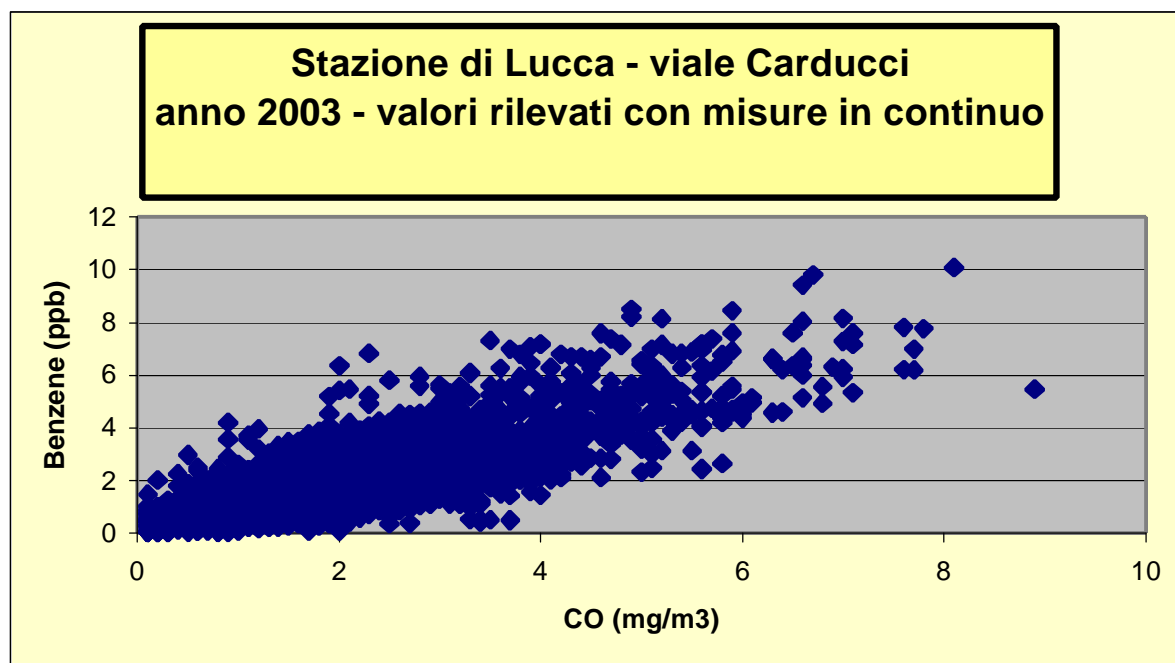
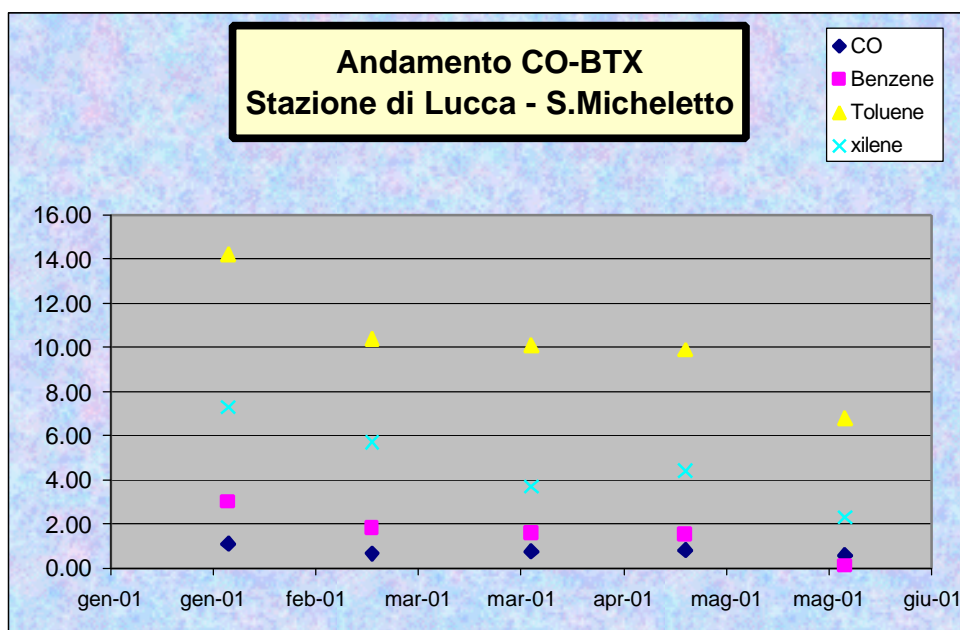
| Benzene    |                             |       |                          |
|------------|-----------------------------|-------|--------------------------|
| Stazione   | N.campionamenti giornalieri | Media | Periodo di campionamento |
| Castracani | 27                          | 10.9  | 20/05/98-29/07/98        |

|                      |    |      |                       |
|----------------------|----|------|-----------------------|
| Via Cavour           | 36 | 10.4 | 02/01/98-<br>06/05/98 |
| Spalti<br>S.Frediano | 28 | 6.2  | 03/03/98-<br>11/05/98 |
| S.Concordio          | 9  | 17.6 | 01/01/98-<br>17/01/98 |

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

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

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



Nel 2003 i rilevamenti di questi inquinanti sono stati effettuati presso la stazione di viale Carducci di cui si riassumono di seguito i risultati.

**ANNO 2003, inquinante benzene, tempo di mediazione:1 ora**

| Stazione             | n° dati | Media<br>annuale<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Max<br>annuale<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Frequenza percentuale di<br>superamento dei valori di<br>riferimento ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |    |    |     |     |
|----------------------|---------|--|--|---|----|----|-----|-----|
|                      |         |  |  | 2,5   | 5  | 10 | 15  | 20  |
| Lucca-viale Carducci | 5.576   | 5,5  | 37   | 79  | 42 | 11 | 3,9 | 1,4 |

Il limite previsto per tale inquinante è fissato in 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Per tale limite è ammessa una tolleranza del 100% fino al 2005. Tale tolleranza dovrà poi ridursi progressivamente fino a d annullarsi nel 2010. **La media annuale non supera pertanto i limiti previsti con le relative tolleranze per il 2003 pur risultando superiore al limite previsto.** L'evoluzione di tale inquinante dovrà pertanto essere seguita con attenzione.