

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

**CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ
DELL'ARIA
LABORATORIO MOBILE
LOC. MARGINONE VIA LA MARMORA
C/O SCUOLA MATERNA
ALTOPASCIO**

Prima	campagna:	01 giugno 2004 – 28 giugno 2004
Seconda	campagna:	23 novembre 2004 – 13 dicembre 2004
Terza	campagna:	22 marzo 2005 – 11 aprile 2005

APRILE 2006

Il Responsabile
Dipartimento Arpat di Lucca
Dott. Marco Pellegrini



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

Il controllo dell'inquinamento atmosferico nel territorio provinciale viene realizzato attraverso le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria, per integrare lo studio laddove non siano presenti postazioni della rete fissa il monitoraggio degli inquinanti viene utilizzata una stazione mobile di proprietà della Provincia di Lucca, gestita dall'Arpat - Dipartimento di Lucca.

Il Laboratorio Mobile è dotato di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, PM10, CH4, NMHC, THC.

La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 351/99 ed attuata, per i valori limite di alcuni inquinanti, dal D.M. 60/2002. Detti limiti possono essere classificati in tre tipologie:

- Valori limite annuale per gli inquinanti biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NOX), materiale particolato PM10, piombo (Pb) e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo.
- Valori limite giornalieri o orari per biossido di zolfo ossidi di azoto, PM10, e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento
- Soglie di allarme per il biossido di zolfo e il biossido di azoto, superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme.

Nei limiti riferiti alla prevenzione a breve termine sono previste soglie di informazione e di allarme come medie orarie. A lungo termine sono previsti obiettivi per la protezione della salute umana e della vegetazione calcolati sulla base di più anni di monitoraggio.

Nella tabella 1 sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa attualmente vigente.



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

Tabella 1

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 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile	150 µg/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 µg/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 µg/m ³	nessuno	19 luglio 2001
SOGLIA DI ALLARME PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO			
500 µg/m ³ (293°K e 101.3 kPa) misurati su tre ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km ² 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



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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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



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.



In relazione al Decreto Legislativo n.351, i dati raccolti in campagne di misura di breve durata sono di particolare interesse quale ausilio alla classificazione delle zone per quanto riguarda la qualità dell'aria ambiente. In particolare le concentrazioni "soglia" sono disciplinate all'art.6 del D.Lgs. n.351 ed all'art.4 del DM n.60/02 mentre i valori di riferimento sono invece contenuti nell'Allegato VII del DM 60/02:

TABELLA 2 : SOGLIE DI VALUTAZIONE INFERIORE E SUPERIORE (per la sola parte riguardante la protezione umana)

<i>INQUINANTE</i>		<i>Soglia di valutazione superiore</i>	<i>Soglia di valutazione inferiore</i>
Biossido di zolfo SO ₂	Media giornaliera	75 µg/m ³ (3 superamenti annui ammessi)	50 µg/m ³ (3 superamenti annui ammessi)
Biossido di azoto NO ₂	Media oraria	140 µg/m ³ (18 superamenti annui ammessi)	100 µg/m ³ (18 superamenti annui ammessi)
Biossido di azoto NO ₂	Media annuale	32 µg/m ³	26 µg/m ³
Particelle sospese PM ₁₀	Media giornaliera**	30µg/m ³ (7 superamenti annui ammessi)	20 µg/m ³ (7 superamenti annui ammessi)
	Media annuale**	14 µg/m ³	10 µg/m ³
Monossido di carbonio	Media oraria	7 mg/m ³	5 mg/m ³

****Da raggiungere e rispettare con il 2010**

Il confronto dei dati raccolti con queste "soglie di valutazione", unitamente ad altre considerazioni, consente agli organi competenti, nella fattispecie le regioni e/o le province autonome, di effettuare la valutazione dell'aria ambiente per una determinata zona e/o agglomerato.

Per l'inquinante ozono è in vigore il nuovo Decreto Legislativo n.183 del 21 maggio 2004 che sostituisce tutta la precedente normativa.

Fra le innovazioni principali anche la modifica della definizione della "soglia di attenzione" in favore di "soglia di informazione" e l'abbassamento del limite della "soglia di allarme" da 360 a 240 µg/m³.

TABELLA 3 : LIVELLI DI ATTENZIONE E DI ALLARME (D. Lgs. n.183 del 21 maggio 2004)

<i>Inquinante</i>	<i>Soglia di informazione</i>	<i>Soglia di allarme</i>	<i>Periodo di riferimento</i>
Ozono O ₃	180 µg/m ³	240 µg/m ³	Media oraria



Motivazione della campagna

La campagna è stata effettuata su richiesta del Comune di Altopascio per valutare la qualità dell'aria in una zona abitata, caratterizzata da significative criticità per quanto concerne l'indice di qualità ambientale (IAP: *Index Air Purity*) determinato tramite misure della biodiversità lichenica.

Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso delle campagne condotte con il Laboratorio Mobile non permettono di effettuare una trattazione in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria, ma forniscono un quadro - seppure limitato dal punto di vista temporale - della situazione di inquinamento atmosferico relativa al Comune in esame. Una trattazione completa - secondo quanto previsto dalla normativa vigente - dovrebbe prevedere infatti campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno 300 giornate di rilevamento, uniformemente distribuite nel corso dell'anno (ISTISAN 87/6).

Ubicazione e periodo di misura

Il laboratorio mobile è stato posizionato in Via La Marmora c/o Scuola Materna, loc. Marginone per l'effettuazione di tre misure distribuite in periodi diversi dell'anno, ovvero:

- una dalle ore 14 del giorno 01/06/2004 alle ore 9 del 28/06/2004,
- una dalle ore 14 del giorno 23/11/2004 alle ore 10 del 13/12/2004,
- una dalle ore 10 del giorno 22/03/2005 alle ore 9 del 11/04/2005.

I giorni di inizio e di fine campionamento hanno una statistica inferiore rispetto ai giorni di campionamento completi per motivi tecnici di posizionamento e distacco del laboratorio mobile. Pertanto le percentuali dei giorni validi, indicate nelle seguenti tabelle, sono calcolate considerando i giorni validi di campionamento rispetto ai giorni attesi della campagna. I calcoli relativi alle ore di campionamento sono stati effettuati considerando tutti i dati orari disponibili.

Si fa presente che il parametro PM10 è stato monitorato solo nell'ultima misura in quanto il laboratorio mobile è stato dotato del polverimetro per la misura del PM10 nel febbraio del 2005.

Inoltre, relativamente alla sola terza campagna, per motivi di start-up degli analizzatori i giorni di funzionamento teorici sono di 20 per il PM10 mentre sono di 19 per tutti gli altri strumenti.

Elaborazioni grafiche

Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge

Per ogni inquinante è stata effettuata una elaborazione grafica che permette di visualizzare, su assi tempo-concentrazione, l'andamento registrato durante il periodo di monitoraggio.

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



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

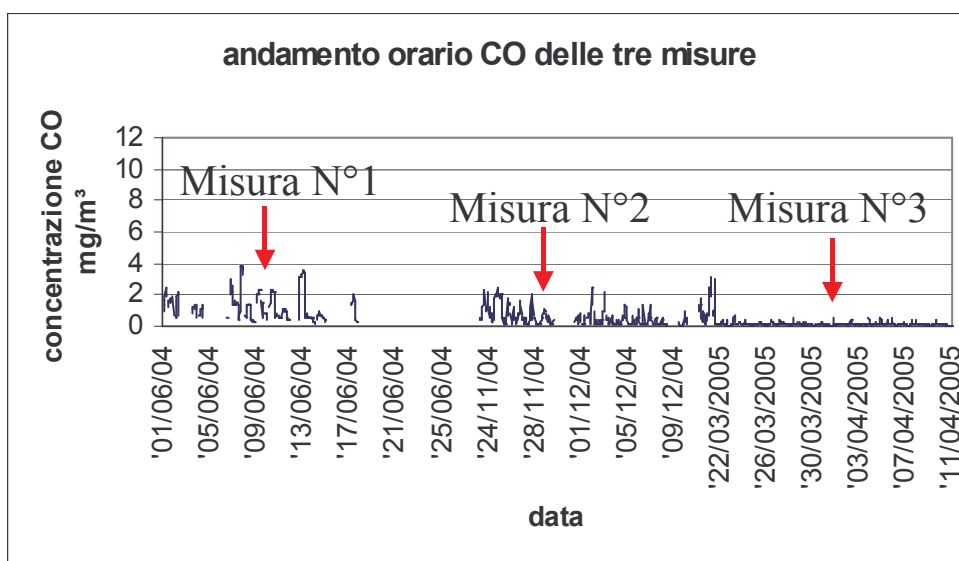
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

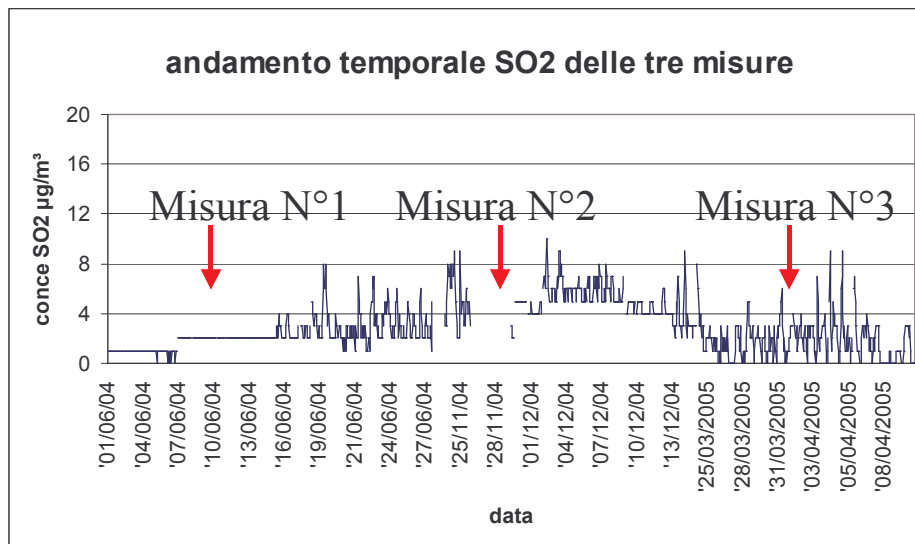
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

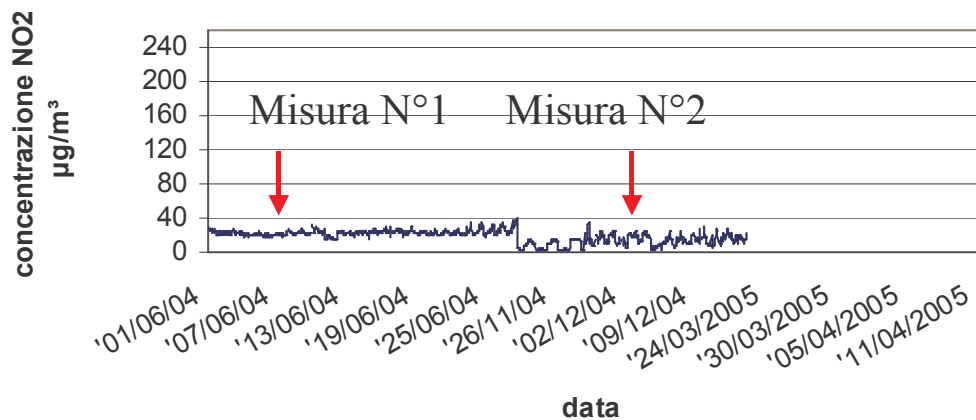
costituiscono la giornata, la media aritmetica dei valori medi orari registrati nel periodo in esame. Ad esempio il valore dell'ora 1.00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 1.00 di ciascun giorno del periodo di monitoraggio. In grafico vengono quindi rappresentati gli andamenti 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.

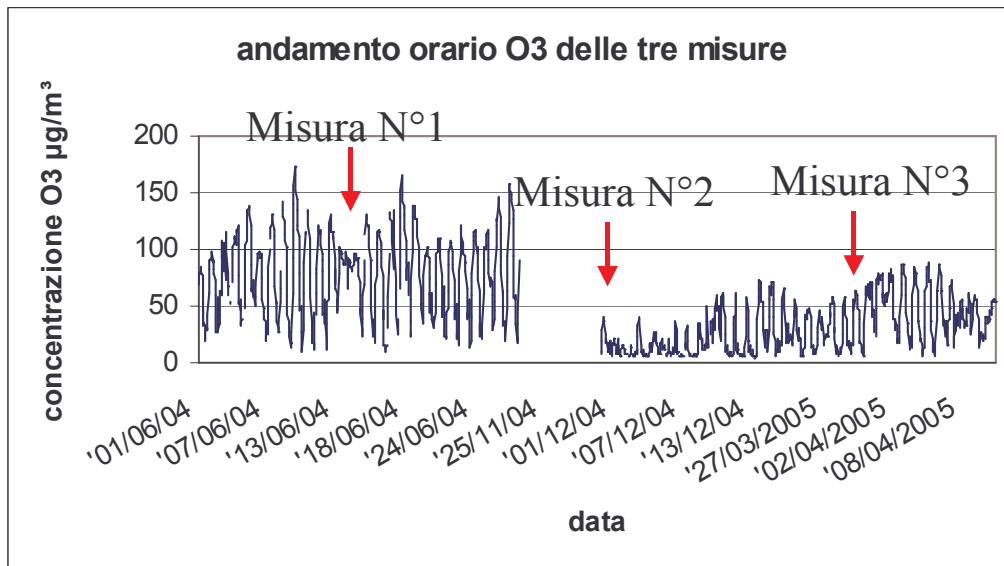
Di seguito si riportano i grafici degli inquinanti monitorati; **da tenere presente che sono state riportate le tre misure su uno stesso grafico per meglio evidenziare l'andamento dell'inquinante nelle varie stagioni.**





andamento orario NO₂ delle tre misure





Elaborazione statistiche e confronto con i valori limite

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche dei dati e i superamenti dei limiti di legge di inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori durante il monitoraggio.

Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo è un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di SO₂ derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (ad esempio gasolio, olio combustibile e carbone) nei quali lo zolfo è presente come impurità. Una percentuale molto bassa di biossido di zolfo nell'aria (6-7 %) proviene dal traffico veicolare, in particolare da veicoli a motore diesel. La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi durante la stagione invernale a causa dell'accensione degli impianti di riscaldamento domestico non a metano. Gli effetti del biossido di zolfo sulla salute sono rappresentati da irritazione agli occhi e alle vie respiratorie, mentre nell'ambiente, reagendo con ossigeno e molecole di acqua, contribuisce all'acidificazione delle piogge con conseguenze negative per i corpi idrici e per i beni materiali.

Nelle campagne oggetto dell'indagine, si osservano concentrazioni di biossido di zolfo contenute; infatti il massimo valore giornaliero è stato registrato nel periodo invernale ed è pari a 6 µg/m³ (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), che corrisponde al 4,8% circa del limite giornaliero per la protezione della salute (125 µg/m³). Il valore massimo orario è pari a 10 µg/m³, quindi ben al di sotto del livello orario per la protezione della salute. Dai dati riportati in figura 1 e tabella 4 si osserva il non superamento dei limiti previsti dalla normativa.

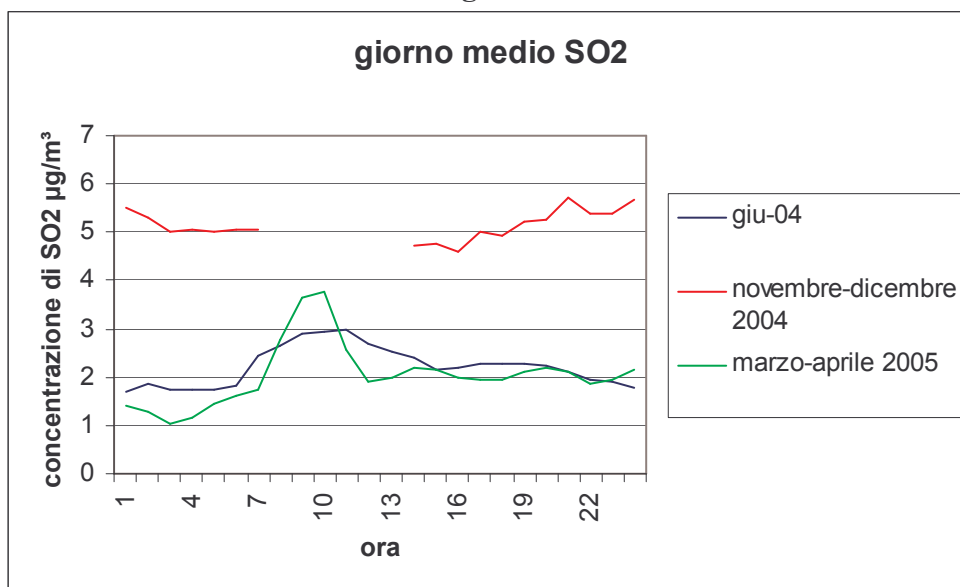
Si può concludere che questo parametro non mostra alcuna criticità, infatti le azioni a livello nazionale per la riduzione della percentuale di zolfo nei combustibili e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento, ha dato i risultati attesi e le concentrazioni di SO₂ sono al di sotto dei limiti.



Tabella 4 Biossido di zolfo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

SO ₂	Giugno 2004	Novembre-Dicembre 2004	Marzo - Aprile 2005
Minima media giornaliera	1	4	0
Massima media giornaliera	4	6	4
Media delle medie giornaliere	2	5	2
Giorni validi	26	14	19
Percentuale giorni validi	100 %	74 %	100 %
Media dei valori orari	2	5	2
Massima media oraria	8	10	9
Ore valide	629	356	474
Percentuale ore valide	98 %	75 %	99 %
Numero di superamenti livello orario protezione della salute ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0
Numero di superamenti livello allarme ($500 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme ($500 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0

Figura 1



Monossido di Carbonio

È un gas inodore ed incolore che viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. L'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m^3) infatti, si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di CO, in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. Quando il motore del veicolo funziona al minimo, o si trova in decelerazione si producono le maggiori concentrazioni di CO in emissione. Tale situazione è la causa dei valori relativamente elevati nelle ore di maggior traffico. Si deve comunque sottolineare che l'introduzione delle marmitte catalitiche nei primi anni '90 e l'incremento degli autoveicoli a ciclo Diesel hanno contribuito ad una costante e significativa diminuzione della concentrazione del monossido di carbonio nei gas di combustione prodotti dagli autoveicoli. I danni maggiori dovuti a questo inquinante si osservano a carico del sistema nervoso centrale e del sistema cardiovascolare; infatti, il monossido di carbonio mostra una grande affinità con l'emoglobina presente nel sangue (circa 220 volte maggiore rispetto all'ossigeno), e la presenza di questo gas comporta un peggioramento del normale trasporto di ossigeno nei diversi distretti corporei. Nei casi peggiori con concentrazioni elevatissime di CO si può arrivare anche alla morte per asfissia. La carbossiemoglobina, che si può formare in seguito ad inalazione del CO alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera delle nostre città, non ha effetti sulla salute di carattere irreversibile e acuto, pur essendo per sua natura, un composto estremamente stabile.

Durante le campagne di monitoraggio non si sono registrati superamenti del valore di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ (*) che, secondo il DM 60 del 2/04/02, è il limite da non superare come media di otto ore consecutive. Tale livello non è stato raggiunto neppure come media oraria, poiché il massimo orario è stato di $3,8 \text{ mg}/\text{m}^3$ registrato nella campagna di giugno 2004 (vedi tabella 5 e figura 2).

(*) Riferito al 1 gennaio 2005 (D.M. 60/02)



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

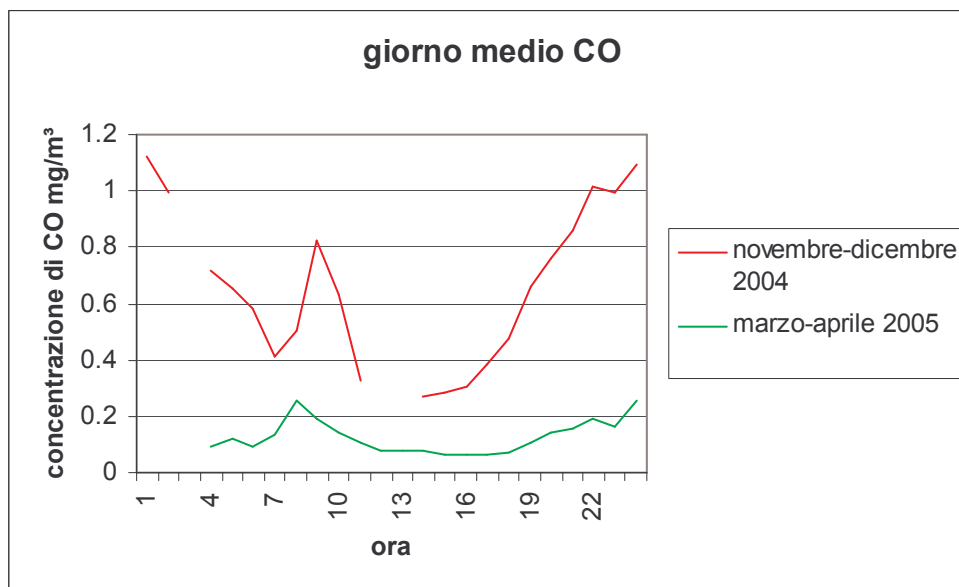
Tabella 5 Monossido di carbonio (mg/m³)

CO	Giugno 2004	Novembre- Dicembre 2004	Marzo-Aprile 2005
Minima media giornaliera	0,6	0,3	0,1
Massima media giornaliera	1,9	1,3	0,2
Media delle medie giornaliere	1,3	0,6	0,1
Giorni validi	9	13	19
Percentuale giorni validi	35 %	68 %	100%
Massima media oraria	3,8	3,1	0,7
Media dei valori orari	1,3	0,6	0,1
Ore valide	218	364	454
Percentuale ore valide	34 %	76 %	95%
Minimo delle medie 8 ore	0,3	0,0	0,0
Media delle medie 8 ore	1,3	0,6	0,1
Massimo delle medie 8 ore	3,7	2,1	0,3
Numero medie 8 ore valide	179	364	473
Percentuale medie 8 ore valide	28 %	77 %	100%
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(10 mg/m ³)	0	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore(10 mg/m ³)	0	0	0

I bassi valori di CO sono indice della forte diminuzione delle emissioni da autoveicoli, dovuta alla diffusione delle marmitte catalitiche nel parco circolante.



Figura 2



Biossido di azoto

Gli ossidi di azoto vengono generati da tutti i processi di combustione, qualsiasi sia il tipo di combustibile usato. Il biossido di azoto è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di “smog fotochimico”.

Dai dati riportati in tabella 6 si osserva che per l' NO₂ nella campagna in oggetto non sono stati superati i livelli di allarme e di protezione della salute (su base oraria) previsti dalla normativa infatti il valore massimo orario misurato è pari a 40 µg/m³ registrato nella campagna di giugno 2004.

Nella figura 3 è riportato un confronto del giorno medio tra le due campagne in cui ci sono i dati disponibili.

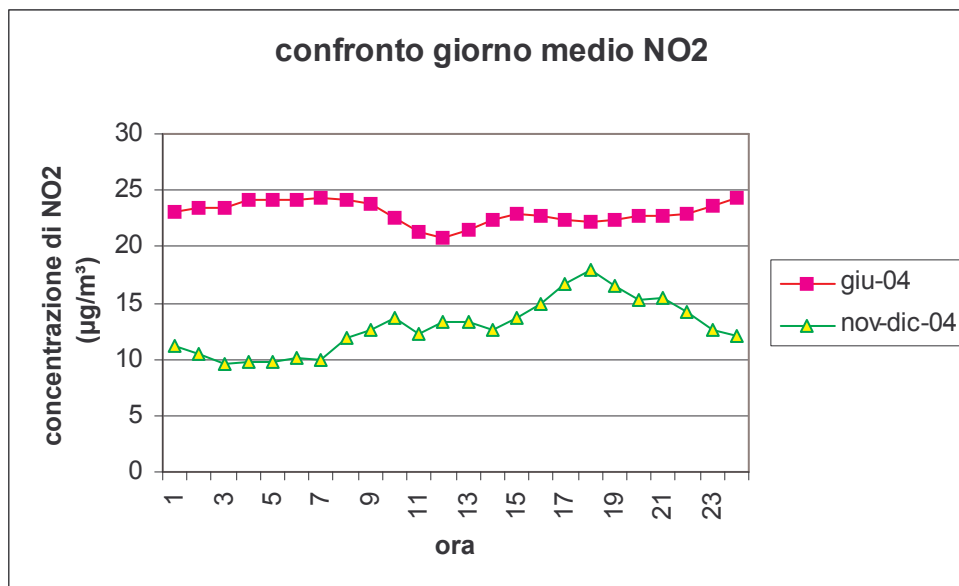


Tabella 6 Biossido di azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

NO2	Giugno 2004	Novembre-Dicembre 2004	Marzo-Aprile 2005 *
Minima media giornaliera	18	3	-
Massima media giornaliera	27	23	-
Media delle medie giornaliere	23	13	-
Giorni validi	26	19	-
Percentuale giorni validi	100 %	100 %	-
Media dei valori orari	23	13	-
Massima media oraria	40	34	-
Ore valide	634	465	-
Percentuale ore valide	98 %	97 %	-
Numero di superamenti livello orario protezione della salute ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	-
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	-
Numero di superamenti livello allarme ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	-
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	-

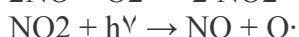
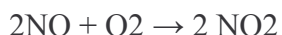
- NOx campagna marzo – aprile 2005: dati non disponibili per strumento in riparazione / manutenzione.

Figura 3



Ozono

L'ozono è un gas con elevato potere ossidante, di odore pungente che ad alte concentrazioni ha una colorazione blu. La presenza di questo gas nella stratosfera (tra 30 e 50 chilometri dal suolo) costituisce uno strato protettivo per la troposfera dalle radiazioni ultraviolette emesse dal sole, mentre al livello del suolo risulta nocivo, in quanto provoca irritazioni alle vie respiratorie, bruciore agli occhi e danni alla vegetazione. L'ozono è un inquinante non direttamente emesso da una fonte antropica, ma si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare e da elevate temperature) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NOx) e i composti organici volatili (V.O.C.). In forma semplificata, si possono riassumere nel modo seguente, le reazioni coinvolte nella formazione di questo inquinante:



L'ozono è un inquinante tipico del periodo estivo.

Nella prima campagna in questione si sono registrati superamenti del livello di protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata come media trascinata sulle 8 ore) mentre non ci sono stati superamenti del livello d'informazione (pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria) in nessuno dei tre periodi di campionamento. Dalla tabella 7 si evince che la massima concentrazione sulle medie di otto ore è stata $155 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La normativa attualmente in vigore (D. Lgs. 21 maggio 2004 n. 183) prevede che entro il 2010 il valore di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non venga superato per più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni. Per quanto riguarda questo inquinante si registrano 59 superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e di seguito, per completezza si riporta l'elenco dei dodici (12) giorni con il superamento di tale valore bersaglio.



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

Tabella 7 Ozono $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Data	Max media giornaliera trascinata sulle 8 ore ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
05-giu-2004	131
07-giu-2004	123
08-giu-2004	128
09-giu-2004	155
10-giu-2004	125
12-giu-2004	121
15-giu-2004	124
17-giu-2004	123
18-giu-2004	147
19-giu-2004	130
26-giu-2004	136
27-giu-2004	150

Nella seguente tabella 8 sono riportate alcune elaborazioni statistiche effettuate su dati di Ozono rilevati nelle tre campagne di monitoraggio.



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

Tabella 8 Ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro: Ozono (O ₃)	Giugno 2004	Novembre- Dicembre 2004	Marzo- Aprile 2005
Minima media giornaliera	64	10	23
Massima media giornaliera	97	38	60
Media delle medie giornaliere	80	17	40
Giorni validi	26	12	19
Percentuale giorni validi	100 %	63 %	100 %
Massima media oraria	173	62	88
Media dei valori orari	79	17	40
Ore valide	622	293	474
Percentuale ore valide	97 %	61 %	99 %
Minimo delle medie 8 ore	17	5	9
Media delle medie 8 ore	80	17	40
Massimo delle medie 8 ore	155	53	81
Numero medie 8 ore valide	623	297	473
Percentuale medie 8 ore valide	98 %	63 %	100 %
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	59	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	12	0	0
Numero di superamenti livello di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0
Numero di superamenti livello di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0



Figura 4

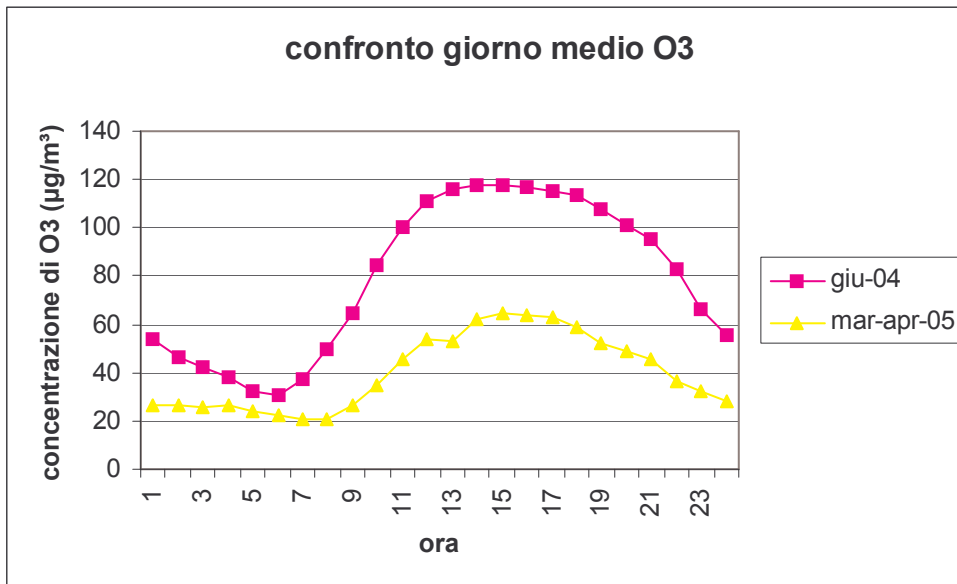
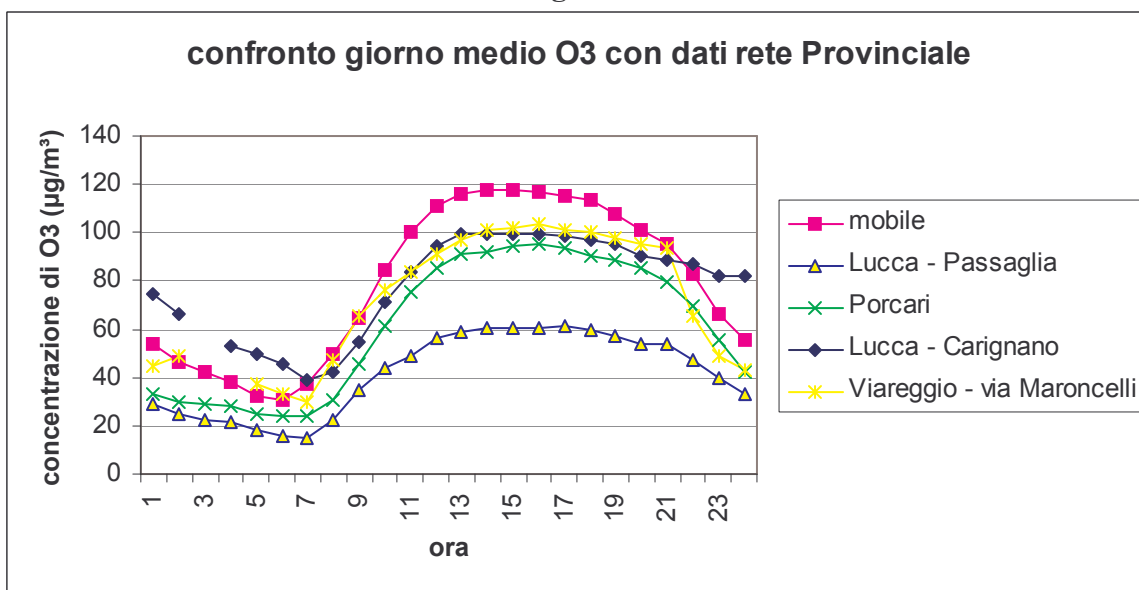


Figura 5



Per valutare la consistenza dei superamenti del valore bersaglio per la protezione della salute umana i dati orari dell'ozono misurati nella campagna di giugno 2004 vengono confrontati nella figura 5 con i giorni medi delle altre stazioni della rete nello stesso periodo. In figura 4 vengono invece



confrontati i giorni medi relativi all'ozono nelle due campagne di misura che hanno un sufficiente numero di dati.

PM10

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aereodisperse è molto varia ovvero ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali ect.. Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e dalla emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. La legislazione italiana con il D.M. 60/2002 ha previsto dei limiti per il particolato PM10, cioè la frazione con diametro inferiore a $10\mu\text{m}$, più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi.

Il D. M. 60/2002 prevede dal 2005 un numero massimo di superamenti per tutto l'anno pari a 35 e un valore limite come media annuale di $40\mu\text{g}/\text{m}^3$;

Nel monitoraggio eseguito si registrano cinque superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$ ai sensi del D.M. 60/02) come evidenziato dalla figura 6 e la tabella 9.



Figura 6

confronto valori giornalieri PM10 con dati rete

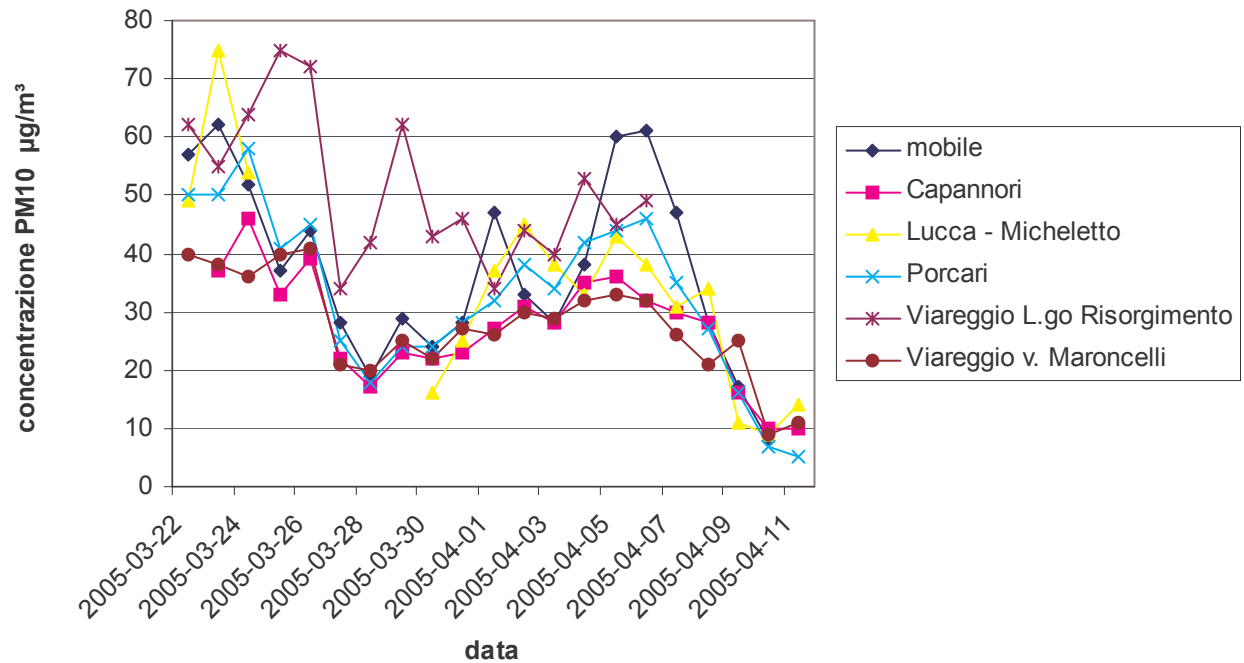


Tabella 9 Polveri PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

PM10	Lab. Mobile Marzo – Aprile 2005	Capannori	Lucca- Micheletto	Porcari	Viareggio L.go Risorgimento	Viareggio Via Maroncelli
Minima media giornaliera	8	10	9	5	34	9
Massima media giornaliera	62	46	75	58	75	41
media delle medie giornaliere	37	27	35	33	51	28
giorni validi	20	20	16	21	16	21
% giorni validi	100 %	95 %	76 %	100 %	76 %	100 %
numero superamenti livello giornaliero protezione della salute ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	5	0	2	1	7	0

(Nella stazione di Lucca V.le Carducci in questo periodo non ci sono dati).

Nota: Per il confronto del PM10 con le postazioni fisse della rete di monitoraggio, riportato in tabella 9 e figura 6, è stato preso in considerazione lo stesso intervallo di tempo della campagna effettuata con il laboratorio mobile, comprensivo del primo e dell'ultimo giorno. Pertanto i dati di PM10 delle stazioni della rete sono 21, (quando sono presenti e validi tutti i dati), mentre i dati di PM10 del laboratorio mobile sono, in questo caso, 20 (su un numero di giorni attesi di 20) in quanto l'ultimo giorno di rilevamento ha un numero di ore di campionamento non sufficiente per la validazione del dato.

Idrocarburi (NMHC)

Per completezza si riportano i dati relativi anche a questo parametro, che non è normato dal DM 60/02. I valori rilevati non si discostano significativamente dal livello di fondo, riscontrato sia presso le stazioni fisse dotate di questo tipo di analizzatore che in altre campagne del mezzo mobile.

Tabella 10 NMHC ($\mu\text{gC}/\text{m}^3$)

	Giugno 2004	Novembre-Dicembre 2004	Marzo-Aprile 2005
Minimo media oraria	158	163	187
Massimo media oraria	450	744	407
Media dei valori orari	230	356	246
Numero ore valide	500	348	474



CONCLUSIONI

Le tre campagne non hanno evidenziato criticità per quanto concerne i parametri SO₂, CO, NO₂.

Per quanto concerne il parametro ozono la situazione rilevata vede nella campagna di giugno 2004 numerosi superamenti del livello di protezione della salute (120 µg/m³ calcolata come media trascinata sulle 8 ore). Non ci sono stati invece superamenti del livello d'informazione (pari a 180 µg/m³ come media oraria), ma va rilevato come il confronto con le altre stazioni della rete mostra valori tendenzialmente più elevati.

I risultati sono però tipici del periodo e in linea di massima congruenti con i dati derivanti dal biomonitoraggio dell'ozono effettuato da Arpat per conto della Provincia di Lucca negli anni 2002, 2003 e 2004. L'ozono è infatti un inquinante caratterizzato da una elevata reattività che porta da una parte ad una sua maggiore degradazione in aree con maggiore presenza di inquinanti primari come gli NO_x, dall'altra a valori più elevati in aree di campagna o di collina.

Nella sola campagna nel periodo marzo aprile è stato misurato il parametro PM₁₀. Per tale parametro la situazione rilevata è risultata mediamente critica, con 5 superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³, da non superare oltre 35 volte nell'anno solare.

La criticità di tale parametro risulta confermata se confrontiamo i valori trovati con quelli rilevati nello stesso periodo dalle altre stazioni della rete. I dati raccolti sono però in numero troppo limitato per trarre conseguenze definitive.

In particolare non è al momento possibile valutare se i valori di polveri sottili siano da porre in correlazione con problematiche locali, ovvero siano il sintomo di una più generale presenza di tale inquinante nel complessivo bacino aeraulico che dalla piana lucchese si spinge fino a Montecatini.

Stante che il mezzo mobile è ora dotato di analizzatore di PM 10 nell'arco di qualche tempo sarà possibile disporre di valori di PM₁₀ in alcune ulteriori localizzazioni della piana lucchese. L'insieme dei dati raccolti dalle stazioni fisse e dal mezzo mobile potrà poi essere integrato con i dati rilevati in stazioni di monitoraggio situate nella Provincia di Pistoia, al fine di procedere a complessive elaborazioni.

Ulteriori contributi potranno venire dai risultati del progetto regionale PATOS, che è incentrato appunto sulle problematiche relative alle polveri sottili. Una delle stazioni di monitoraggio del progetto è infatti situata a Capannori in corrispondenza della stazione della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria.

I valori riscontrati per quanto concerne il parametro PM₁₀ possono in parte giustificare le criticità nella zona di Marginone, relative a bassi valori di IAP (indice cioè di sofferenza lichenica). Per quanto concerne invece gas fitossici come SO₂ ed NO₂ i valori rilevati non sono tali da giustificare la sofferenza lichenica.

