

ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

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

P.I. e C.F.: 04686190481

**RETE DI RILEVAMENTO
DELLA QUALITÀ DELL'ARIA
DELLA PROVINCIA DI LUCCA
Anno 2005**

OTTOBRE 2006

Dott. Leonardo Martini
Per. Ind. Luca Paolinelli

Il Responsabile
Dipartimento Arpat di Lucca
Dott. Marco Pellegrini



Cap. 1 La normativa in materia di qualità dell'aria	2
Cap.2 La rete di monitoraggio	13
L'analisi dei dati dell'anno 2005	15
Biossido di zolfo	19
Biossido di azoto e Ossidi di azoto	24
Monossido di Carbonio	31
Benzene	42
Ozono	47
PM10	63
Episodi acuti	66
Conclusioni	67
Andamenti temporali degli inquinanti monitorati.	68



Cap. 1 La normativa in materia di qualità dell'aria

La tutela e la gestione della qualità dell'aria sono oggetto di una specifica normativa nazionale, frutto del recepimento ad opera dell'Italia delle direttive della Comunità Europea, finalizzata ad impedire il costante riprodursi di situazioni di criticità ambientale.

Negli anni ottanta vengono introdotti i valori limite, dal DPCM 28 marzo 1983 n. 30, tali livelli sono identificabili come limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni degli inquinanti direttamente rilevabili nell'ambiente esterno e come limiti massimi di esposizione, dati dal prodotto delle concentrazioni per le rispettive durate temporali. Tali valori sono stati modificati dal successivo DPR n. 203/88, decreto che, recependo alcune Direttive Comunitarie in materia di inquinamento atmosferico, ha adeguato gli standard di qualità dell'aria alle disposizioni normative europee ed ha introdotto, accanto ai limiti massimi, i valori guida di qualità dell'aria (ovvero le concentrazioni da raggiungere progressivamente per garantire la massima tutela dell'ambiente e della salute umana).

In seguito, è il **D.Lgs. 04/08/1999, n. 351** (attuativo della direttiva quadro 1996/62/CE) che definisce i principi fondamentali per la diminuzione dell'inquinamento atmosferico prevedendo la fissazione di valori limite e di soglie di allarme per alcune sostanze inquinanti al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso. Il decreto prevede inoltre l'individuazione di metodi e criteri di valutazione comuni che permettano di distinguere nell'ambito del territorio nazionale le zone in cui è opportuno conservare la qualità dell'aria, perché buona, da quelle in cui è necessario migliorarla.

Il D.Lgs. 351/99 introduce le seguenti definizioni:

- Livello: concentrazione nell'aria ambiente di un inquinante.
- Valutazione: impiego di metodologie per misurare, calcolare, prevedere o stimare il livello di un inquinante nell'aria ambiente.
- Valore limite (VL): livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso; tale livello deve essere raggiunto entro un dato termine e in seguito non superato.
- Valore obiettivo: livello fissato al fine di evitare, a lungo termine, ulteriori effetti dannosi



sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso; tale livello deve essere raggiunto per quanto possibile nel corso di un dato periodo.

- Soglia di allarme: livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire a norma del D.Lgs. 351/1999.
- Margine di tolleranza (MT): percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato alle condizioni stabilite dal D.Lgs. n. 351/1999.
- Soglia di valutazione superiore (SVS): livello al di sotto del quale le misurazioni possono essere combinate con le tecniche di modellizzazione al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente.
- Soglia di valutazione inferiore (SVI): livello al di sotto del quale è consentito ricorrere soltanto alle tecniche di modellizzazione o di stima oggettiva al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente.

Le definizioni introdotte sono finalizzate alla nuova strategia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria. Da un lato, infatti il D.Lgs. 351/99 (art. 6, comma 2), fissa i criteri per stabilire dove è obbligatorio il monitoraggio della qualità dell'aria tramite rete fissa. La misurazione è obbligatoria nelle seguenti zone:

- a) **agglomerati;**
- b) **zone in cui il livello, durante un periodo rappresentativo, è compreso tra il valore limite e la soglia di valutazione superiore stabilita ai sensi dell'articolo 4, comma 3, lettera c);**
- c) **altre zone dove tali livelli superano il valore limite.**

Nel decreto viene inoltre stabilito in quali casi la misurazione con rete fissa può essere combinata con tecniche modellistiche e in quali altri è consentito il solo uso di modelli.

A seguito della valutazione della qualità dell'aria nelle zone (o agglomerati) possono presentarsi casi diversi, in relazione alle concentrazioni di inquinanti:



- il livello di uno o più inquinanti sia maggiore del valore limite aumentato del margine di tolleranza ($\text{conc.} > \text{VL} + \text{MT}$)
- il livello sia compreso tra il valore limite e il valore limite aumentato del margine di tolleranza ($\text{VL} < \text{conc.} < \text{VL} + \text{MT}$)
- sia inferiore al valore limite ($\text{conc.} < \text{VL}$).

A tali situazioni corrispondono obblighi, azioni, modalità di controllo e monitoraggio diverse:

- nel primo caso ($\text{conc.} > \text{VL} + \text{MT}$) la valutazione della qualità dell'aria deve essere fatta basandosi su misurazioni e deve essere redatta la lista delle zone (e agglomerati) nei quali si è avuto il superamento. Occorre inoltre adottare un piano/programma per il raggiungimento del valore limite entro i termini stabiliti. Deve essere trasmesso al Ministero dell'Ambiente ed al Ministero della Sanità un elenco con informazioni circa i superamenti, i piani e i programmi per il raggiungimento del valore limite e l'andamento del piano o del programma in corso di attuazione con una periodicità triennale, a decorrere dalla prima comunicazione;
- anche nel secondo ($\text{VL} < \text{conc.} < \text{VL} + \text{MT}$) sono obbligatorie le misurazioni, deve essere redatta la lista delle zone (e agglomerati) nei quali si è avuto il superamento; occorre adottare un piano o programma per il raggiungimento del valore limite entro i termini stabiliti;
- nel terzo caso ($\text{conc.} < \text{VL}$) si deve adottare un piano di mantenimento della qualità dell'aria e trasmettere al Ministero dell'Ambiente ed al Ministero della Sanità, per il tramite dell'APAT, l'elenco delle zone e degli agglomerati..

La classificazione delle zone e degli agglomerati deve essere riesaminata almeno ogni cinque anni.



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

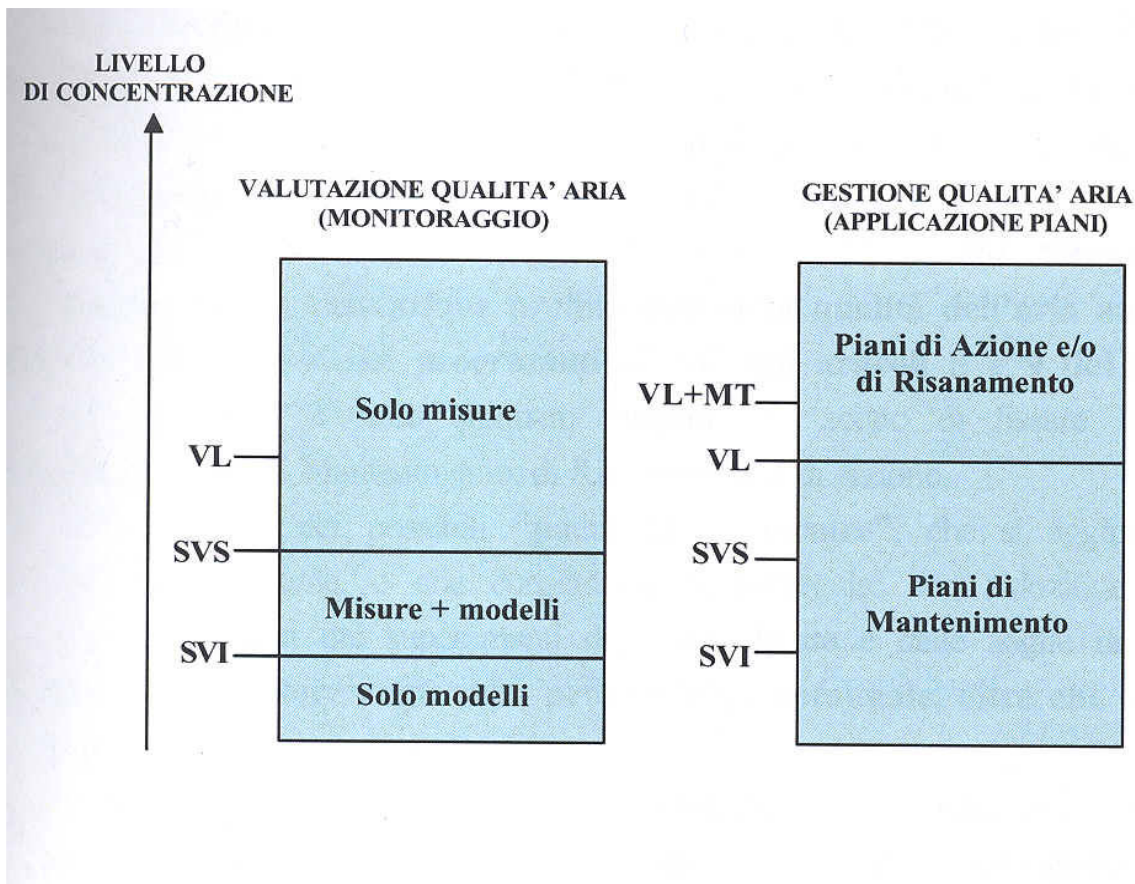


Fig. 1: valutazione e gestione della qualità dell'aria ai sensi del D.Lgs. 351/99



Parallelamente, il D.Lgs. 351/99 prevede, all'art. 5, che le regioni effettuino la valutazione preliminare della qualità dell'aria indispensabile in fase conoscitiva per individuare in prima applicazione, le zone nelle quali applicare rispettivamente i Piani di azione (art. 7 D.Lgs. 351/99), Piani di Risanamento (art. 8 D.Lgs. 351/99) e di Mantenimento (art. 9 D.Lgs. 351/99), tenendo conto delle direttive tecniche emanate con decreto del Ministero dell'Ambiente di concerto con il Ministero della Sanità il **1° ottobre 2002, n. 261**. Gli obiettivi della valutazione preliminare consistono, infatti, nell'individuazione delle zone nelle quali:

- i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme, nelle quali impiegare i Piani di Azione;
- i livelli di uno o più inquinati eccedono il valore limite aumentato del margine di tolleranza o sono compresi tra il valore limite e il valore limite aumentato del margine di tolleranza, nelle quali applicare i Piani di Risanamento;
- i livelli degli inquinanti sono inferiori al valore limite e tali da non comportare il rischio del superamento degli stessi, nelle quali applicare i Piani di Mantenimento.

La gestione della qualità dell'aria si esplica, quindi, attraverso una pianificazione integrata a medio e lungo termine su tutto il territorio, sia nelle zone in cui sono superati i limiti al fine di raggiungere e non più superare tali limiti, sia in quelle in cui la situazione è già buona, ai fini di conservare i livelli al di sotto dei valori limite preservando la migliore qualità dell'aria compatibile con lo sviluppo sostenibile. E' prevista anche una pianificazione a breve termine nelle zone in cui i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme. Lo scopo è quello di passare dalla "politica" degli interventi di emergenza, realizzata quasi esclusivamente a livello comunale, ad una politica degli interventi mirata all'effettiva riduzione dei livelli di inquinamento atmosferico su tutto il territorio regionale. La precedente gestione delle situazioni critiche di inquinamento finiva col penalizzare soprattutto le aree limitrofe ai comuni principali, senza portare a delle soluzioni definitive neanche per questi ultimi. Il decreto del Ministero dell'Ambiente **1 ottobre 2002, n. 261** "Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351" è stato emanato



proprio allo scopo di fissare le linee guida per la predisposizione dei Piani di Mantenimento, di Risanamento e di Azione. Il decreto individua dei possibili “pacchetti di misure”, che si aggiungono e/o modificano quelle previste anteriormente, e che consentono di perseguire una riduzione delle emissioni nelle zone in cui si sono avuti dei superamenti dei valori limite e delle soglie di allarme. Tali misure possono essere a carattere regionale, provinciale e comunale, oltre che eventuali proposte di provvedimenti a carattere nazionale.

E' con il **D.M. n. 60 del 2/4/2002** (attuazione della direttive 1999/30/CE e 2000/69/CE) che vengono introdotti per una serie di inquinanti (biossido di zolfo, biossido di azoto e ossidi di azoto, materiale particolato, piombo, benzene e monossido di carbonio) i predetti valori limite e le soglie di allarme. Recentemente, con **D. Lgs. 21/05/2004 n.183** è stata recepita dal legislatore italiano la direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria. Per il parametro ozono si individuano, come riferimento a lungo termine, i valori bersaglio e gli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione. Il valore bersaglio rappresenta il livello fissato al fine di evitare effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo (2010). L'obiettivo a lungo termine rappresenta la concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo deve essere conseguito, salvo quando ciò non sia realizzabile, tramite misure progressive nel lungo periodo, al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente. Per l'ozono sono definite inoltre la soglia di allarme e la soglia di informazione alla popolazione.

Per comodità si riportano nelle tabelle seguenti i valori limite e le varie soglie introdotte dal D.M. 60/02 e dal D.Lgs. n. 183/2004:



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

BIOSSIDO DI ZOLFO

VALORE LIMITE ORARIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
1 ora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 24 volte per anno civile	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (43%) all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005

VALORE LIMITE DI 24 ORE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
24 ore	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile	nessuno	1 gennaio 2005

VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
anno civile e inverno (1° ottobre – 31 marzo)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	nessuno	19 luglio 2001

SOGLIA DI ALLARME PER IL BISSIDO DI ZOLFO

500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (293°K e 101.3 kPa) misurati su tre ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km² oppure una zona o un agglomerato completi, se tale zona o agglomerati sono meno estesi

MONOSSIDO DI CARBONIO

VALORE LIMITE ORARIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo medio	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	60% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 2000/69/CE (13/12/2000). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2003 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005



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

PIOMBO

VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
anno civile	0,5 µg/m ³	100% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005

BENZO(A)PIRENE

Riferimento normativo	Parametro di controllo	Periodo di osservazione	Valore di riferimento
OBIETTIVO DI QUALITÀ (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri (a)	Anno (1 gennaio - 31 dicembre)	1 ng/m ³

(a): La frequenza di campionamento è pari a 1 prelievo ogni z giorni, ove $z = 3 \div 6$; z può essere maggiore di 7 in ambienti rurali; in nessun caso z deve essere pari a 7.

BENZENE

VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore deve essere rispettato
Anno civile	5 µg/m ³	100% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 2000/69/CE (13/12/2000). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2006 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2010	1 gennaio 2010

Dettaglio dei limiti in vigore nei prossimi anni con i progressivi adeguamenti:

○ ○ ○ 31/12/2005	10 µg/m ³
01/01/2006 – 31/12/2006	9 µg/m ³
01/01/2007 – 31/12/2007	8 µg/m ³
01/01/2008 – 31/12/2008	7 µg/m ³
01/01/2009 – 31/12/2009	6 µg/m ³
01/01/2010 ○ ○ ○	5 µg/m ³



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

OZONO

VALORI BERSAGLIO

	Parametro	Valore bersaglio per il 2010 (a)
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore (b)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni (c)
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT 40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ come media su 5 anni (c)

- (a) Data a partire dalla quale si verifica la rispondenza ai valori bersaglio. Ciò significa che i valori del 2010 saranno utilizzati per verificare la concordanza con gli obiettivi nei successivi 3 o 5 anni.
- (b) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore sarà determinata analizzando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata sarà assegnata al giorno nel quale finisce; in pratica la prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno sarà quella compresa fra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno sarà quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.
- (c) Se non è possibile calcolare la media di 3 o 5 anni poiché non si ha un insieme completo di dati relativi a più anni consecutivi, i dati annuali minimi per la verifica della rispondenza con i valori bersaglio sono i seguenti: per il valore bersaglio per la protezione della salute umana: dati validi relativi ad un anno per il valore bersaglio per la protezione della vegetazione: dati relativi a tre anni

Per AOT40 (espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) s'intende la somma della differenza fra le concentrazioni orarie superiori a 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40 ppb) e 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari medi rilevati ogni giorno tra le 08:00 e 20:00, ora dell'europa centrale.

OBIETTIVI A LUNGO TERMINE

	Parametro	Obiettivo a lungo termine (a)
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massima media giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- (a) I progressi realizzati dalla Comunità nel conseguimento dell'obiettivo a lungo termine, prendendo come riferimento l'anno 2020, sono riesaminati nell'ambito del processo di cui all'art. 11 della presente direttiva.

Per AOT40 (espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) s'intende la somma della differenza fra le concentrazioni orarie superiori a 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40 ppb) e 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari medi rilevati ogni giorno tra le 08:00 e 20:00, ora dell'europa centrale.

SOGLIE DI INFORMAZIONE E DI ALLARME

	Parametro	Soglia
Soglia di informazione	Media di 1 ora	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme	Media di 1 ora	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- (a) Per l'attuazione dei piani di azione a breve termine, previsti all'art. 7 della presente direttiva, il superamento della soglia va superato per tre ore consecutive.



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

OSSIDI DI AZOTO

VALORE LIMITE ORARIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
1 ora	200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile	50% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2010	1 gennaio 2010
Dettaglio dei limiti in vigore nei prossimi anni con i progressivi adeguamenti: ○ ○ ○ 31/12/2000 300 µg/m ³ 01/01/2001 – 31/12/2001 290 µg/m ³ 01/01/2002 – 31/12/2002 280 µg/m ³ 01/01/2003 – 31/12/2003 270 µg/m ³ 01/01/2004 – 31/12/2004 260 µg/m ³ 01/01/2005 – 31/12/2005 250 µg/m ³ 01/01/2006 – 31/12/2006 240 µg/m ³ 01/01/2007 – 31/12/2007 230 µg/m ³ 01/01/2008 – 31/12/2008 220 µg/m ³ 01/01/2009 – 31/12/2009 210 µg/m ³ 01/01/2010 ○ ○ ○ 200 µg/m ³			

VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	50% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2010	1 gennaio 2010
Dettaglio dei limiti in vigore nei prossimi anni con i progressivi adeguamenti: ○ ○ ○ 31/12/2000 60 µg/m ³ 01/01/2001 – 31/12/2001 58 µg/m ³ 01/01/2002 – 31/12/2002 56 µg/m ³ 01/01/2003 – 31/12/2003 54 µg/m ³ 01/01/2004 – 31/12/2004 52 µg/m ³ 01/01/2005 – 31/12/2005 50 µg/m ³ 01/01/2006 – 31/12/2006 48 µg/m ³ 01/01/2007 – 31/12/2007 46 µg/m ³ 01/01/2008 – 31/12/2008 44 µg/m ³ 01/01/2009 – 31/12/2009 42 µg/m ³ 01/01/2010 ○ ○ ○ 40 µg/m ³			

VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
anno civile	30 µg/m ³ NO _x	Nessuno	19 luglio 2001

SOGLIA DI ALLARME PER IL BIOSSIDO DI AZOTO

400 µg/m³ (293°K e 101.3 kPa) misurati su tre ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km² oppure una zona o un agglomerato completi, se tale zona o agglomerati sono meno estesi.



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

PARTICELLE PM-10 (FASE 1)

VALORE LIMITE DI 24 ORE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
24 ore	50 µg/m ³ PM ₁₀ non superare più di 35 volte per anno civile	50% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005

VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	40 µg/m ³ PM ₁₀	20% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005

Fase 2 ⁽¹⁾

	Periodo di mediazione	Valore Limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
1. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³ PM ₁₀ da non superare più di 7 volte l'anno.	Da stabilire in base ai dati, in modo che sia equivalente al valore limite della fase 1.	1° gennaio 2010
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	20 µg/m ³ PM ₁₀	10 µg/m ³ al primo gennaio 2005 con riduzione ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010

⁽¹⁾ Valori limite indicativi da rivedere con successivo decreto sulla base della futura normativa comunitaria.



Cap. 2 La rete di monitoraggio

La rete di rilevamento della Qualità dell'aria nella Provincia di Lucca è relativamente all'anno 2005 composta da sette (7) stazioni fisse che forniscono mediante analizzatori automatici dati con cadenza temporale di un'ora.

Nella tabella 2.1 che segue è fornita una descrizione della postazione secondo la destinazione in base alla decisione 2001/752/CE e al DM 20/5/91 :

<i>Stazione</i>	<i>Tipo di zona</i> <i>Decisione 2001/752/CE</i>	<i>Tipo di stazione</i> <i>Decisione 2001/752/CE</i>	<i>Tipo di stazione</i> <i>DM 20/5/91</i>
Capannori Via di Piaggia	Urbana	fondo	B
Lucca P.zza S. Micheletto	Urbana	traffico	B
Viareggio L.go Risorgimento	Urbana	traffico	C
Viareggio Via Maroncelli	Urbana	fondo	B
Porcari Via Carrara	Periferica	fondo	B
Lucca Viale Carducci	Urbana	traffico	C
Lucca Carignano	Rurale	fondo	D

Tabella 2.1

Note:

tipo zona Decisione 2001/752/CE:

-URBANA: centro urbano di consistenza rilevante per le emissioni atmosferiche, con più di 3000-5000 abitanti

-SUBURBANA: periferia di una città o area urbanizzata residenziale posta fuori dell'area urbana principale

-RURALE: all'esterno di una città, ad una distanza di almeno 3 km; un piccolo centro urbano con meno di 3000-5000 abitanti è da ritenersi tale

-PERIFERICA: zona largamente edificata, insediamento continuo di edifici separati e mescolati ad aree non urbanizzate



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

(laghi di piccole dimensioni, boschi, terreni agricoli)

tipo stazione Decisione 2001/752/CE:

-TRAFFICO: se la fonte principale di inquinamento è costituita dal traffico (se si trova all'interno di Zone a Traffico Limitato, è indicato tra parentesi ZTL)

-INDUSTRIALE: se la fonte principale di inquinamento è costituita dall'industria

-FONDO: misura il livello di inquinamento determinato dall'insieme delle sorgenti di emissione non localizzate nelle immediate vicinanze della stazione; può essere localizzata indifferentemente in area urbana, suburbana o rurale

tipo stazione DM 20/5/91:

-A: stazione urbana localizzata in area non direttamente interessata da sorgenti di emissione urbane (parchi, isole pedonali, ecc.)

-B: stazione urbana situata in zona ad elevata densità abitativa

-C: stazione urbana situata in zona ad elevato traffico

-D: stazione situata in periferia o in area suburbana

Si riportano in tabella 2.2 gli inquinanti monitorati per ciascuna stazione di rilevamento:

Stazione	SO ₂	NO _x	PM ₁₀	O ₃	Idrocarburi	BTX	CO
Capannori Via di Piaggia	x	x	x				x
Lucca Carignano	x			x			
Lucca P.zza S. Micheletto	x	x	x				
Lucca Viale Carducci	x		x			x	x
Porcari Via Carrara	x		x	x	x		x
Viareggio Via Maroncelli	x		x	x			x
Viareggio L.go Risorgimento			x				x

Tabella 2.2



L'analisi dei dati dell'anno 2005

Il DMA 60/2002 fissa fra l'altro degli obiettivi per la qualità dei dati, sia per quanto concerne l'incertezza di misura, sia per quanto concerne la raccolta minima dei dati, raggiungibili quanto prima dai gestori delle reti di monitoraggio.

Al momento non è possibile, a livello locale, determinare l'incertezza di misura dei vari analizzatori in relazione agli obiettivi di qualità fissati dal decreto. Arpat ha però attivato a livello regionale, presso il Dipartimento di Livorno, un centro regionale di riferimento per il controllo e l'assicurazione di qualità dei dati prodotti dalle reti di monitoraggio della qualità dell'aria ed in futuro sarà quindi possibile svolgere anche tale verifica.

In tabella 2.3 sono riportati i rendimenti annui delle varie stazioni, per ciascun inquinante monitorato. Il rendimento strumentale è calcolato come percentuale di dati generati e validati, rispetto al totale teorico (al netto delle ore dedicate alla calibrazione automatica degli analizzatori).

Il DMA 60/2002 (allegato X) fissa un obiettivo di qualità per la raccolta minima dei dati pari al 90%.

PERIODO 01/01/2005 - 31/12/2005: percentuale per analizzatore

Stazione		NOx	SO2	CO	O3	HC	BTX	PM10
Lucca	P.zza S. Micheletto	98	> 99					73
Lucca	Viale Carducci		> 99	> 99			94	36
Lucca	Carignano		> 99		25			
Viareggio	L.go Risorgimento			98				76
Viareggio	Via Maroncelli	nd	98	17	59			> 99
Capannori	Via Di Piaggia	97	99	97				> 99
Porcari	Via Carrara		> 99	> 99	98	nd		> 99
Media Inquinante		97.4	98.8	81.9	60.5		94.0	80.4

Numero dati validi

Stazione		NOx	SO2	CO	O3	HC	BTX	PM10
Lucca	P.zza S. Micheletto	8134	8281					254
Lucca	Viale Carducci		8313	8359			7848	126
Lucca	Carignano		8302		2076			
Viareggio	L.go Risorgimento			8177				264
Viareggio	Via Maroncelli	--	8157	1369	4905			355
Capannori	Via Di Piaggia	8079	8198	8063				356
Porcari	Via Carrara		8293	8371	8120	--		321
Totale per inquinante		16213	49544	34339	15101	0	7848	1676

Tabella 2.3



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

NOTE:

- Stazione di Carducci: Strumento di rilevazione del PM10 è stato guasto dal 12/02/05 al 21/09/05. Dal 22/09/05 è entrato in funzione uno strumento di nuova installazione.
- Stazione di Viareggio Via Maroncelli: lo strumento dell'NOx non ha mai lavorato, nel periodo in questione, per un guasto tecnico, lo strumento dell'O3 ha presentato problemi tecnici, lo strumento del CO non è funzionante dal 01/03/2005 ed è da considerare obsoleto e non ripristinabile.
- Stazione di Carignano: lo strumento dell'O3 ha presentato problemi tecnici e solo recentemente ha superato la fase di collaudo.
- Stazione di Porcari: il misuratore di idrocarburi non ha mai lavorato, nel periodo in questione, per un guasto tecnico, ed è da considerare obsoleto e non ripristinabile.
PM10: strumento di nuova installazione con rilevamento dati a partire dal 13/02/2005.
- Stazione di Viareggio L.go Risorgimento: PM10: strumento guasto dal 29/10/2005.

N.B. I valori calcolati relativi alla media inquinante presenti nella tabella sopraelencata, sono stati calcolati considerando uguali a 99% i valori riportati con il simbolo >99%.

Per la valutazione della qualità dell'aria, per ogni stazione ed inquinante, viene valutata la raggiungibilità della raccolta minima dei dati in base al D.M. 60/02 ovvero quando il rendimento strumentale raggiunge e supera il 90 %, se questa condizione non viene rispettata può comunque essere condotta un'analisi solo indicativa se si raggiunge il 15 % dei dati validi a trimestre, ovvero una raccolta minima e significativa per descrivere il periodo stagionale. Si rimanda al documento "Criteri per la validazione ed elaborazione degli indicatori relativi agli inquinanti in aria ambiente", redatto dalla commissione aria di Arpat per gli approfondimenti necessari sui vari gradi di attendibilità della raccolta dei dati.



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

Risultati della conformità della raccolta dei dati a vari livelli. (Criteri di significatività elaborati dalla Commissione Aria)				
Stazione	parametro	perc_DM60_sup_90	1° livello	2° livello
LU-CAPANNORI	CO	SI	SI	SI
LU-CAPANNORI	NO	SI	SI	SI
LU-CAPANNORI	NO2	SI	SI	SI
LU-CAPANNORI	NOX	SI	SI	SI
LU-CAPANNORI	PM10	SI	SI	SI
LU-CAPANNORI	SO2	SI	SI	SI
LU-MICHELETTO	NO	SI	SI	SI
LU-MICHELETTO	NO2	SI	SI	SI
LU-MICHELETTO	NOX	SI	SI	SI
LU-MICHELETTO	PM10	NO	NO	NO
LU-MICHELETTO	SO2	SI	SI	SI
LU-CARDUCCI	BENZENE	SI	SI	SI
LU-CARDUCCI	CO	SI	SI	SI
LU-CARDUCCI	M-XYLENE	SI	SI	SI
LU-CARDUCCI	PM10	NO	NO	NO
LU-CARDUCCI	SO2	SI	SI	SI
LU-CARDUCCI	TOLUENE	SI	SI	SI
LU-PORCARI	CH4	NO	NO	NO
LU-PORCARI	CO	SI	SI	SI
LU-PORCARI	NMHC	NO	NO	NO
LU-PORCARI	SO2	SI	SI	SI
LU-PORCARI	THC	NO	NO	NO
LU-PORCARI	PM10	SI	NO	NO
VIAREGGIO L.go Risorgimento	CO	SI	SI	SI
VIAREGGIO L.go Risorgimento	PM10	NO	NO	NO
VIAREGGIO Via Maroncelli	CO	NO	NO	NO
VIAREGGIO Via Maroncelli	NO	NO	NO	NO
VIAREGGIO Via Maroncelli	NO2	NO	NO	NO
VIAREGGIO Via Maroncelli	NOX	NO	NO	NO
VIAREGGIO Via Maroncelli	PM10	SI	SI	SI
VIAREGGIO Via Maroncelli	SO2	SI	SI	SI
LU-CARIGNANO	SO2	SI	SI	SI

Tabella 2.4

Dall'analisi della tabella 2.4 è possibile effettuare le seguenti considerazioni:

- Il parametro PM10 è misurato in un sufficiente numero di stazioni ma soddisfa i tre criteri di aggregazione solamente per le stazioni di Capannori che di Viareggio Maroncelli, in Porcari (stante che lo strumento è stato installato in data 13/02/2005) pur soddisfacendo il criterio di



raccolta minima dei dati imposto dal D. M. 60/02 non supera con esito positivo i test di significatività. Le stazioni di Lucca Micheletto, Lucca Carducci e Viareggio L.go Risorgimento purtroppo non consentono di esprimere nessun tipo di giudizio, si tenga però conto che nuovi strumenti sono stati installati nelle stazioni di Lucca Micheletto e Lucca Carducci, per cui la situazione migliorerà a partire dall'anno 2006. Rimane la criticità di Viareggio L.go Risorgimento.

- I principali motivi per cui alcuni analizzatori hanno rendimenti inferiori al 90 % sono:
 1. la loro anzianità di servizio e dalla correlata difficoltà a reperire i pezzi di ricambio;
 2. l'obsolescenza delle apparecchiature e strumentazioni di supporto (elaboratori di cabina, condizionatori, software gestionale).

Nel 2005 si è proceduto ad interventi che hanno permesso di risolvere le criticità concernenti le strumentazioni ed apparecchiature di supporto. Il completamento della dotazione di analizzatori e il rinnovo degli analizzatori obsoleti viene portato avanti compatibilmente con la disponibilità di risorse finanziarie.

Per completezza si riportano in seguito gli andamenti temporali di ciascun inquinante per le varie stazioni.

L'analisi viene quindi condotta sia, confrontando i parametri statistici calcolati con i valori limite fissati dalla normativa in vigore (D.M. 60/02), sia analizzando i possibili superamenti orari/giornalieri definiti per la protezione della salute umana (episodi acuti di inquinamento). I possibili episodi di inquinamento acuto sono stati delineati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento:

- delle soglie di allarme, valori limite orari e valori limite di 24 ore per la protezione;
- delle soglie di informazione e di allarme per l'ozono (ai sensi del D.Lgs 183/04);
- dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana per l'ozono (ai sensi del D.Lgs 183/04).



Giorno medio

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è stato calcolato il giorno medio: questo si ottiene calcolando, per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata, la media aritmetica dei valori medi orari registrati nel periodo in esame. Ad esempio il valore dell'ora 1.00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 1.00 di ciascun giorno del periodo di monitoraggio. In grafico vengono quindi rappresentati gli andamenti medi giornalieri delle concentrazioni per ognuno degli inquinanti.

In questo modo è possibile non solo evidenziare in quali ore generalmente si verifichi un incremento delle concentrazioni dei vari inquinanti, ma anche fornire informazioni sulla persistenza degli stessi durante la giornata.

Biossido di zolfo

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 SO₂ 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 SO₂ 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 SO₂ 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

Il funzionamento degli analizzatori utilizzati si basa sull'eccitazione delle molecole di SO₂ 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 SO₂. 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.

Fig 2.1

Valori limite e soglie di valutazione
per la protezione della salute umana
per l'SO₂ (media giornaliera $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

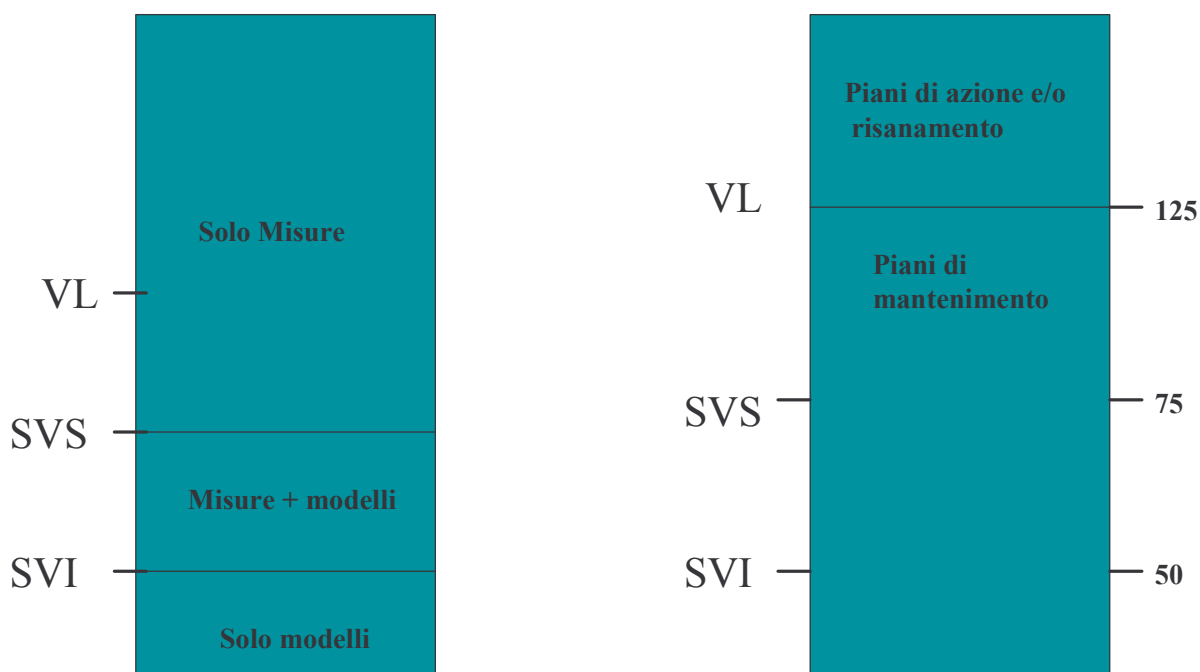
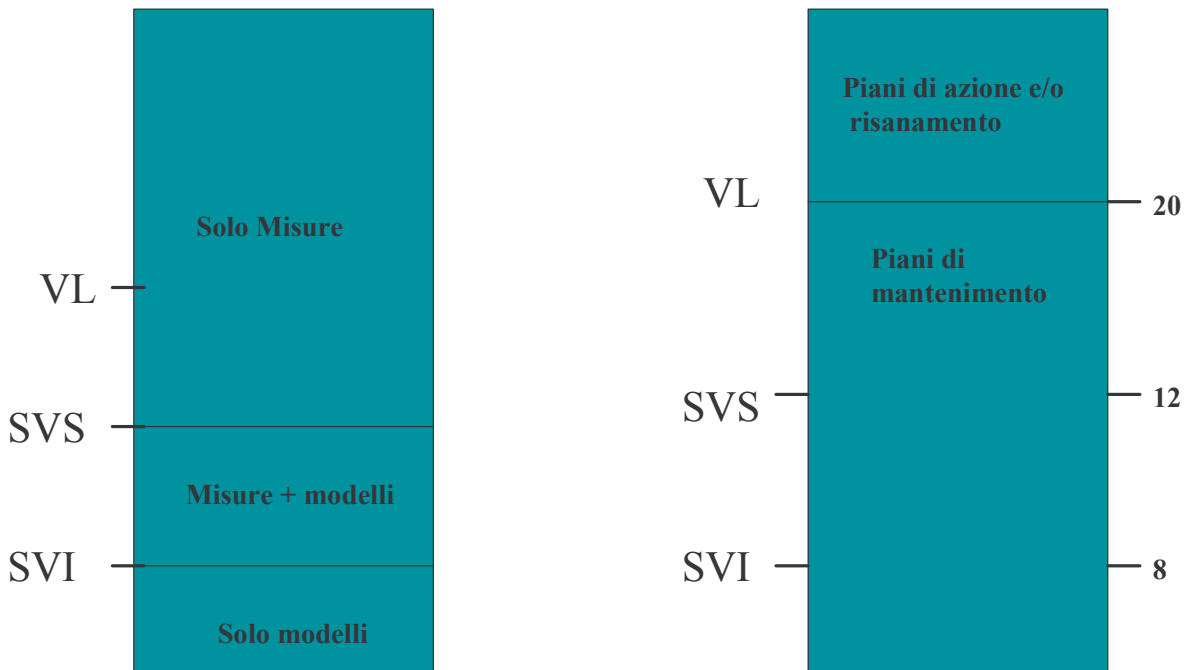


Fig. 2.2

Valori limite e soglie di valutazione per la protezione degli ecosistemi per l'SO₂ (media annua $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Dall'analisi delle Tabelle 2.5 A/B/C si può concludere che le concentrazioni di questo inquinante sono molto modeste e notevolmente inferiori ai livelli previsti dalla normativa.



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

Analisi dei dati

Tab. 2.5 A – SO₂ Statistica delle medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

SO ₂	Capannori	Lucca Carignano	Lucca Micheletto	Lucca Carducci	Porcari	Viareggio Maroncelli
Minima media giornaliera	0	0	0	0	0	0
Massima media giornaliera	2	2	3	4	6	14
Media delle medie giornaliere	0	0	1	1	0	2
Giorni validi	356	360	357	359	359	353
Percentuale giorni validi	98 %	99 %	98 %	98 %	98 %	97 %

Tab. 2.5 B – SO₂ Statistica delle medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

SO ₂	Capannori	Lucca Carignano	Lucca Micheletto	Lucca Carducci	Porcari	Viareggio Maroncelli
Media dei valori orari	0	0	1	1	0	2
Massima media oraria	3	4	7	10	11	20
Ore valide	8198	8302	8281	8313	8293	8157
Percentuale ore valide	99 %	>99 %	>99 %	>99 %	>99 %	98 %



Tab. 2.5 C – SO₂ Valori limite per la protezione degli ecosistemi (µg/m³)

SO ₂	Capannori	Lucca Carignano	Lucca Micheletto	Lucca Carducci	Porcari	Viareggio Maroncelli
Media anno (protezione ecosistemi)	0	0	1	1	0	2
⁽¹⁾ Media inverno (protezione ecosistemi)	0	0	1	1	0	1

⁽¹⁾ Periodo di osservazione 01/10/2005-31/03/2006

Biossido di azoto e Ossidi di azoto

Gli ossidi di azoto costituiscono un gruppo di 7 composti di cui rivestono particolare interesse dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico il monossido ed il biossido (NO ed NO₂).

Il monossido di azoto è un gas incolore, inodore e poco solubile in acqua. Si produce principalmente tramite la reazione: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{NO}$ (in forma di N₂O₄).

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



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



La quantità di NO_2 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_2 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_2 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.

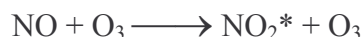
Effetti degli ossidi di azoto sull'ambiente

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

Il principio di funzionamento di tutti gli analizzatori attualmente in commercio, si basa sulla misura delle radiazioni emesse ("luminescenza") da molecole eccitate di NO₂, prodotte nella reazione fra NO e O₃ (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 NO₂ 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'NO₂ 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.

Analisi dei dati

Tab. 2.6 – NO₂ parametri statistici orari e giornalieri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

NO ₂	Capannori	Lucca Micheletto
Minima media giornaliera	13	6
Massima media giornaliera	86	64
Media delle medie giornaliere	35	28
Giorni validi	352	352
Percentuale giorni validi	96 %	96 %

NO ₂	Capannori	Lucca Micheletto
Media dei valori orari	35	28
Massima media oraria	131	91
Ore valide	8079	8134
Percentuale ore valide	97 %	98 %

Valutazione dei superamenti dei valori di soglia e valori limite per la protezione della salute umana

La protezione della salute umana viene valutata attraverso i possibili superamenti delle soglie di valutazione superiore ed inferiore sia su base annua che su base oraria. Per la stazione di Capannori avendo una media annua di $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ viene superata la SVS (annua) e comunque le concentrazioni di questo inquinante si mantengono sempre sotto sia al valore limite + margine di tolleranza di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (VL+MT previsto per l'anno 2005) che al valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto per l'anno 2010. Per quanto riguarda i valori orari il numero di superamenti di $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (SVI oraria) è inferiore a 18 quindi siamo al di sotto della SVI (oraria), si riportano di seguito i superamenti $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Elenco dei superamenti della SVI per l'NO2 per la stazione di Capannori		
Data	ora	Valore ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
21-01-2005	20	102
03-02-2005	19	101
07-02-2005	19	113
07-02-2005	20	131
07-02-2005	21	117
08-02-2005	19	107
08-02-2005	20	107
11-02-2005	17	102
11-02-2005	18	108
11-02-2005	19	111
11-02-2005	20	115
11-02-2005	21	120
11-02-2005	22	109
11-02-2005	23	103

Tab 2.7

Fig. 2.3

Valori limite e soglie di valutazione
per la protezione della salute umana
relativa all'anno 2005 per l'NO2 (media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

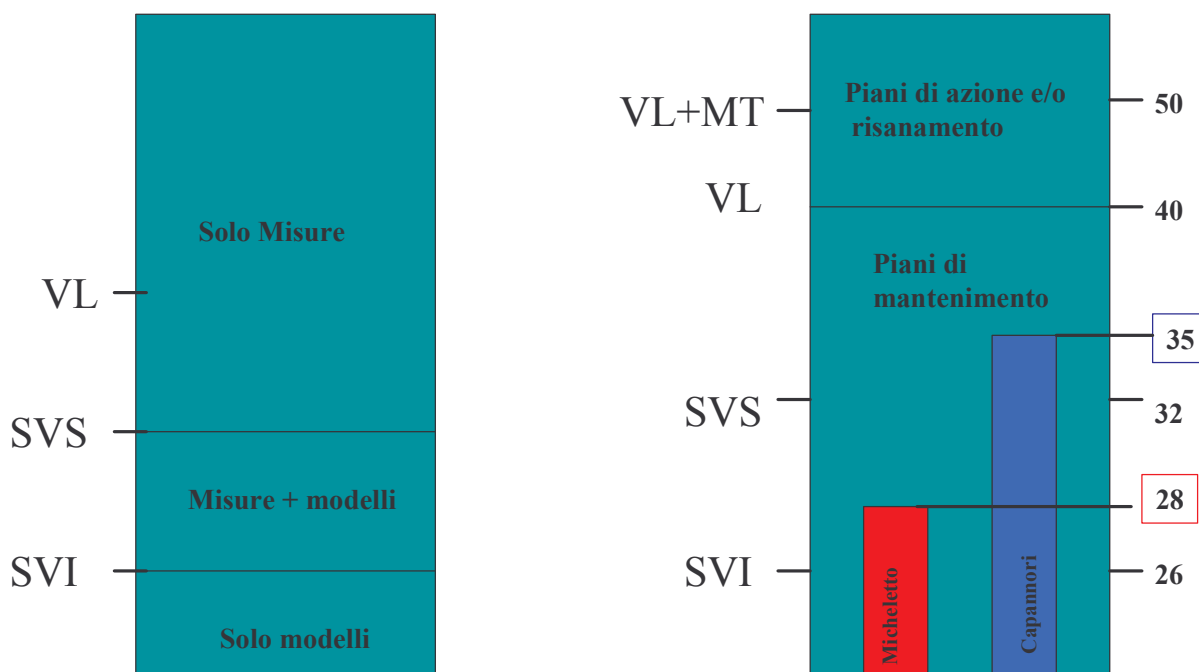
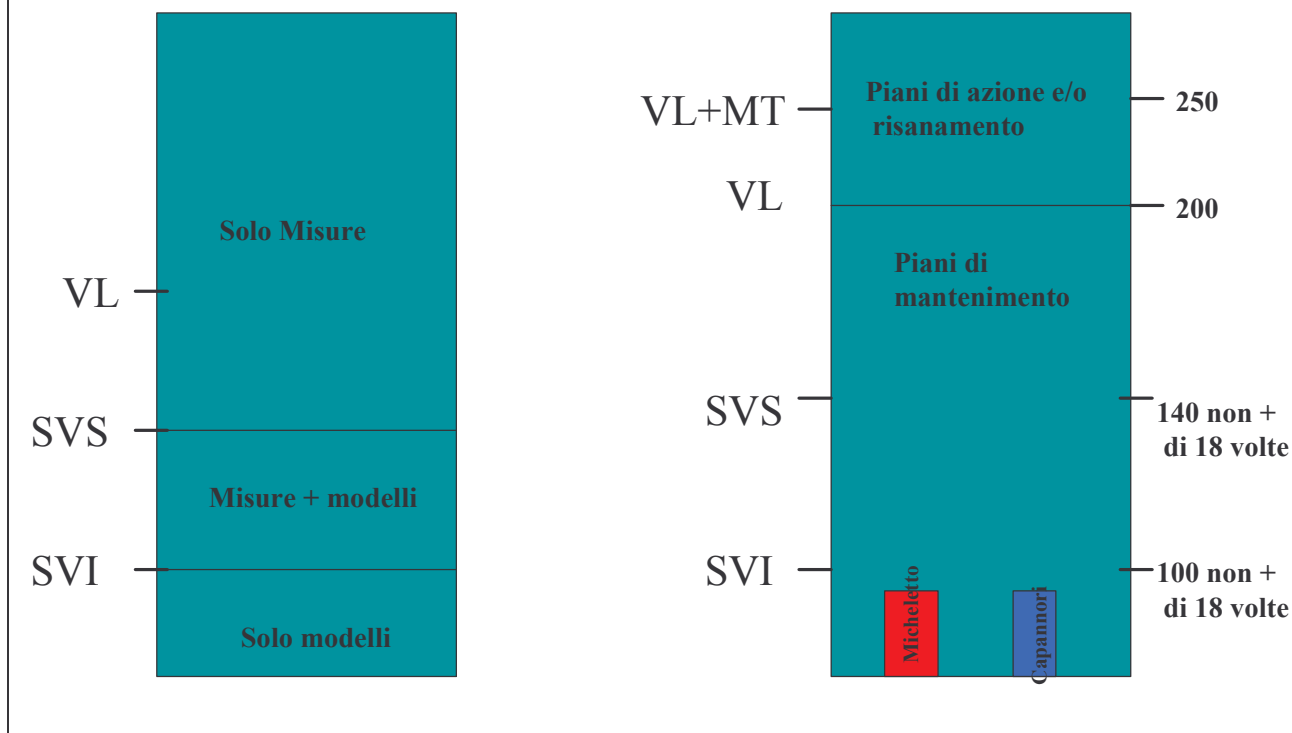


Fig. 2.4

Valori limite e soglie di valutazione
per la protezione della salute umana
relativa all'anno 2005 per l'NO₂ (media oraria $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Quindi per la stazione di Capannori si rientra nel caso in cui non sono necessari piani di azione e/o risanamento. Per quanto riguarda la stazione di Lucca - Micheletto i valori orari sono tutti inferiori alla soglia di valutazione inferiore (SVI), mentre la media annuale di $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è di poco superiore alla SVI annua di $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Si fa presente che sarebbe opportuno dotare la stazione di Lucca Carignano di un analizzatore di NO₂, secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento, stante che la contemporanea presenza dell'analizzatore di ozono e di NO₂ accresce la significatività dei dati di ozono rilevati.



Valori limite e soglie di valutazione per la protezione della vegetazione relativa all'anno 2005 per l'NOX (media annua $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

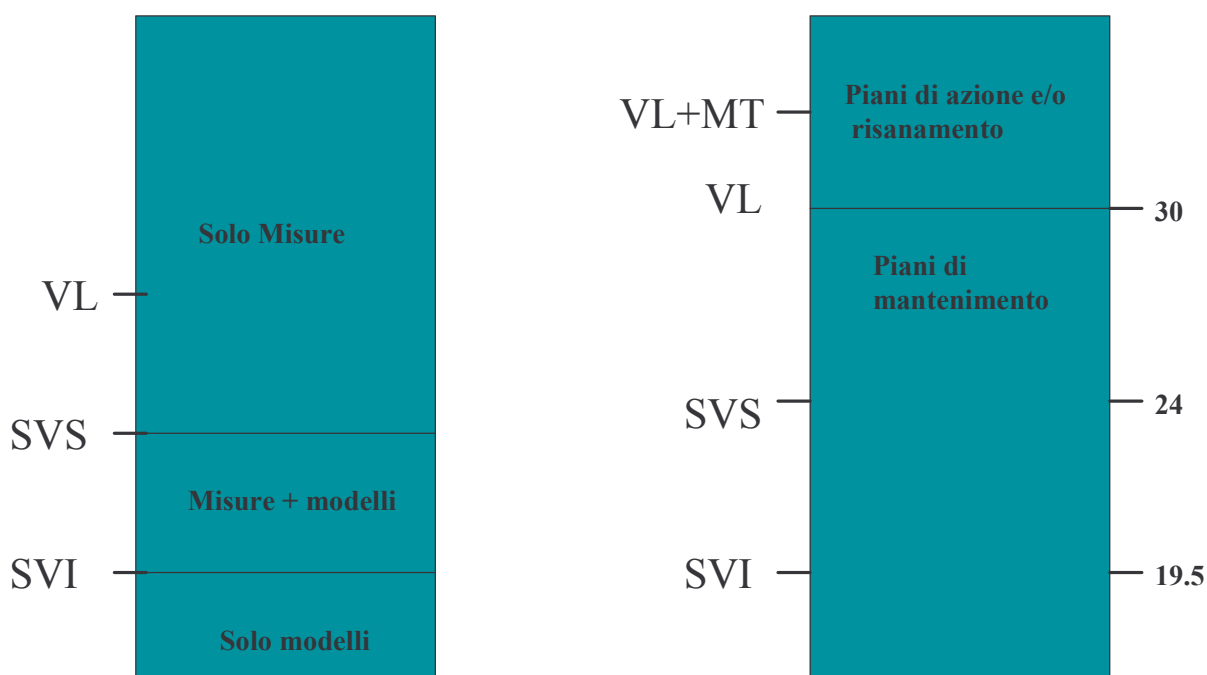


Fig. 2.5

La stazione di Micheletto fa registrare una media annua degli NOX di $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ quindi al di sopra del valore limite per la protezione della vegetazione così come la stazione di Capannori in cui la media degli NOX è di $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anche se le due stazioni menzionate non sono conformi ai criteri di posizionamento previsti dal D.M. 60/02, ma trattasi di centraline localizzate per altre finalità.



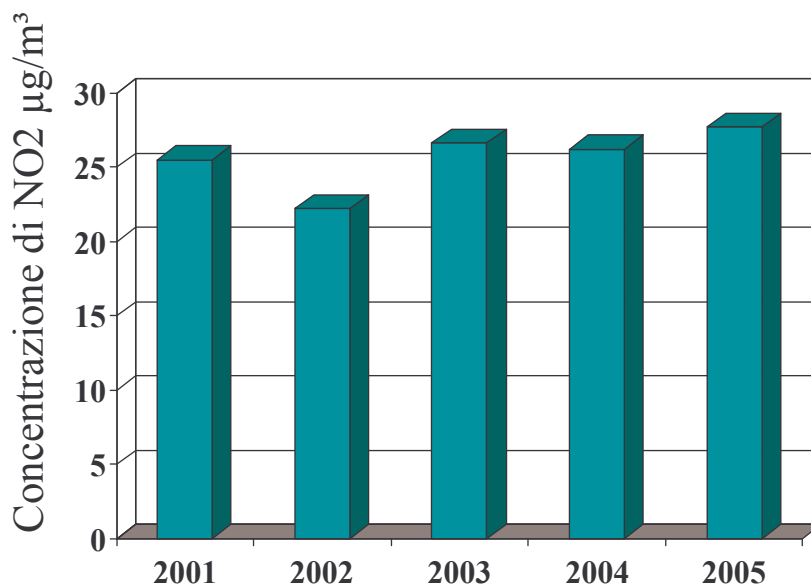
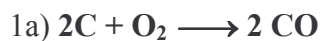
Trend annuale concentrazione di NO₂ annua Stazione di Lucca S. Micheletto

Fig. 2.6

Monossido di Carbonio

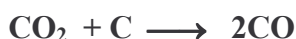
E' un prodotto di ossidazione derivante normalmente da una combustione incompleta: è inodore, incolore ed insapore, di densità leggermente inferiore a quella dell'aria. Normalmente presenta una reattività piuttosto scarsa con gli altri costituenti dell'atmosfera. I meccanismi che permettono la sua formazione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

a) **Combustione di composti organici in carenza di O₂** 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:



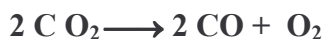
La prima reazione è circa 10 volte più veloce della seconda: per questo motivo una eventuale carenza di ossigeno comporta la prevalenza della prima reazione rispetto alla seconda in modo tanto più accentuato quanto minore è la disponibilità dello stesso.

b) **Reazioni ad elevate temperature tra CO₂ 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 CO₂ :**



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/CO₂ creatasi in un processo di combustione ad elevate temperature comporta lunghi tempi di permanenza per il CO prima che essa subisca la conversione a CO₂. 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 CO₂.

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

Il principio di funzionamento degli analizzatori si basa sulla 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.

Analisi dei datiTab. 2.8 A – CO parametri statistici giornalieri (mg/m³)

CO	Capannori	Lucca Carducci	Porcari	Viareggio L.go Risorgimento
Minima media giornaliera	0.0	0.4	0.0	0.1
Massima media giornaliera	2.5	3.3	2.1	6.2
Media delle medie giornaliere	0.6	1.4	0.6	1.5
Giorni validi	347	359	358	349
Percentuale giorni validi	95 %	98 %	98 %	96 %

Tab. 2.8 B – CO parametri statistici orari (mg/m³)

CO	Capannori	Lucca Carducci	Porcari	Viareggio L.go risorgimento
Media dei valori orari	0.6	1.4	0.6	1.5
Minima media oraria	0.0	0.0	0.0	0.0
Massima media oraria	5.0	6.9	4.4	18.4
Ore valide	8063	8359	8371	8177
Percentuale ore valide	97 %	>99 %	>99 %	98 %



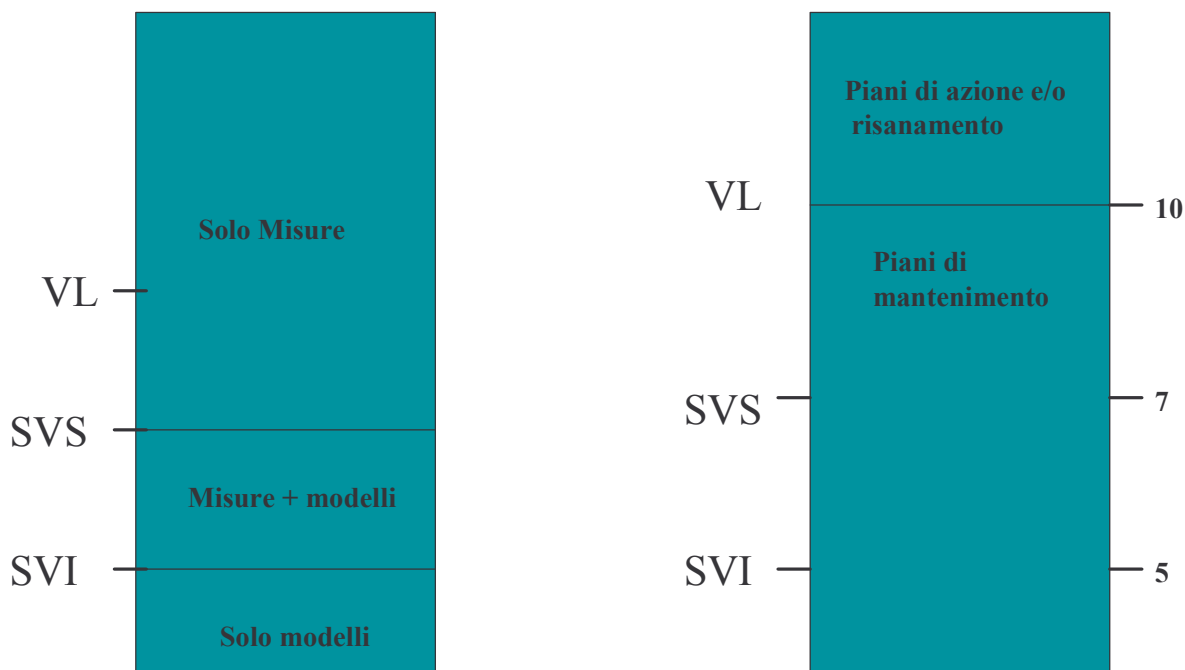
Tab. 2.8 C – CO parametri statistici delle 8 ore (mg/m³)

CO	Capannori	Lucca Carducci	Porcari	Viareggio L.go risorgimento
Minimo delle medie 8 ore	0.0	0.1	0.0	0.0
Media delle medie 8 ore	0.6	1.4	0.6	1.5
Massimo delle medie 8 ore	4.8	5.2	3.3	9.3
Numero medie 8 ore valide	8349	8676	8639	8435
Percentuale medie 8 ore valide	95 %	99 %	99 %	96 %



Fig. 2.7

Valori limite e soglie di valutazione
per la protezione della salute umana
per il CO (media annua mg/m^3)



Non si registrano superamenti ne del valore limite (VL) di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ per le medie trascinate di 8 ore ne superamenti delle soglie di valutazione sia superiore (SVS) che inferiore (SVI) in tutte le stazioni della rete provinciale, infatti la media annua delle medie trascinate risulta essere $0,6 \text{ mg}/\text{m}^3$ per Capannori e Porcari, $1,4 \text{ mg}/\text{m}^3$ per la stazione di Lucca - Carducci e $1,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ per Viareggio L.go Risorgimento. I siti di Lucca - Carducci e Viareggio - L.go Risorgimento ciononostante risultano confrontabili con i siti più critici della Toscana come si può notare dalla graficazioni dei giorni medi sotto riportata:



Confronto giorno medio annuale co Lucca Carducci Viareggio-L.go Risorgimento Rete Regionale 2005

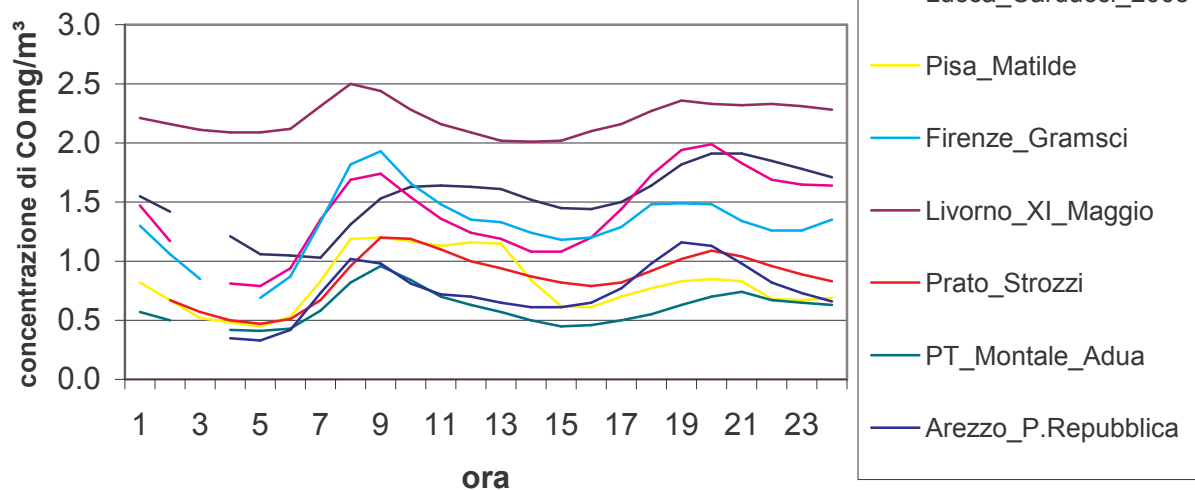


Fig. 2.8

Confronto di Lucca Carducci con le 2 peggiori stazioni Toscane di CO periodo gennaio_febbraio_2005

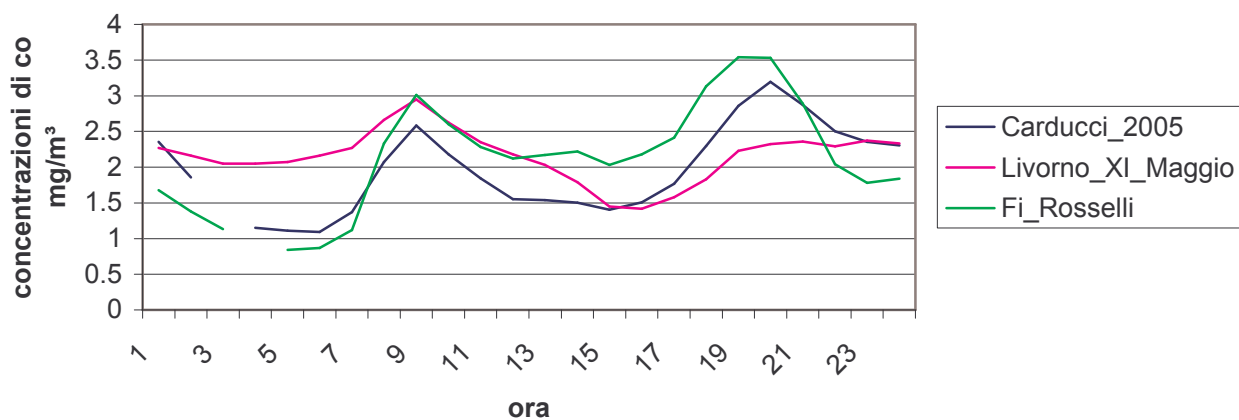


Fig. 2.9



confronto di Viareggio L.go Risorgimento con le 2 peggiori stazioni Toscane di CO periodo gennaio-febbraio_2005

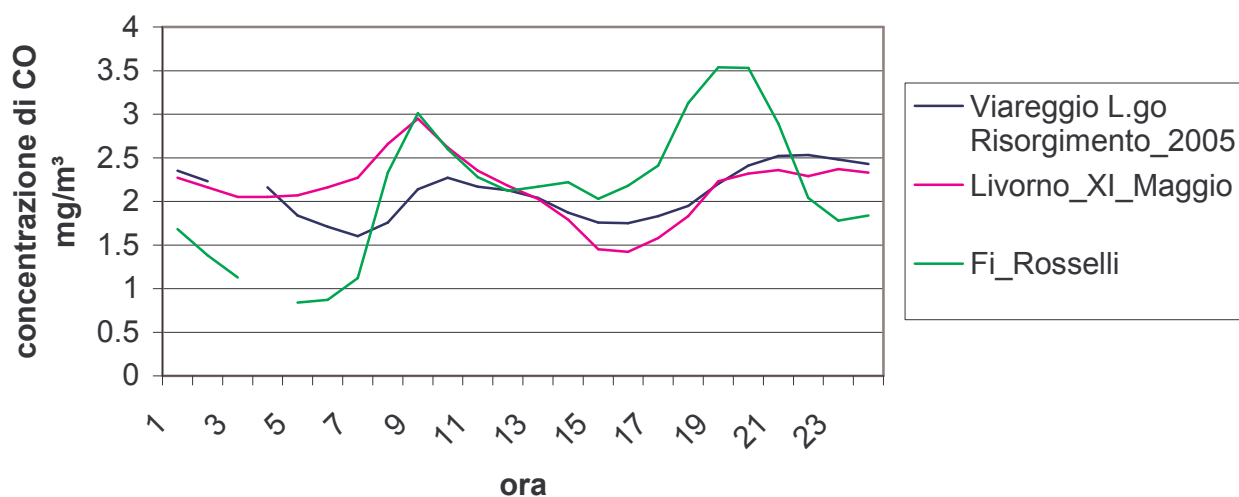


Fig. 2.10

confronto giorno medio_annuo_anni 2003-2005 Viareggio L.go Risorgimento

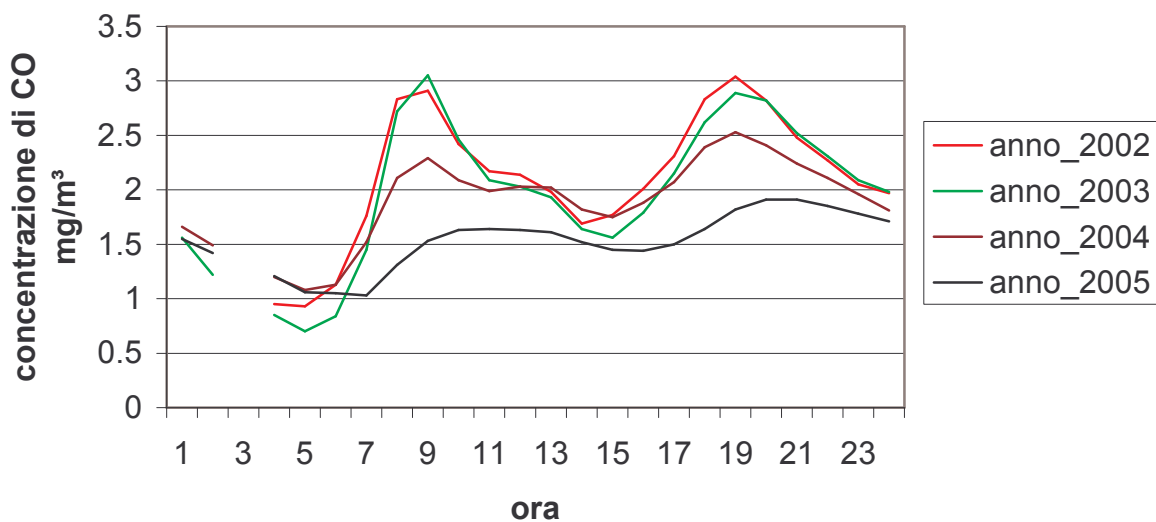


Fig. 2.11



confronto giorno medio periodo_gennaio- febbraio anni 2003-2005 Viareggio-L.go-Risorgimento

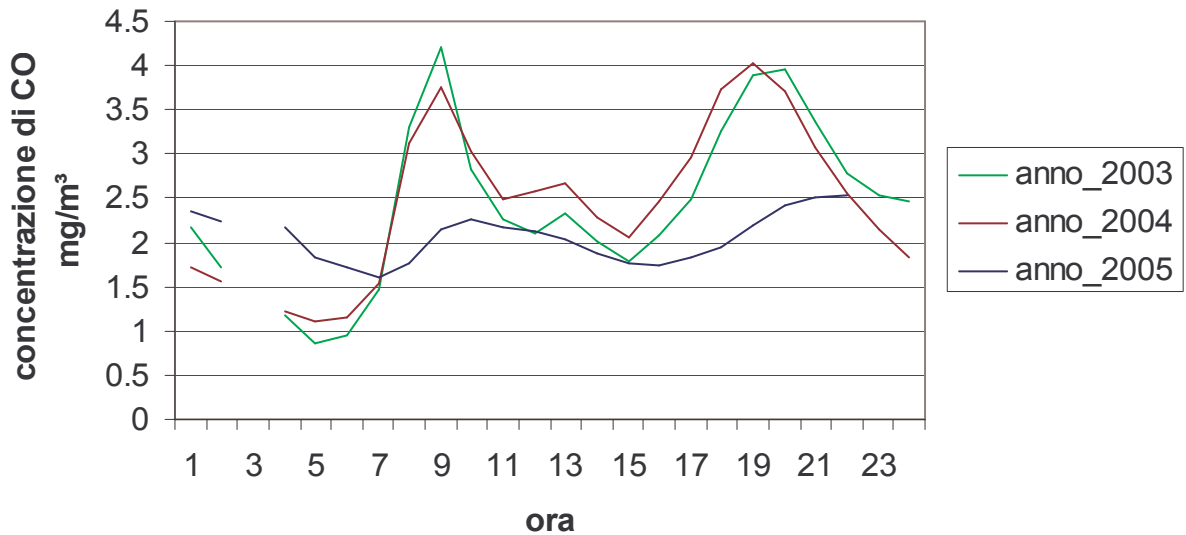


Fig. 2.12



confronto giorno medio annuo anni 2000-2005 Lucca_carducci

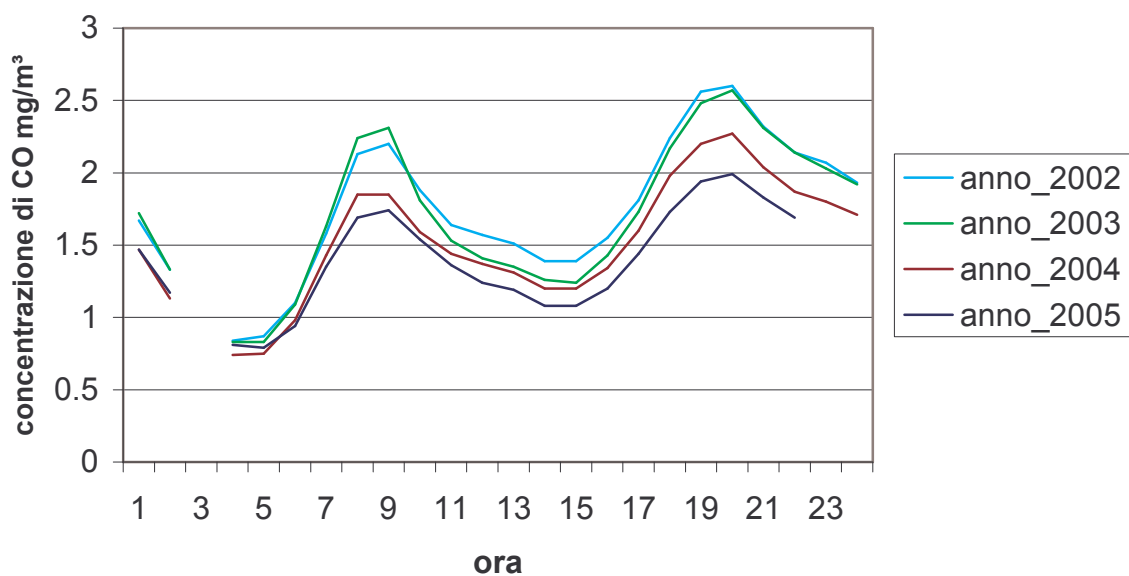


Fig. 2.13

confronto giorno medio periodo_gennaio_febbraio anni 2000-2005 Lucca V.le Carducci

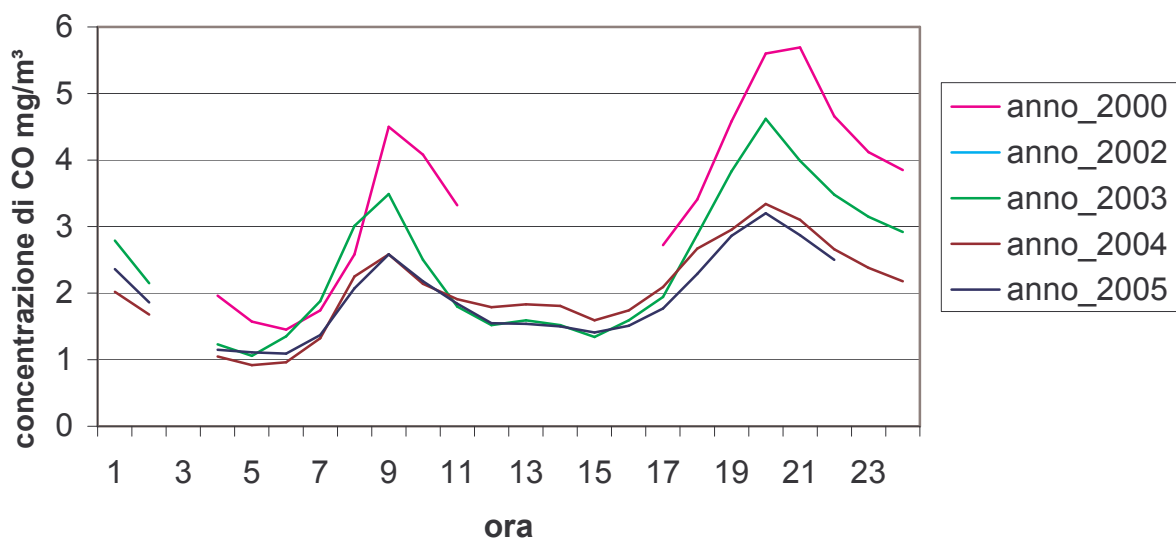


Fig. 2.14



CO - Concentrazione media annua delle medie trascinate

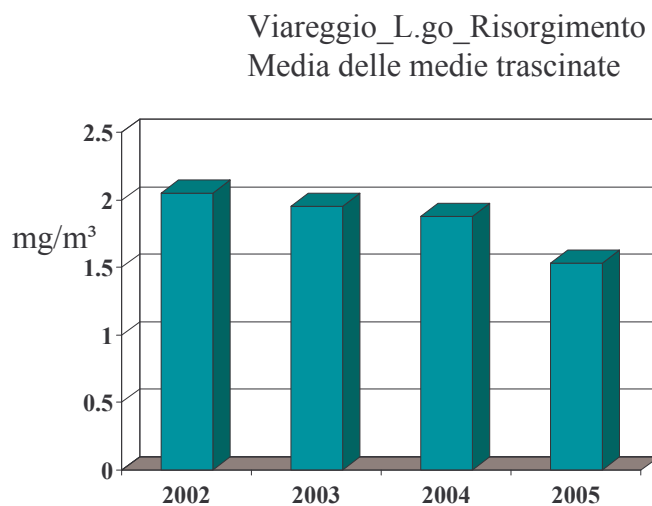


Fig. 2.15

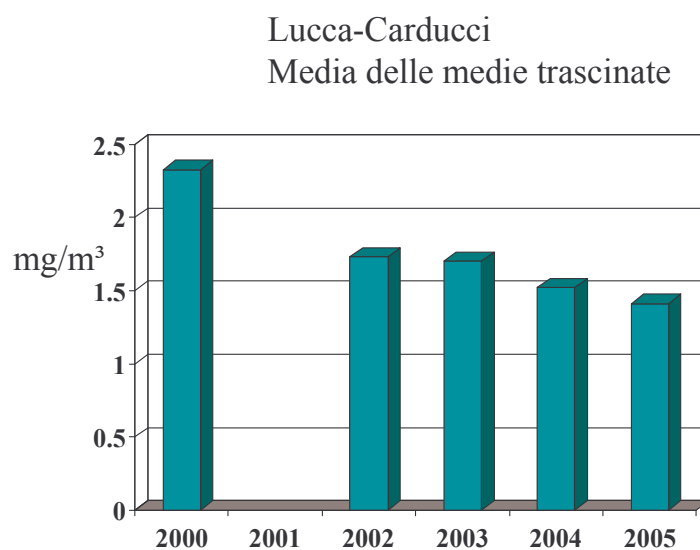


Fig. 2.16



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 oli 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.

Analisi dei dati

Tab. 2.9 – Benzene statistica dei valori orari e giornalieri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

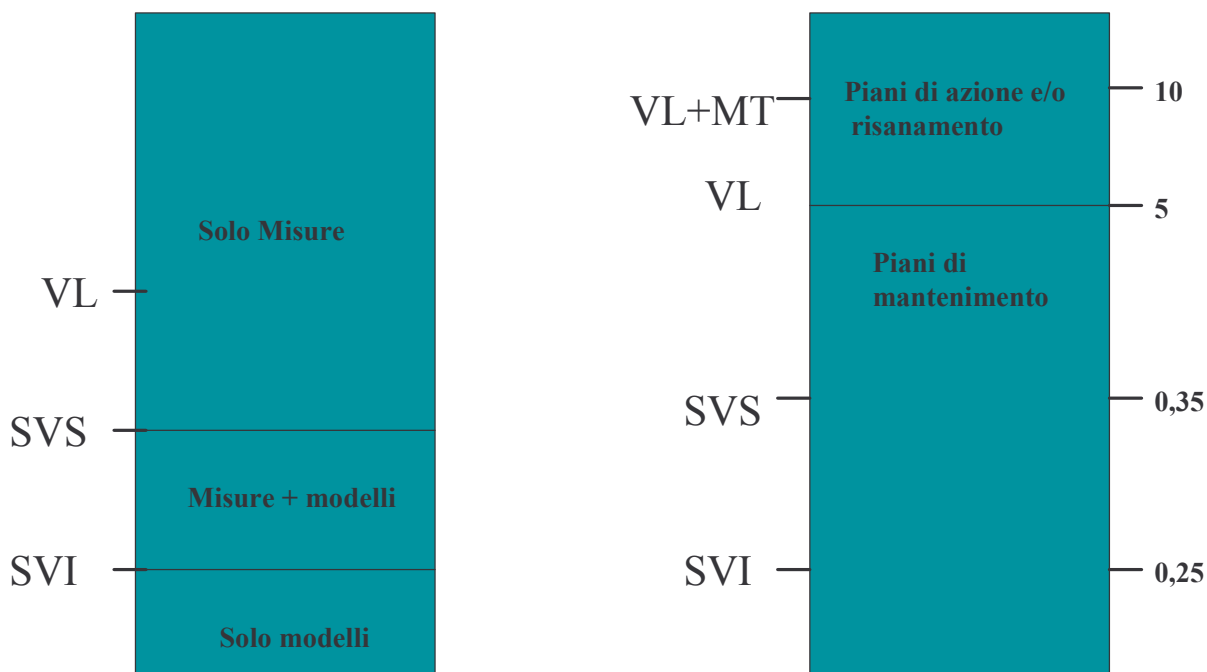
Benzene	Lucca Carducci
Minima media giornaliera	1.2
Massima media giornaliera	9.7
Media delle medie giornaliere	3.2
Giorni validi	353
Percentuale giorni validi	97 %

Benzene	Lucca Carducci
Media dei valori orari	3.2
Minima media oraria	1.1
Massima media oraria	26.4
Ore valide	7848
Percentuale ore valide	94 %



Fig. 2.17

Valori limite e soglie di valutazione
per la protezione della salute umana
per il Benzene (media annua $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



La media annua di benzene nel sito Lucca - Carducci risulta essere di $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ quindi sia sotto il valore limite di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto per l'anno 2005, che di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto per l'anno 2010. E' utile confrontare il giorno medio di benzene di Lucca - Carducci con altri siti della Regione:



Confronto Benzene Lucca Carducci con Rete Regionale giorno medio annuale_2005

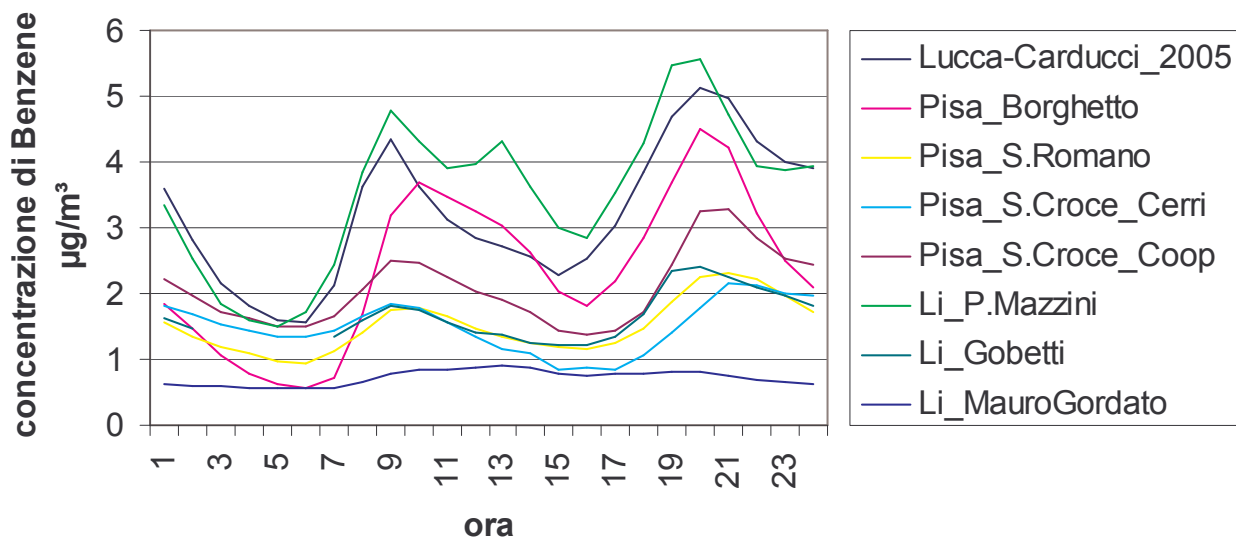


Fig. 2.18

Confronto Benzene Lucca Carducci con Rete Regionale giorno medio gennaio-febbraio_2005

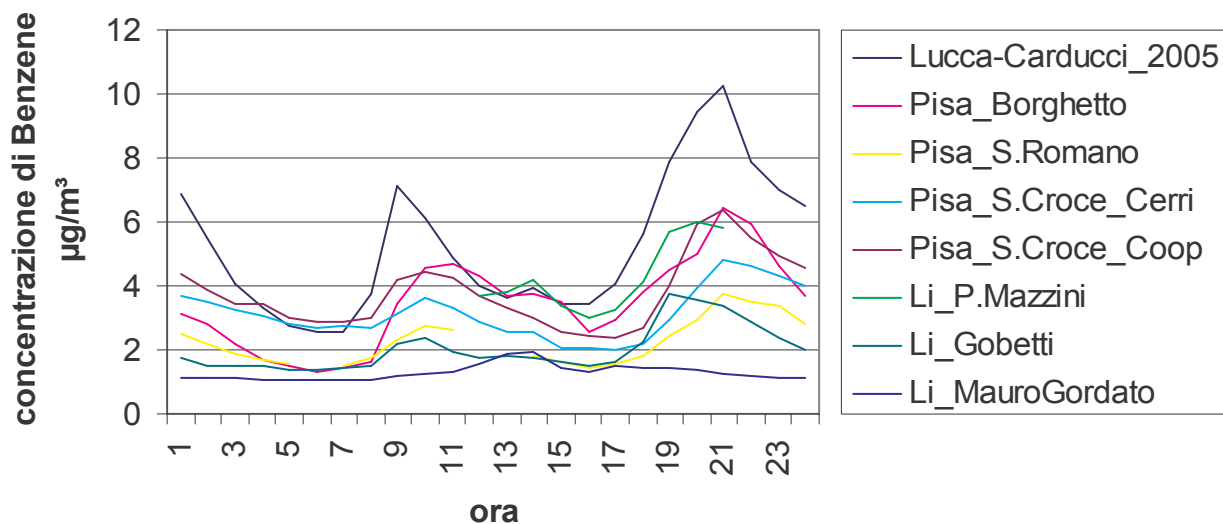


Fig. 2.19



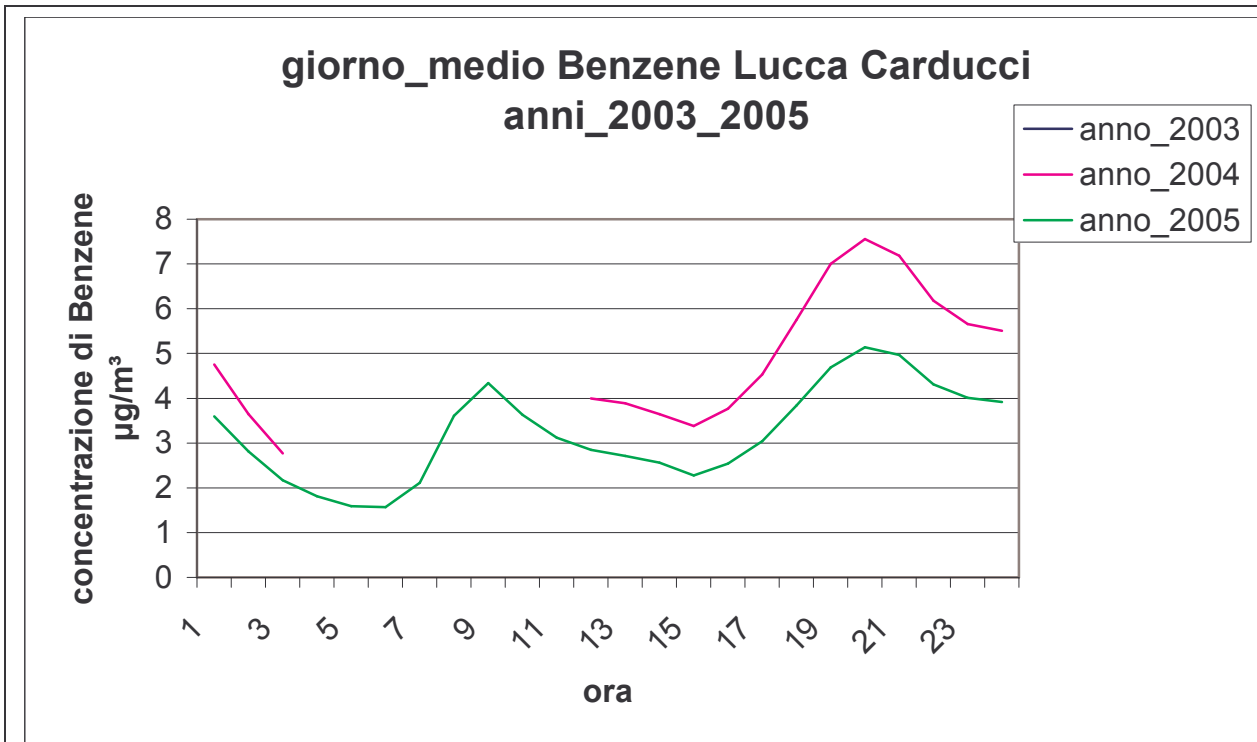


Fig. 2.20

Trend annuo di Benzene Lucca V.le Carducci

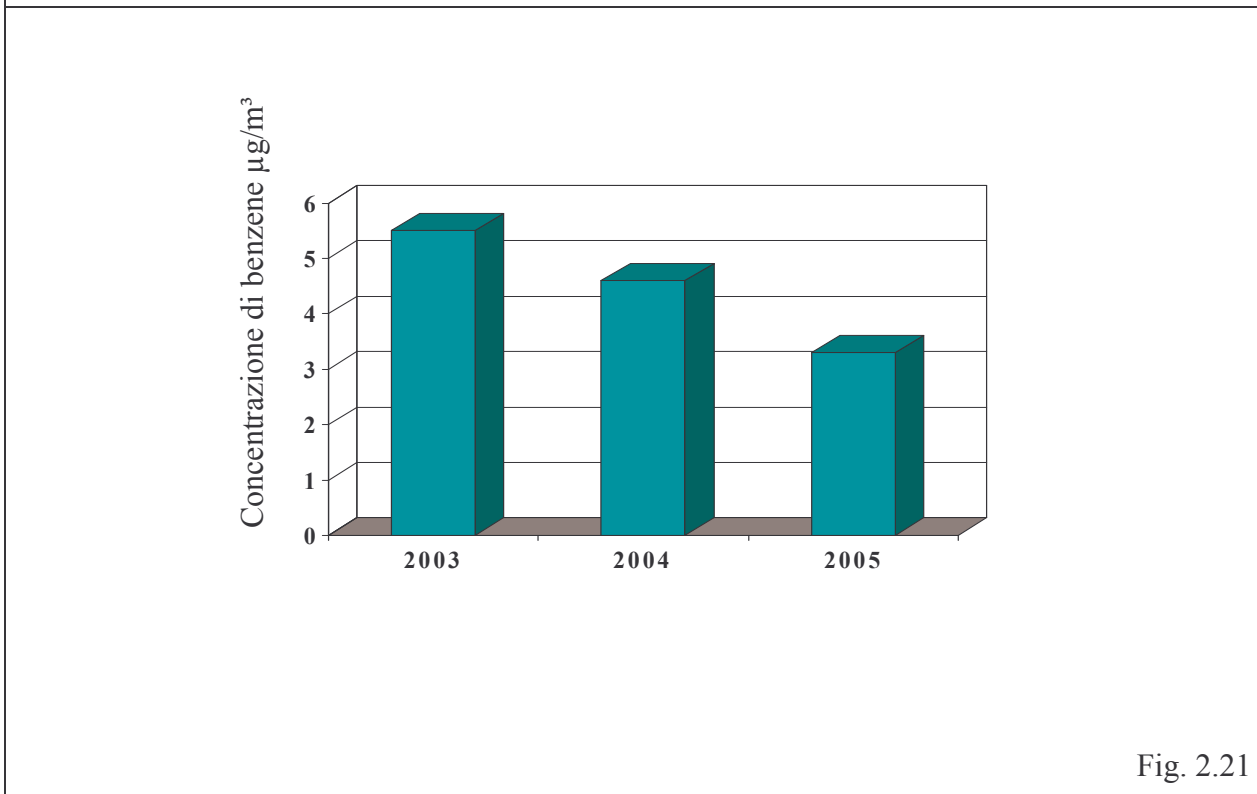


Fig. 2.21



Ozono

L'ozono, di formula chimica O_3 , 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 $400 \mu g/m^3$, 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.

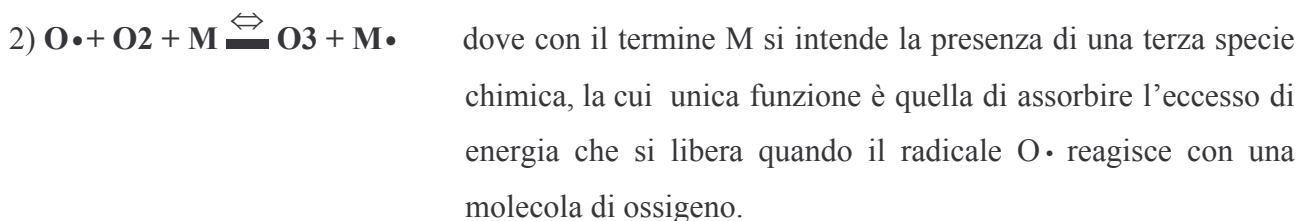
Questa sostanza ha effetti tossici sugli organismi viventi. Introdotto nel tratto respiratorio può infatti danneggiare i tessuti polmonari. La quantificazione dei danni causati sugli esseri umani non è ancora ben definita, è certo comunque che bambini, soggetti asmatici e persone sottoposte a sforzi fisici intensi possono soffrire di problemi respiratori in presenza di elevate concentrazioni di tali inquinante. Effetti negativi vengono esercitati pure sulla vegetazione, questa sostanza viene infatti assorbita dalle piante a livello fogliare, esercitando una azione dannosa sul loro metabolismo: secondo alcune stime la riduzione della produzione agricola europea dovuta alla presenza di ozono si aggira su valori prossimi al 10%. Effetti dannosi si esplicano pure su una ampia gamma di materiali, la cui durata viene sensibilmente ridotta dall'esposizione prolungata ad elevati tassi di questo inquinante.



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

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

Sul primo di questi fenomeni non hanno evidentemente influenza le attività umane, che influenzano invece notevolmente il secondo. La 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:



Il ciclo descritto è di per sé un ciclo chiuso che tenderebbe a stabilizzarsi portando nel complesso ad una concentrazione all'equilibrio di 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 :

$$\underline{[\text{O}_3]} = K \times \frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}]}$$

In realtà tale equilibrio può essere alterato dalla presenza di idrocarburi o di altre specie chimiche quali ad esempio il radicale $\text{OH}\cdot$, 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 NO₂ e O₃ misurate sottovento e sopravento 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 NO₂.



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

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.



Analisi dei datiTab. 2.10 A/B/C – Ozono statistica dei valori orari e giornalieri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

O3	Porcari
Minima media giornaliera	1
Massima media giornaliera	103
Media delle medie giornaliere	40
Giorni validi	346
Percentuale giorni validi	94 %

(A)

O3	Porcari
Media dei valori orari	40
Massima media oraria	205
Ore valide	8120
Percentuale ore valide	98 %

(B)

O3	Porcari
Minima media 8h	0
Massima media 8h	173
Media delle medie 8h	40
Numero medie di 8h valide	8334
Percentuale di medie di 8h valide	95 %

(C)



Tab. 2.11 – Ozono Stazione di Porcari ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

O3	Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero di superamenti livello di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero di giorni con almeno un superamento livello di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero di superamenti livello di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero di giorni con almeno un superamento livello di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
	263	47	9	3	0	0

Tab. 2.12 – O3 parametri statistici e confronto con i valori previsti dalla normativa vigente ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	Rif. normativo	Lucca * Carignano	*Viareggio – via Maroncelli	Porcari
Intervallo medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		2 – 207	0 – 179	0 - 205
Intervallo medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		37 - 132	0 – 102	1 – 103
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Beni Materiali 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	40
N° sup. media max su 8h da non sup. più di 25gg l'anno (media di 3 anni)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	36
Protezione della vegetazione AOT40 ultimi 5 anni	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{ora}$	-	-	16342 ⁽¹⁾

*Si ricorda che non raggiungendo l'efficienza prevista dalla vigente normativa il confronto coi limiti fissati è da ritenersi solo a scopo indicativo.

⁽¹⁾ Calcolato sui dati di 3 anni (2003-2005). (D.Lgs. 183/04 Allegato 1)



In riferimento alle stazioni di Carignano e Viareggio Via Maroncelli, non è possibile fornire i valori relativi alle medie annuali e AOT40 protezione della vegetazione in quanto la raccolta dei dati nei vari anni non è sufficiente.

La direttiva 02/3/CE, recepita con il D.Lgs 183/04 prevede “valori bersaglio”, da conseguire entro il 2010, e “obiettivi a lungo termine” per la protezione della salute umana e per la protezione della vegetazione, oltre a soglie di informazione (livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in casi di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione) e di allarme (livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizioni di breve durata). In particolare la soglia di allarme viene superata qualora si verifichi un superamento della media oraria di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per tre ore consecutive. Per la valutazione del rischio a lungo termine vengono introdotti il valore bersaglio per la protezione della salute umana (superamento di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non oltre 25 giorni all’anno del massimo giornaliero della media mobile di 8 ore) e il valore bersaglio per la protezione della vegetazione, l’AOT40, espresso in $(\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{ora})$ e definito come “la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell’Europa centrale”. Il valore obiettivo per la protezione della vegetazione da raggiungere entro il 2010 per AOT40 è di $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per ora calcolato nel periodo da maggio a luglio e mediato sugli ultimi 5 anni.

La tabella 2.13A riporta i superamenti della soglia di informazione e della soglia di allarme che si sono verificati nel corso del 2005:



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

Tab. 2.13A – O₃ superamenti soglia di informazione e di allarme

Stazione	N° giorni sup. soglia di informazione (180 µg/m ³)	N° giorni sup. soglia di allarme (240 µg/m ³ per tre ore consecutive)
Lucca Carignano	4	0
Viareggio Via Maroncelli	0	0
Porcari	3	0

Elenco superamenti soglia di informazione (180 µg/m ³) stazione Lucca Carignano		
ORA	DATA	VALORE (µg/m ³)
15	21/06/2005	181
13	22/06/2005	193
14	28/07/2005	190
15	28/07/2005	187
13	29/07/2005	187
14	29/07/2005	189
15	29/07/2005	207
16	29/07/2005	194

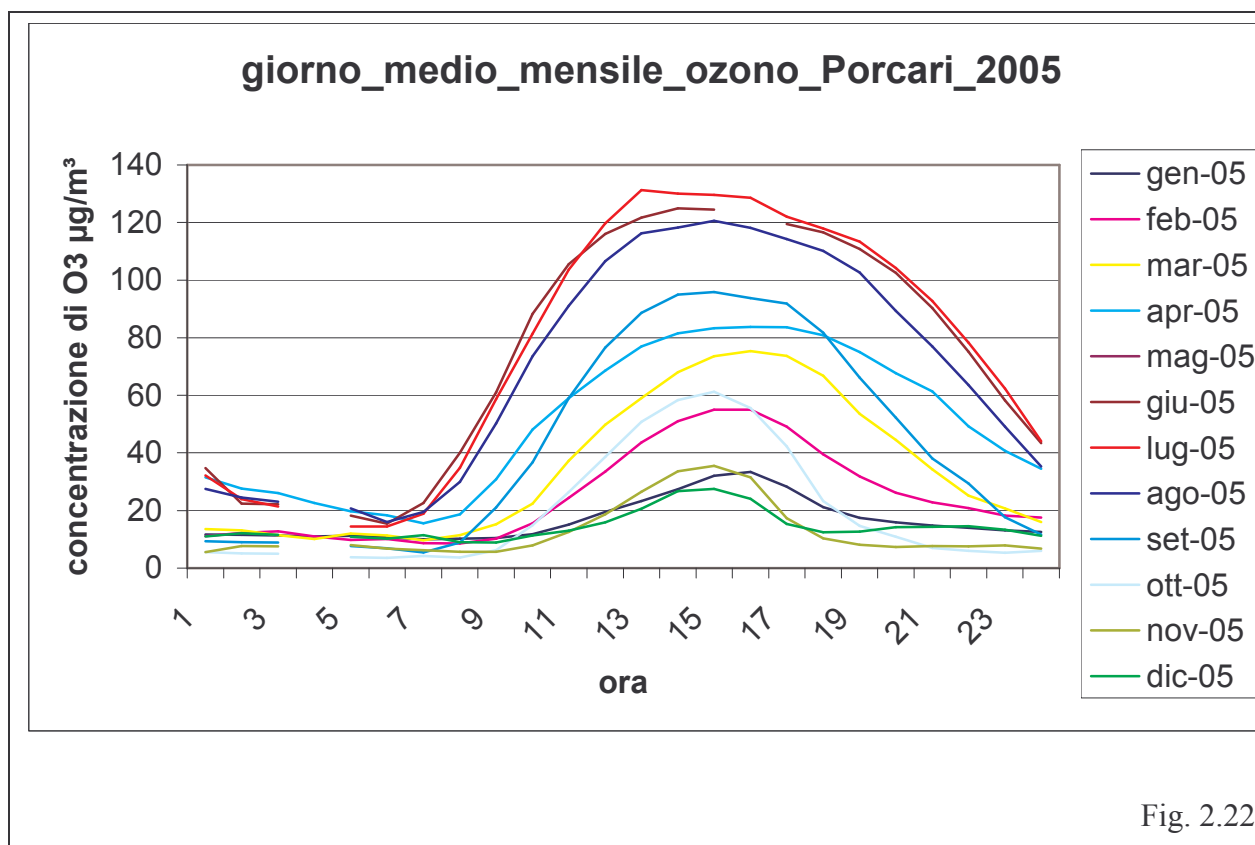
Tab. 2.13B

Elenco superamenti soglia di informazione (180 µg/m ³) stazione Porcari		
ORA	DATA	VALORE (µg/m ³)
14	22/06/2005	182
14	28/07/2005	182
15	28/07/2005	202
16	28/07/2005	205
17	28/07/2005	196
12	29/07/2005	181
13	29/07/2005	203
14	29/07/2005	204
15	29/07/2005	193

Tab. 2.13C



L'elenco dei superamenti della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è riportato in tabella 2.13B per Carignano ed in tabella 2.13C per Porcari. Non risultano superamenti della soglia di informazione per la stazione di Viareggio Via Maroncelli.



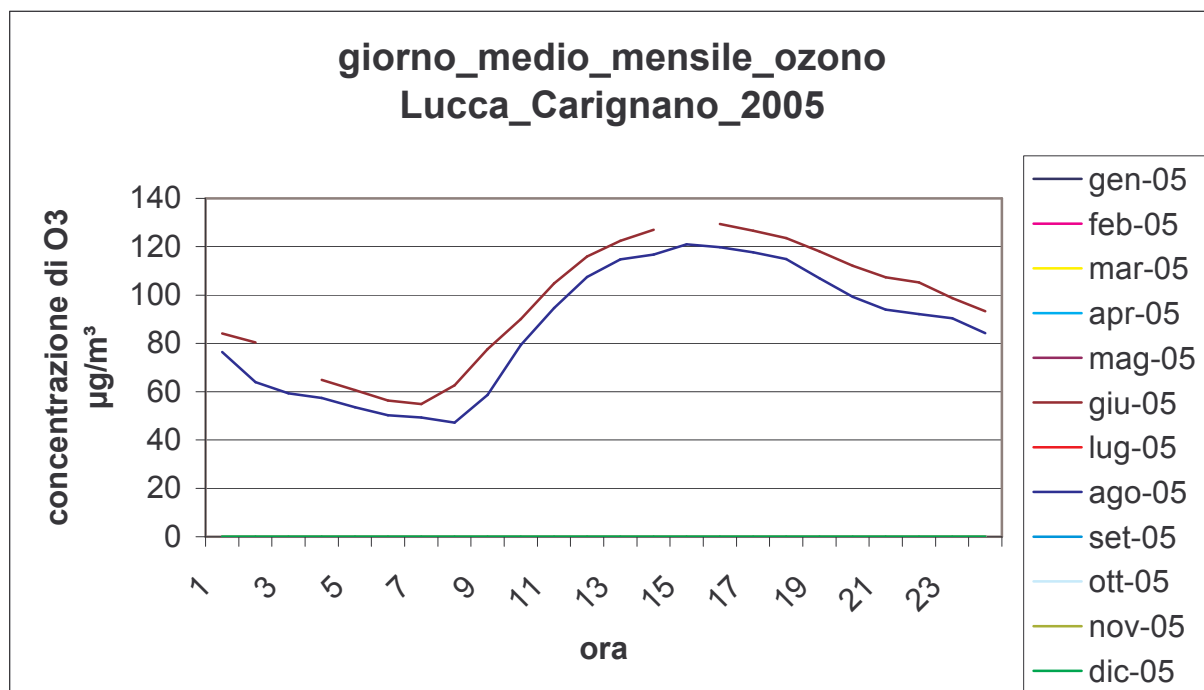


Fig. 2.23

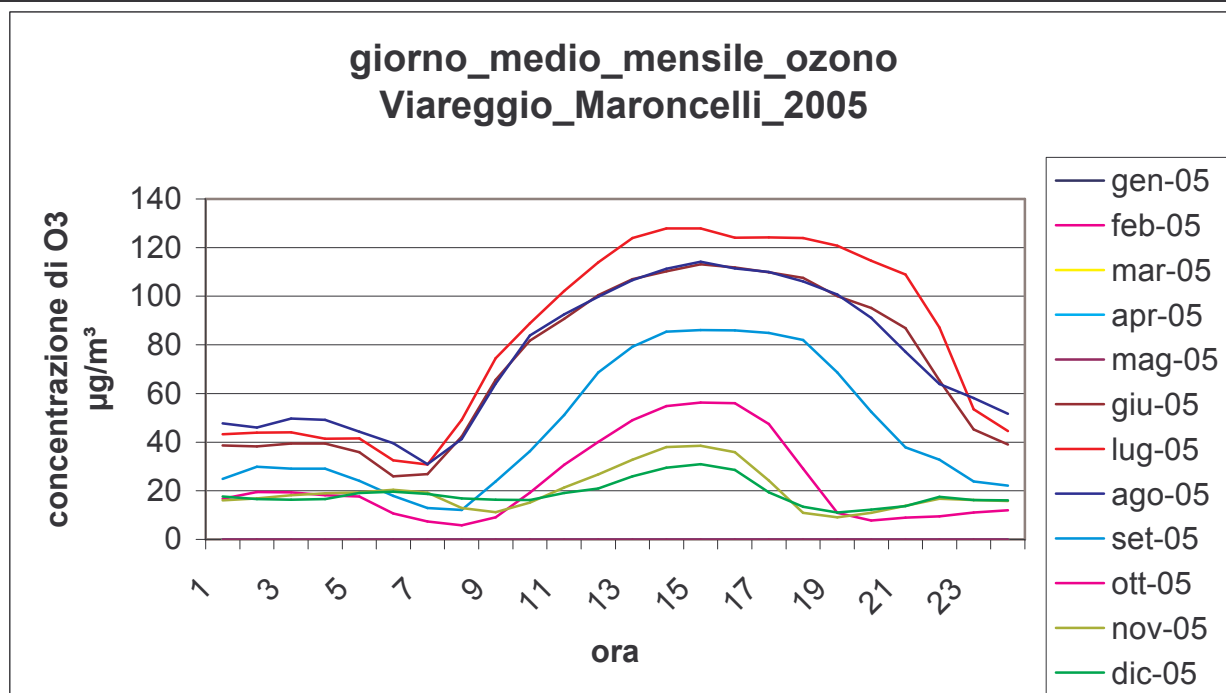
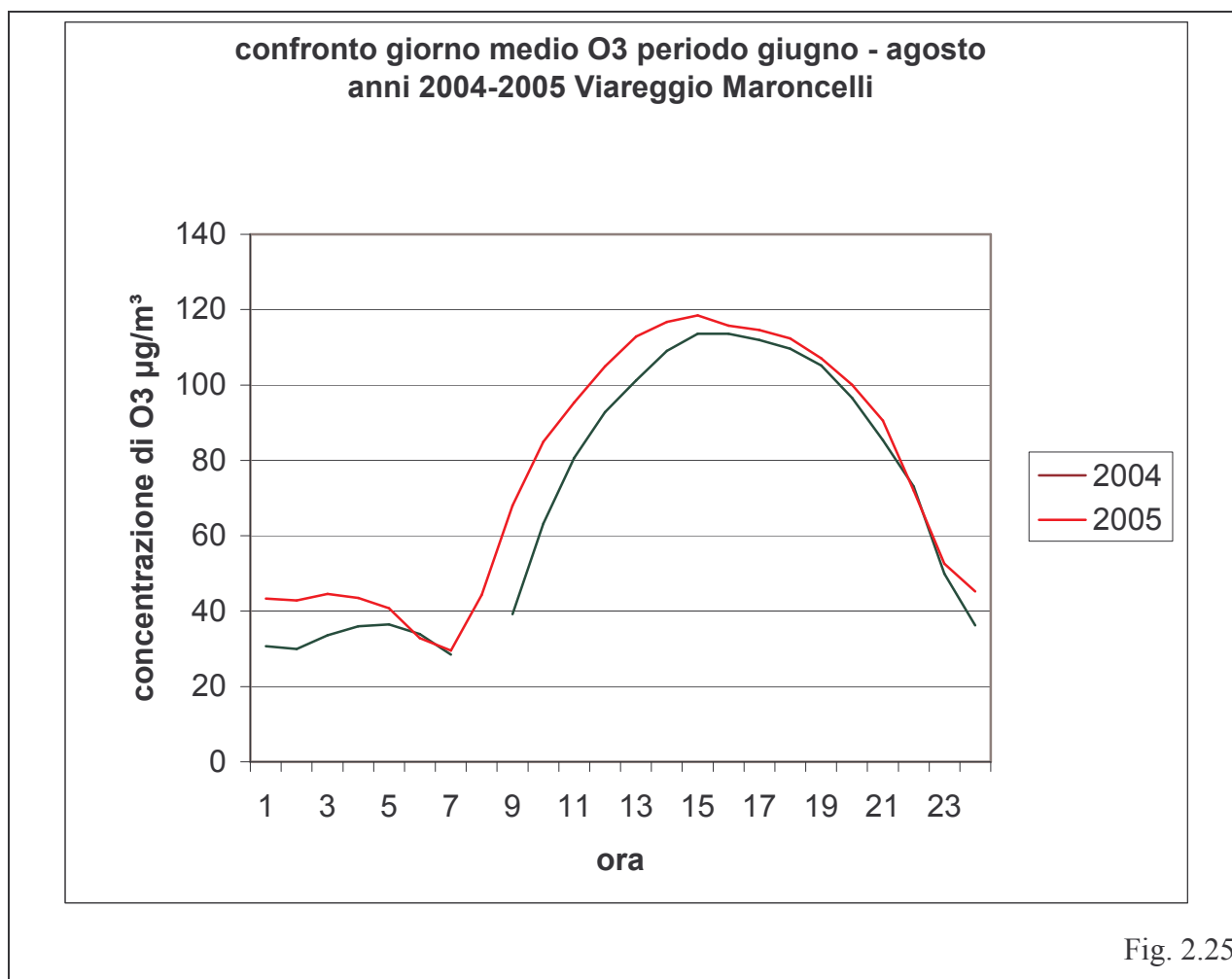


Fig. 2.24

Nelle figure sopra riportate viene valutato l'andamento del giorno medio nel corso del 2005.



Nelle figure a seguire viene valutato l'andamento del giorno medio nel periodo giugno - agosto per gli anni riportati nei grafici dai quali si nota l'incremento delle concentrazioni di O₃.



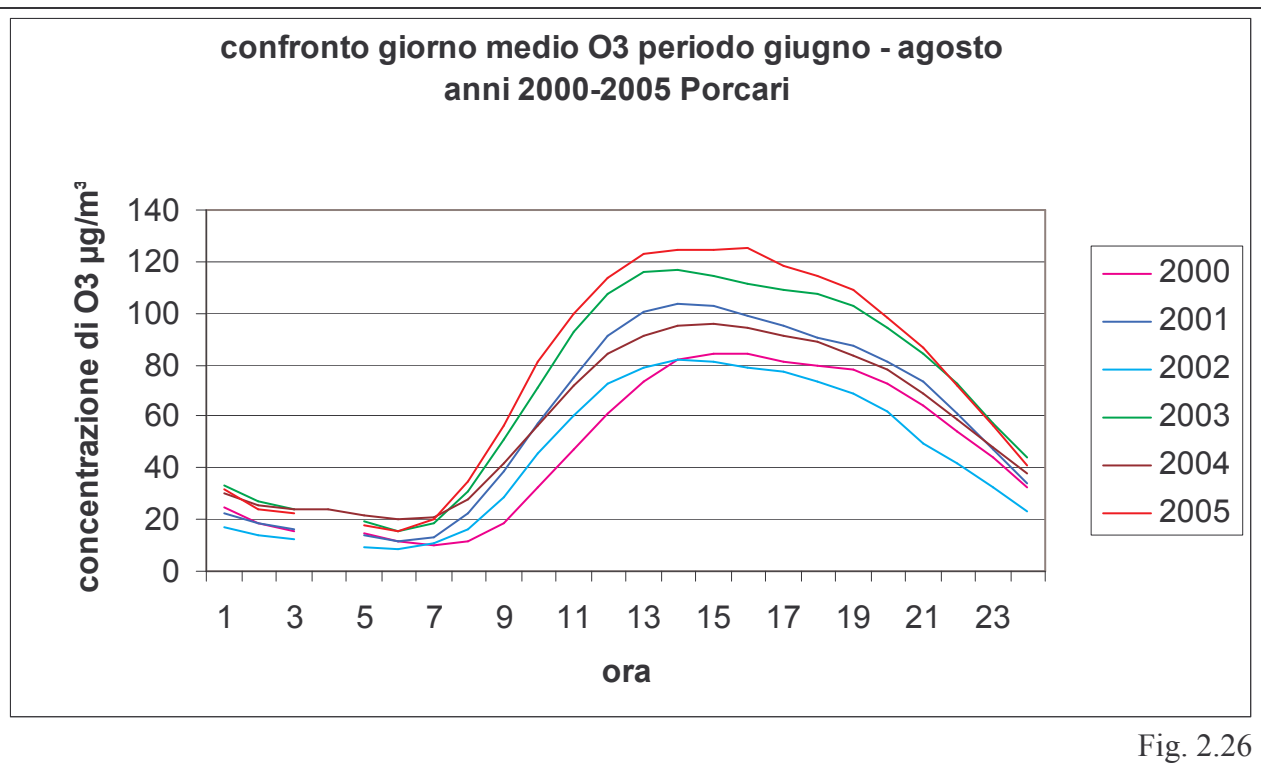
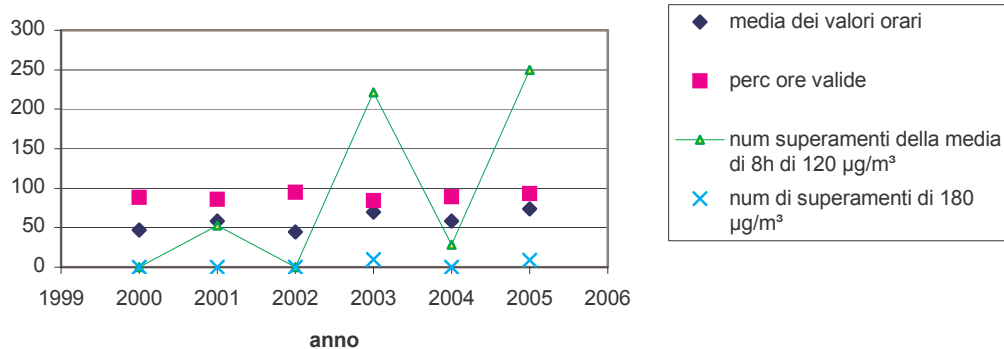


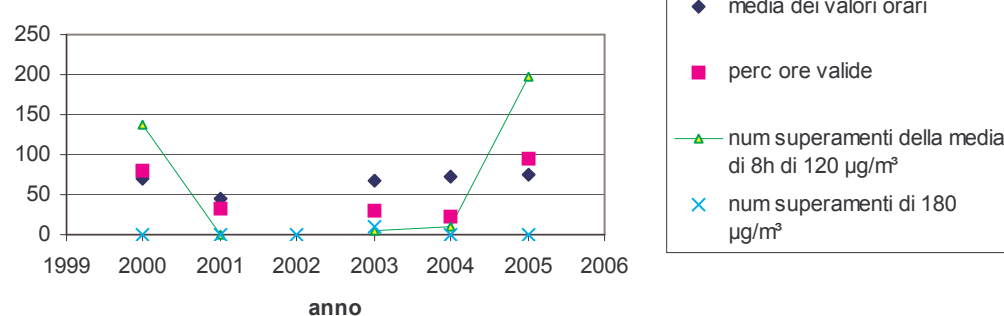
Fig. 2.27A/B/C

Statistiche O3 Porcari periodo giugno agosto anni 2000-2005



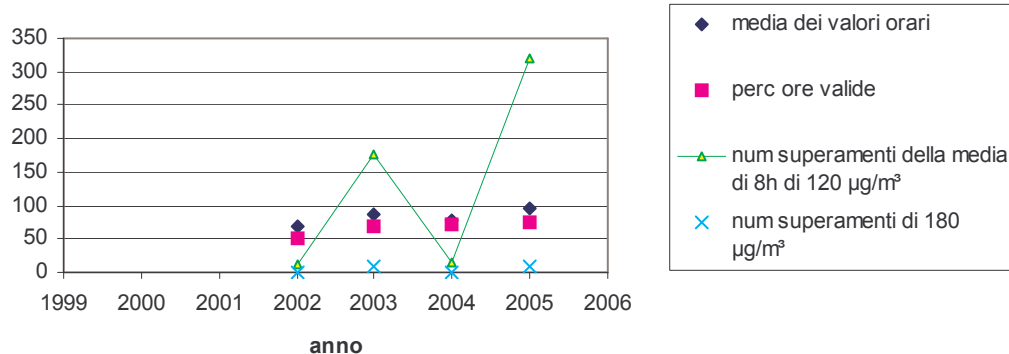
(A)

Statistiche O3 Viareggio Maroncelli periodo giugno agosto anni 2000-2005



(B)

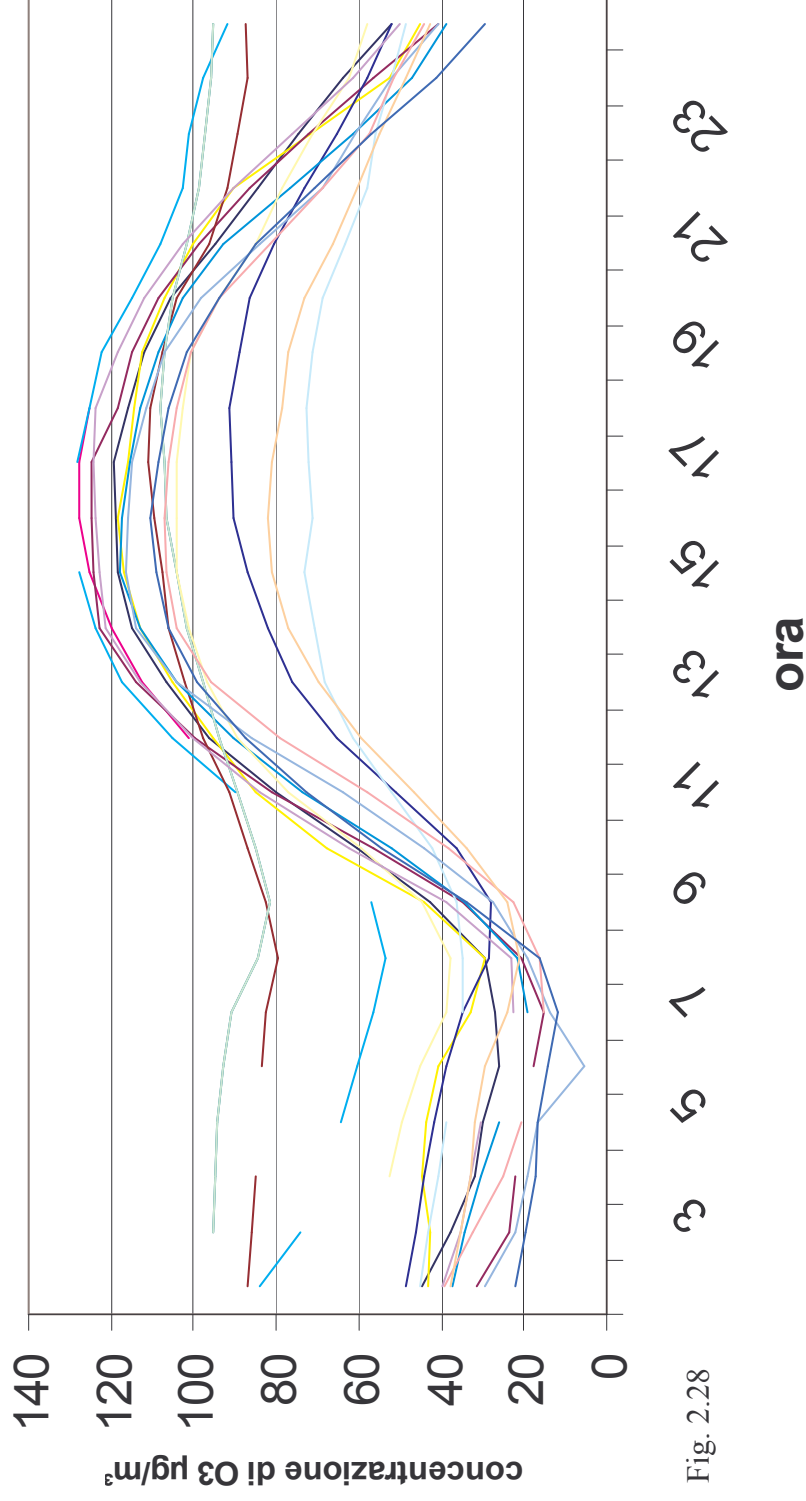
Statistiche O3 Lucca Carignano periodo giugno agosto anni 2002-2005



(C)



Confronto giorno medio di O₃ periodo giugno agosto 2005 con altre stazioni delle Regione Toscana



Dati relativi al periodo
Giugno-Agosto 2005

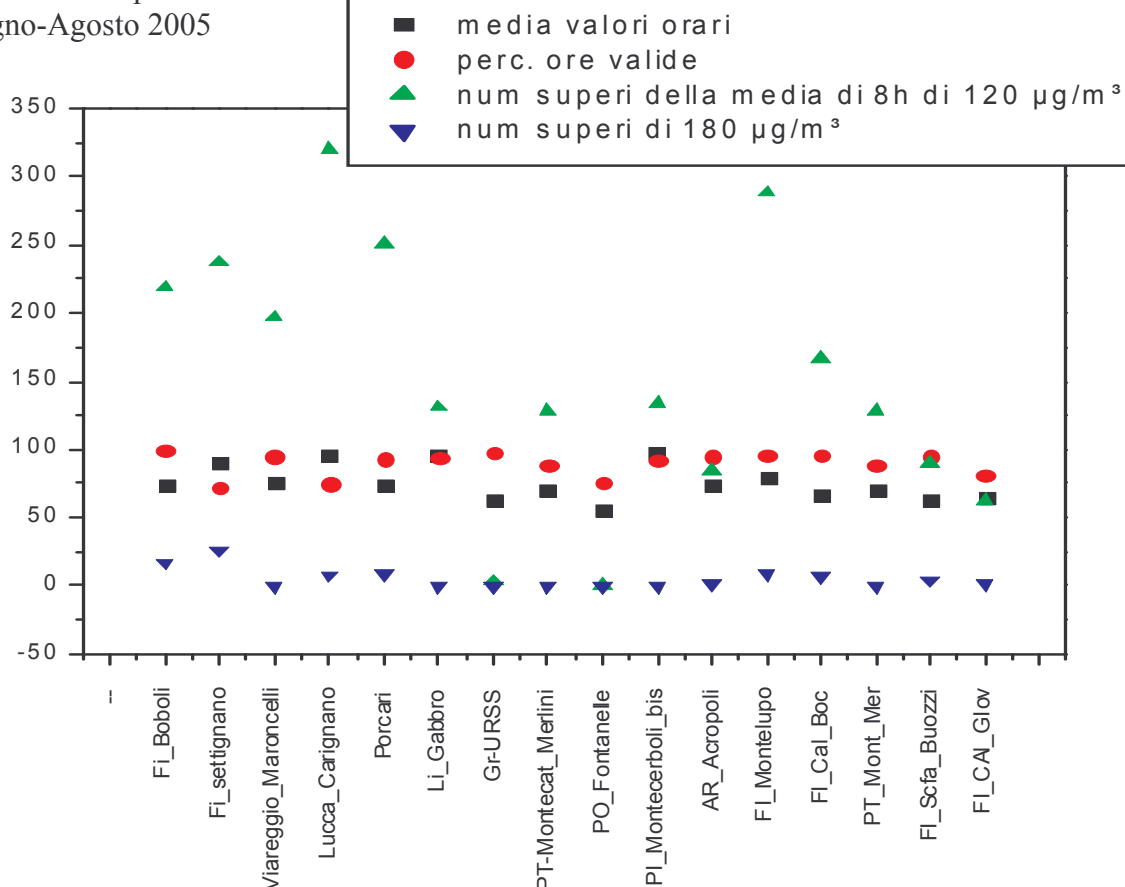


Fig.. 2.29

Riassumendo:

- il valore bersaglio per la protezione della salute umana per il 2010 fissato dalla normativa vigente è di 120 µg/m³, con una raccolta dati minima del 75 % (D. Lgs 183/04),
- l'efficienza **annua** strumentale è risultata per Porcari 98 %, per Lucca Carignano 25 % e per Viareggio Via Maroncelli 59 %;
- l'efficienza strumentale nel periodo **giugno – agosto** è risultata per Porcari pari a 97,6%, per Lucca Carignano 78,6% e per Viareggio Via Maroncelli >99%;



- Il numero di giorni in cui la massima media trascinata delle 8 ore supera $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ risulta essere di 47 per Porcari, 44 per Lucca Carignano e 39 per Viareggio Maroncelli.
- Il numero di ore che supera $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo giugno – agosto 2005, risulta essere 250 per Porcari, 320 per Lucca Carignano e 197 per Viareggio Maroncelli.

Poiché la statistica per Viareggio Via Maroncelli e Lucca Carignano non raggiunge l'attendibilità imposta dal D.Lgs 183/04 risulta utile confrontare i dati registrati da queste due stazioni nei mesi estivi con gli andamenti delle altre stazioni della Regione Toscana.

Dall'analisi delle figure soprastanti che riguardano l'andamento delle concentrazioni dell'ozono, si possono dedurre le seguenti considerazioni:

- Anche nel corso del 2005 le concentrazioni di ozono più critiche si sono registrate nella stazione di Lucca Carignano.
- Il numero di superamenti della media trascinata delle otto ore di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la valutazione degli effetti nocivi a lungo termine non è mai stato alto come nel 2005 (dal 2000) per tutte le stazioni della Provincia, inoltre nella stazione di Lucca Carignano si registra il numero di superamenti più elevato dell'intera Regione in riferimento al periodo giugno-agosto 2005.
- Dal confronto con i dati rilevati per questo parametro nelle stazioni situate in altre province toscane si evidenzia che la stazione di Lucca Carignano ha comportamento simile alla stazione di Firenze Settignano; in effetti entrambe le stazioni sono specificatamente state localizzate per il monitoraggio dello smog fotochimico, che da letteratura raggiunge i valori più elevati in stazioni collinari lontane dalle fonti emmissive degli inquinanti primari.



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 μm di diametro. Ovviamente le dimensioni influenzano notevolmente i tempi di permanenza nell'atmosfera delle particelle, poiché le particelle di maggiori dimensioni tendono a ricadere al suolo più velocemente di quelle a dimensioni ridotte. I meccanismi di deposizione sono comunque molteplici e non riconducibili di norma a semplici considerazioni sulle dimensioni e su di essi influiscono in maniera rilevante una serie di parametri meteorologici, quali la natura dei venti e la piovosità.

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



Strumentazione utilizzata

La valutazione delle polveri ambientali è basata sull'assorbimento di radiazioni β , emesse da una sorgente radioattiva costituita da una piastrina di metil-metacrilato contenente in sospensione il radioisotopo C^{14} , un emettitore puro di radiazioni β che attraversano la membrana su cui si raccoglie la polvere filtrata durante il campionamento (di durata 24h). La parte di radiazioni trasmessa viene letta da un rilevatore geiger a finestra sottile. La differenza tra la lettura effettuata, all'inizio di ciascun ciclo di campionamento, sulla membrana (senza ancora alcuna deposizione di particolato) e la lettura di fine ciclo è proporzionale alla quantità di polvere depositata.

La massa depositata sulla membrana viene calcolata come :

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

dove N_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 β da parte della materia dipende infatti principalmente dal rapporto tra massa atomica e numero atomico; nella maggior parte dei casi, non si discosta molto dal valore 2.



Analisi dei dati

PM10	Capannori	Lucca S.Micheletto	Lucca V.le Carducci	Porcari ⁽³⁾ (13/02/05- 31/12/05)	Viareggio L.go Risorgimento	Viareggio Via Maroncelli
Min. media giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	7	5	16	5	12	4
Max media giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	116	144	143	132	110	103
Media delle medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	32.8	39.9 ⁽¹⁾	n.d. ⁽²⁾	31.1	42.0 ⁽⁴⁾	30.5
N° superamenti di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	59	66 ⁽¹⁾	87 ⁽²⁾	32	64 ⁽⁴⁾	37
N° dati validi	356	254	126	321	264	355

Tab. 2.14

⁽¹⁾ la percentuale dei dati raccolti è inferiore a quanto richiesto dal D.M. 60/02 All. X e sono in particolare quasi assenti i dati relativi al periodo 17 luglio - 9 settembre, periodo dell'anno in cui i valori di norma sono più bassi, viste le condizioni atmosferiche;

- il limite annuale relativo al numero di superamenti del valore limite giornaliero è comunque stato superato,

- il valore medio annuo viene riportato in via indicativa sulla scorta dei dati disponibili.

⁽²⁾ lo strumento in dotazione della stazione a seguito di guasto non è stato in funzione dal 12 di febbraio 2005, ed è stato sostituito con un nuovo strumento che ha iniziato a fornire dati dal 22 settembre 2005. Pertanto:

- il limite annuale relativo al numero di superamenti del valore limite giornaliero è stato comunque superato;

- la media anno non è determinabile visto l'esiguo numero di dati raccolti e la loro non ottimale distribuzione nell'arco dell'anno.

Comunque, dall'analisi dei dati disponibili e dal confronto con altre stazioni della rete di monitoraggio, sulla base anche delle elaborazioni degli anni precedenti, è ragionevole ritenere che anche per il 2005 la media annua sarebbe stata superata ($> 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



⁽³⁾ il polverimetro di nuova installazione è entrato in funzione il 13 febbraio 2005, pertanto in tabella si riporta il numero dei superamenti e il valore medio relativi a detto periodo. Trattandosi di nuova installazione, non ci sono dati relativi ad anni precedenti per poter fare una valutazione statistica e a cui far riferimento, tuttavia dalla valutazione dei dati della stazione di Capannori (stazione con valori giornalieri di polveri, di norma, paragonabili) è ragionevole pensare che, se lo strumento avesse lavorato fin dall'inizio dell'anno, il numero di superamenti del valore limite giornaliero sarebbe stato maggiore di 35.

⁽⁴⁾ - la percentuale dei dati raccolti è inferiore a quanto richiesto dal D.M. 60/02 All. X,
- il limite annuale relativo al numero di superamenti del valore limite giornaliero è comunque stato superato,
- il valore medio annuo è maggiore di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e viene riportato in via indicativa sulla scorta dei dati disponibili.

Va osservato tuttavia che lo strumento non è in funzione dal 29 ottobre 2005, (a causa di un malfunzionamento dovuto alla sua all'obsolescenza), pertanto viene a mancare un periodo dell'anno in cui i valori di norma sono più elevati a causa delle condizioni atmosferiche. Dalla valutazione statistica dei dati degli anni precedenti, è ragionevole pensare che il numero di superamenti annui sarebbe stato maggiore e che la media annua sarebbe stata più elevata (peraltro già maggiore di $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata sulla base dei dati disponibili).

Le considerazioni di cui sopra sono riferite ai limiti relativi alla fase 1. Si ricorda che la normativa prevede una fase 2, con limiti più restrittivi. A livello comunitario sono però in atto procedure per la verifica dei limiti di fase 2.

Episodi acuti

La normativa sopra citata oltre ai valori standard di riferimento definisce anche delle soglie di allarme, di seguito si riportano tali valori soglia ed gli eventuali superamenti.

Inquinante	Soglia di allarme	Casi riscontrati
SO ₂	Conc. > $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per 3 h consecutive	Nessuno
NO ₂	Conc. > $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per 3 h consecutive	Nessuno
O ₃	Conc oraria. > $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per 3 h consecutive	Nessuno

Tab. 2.15



Conclusioni

Dall'analisi dei dati dell'anno 2005 si possono trarre le seguenti considerazioni:

- Per il monossido di carbonio e per il biossido di zolfo e per il benzene tutti i valori registrati sono **molto inferiori** ai limiti imposti dalla direttiva europea per cui si può affermare che l'obiettivo per l'anno 2005 verrà sicuramente rispettato;
- Per il biossido di azoto (NO₂) in riferimento alle stazioni di Capannori e Lucca S.Micheletto, i trend annuali mostrano un aumento delle concentrazioni dell'inquinante, nell'ambito però di valori comunque bassi.
- Per quanto riguarda l'ozono la raccolta minima dei dati è stata registrata solamente a Porcari, tuttavia per le stazioni di Lucca Carignano e Viareggio Via Maroncelli, sono presenti i dati per il periodo più critico per questo inquinante (giugno – agosto). Dall'analisi di questi è risultato che la stazione di Lucca Carignano presenta concentrazioni di ozono fra le più critiche della Toscana, a conferma della sua corretta localizzazione per il monitoraggio dello smog fotochimico. L'anno 2005 è stato caratterizzato da valori in crescita rispetto agli anni precedenti, non è però possibile considerare questo fatto come una indicazione dell'aggravarsi della situazione, ad esempio in relazione all'andamento degli altri parametri monitorati dalla rete. Infatti l'andamento dei valori di ozono è fortemente dipendente dai parametri meteorologici e già in passato, in Regione Toscana, a trend crescenti registrati per più anni sono seguiti nell'anno successivo decrementi anche forti.
- Per il PM₁₀ la situazione è critica perché i valori registrati mostrano un andamento al di sopra dei limiti europei per cui è assai probabile che non venga raggiunto l'obiettivo per il 2005 (fase 1). Ancora più critica appare la situazione se si tiene conto dell'obiettivo al 2010 (fase 2), come attualmente definito dalla normativa. E' pertanto necessario portare avanti drastiche politiche di riduzione dell'inquinamento, che in buona parte devono però essere costituite, per essere efficaci, da misure strutturali di riduzione delle emissioni, quali ad esempio quelle che tendono ad accelerare il tasso di rinnovo del parco autoveicoli.



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

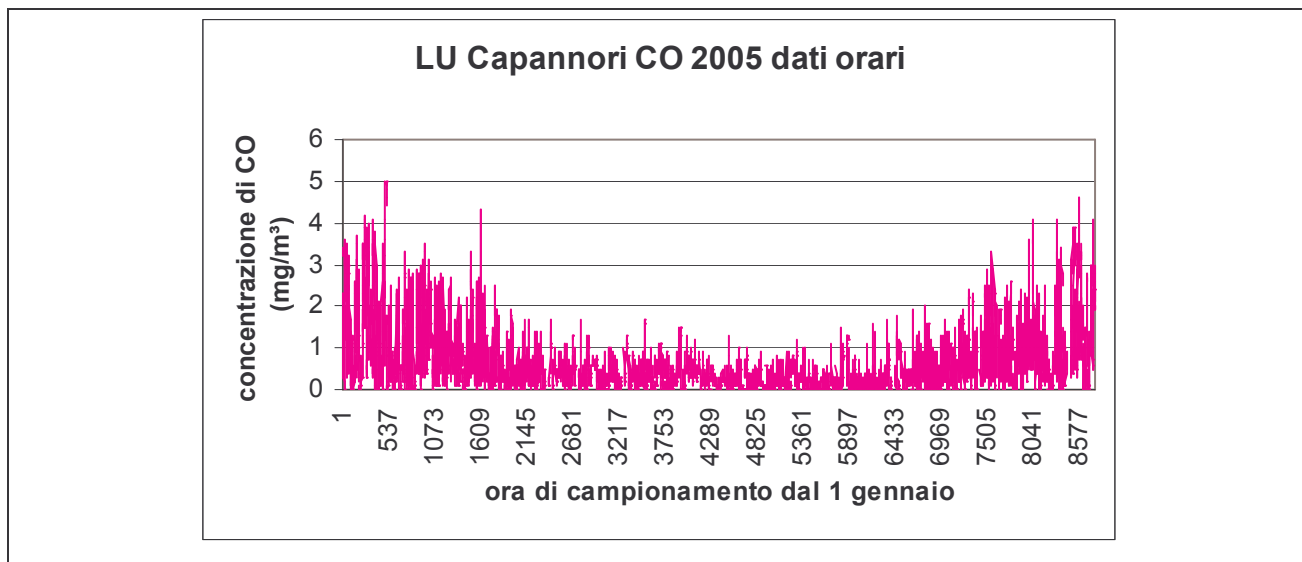
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

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

P.I. e C.F.: 04686190481

- La rete di monitoraggio necessità, sia per estendere il monitoraggio degli inquinanti più significativi in tutte le aree, sia per conformarsi agli obiettivi di qualità fissati a livello normativo (con particolare riferimento agli obiettivi di raccolta minima dei dati), di un' incisiva azione di rinnovo del parco strumentale.
- I dati meteo vengono raccolti, di fatto, in modo completo, solo nella stazione di Porcari, sarebbe opportuno attivare almeno una stazione meteo in Versilia.

Andamento temporale degli inquinanti monitorati



ARPAT

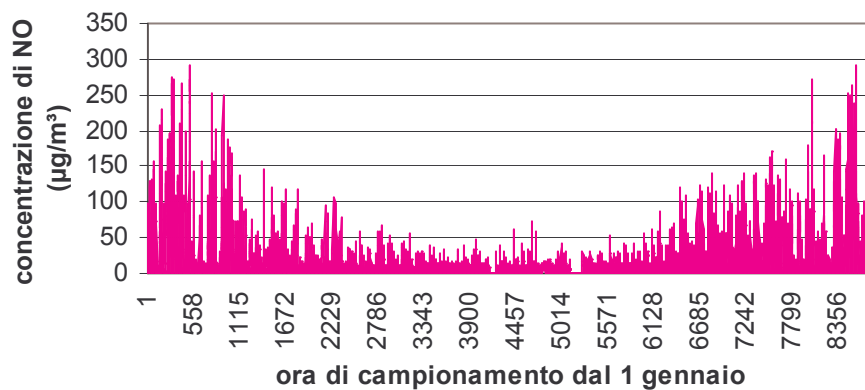
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

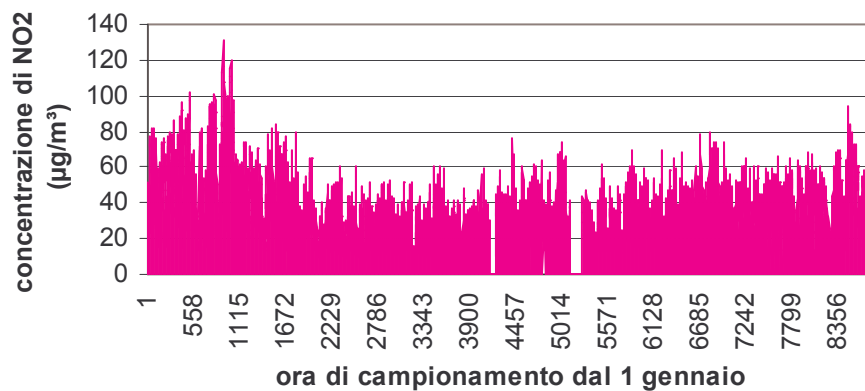
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

LU Capannori NO 2005 dati orari



LU Capannori NO2 2005 dati orari



ARPAT

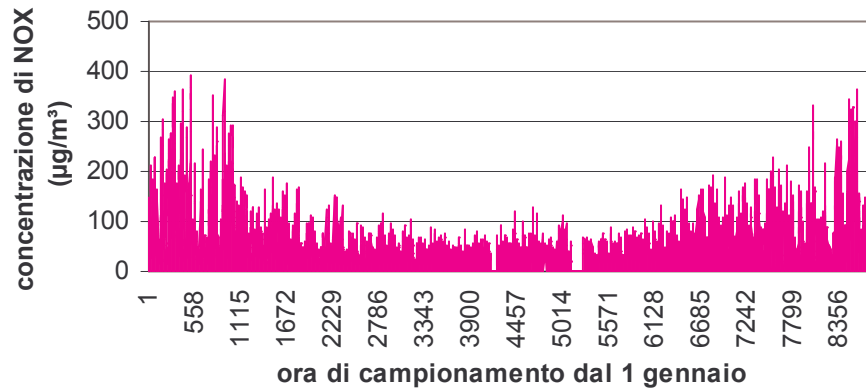
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

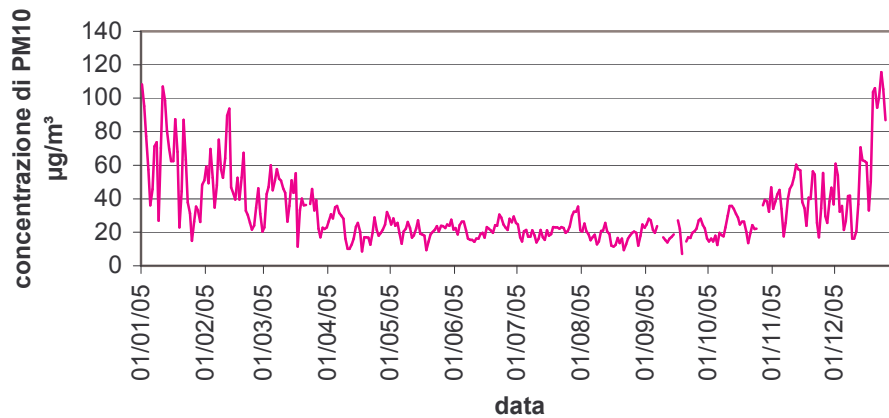
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

LU Capannori NOX 2005 dati orari



Andamento PM10 Capannori anno 2005



ARPAT

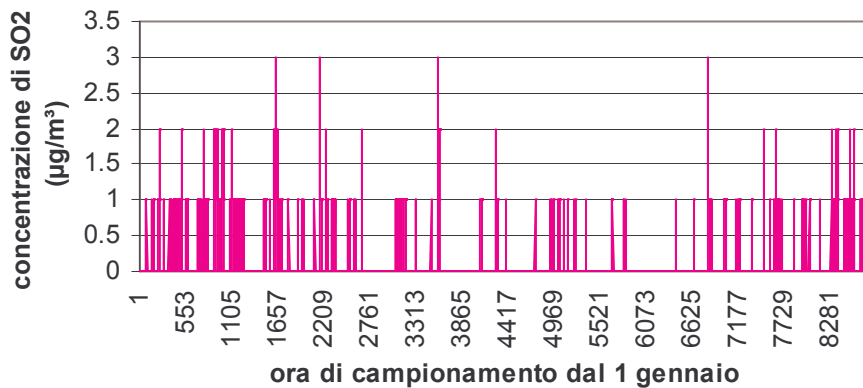
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

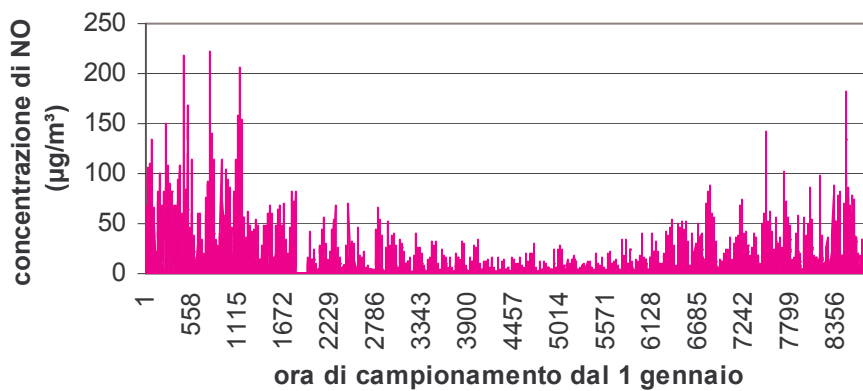
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

LU Capannori SO2 2005 dati orari



LU Micheletto NO 2005 dati orari



ARPAT

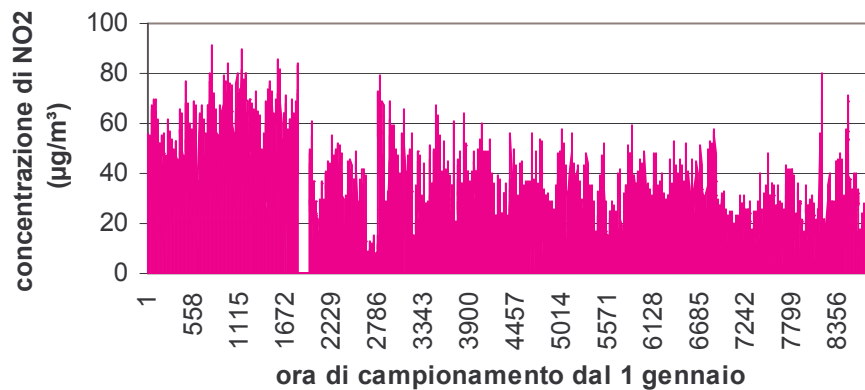
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

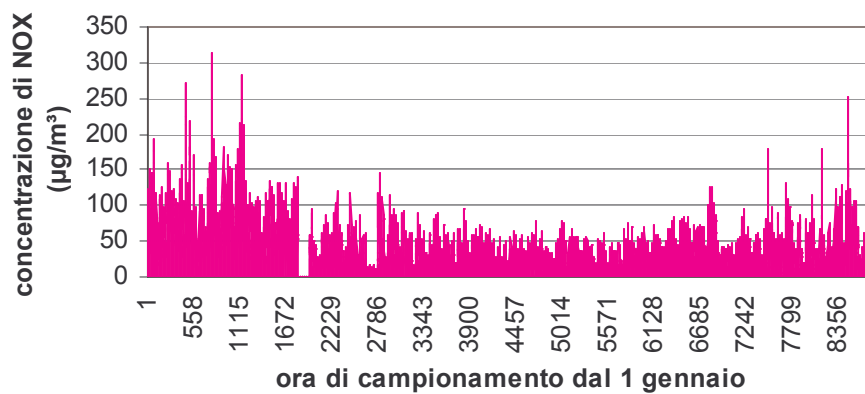
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

LU Micheletto NO2 2005 dati orari



LU Micheletto NOX 2005 dati orari



ARPAT

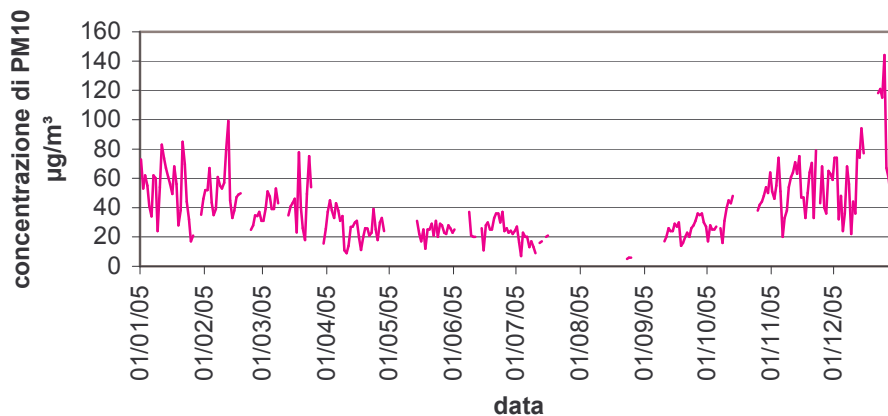
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

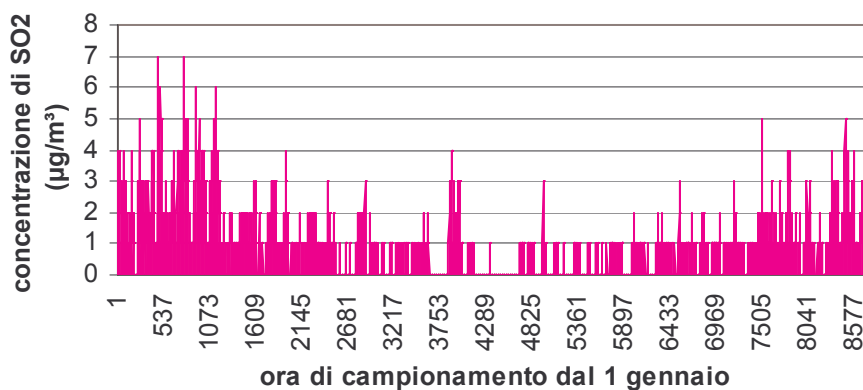
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

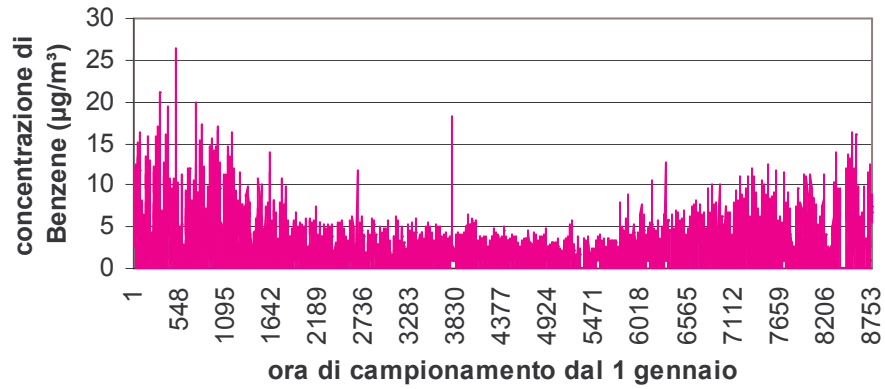
Andamento PM10 Lucca Micheletto anno 2005



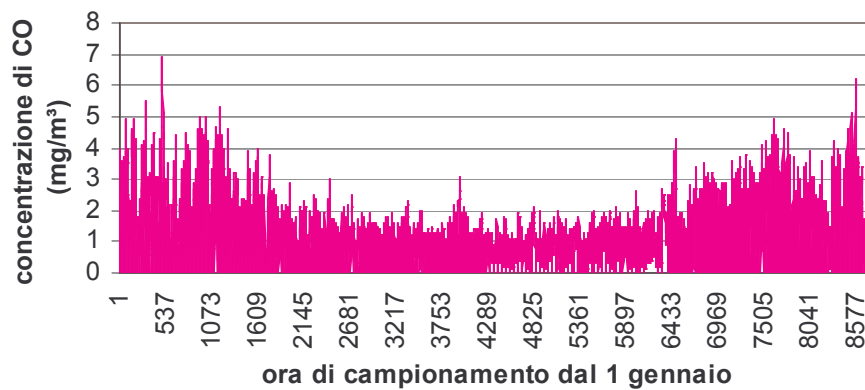
LU Micheletto SO2 2005 dati orari



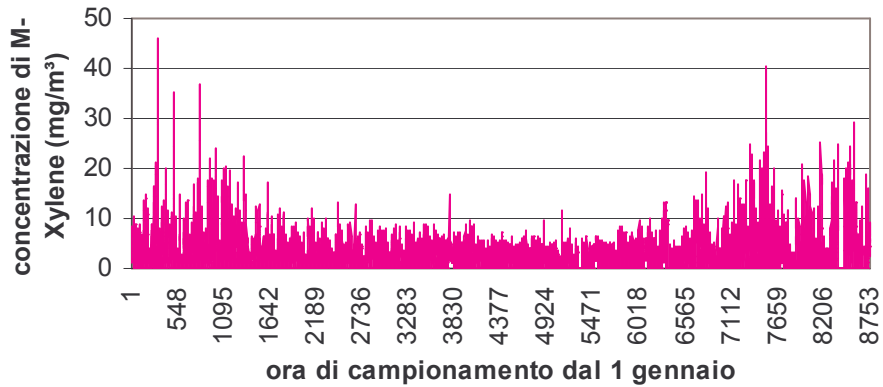
LU Carducci Benzene 2005 dati orari



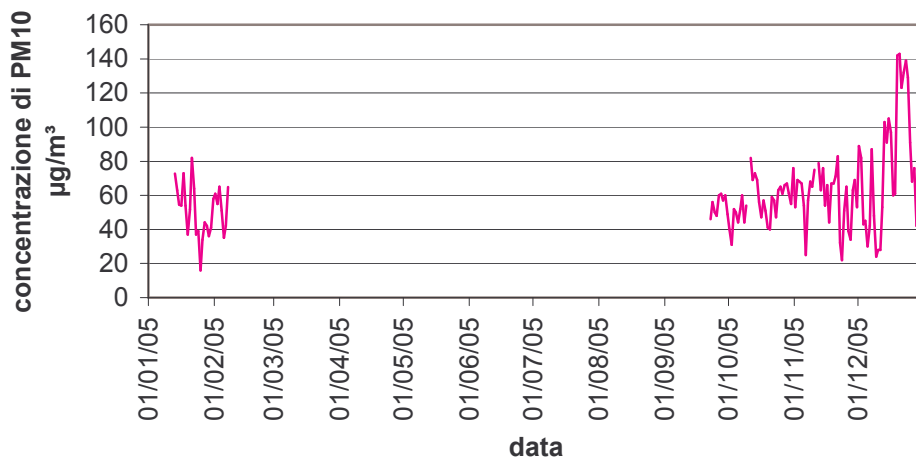
LU Carducci CO 2005 dati orari



LU Carducci M-Xylene 2005 dati orari



Andamento PM10 Lucca-Carducci anno 2005



ARPAT

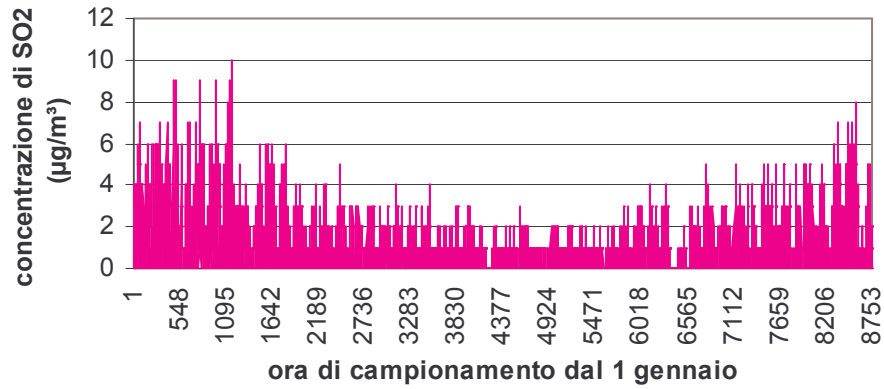
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

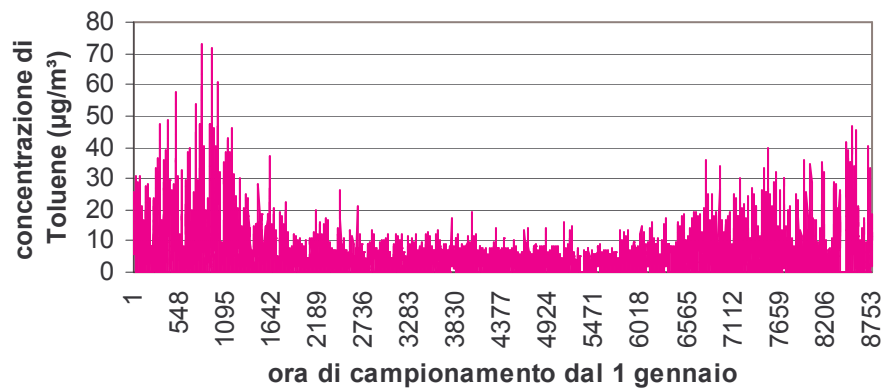
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

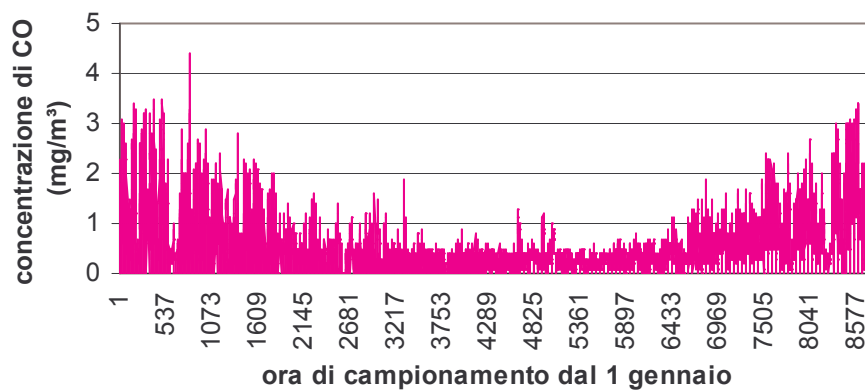
LU Carducci SO2 2005 dati orari



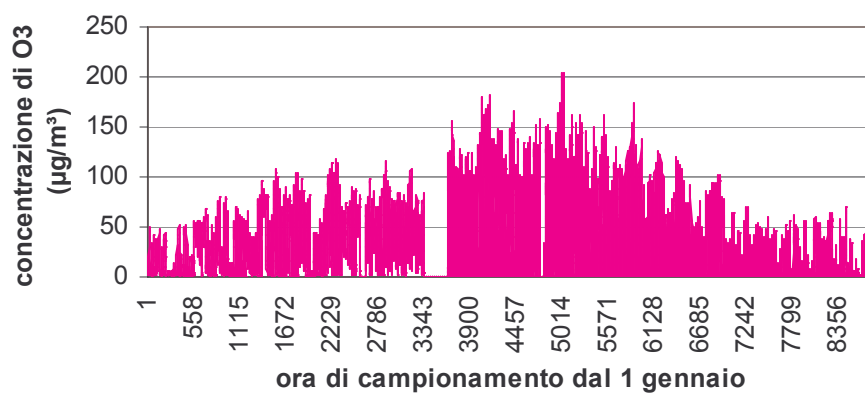
LU Carducci Toluene 2005 dati orari



LU Porcari CO 2005 dati orari



LU Porcari O3 2005 dati orari



ARPAT

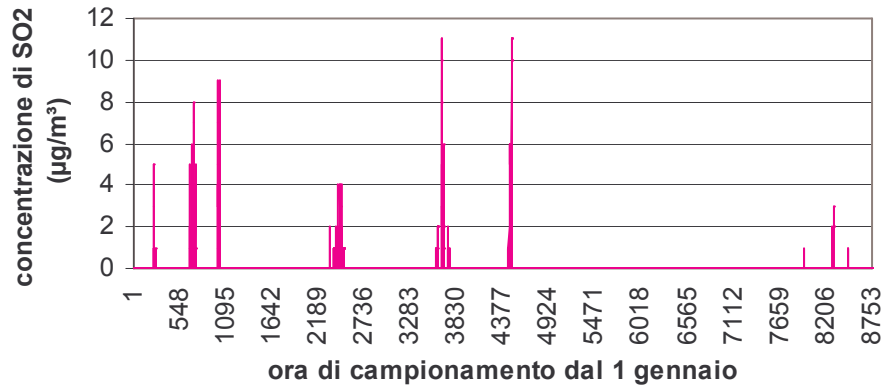
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

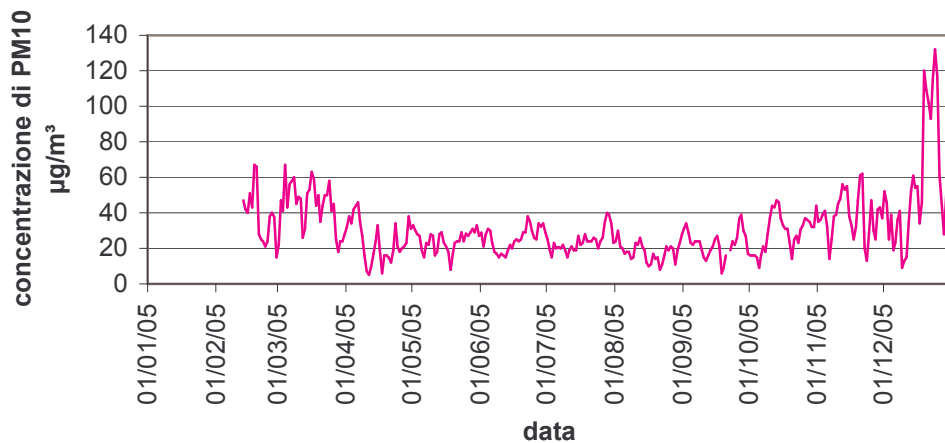
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

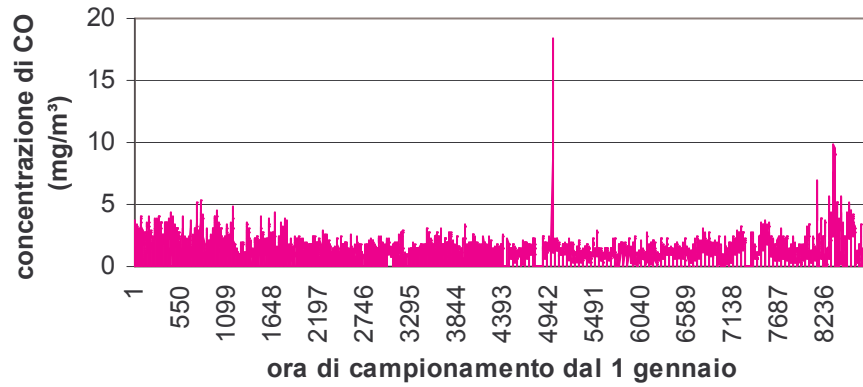
LU Porcari SO2 2005 dati orari



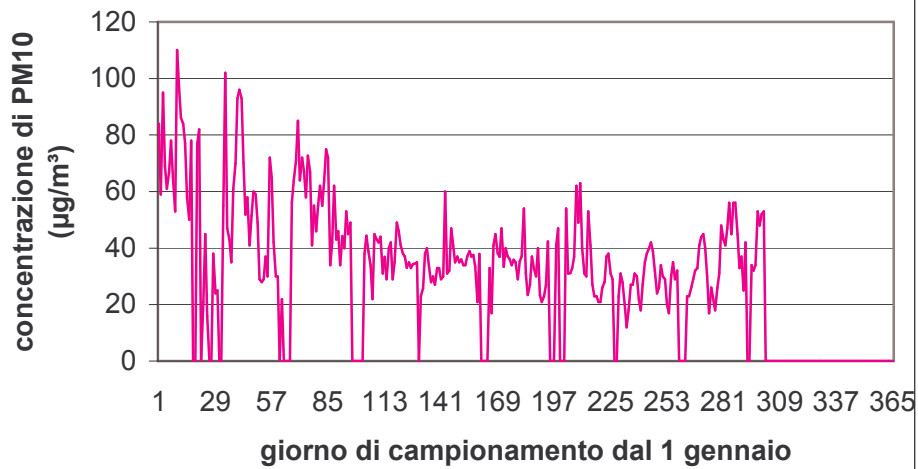
Andamento PM10 Porcari anno 2005



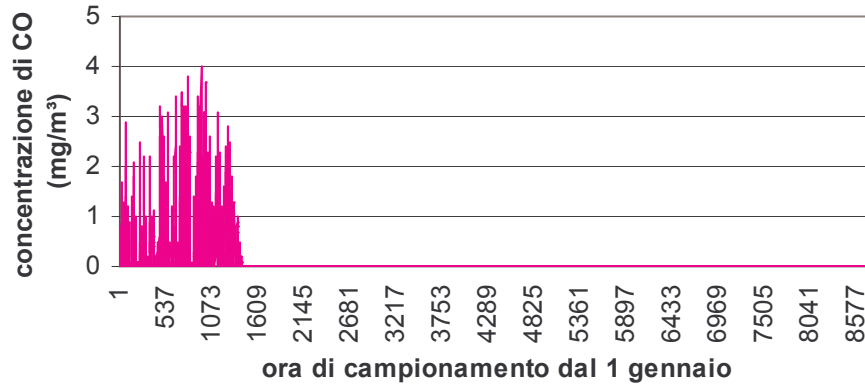
Viareggio L.go Risorgimento CO 2005 dati orari



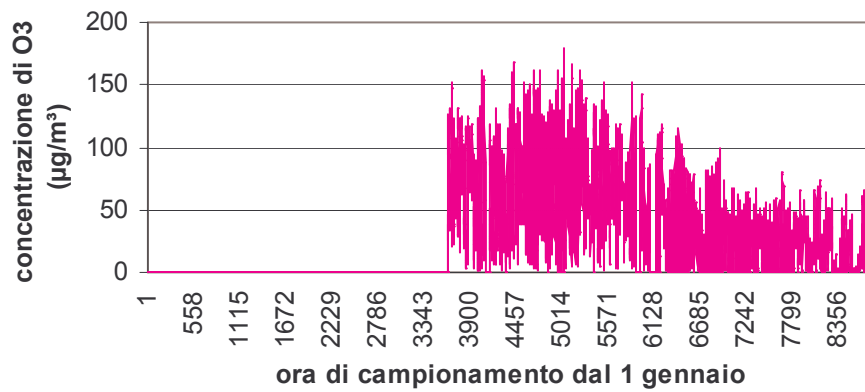
Viareggio L.go Risorgimento PM10 dati giornalieri



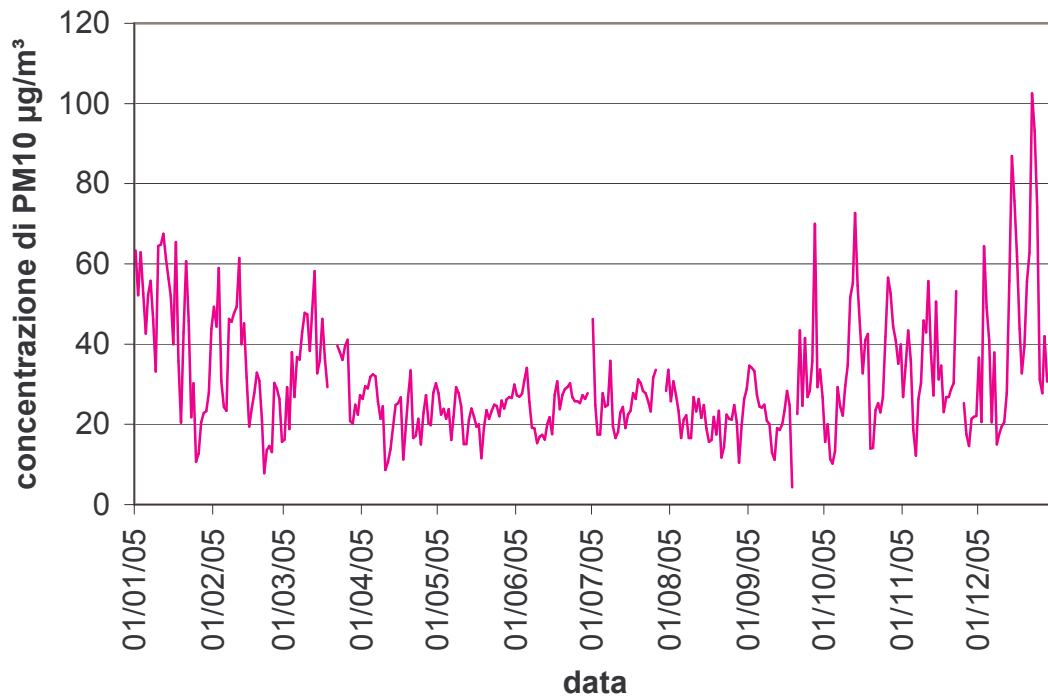
Viareggio Maroncelli CO 2005 dati orari



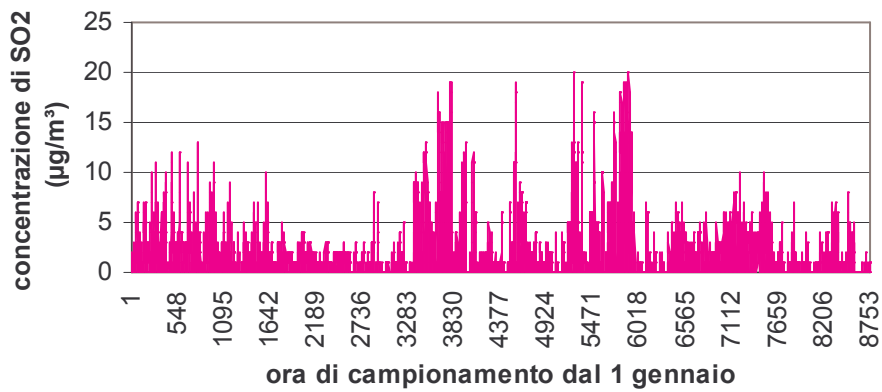
Viareggio Maroncelli O3 2005 dati orari



Andamento PM10 Viareggio Maroncelli anno 2005



Viareggio Maroncelli SO2 2005 dati orari



ARPAT

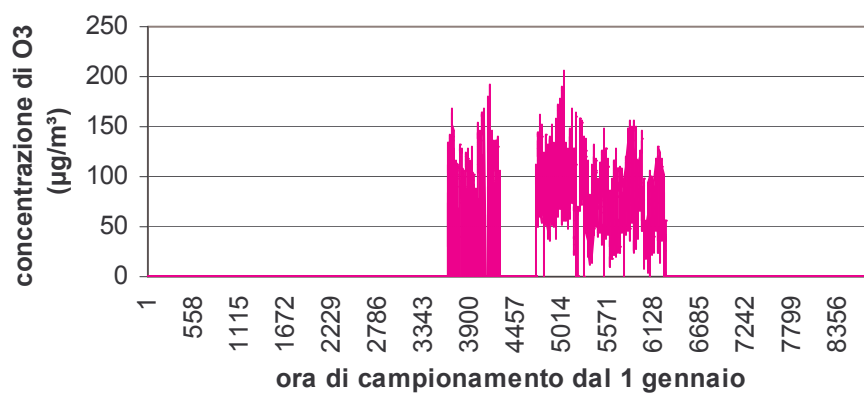
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

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

P.I. e C.F.: 04686190481

LU Carignano O3 2005 dati orari



LU Carignano SO2 2005 dati orari

