

**ARPAT**

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

**Unità Operativa Prevenzione e Controlli Ambientali integrati**

# RAPPORTO ANNUALE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

*Comune di Livorno  
Anno 2005*

*Agosto 2006*

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

## INDICE

<b>PREMESSA</b> .....	3
<b>1. MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA</b> .....	4
1.1 Valutazione della qualità dell'aria rispetto alla normativa vigente. ....	4
1.2 Stazioni fisse di rilevamento della qualità dell'aria .....	7
1.2.1 Caratteristiche delle stazioni della rete pubblica .....	9
1.2.2 Caratteristiche delle stazioni della rete privata .....	9
1.2.3 Inquinanti monitorati .....	9
1.3 Campagne di rilevamento .....	10
<b>2. DATI RACCOLTI – ELABORAZIONE E COMMENTO</b> .....	10
2.1 Rendimenti degli analizzatori delle postazioni fisse della rete pubblica .....	10
2.2 Dati rilevati e confronto con i limiti della normativa .....	12
2.2.1 PM <sub>10</sub> .....	15
2.2.2 PM <sub>2,5</sub> .....	17
2.2.3 PTS .....	19
2.2.4 SO <sub>2</sub> .....	20
2.2.5 CO .....	22
2.2.6 NO <sub>2</sub> .....	24
2.2.7 NO <sub>x</sub> .....	26
2.2.8 O <sub>3</sub> .....	29
2.2.9 Benzene .....	31
2.3 Casi di particolare rilevanza .....	33
2.3.1 Superamenti delle soglie di allarme (ai sensi del DM 2/4/2002 e della Direttiva 2002/3/CE) – Episodi acuti .....	33
2.3.2 Considerazioni su alcuni eventi di concentrazione elevata di SO <sub>2</sub> .....	34
2.3.3 Casi rilevanti segnalati dalla cittadinanza .....	37
<b>3. AZIONI DI RISANAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE NELLE AREE URBANE MESSE IN ATTO DAL COMUNE DI LIVORNO</b> .....	38
<b>4. ANDAMENTO DELLE CONCENTRAZIONI DEGLI INQUINANTI NEL PERIODO 2002-2005</b> .....	39
4.1 PM <sub>10</sub> .....	40
4.2 PM <sub>2,5</sub> .....	41
4.3 SO <sub>2</sub> .....	42
4.4 NO <sub>2</sub> .....	43
4.5 NO <sub>x</sub> .....	44
4.6 CO .....	45
4.7 O <sub>3</sub> .....	46
4.8 Benzene .....	47
<b>5. CONDIZIONI METEOROLOGICHE</b> .....	48
5.1 Analisi dell'andamento meteorologico nell'anno 2005 .....	48
<b>6. CONSIDERAZIONI FINALI</b> .....	51
<b>INDICE DELLE TABELLE</b> .....	53

## PREMESSA

Presso il Dipartimento Provinciale ARPAT di Livorno è stato costituito un Gruppo di Lavoro per la redazione del “Rapporto annuale sulla qualità dell’aria del Comune di Livorno” per l’anno 2005. Il Gruppo, coordinato dal Dott. Guido Spinelli, Responsabile dell’Unità Operativa Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati di questo Dipartimento, è composto dai seguenti funzionari e tecnici:

Ing. Francesca Andreis,  
Dott. Massimo Lazzari,  
T.L.B. Stefano Fortunato.

La stesura del Rapporto è basata principalmente sui dati provenienti dalle reti di monitoraggio presenti nel territorio Livornese. Esso tuttavia fornisce indicazioni complessive che non si limitano alla semplice esposizione dei dati rilevati.

Il lavoro è strutturato in sei capitoli. Nel capitolo 1 sono descritte le caratteristiche delle reti di monitoraggio presenti a Livorno mentre il secondo capitolo è dedicato alla presentazione dei risultati in relazione a limiti, parametri e indicatori definiti dalle norme di riferimento; le elaborazioni, in forma tabellare e grafica, sono corredate da considerazioni finalizzate alla comprensione delle relazioni tra pressioni e stato. Si è poi ritenuto utile inserire nel capitolo 3 il dettaglio degli incentivi resi disponibili da Comune di Livorno per la conversione del parco veicolare e procedere quindi alla redazione di una sezione (Cap. 4) dedicata all’analisi dei trend dei principali indicatori di qualità, analisi che può consentire valutazioni più complete circa l’adeguatezza delle risposte tramite le quali si intendono risolvere i problemi emersi in termini di impatti e di stato di qualità dell’ambiente, così come richiesto dall’approccio DPSIR. Nel quinto capitolo vengono illustrate le condizioni meteorologiche di riferimento dell’anno 2005 e nell’ultimo capitolo, infine, sono presentate le valutazioni e le indicazioni complessive sullo stato e sulle possibili risposte inquadrate in una logica di efficace gestione delle problematiche legate alla qualità dell’aria.

Ci si augura che il lavoro risponda in maniera adeguata alla necessità di avere una conoscenza di buon livello delle problematiche legate alla qualità dell’aria; va poi evidenziato, a nostro parere, che il documento non eccede in complessi tecnicismi, se non dove strettamente indispensabile, e si presenta quindi di agevole lettura, con ciò offrendo la possibilità di una sua divulgazione anche tra utenti non esperti.

*Livorno, 21 luglio 2006*

*Fabrizio Righini, Responsabile del Dipartimento Provinciale ARPAT*

## 1. MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

### 1.1 Valutazione della qualità dell'aria rispetto alla normativa vigente.

La valutazione viene condotta monitorando le concentrazioni dei diversi inquinanti attraverso le rete di rilevamento, elaborando i dati ottenuti e calcolando, per ciascun inquinante, gli indicatori prefissati; i risultati vengono poi confrontati con i limiti di riferimento stabiliti dalla normativa europea e recepiti con il D.M. 60/02 (per l'ozono i limiti sono stabiliti dalla Direttiva 2002/3/CE, attualmente recepita dal D.Lgs. 183/04). E' importante sottolineare che tali limiti, oltre ad essere differenti per i vari inquinanti, sono stati fissati nell'ottica della protezione da tre diverse tipologie di danno: alla salute umana, agli ecosistemi ed alla vegetazione; non tutti gli inquinanti, naturalmente, concorrono alle tre tipologie di danno citate. Le norme in vigore prevedono inoltre una progressiva riduzione dei limiti di concentrazione nel tempo, come si può notare nella tabella alla pagina seguente.

**Tab. 1** Previsioni normative sui limiti di concentrazione degli inquinanti.

<i>Protezione della salute umana</i>	
Biossido di zolfo	1 gennaio 2005
Biossido di azoto	1 gennaio 2010
Polveri PM <sub>10</sub> (2 <sup>a</sup> fase)	1 gennaio 2010
Benzene	1 gennaio 2010
Monossido di carbonio	1 gennaio 2005
Ozono	1 gennaio 2010
<i>Protezione degli ecosistemi</i>	
Biossido di zolfo	19 luglio 2001
<i>Protezione della vegetazione</i>	
Ossidi di azoto totali	19 luglio 2001
Ozono	1 gennaio 2010

In aggiunta alla progressiva riduzione dei limiti, la normativa europea prevede che per ciascun inquinante, con l'eccezione dell'ozono, i valori limite possano variare all'interno di specifici margini di tolleranza, anch'essi differenti tra loro, che vanno a ridursi progressivamente secondo i passaggi temporali fissati nella tabella 1 fino al conseguimento del pieno rispetto della norma. Va rilevato che la definizione dei margini di tolleranza è legata esclusivamente a questioni operative, quasi ad "incanalare" in modo sempre più costrittivo i trend di concentrazione verso il limite fissato dalla norma; il legame tra limite di concentrazione e tutela sanitaria o ambientale è quindi espresso unicamente dai valori fissati per le scadenze indicate.

La progressiva riduzione dei margini di tolleranza, peraltro, riflette la riduzione attesa e generalizzata dei livelli di inquinamento come risultante della risposta normativa basata sull'emanazione di provvedimenti di vasta scala, principalmente in recepimento di Direttive europee come nel caso degli atti normativi riguardanti il miglioramento della qualità dei combustibili e dei carburanti, la riduzione dei limiti di emissione per l'omologazione di veicoli a motore e il contenimento delle emissioni industriali.

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

Nella presente relazione si è scelto di confrontare le concentrazioni rilevate (o, meglio, i parametri calcolati a seguito dell'elaborazione dei dati provenienti dalle reti di monitoraggio) con i limiti di legge propri del periodo, senza riguardo ai margini di tolleranza. Ciò consente di individuare e distinguere, con maggiore immediatezza, le sostanze per le quali, anche in prospettiva, si rende necessaria l'adozione di adeguate politiche di risposta, sia in termini preventivi che di risanamento, da quelle le cui concentrazioni sono state rilevate, in tutto o in parte, entro i limiti già entrati in vigore dal 2005 o che saranno pienamente vigenti a partire dall'anno 2010.

I valori limite di concentrazione in atmosfera fissati dalla normativa vigente per ciascuno degli inquinanti monitorati sono riportati nelle tabelle che seguono.

**Tab. 2 – Valori limite per PM<sub>10</sub>.**

<i>Protezione della salute umana</i>	
<i>Parametro</i>	<i>Val. lim. (µg/m<sup>3</sup>)</i>
Concentrazione media giornaliera (2005), non più di 35 superamenti/anno	50
Concentrazione media annuale (2005)	40

**Tab. 3 – Valori limite per PM<sub>2,5</sub>.**

<i>Valori limite indicativi (*)</i>	
<i>Parametro</i>	<i>Val. lim. (µg/m<sup>3</sup>)</i>
Concentrazione media annuale	25 (Europa) 15 (Stati Uniti)

(\*) Per questo parametro non sono stabiliti dalla normativa italiana valori limite di riferimento. I valori riportati in tabella sono stati ripresi da: 1- una Direttiva del Parlamento Europeo (ancora in fase di approvazione) in cui è indicato come limite per la media annuale, da raggiungere entro il 2015, 25 µg/m<sup>3</sup>; 2- Agenzia per la Protezione ambientale degli Stati Uniti (US-EPA) che ha indicato il valore della media annuale di 15 µg/m<sup>3</sup>.

**Tab. 4 – Valori limite per PTS.**

<i>Valori limite indicativi (*)</i>	
<i>Parametro</i>	<i>Val. lim. (µg/m<sup>3</sup>)</i>
Concentrazione media annuale	150
95° percentile	300

(\*) Per questo parametro non sono stabiliti valori limite a livello europeo e vengono presi come riferimento i limiti massimi di accettabilità previsti dalla tabella A del DPCM del 28 marzo 1983, anche se abrogato.

**Tab. 5 – Valori limite per SO<sub>2</sub>.**

<i>Protezione della salute umana (2005)</i>	
<i>Parametro</i>	<i>Val. lim. (µg/m<sup>3</sup>)</i>
Concentrazione media oraria (non più di 24 superamenti/anno)	350
Concentrazione media giornaliera (non più di 3 superamenti/anno)	125
<i>Protezione degli ecosistemi</i>	
<i>Parametro</i>	<i>Val. lim. (µg/m<sup>3</sup>)</i>
Concentrazione media annuale e media invernale (1/10-31/3)	20

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

**Tab. 6** – Valori limite per CO.

<i>Protezione della salute umana (2005)</i>	
<i>Parametro</i>	<i>Val. lim. (mg/m<sup>3</sup>)</i>
Concentrazione media mobile nell'arco delle 8 ore	10

**Tab. 7** – Valori limite per NO<sub>2</sub>.

<i>Protezione della salute umana (2010)</i>	
<i>Parametro</i>	<i>Val. lim. (mg/m<sup>3</sup>)</i>
Concentrazione media oraria (2010), non più di 18 superamenti/anno	200
Concentrazione media annuale (2010)	40
<i>Soglia per superamenti concentrazione media oraria (2005) + margine tolleranza</i>	250
<i>Concentrazione media annuale (2005) + margine tolleranza</i>	50

**Tab. 8** – Valori limite per NO<sub>x</sub>.

<i>Protezione della vegetazione</i>	
<i>Parametro</i>	<i>Val. lim. (mg/m<sup>3</sup>)</i>
Concentrazione media annuale (NO <sub>x</sub> )	30

**Tab. 9** – Valori limite per O<sub>3</sub>.

<i>Protezione della salute umana (valori bersaglio D.Lgs. 183/2004)</i>	
<i>Parametro</i>	<i>Val. lim. (mg/m<sup>3</sup>)</i>
Media mobile nell'arco delle 8 ore (2010), non più di 25 superamenti/anno come media su tre anni	120
<i>Protezione della vegetazione (valori bersaglio D.Lgs. 183/2004)</i>	
<i>Parametro</i>	<i>Val. lim. (mg/m<sup>3</sup>)</i>
AOT40 (2010), valore orario come media su 5 anni	18.000

E' da notare che, nel caso dell'ozono, il D.Lgs. 183/04 fissa i limiti definendoli come "valori bersaglio", ossia concentrazioni stabilite per evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso, da ottenere entro un dato periodo di tempo (in questo caso, entro l'anno 2010). Per AOT40 (Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb) si intende invece la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> (= 40 parti per miliardo, ppb) e 80 µg/m<sup>3</sup> in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori rilevati ogni giorno tra le 8 e le 20 (il periodo di tempo preso a riferimento dal citato decreto va dall'1 maggio al 31 luglio di ogni anno); espresso in questi termini, anche tale parametro si presenta come un indicatore di dose assorbita.

**Tab. 10** – Valori limite per benzene.

<i>Protezione della salute umana (2005-2010)</i>	
<i>Parametro</i>	<i>Val. lim. (mg/m<sup>3</sup>)</i>
Concentrazione media annuale (2005)	10
<i>Concentrazione media annuale + margine tolleranza al 2004</i>	10
Concentrazione media annuale (2010)	5

## 1.2 Stazioni fisse di rilevamento della qualità dell'aria

La qualità dell'aria nel Comune di Livorno viene controllata attraverso un sistema di monitoraggio costituito da due reti, una pubblica ed una privata. Entrambe sono costituite da centraline (stazioni) che rilevano le concentrazioni di sostanze inquinanti ed in alcuni casi anche i parametri meteorologici.

La gestione operativa della rete pubblica e la raccolta, la validazione, l'elaborazione e la restituzione dei dati sono affidate al Centro Operativo Provinciale (COP), gestito da ARPAT.

La rete privata ARIAL (Associazione per il Rilevamento di Inquinanti Atmosferici della zona di Livorno), gestita da alcune aziende ubicate nei comuni di Livorno e Collesalvetti, conta centraline nell'area urbana e nelle aree considerate a maggior rischio di ricaduta dei principali inquinanti atmosferici di origine industriale.

Le due reti consentono dunque di monitorare, attraverso inquinanti specifici, le diverse sorgenti di emissione del territorio livornese, comprese quelle legate ai principali insediamenti industriali (centrale termoelettrica ENEL, raffineria ENI, depositi di gas ed idrocarburi) e al trasporto marittimo che, con il traffico veicolare, forniscono contributi non trascurabili ai fenomeni di inquinamento atmosferico

Nell'area di Livorno le due reti, tra loro integrate, contano complessivamente 15 stazioni fisse (14 nel comune di Livorno ed una nel comune di Collesalvetti), una postazione mobile di rilevamento degli inquinanti. Nella tabella che segue è riportata la classificazione per le stazioni del comune di Livorno secondo quanto indicato dalla Decisione Europea 2001/752/CE per cui le stazioni della rete pubblica sono classificate in termini di localizzazione e tipologia di destinazione urbana.

**Tab. 11** – Stazioni di monitoraggio fisse della rete provinciale di Livorno.

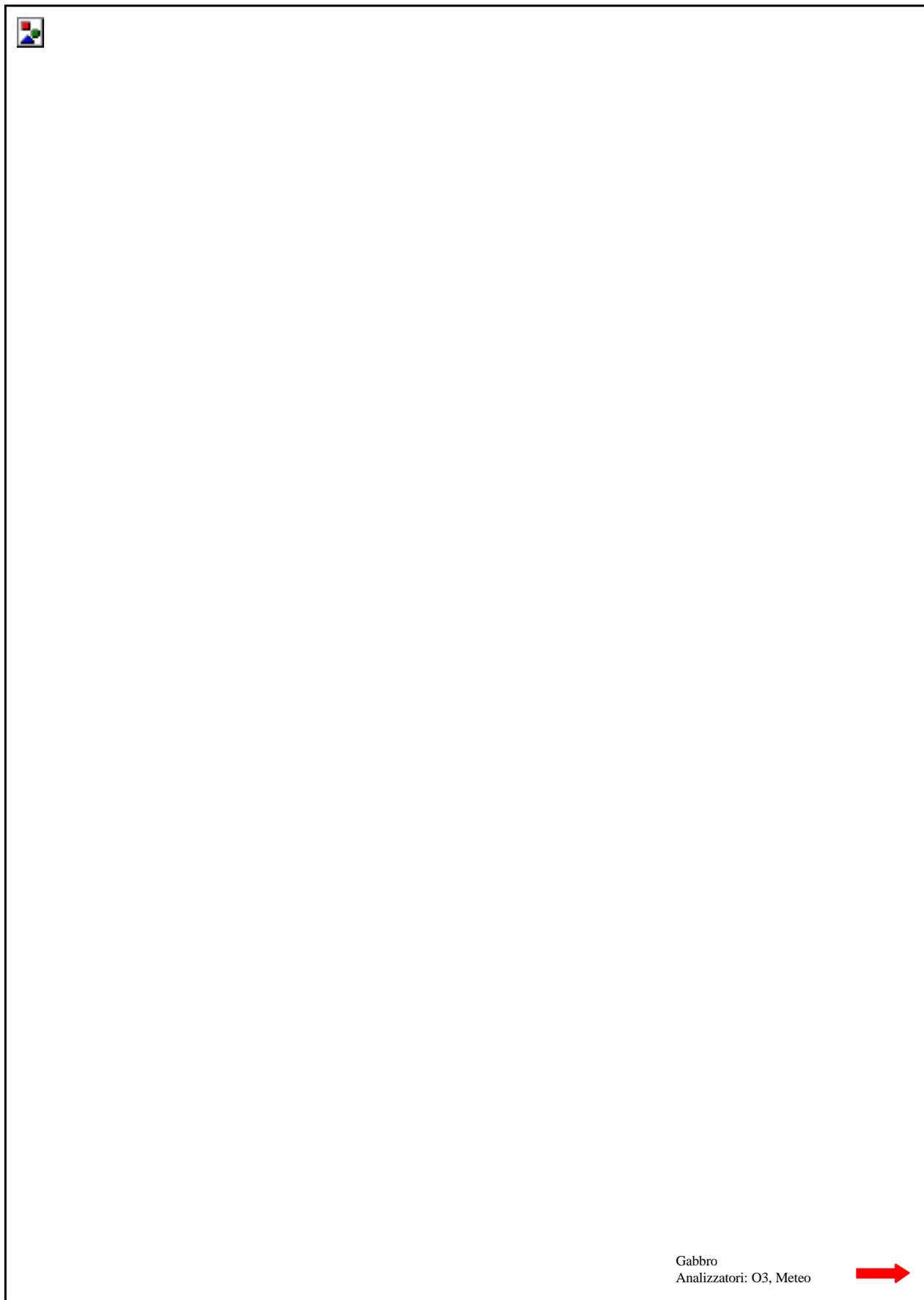
Stazione	Circ.	Rete	Tipo di zona	Tipo di stazione	
			Decisione 2001/752/CE	DM 20/5/91	Decisione 2001/752/CE
Villa Maurogordato	5	PUBBLICA.	periferica	D	fondo
Via Gobetti	1	PUBBLICA	urbana	B	industriale
Piazza Cappelletto	5	PUBBLICA	urbana	B	fondo
Piazza Mazzini	3	PUBBLICA	urbana	C	traffico
Viale Carducci	4	PUBBLICA	urbana	C	traffico
La Palazzina <sup>(*)</sup> (fraz. Gabbro)	5	PUBBLICA	rurale	D	fondo
La Rotonda Ardenza	5	PUBBLICA	periferica	D	meteo
Via La Pira	1	PRIVATA	urbana	B	industriale
Via Da Vinci	1	PRIVATA	urbana	B	industriale
Piazza XI Maggio	1	PRIVATA	urbana	C	traffico
Via Rossi	2	PRIVATA	urbana	C	traffico
Via Cattaneo	5	PRIVATA	urbana	C	traffico
Via Marx (Collesalvetti)	1	PRIVATA	urbana	B	industriale
Via De Sanctis	4	PRIVATA	urbana	B	meteo
Labromare	1	PRIVATA	urbana	B	meteo

(\*) di proprietà del Comune di Livorno.

Le stazioni fisse di monitoraggio nei comuni di Livorno e Collesalvetti sono localizzate come rappresentato nella cartina riportata nella pagina seguente. Nei paragrafi 1.2.1 e 1.2.2 vengono poi indicate le principali caratteristiche delle stazioni afferenti alle due reti di rilevamento.

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO



**Fig. 1** – Ubicazione delle centraline di monitoraggio

## 1.2.1 Caratteristiche delle stazioni della rete pubblica

<b>Viale Carducci</b>	<b>Urbana/Traffico</b>	E' situata in una zona in cui sono presenti strade ad intenso traffico veicolare, nelle vicinanze della stazione centrale FF.SS. di Livorno.
<b>Via Gobetti</b>	<b>Urbana/Industriale</b>	E' ubicata in una zona abitativa non particolarmente interessata da alto traffico veicolare, a circa 2 km a sud-ovest della zona industriale.
<b>Piazza Mazzini</b>	<b>Urbana/Traffico</b>	Si trova in zona abitativa ed in prossimità del Cantiere Navale ed è inoltre interessata da strade ad intensità medio-alta di traffico veicolare.
<b>Piazza Cappello</b>	<b>Urbana/Fondo</b>	Si trova nella zona sud di Livorno ed è inserita in un contesto di tipo prevalentemente residenziale, in cui l'intensità di traffico veicolare è costantemente medio-bassa.
<b>Villa Maurogordato</b>	<b>Periferica/Fondo</b>	E' all'estremo sud dell'area urbana di Livorno, in un parco relativamente lontano da emissioni antropiche dirette.
<b>La Palazzina</b> (fraz. Gabbro)	<b>Rurale/Fondo</b>	E' ubicata in una zona collinare, a circa 8 Km a sud di Livorno, lontana da emissioni in atmosfera dovute ad attività antropiche.
<b>La Rotonda Ardenza</b>	<b>Periferica/Meteo</b>	Si trova nella zona sud di Livorno

## 1.2.2 Caratteristiche delle stazioni della rete privata

<b>Via La Pira</b>	<b>Urbana/Industriale</b>	Si trova in una zona residenziale ad intensità di traffico veicolare medio-bassa, a circa 2 km a sud-ovest dalla zona industriale di Livorno.
<b>Via Da Vinci</b>	<b>Urbana/Industriale</b>	E' situata presso lo scalo merci ferroviario di Livorno Calambrone, in un punto interessato dalla ricaduta delle emissioni dalla raffineria ENI quando i venti provengono dal quadrante NE.
<b>Piazza XI Maggio</b>	<b>Urbana/Traffico</b>	E' ubicata in una zona abitativa caratterizzata dalla presenza di strade a medio-alta intensità di traffico veicolare, in prossimità della centrale termoelettrica ENEL.
<b>Via Ernesto Rossi</b>	<b>Urbana/Traffico</b>	E' localizzata in centro città, in una zona ad alta densità abitativa caratterizzata tuttavia da traffico veicolare ad intensità ridotta e ad accesso regolamentato.
<b>Via Cattaneo</b>	<b>Urbana/Traffico</b>	E' situata nella zona sud di Livorno, in una zona abitativa in cui non sono presenti strade ad elevata intensità di traffico veicolare.
<b>Via Marx</b> (Collesalveti)	<b>Urbana/Industriale</b>	Si trova nella frazione Stagno del Comune di Collesalveti, nella zona meglio conosciuta con il nome di Villaggio Emilio, a circa 500 metri dalla raffineria ENI, in una zona non direttamente interessata da alta intensità di traffico veicolare.
<b>Via De Sanctis</b>	<b>Urbana/Meteo</b>	Si trova nella zona sud di Livorno.
<b>Labromare</b>	<b>Urbana/Meteo</b>	Si trova all'interno dell'area portuale di Livorno.

## 1.2.3 Inquinanti monitorati

La rete pubblica è dotata di una strumentazione che oltre a rilevare e misurare gli inquinanti "tradizionali", può monitorare gli inquinanti verso i quali è cresciuto l'interesse negli ultimi anni (polveri sottili PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) e di quelli tipicamente associati al traffico urbano, come l'insieme di composti aromatici Benzene, Toluene, Etilbenzene e Xileni (indicati con l'acronimo BTEX). La rete privata ARIAL è invece orientata al monitoraggio di SO<sub>2</sub>, considerato il tracciante principale dell'inquinamento atmosferico di origine industriale.

**Tab. 12 – Inquinanti monitorati dalle stazioni fisse di rilevamento.**

	Stazione	Inquinanti							
		CO	NO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	PTS	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	BTEX
<b>Rete pubblica</b>	Viale Carducci	X	X			X	X	X	
	Via Gobetti	X	X				X		X
	Piazza Mazzini	X	X						X
	Piazza Cappelletto		X	X		X			
	Villa Maurogordato	X	X	X			X		X
	La Palazzina (fraz. Gabbro)			X					
<b>Rete privata</b>	Via La Pira				X	X			
	Via Da Vinci		X			X			
	Piazza XI Maggio	X				X			
	Via Rossi		X	X		X			
	Via Cattaneo					X			
	Via Marx (Collesalveti)					X			

Le stazioni di Villa Maurogordato e di La Palazzina Gabbro sono state scelte ed inserite dal maggio 2005, nella Rete regionale virtuale per il monitoraggio in continuo dell'ozono troposferico, ai sensi del Dlgs. n.183/04, come stazioni suburbana e rurale rispettivamente; la stazione di Gabbro risulta essere attualmente l'unica centralina della rete regionale in grado di soddisfare tutti i requisiti previsti come stazione di tipo rurale.

Sempre in relazione all'ozono con la DGRT n.768 del 1 agosto 2005 la Regione Toscana ha inserito le centraline di Piazza Cappelletto, Gabbro e Villa Maurogordato nella Zona di risanamento Livornese, Pisana e del Cuoio per quanto riguarda le modalità di informazione del pubblico del superamento della soglia di informazione per l'ozono di cui al D.Lgs n.183/04.

E' infine in fase di approvazione il progetto per la realizzazione della rete regionale virtuale per il monitoraggio in continuo delle PM<sub>10</sub>; le centraline di Viale Carducci, Vai Gobetti e Villa Maurogordato faranno probabilmente parte di tale rete.

### 1.3 Campagne di rilevamento

Nel 2005 il mezzo mobile di ARPAT non è stato impiegato in campagne di rilevamento.

## 2. DATI RACCOLTI – ELABORAZIONE E COMMENTO

### 2.1 Rendimenti degli analizzatori delle postazioni fisse della rete pubblica

L'Allegato X del DM 60/02 e il documento "Criteri di validazione ed elaborazione degli indicatori relativi agli inquinanti in aria ambiente", redatto dalla commissione ARIA di ARPAT, stabiliscono che per la valutazione della qualità dell'aria su base annua, per ogni stazione e per ciascun inquinante monitorato, l'insieme dei dati raccolti è significativo quando il rendimento strumentale è almeno del 90%.

Il rendimento strumentale è definito come il rapporto percentuale dei dati generati e validati rispetto al totale teorico diminuito dei dati non generati o non validati a causa di tarature, per attività di manutenzione ordinaria, per attività di check automatico giornaliero o per calibrazioni GPT. Cause di perdita di dati possono essere i guasti accidentali o le operazioni di manutenzione straordinaria.

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

E' importante aggiungere che strumenti diversi, particolarmente in relazione ai differenti inquinanti analizzati, non richiedono gli stessi tempi per le attività citate: a titolo di esempio, per le attività di calibrazione in condizioni ordinarie gli analizzatori di Ozono richiedono circa un'ora al giorno, mentre gli analizzatori di CO richiedono tempi molto inferiori.

Stante la difficoltà di definire questi parametri operativi per ciascuno strumento, il Sistema Informativo Regionale Ambientale (SIRA) ha ritenuto di considerare come base netta per il calcolo del rendimento strumentale il 95% dei dati teorici. Poiché su tale base è possibile che ad uno strumento sia associato un rendimento superiore al 100% (per la definizione data, ciò accade quando i dati validi sono più del 95% di quelli teorici), in questi casi, per evitare rappresentazioni che potrebbero risultare fuorvianti, il SIRA ha stabilito di assegnare un rendimento del 100%.

La tabella 13 mostra i rendimenti percentuali annuali delle stazioni di misura, per ciascun inquinante monitorato sulla base delle informazioni ufficiali fornite dal SIRA. Non è stato possibile esprimere la percentuale di dati validi sui valori rilevati per gli idrocarburi non metanici, dal momento che detti valori sono prossimi al limite di rilevabilità strumentale.

**Tab. 13** – Rendimenti delle stazioni di misura relativi all'anno 2005.

	Stazione	Inquinanti									
		<i>PM<sub>10</sub></i>	<i>PM<sub>2,5</sub></i>	<i>PTS</i>	<i>SO<sub>2</sub></i>	<i>CO</i>	<i>NO</i>	<i>NO<sub>2</sub></i>	<i>NO<sub>x</sub></i>	<i>O<sub>3</sub></i>	<i>Benzene</i>
<b>Rete pubblica</b>	Viale Carducci	100	100		100	100	100	100	100		
	Via Gobetti	100				98,3	100	100	100		<b>81,2</b>
	Piazza Mazzini					98,9	96,2	96,2	96,2		93,9
	Piazza Cappiello				92,9		97,9	97,9	97,9	98,8	
	Villa Maurogordato	100				99,0	98,5	98,5	98,5	98,2	98,5
	La Palazzina (fraz. Gabbro)									97,7	
<b>Rete privata</b>	La Pira			100	100						
	Via Da Vinci				100		<b>46,2</b>	<b>46,2</b>	<b>46,2</b>		
	Piazza XI Maggio				90,6	<b>83,3</b>					
	Via Rossi				100		100	100	100	100	
	Via Cattaneo				100						
	Via Marx (Collesalveti)				100						

Come si può notare, il rendimento delle stazioni della rete pubblica è sempre superiore al 90%, eccezion fatta per il Benzene della centralina di via Gobetti, mentre le stazioni della rete privata hanno avuto dei problemi per NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> in Via Leonardo da Vinci e con lo strumento del CO in Piazza XI Maggio. I valori dei rendimenti di tutte le centraline sia della rete pubblica che della rete privata sono in netto miglioramento rispetto all'anno 2004 (già nel 2004 i valori del rendimento delle centraline della rete pubblica risultavano comunque estremamente soddisfacenti). Il COP di Livorno ha raggiunto gli ottimi risultati appena esposti grazie alla concorrenza di due fattori: il primo sta nel ruolo svolto dall'Amministrazione Provinciale, che si è fatta carico dell'onere della manutenzione della rete di rilevamento; il secondo, ma non ultimo per importanza, è stato ed è il costante e tempestivo presidio della rete garantito da ARPAT, nonostante l'impiego di un solo operatore full-time. Solo un'incessante attività di sorveglianza dell'andamento della rete può infatti consentire ai manutentori di intervenire in modo veloce e mirato, limitando così i periodi di inattività delle centraline e le conseguenti perdite di dati.

E' bene tuttavia sottolineare che, come previsto dal DM 60/02, l'elaborazione di indicatori attendibili su base annuale, nel caso di percentuale di dati validi inferiore al 90%, richiede di porre l'attenzione anche sulla distribuzione dei dati validi nel corso dell'anno; due serie annuali di dati

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

con la stessa percentuale di dati validi hanno infatti rappresentatività diversa se lo stesso numero di dati non validi è distribuito uniformemente nell'arco dell'anno o è concentrato in un breve periodo. In particolare, lo studio della distribuzione dei dati sul periodo di osservazione annuale si basa sul calcolo della percentuale di dati elementari validi nel cosiddetto "mese mobile standard", prendendo cioè in esame i giorni dal primo al trentesimo, dal secondo al trentunesimo, dal terzo al trentaduesimo e così via. Per ogni mese mobile standard i dati validi possono essere al massimo 720, se si tratta di medie orarie, o 30 se si tratta di medie giornaliere. I valori di 0° percentile, 50° percentile e della distanza 30°-70° percentile relativi alla distribuzione dei dati validi definiscono quindi l'appartenenza delle aggregazioni annuali ai livelli di attendibilità I o II sulla base del contemporaneo verificarsi di tre condizioni proprie di ciascun livello.

**Tab. 14 – Criteri di accettabilità**

<b>Indice</b>	<b>Condizioni per accettabilità I livello</b>	<b>Condizioni per Accettabilità II livello</b>
0° percentile (% del massimo teorico)	> 50	> 22
50° percentile (% del massimo teorico)	> 85	> 22
Distanza tra 30° e 70° percentile (% della mediana)	< 15	< 15

Se la serie di dati ha un'attendibilità di I livello, essa è immediatamente disponibile per l'elaborazione degli indicatori (eccezion fatta per l'AOT40 dell'ozono, per il quale sono necessarie ulteriori operazioni statistiche); quando invece la serie di dati possiede attendibilità di II livello è necessario utilizzare tecniche statistiche di boot-strap (costruzione di serie random estratte dal set di dati validi) e di correzione dei valori medi ottenuti.

Applicando questi criteri nel caso dei dati raccolti dall'analizzatore del Benzene in Via Gobetti si evince che per essi, non risulta soddisfatto né il criterio di accettabilità di I livello né quello di II livello per cui non è possibile porre rimedio alla lacuna evidenziata.

**Tab. 15 – Analisi delle stazioni della rete pubblica con rendimenti inferiori al 90%.**

<b>Stazione</b>	<b>Param.</b>	<b>I liv.</b>	<b>II liv.</b>	<b>Dati validi (n.)</b>	<b>Tot. dati (%)</b>	<b>Validi (%)</b>
Via Gobetti	Benzene	NO	NO	7163	86,1	81,2

## 2.2 Dati rilevati e confronto con i limiti della normativa

Nei paragrafi seguenti sono presentati i quadri riassuntivi dei dati forniti dalle reti di rilevamento presenti nel Comune di Livorno relativi all'anno 2005. Le informazioni vengono riportate ricorrendo a tre differenti modalità di rappresentazione, una tabellare e due grafiche.

Si ritiene utile riassumere di seguito le modalità operative con cui sono state elaborate le tre rappresentazioni ed alcuni suggerimenti in merito al loro corretto utilizzo.

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

## Tabella

Per ciascun inquinante (ad eccezione del monossido di azoto) e per ciascuna centralina le tabelle riportano i risultati numerici delle elaborazioni, il confronto con i limiti normativi e le indicazioni su dati operativi di interesse, come il numero di dati validi o il numero di medie valide.

In merito ai dati provenienti dalla rete pubblica, è stato ben rimarcato il caso del Benzene in Via Gobetti per il quale i risultati devono essere presi con una certa cautela. Anche i dati provenienti dalla rete privata ARIAL sono stati elaborati ma si è scelto di non commentarli in quanto non vengono validati da ARPAT.

## Grafici tridimensionali

Per gli indicatori ottenuti dai rilevamenti della rete pubblica sono stati elaborati grafici tridimensionali che riportano la “concentrazione media oraria su base settimanale”.

Il procedimento per l’ottenimento del dato è il seguente: i sette valori di ciascuna delle 24 ore dei giorni in una settimana, vengono mediati ottenendo così una sorta di “giorno tipo settimanale”.

Le 24 medie giornaliere calcolate (12 per le PM<sub>10</sub>) e le settimane appartenenti al singolo periodo osservato, costituiscono la base del grafico in 3D; l’elevazione (terza dimensione) della superficie ed il colore della stessa indicano la concentrazione, suddivisa in categorie, dell’inquinante considerato.

Non sono state introdotte soglie minime per l’ottenimento del dato medio orario settimanale; tuttavia il buon rendimento degli analizzatori ha consentito una buona rappresentatività per ciascun inquinante.

In conseguenza di quanto sopra esposto, l’impiego della concentrazione media su base settimanale come primo strumento di generazione del dato di base del grafico presenta alcuni vantaggi e, allo stesso tempo, richiede alcune cautele nell’interpretazione delle figure risultanti in quanto, com’è logico attendersi, un grafico costruito in tale maniera rappresenta in modo attenuato i fenomeni acuti a carattere episodico.

L’attenuazione dei picchi d’altro canto aumenta la leggibilità dei grafici tridimensionali, e consente al tempo stesso una visione globale delle variazioni di concentrazione degli inquinanti nelle 24 ore e nell’arco dell’anno; la media settimanale costituisce infatti un valido compromesso tra le esigenze di rappresentazione grafica e le esigenze di mantenere ad un basso livello l’aggregazione dei dati per non perdere informazione utile.

Tale approccio agevola e fornisce spunti di riflessione nell’ambito della valutazione delle pressioni che influenzano lo stato della qualità dell’aria facilitando la discriminazione di effetti provocati sia dalle attività antropiche sia da cambiamenti a carattere stagionale che da entrambi i fenomeni in varia misura.

Si può quindi concludere che i grafici tridimensionali raffiguranti la “la concentrazione media su base settimanale” descrivono con immediatezza l’andamento generale e complessivo della concentrazione dell’inquinante.

E’ tuttavia importante sottolineare che i valori numerici costituenti il grafico non possono essere utilizzati per un confronto con i limiti normativi, che sono riferiti a basi temporali e modalità di aggregazione differenti; per lo stesso motivo, la lettura del grafico non consente la determinazione del numero di superamenti di soglie determinate dalla stessa normativa, benché nelle rappresentazioni grafiche siano state adottate scale di concentrazione che sono comunque congruenti con uno o più limiti normativi.

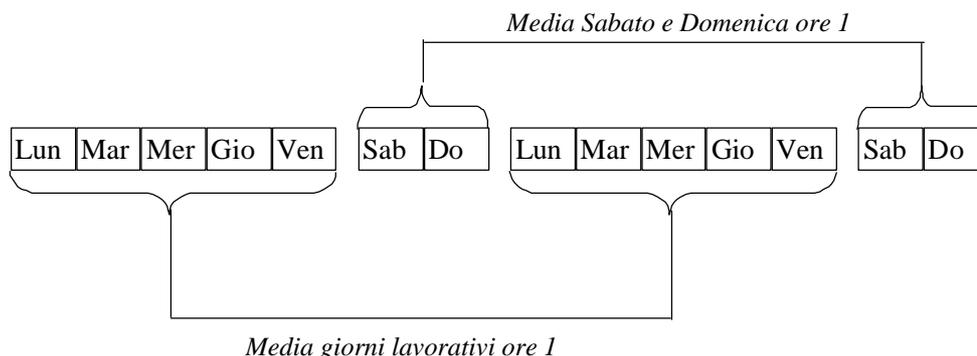
## Grafici bidimensionali

In alcuni casi sono stati elaborati e commentati ulteriori grafici con gli andamenti giornalieri di concentrazione delle ore medie (giorno tipo) per due settimane consecutive (ora media su base bisettimanale).

Il calcolo delle ore medie bisettimanali è stato effettuato in questo modo:

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO



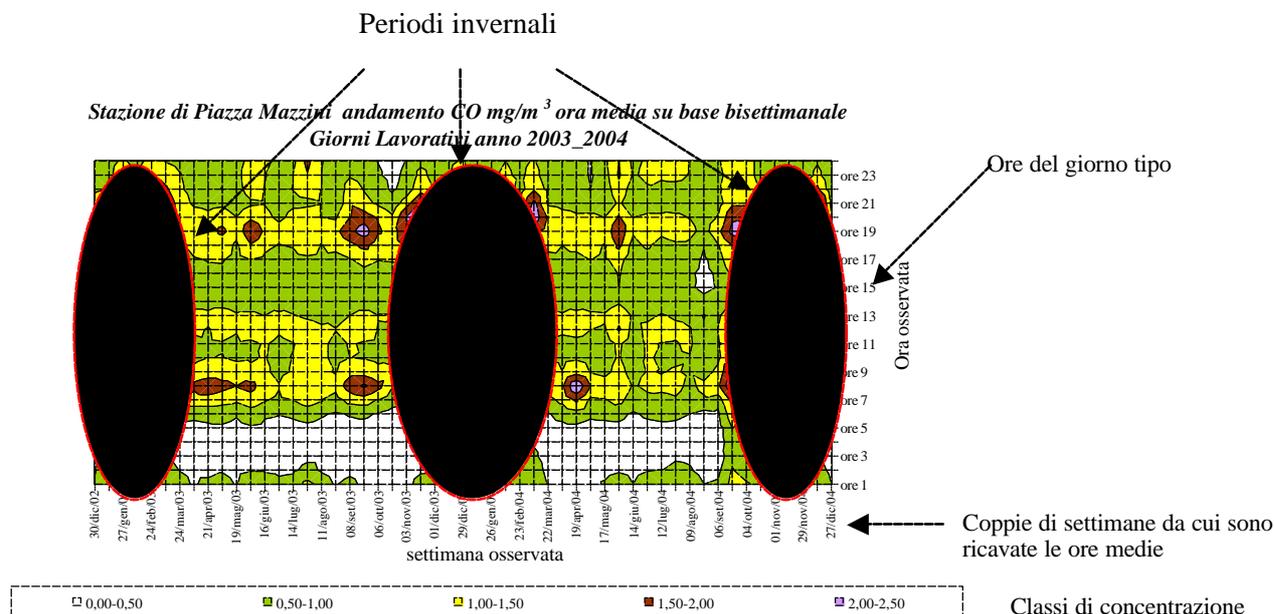
- come rappresentato nel disegno, si calcola la media delle ore 1 dei giorni da lunedì a venerdì per due settimane consecutive e dei giorni sabato e domenica per due settimane consecutive;
- si ripete il calcolo in modo analogo per le ore 2, le ore 3 e così via sino alle ore 24;
- si ripete il calcolo secondo i precedenti due punti per le coppie di settimane successive (settimane 3 e 4, settimane 5 e 6 e così via), sino ad ottenere i dati delle coppie di settimane corrispondenti al periodo di interesse.

Perché venga generato un dato medio orario impiegando la modalità appena descritta è sufficiente avere almeno un valore valido (su 10, per il giorno tipo lavorativo, o su 4 per il giorno tipo non lavorativo); in questo caso, tuttavia, non è possibile compensare le lacune di dati dovute alle calibrazioni automatiche, che avvengono sempre alla stessa ora, o a lunghi periodi di indisponibilità degli strumenti; in questo caso i dati mancanti sono ricompresi nella classe di concentrazione inferiore.

I grafici elaborati secondo questi criteri permettono di osservare efficacemente i trend di concentrazione nell'arco del giorno tipo e le variazioni di concentrazione al variare della stagione; l'individuazione di due giorni tipo (lavorativo e non lavorativo) consente poi di effettuare ulteriori valutazioni in merito all'effetto antropico ed infine è possibile analizzare le differenze anche alla luce della tipologia del contesto ambientale in cui sono inserite le tre stazioni di rilevamento (traffico, industria, fondo).

Anche in questo caso si sottolinea che il valore del parametro a base del grafico non può essere utilizzato per un confronto con i limiti normativi.

Infine, per interpretare correttamente i grafici, ci si può riferire all'esempio seguente.



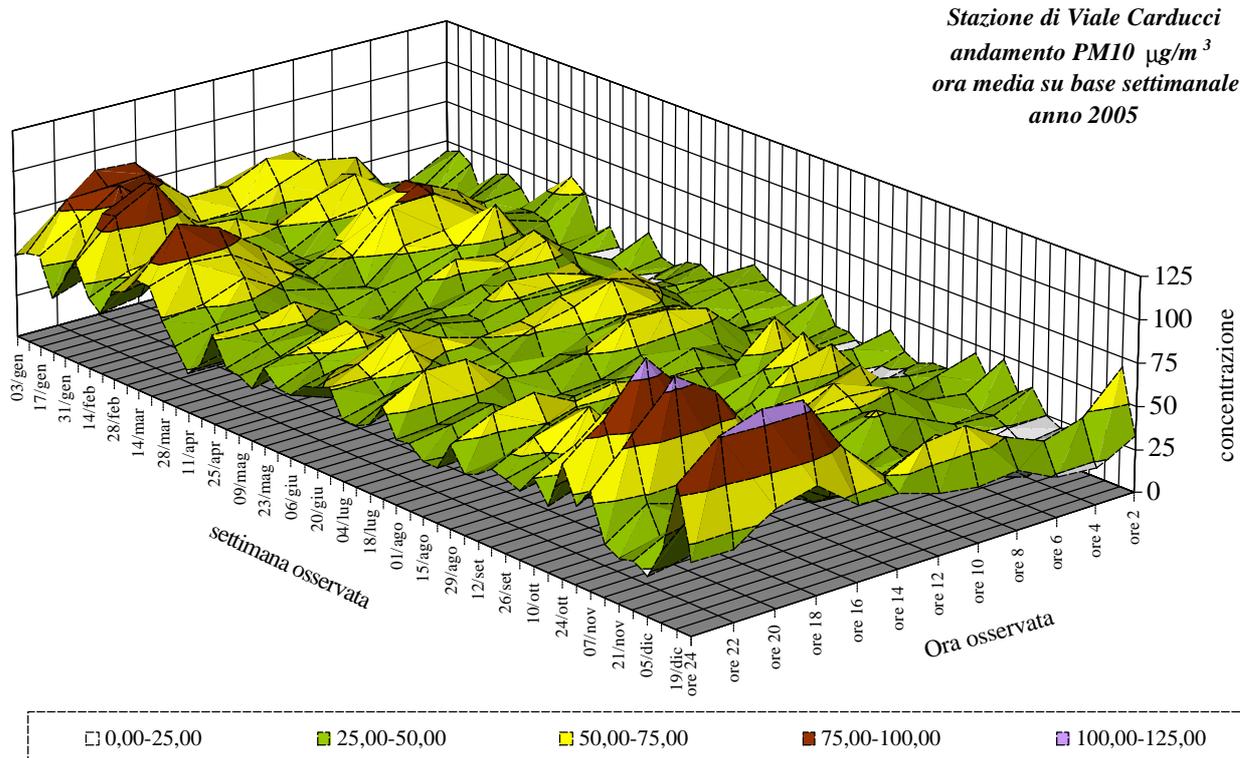
## 2.2.1 PM<sub>10</sub>

I dati provengono dalle centraline della rete pubblica di Viale Carducci, Via Gobetti e Villa Maurogordato. Come nell'anno 2005, si nota una generale non rispondenza ai parametri di qualità in Viale Carducci: il valore limite della media annuale è stato superato del 7,5% e si sono registrati superamenti per poco meno di un terzo dell'anno. Si fa presente che la stazione di Villa Maurogordato può essere considerata indicativa del valore di fondo per la concentrazione di PM<sub>10</sub>. Si riportano di seguito le gli andamenti della concentrazione di PM<sub>10</sub> nell'arco dell'anno per le tre diverse centraline con alcune delle modalità grafiche descritte in precedenza.

**Tab. 16** – PM<sub>10</sub>: riepilogo dei dati rilevati dalle centraline.

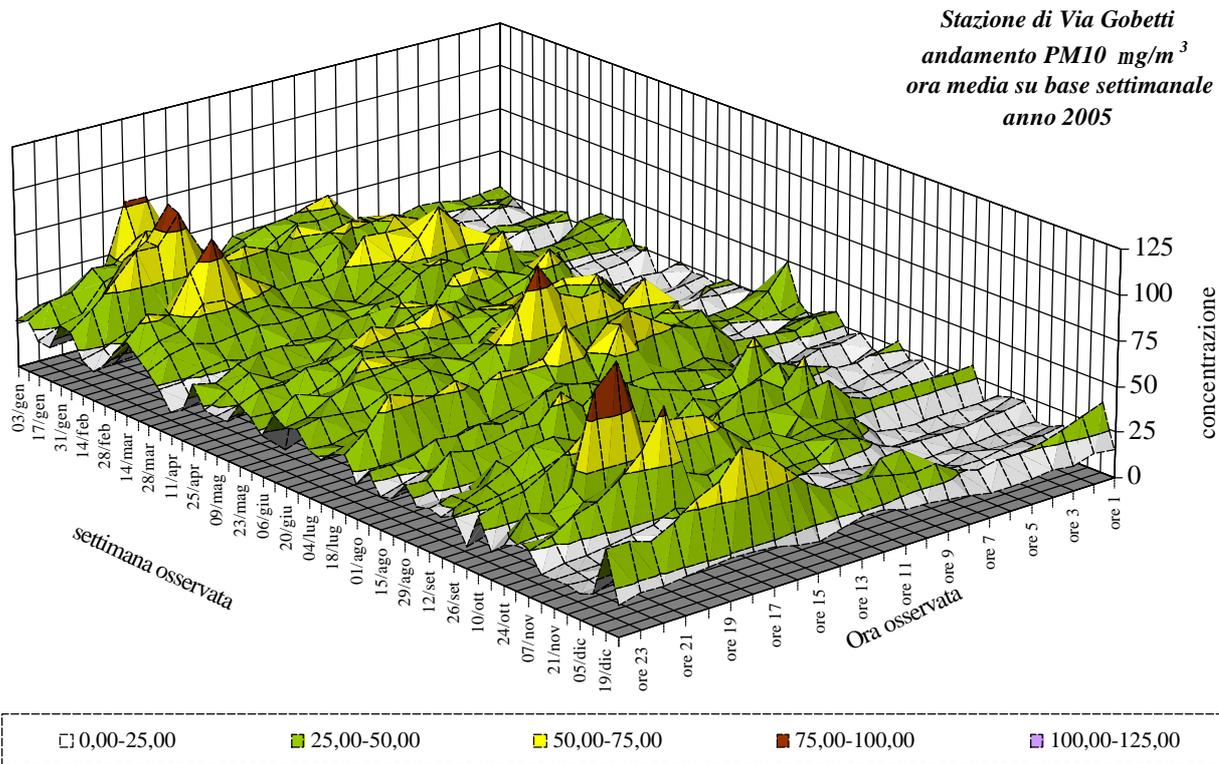
	Limite di Rif (2005)	Viale Carducci	Via Gobetti	Villa Maurogordato
Dati validi (medie giornaliere)		364	360	351
Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	40	<b>43</b>	31	19
Valori giornalieri > 50 µg/m <sup>3</sup>	35	<b>107</b>	20	0

### Viale Carducci

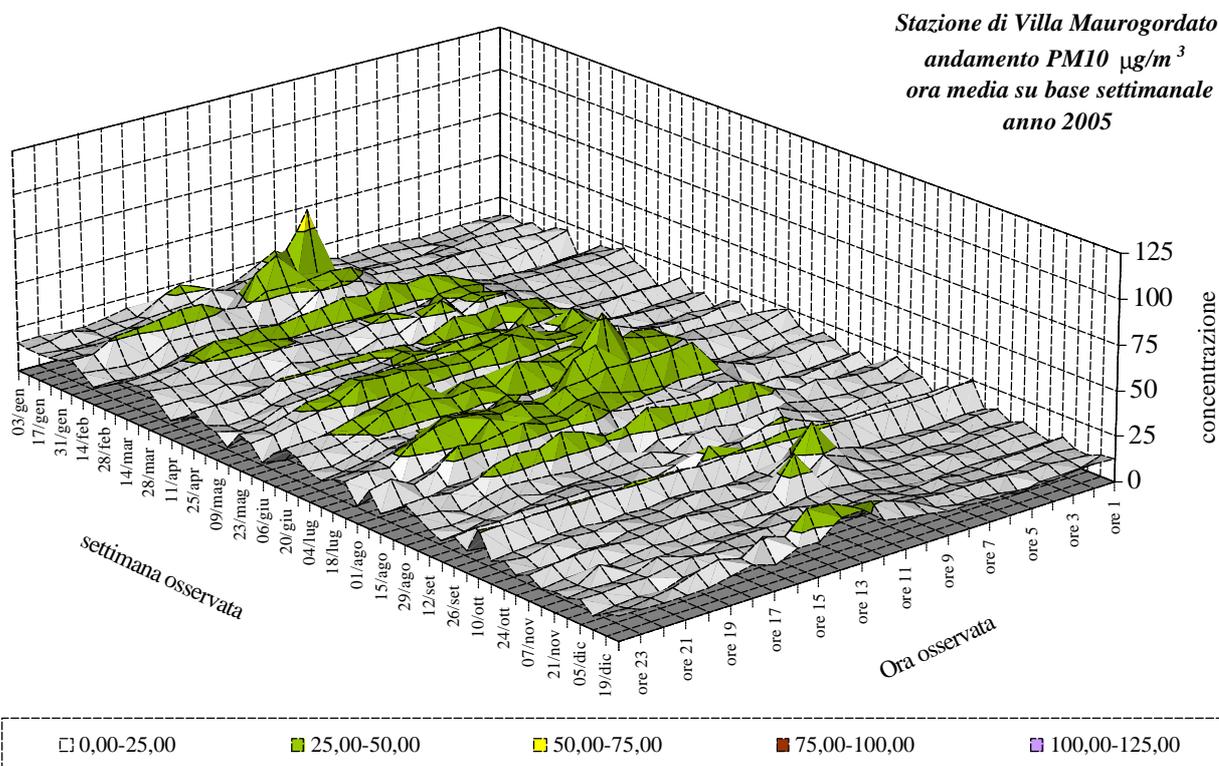


Come si può notare i valori più alti di concentrazione si sono verificati in occasione dei periodi invernali, e in corrispondenza delle fasce orarie in cui è presumibile si sia verificato un aumento del traffico veicolare (effetto antropico).

## Via Gobetti



## Villa Maurogordato



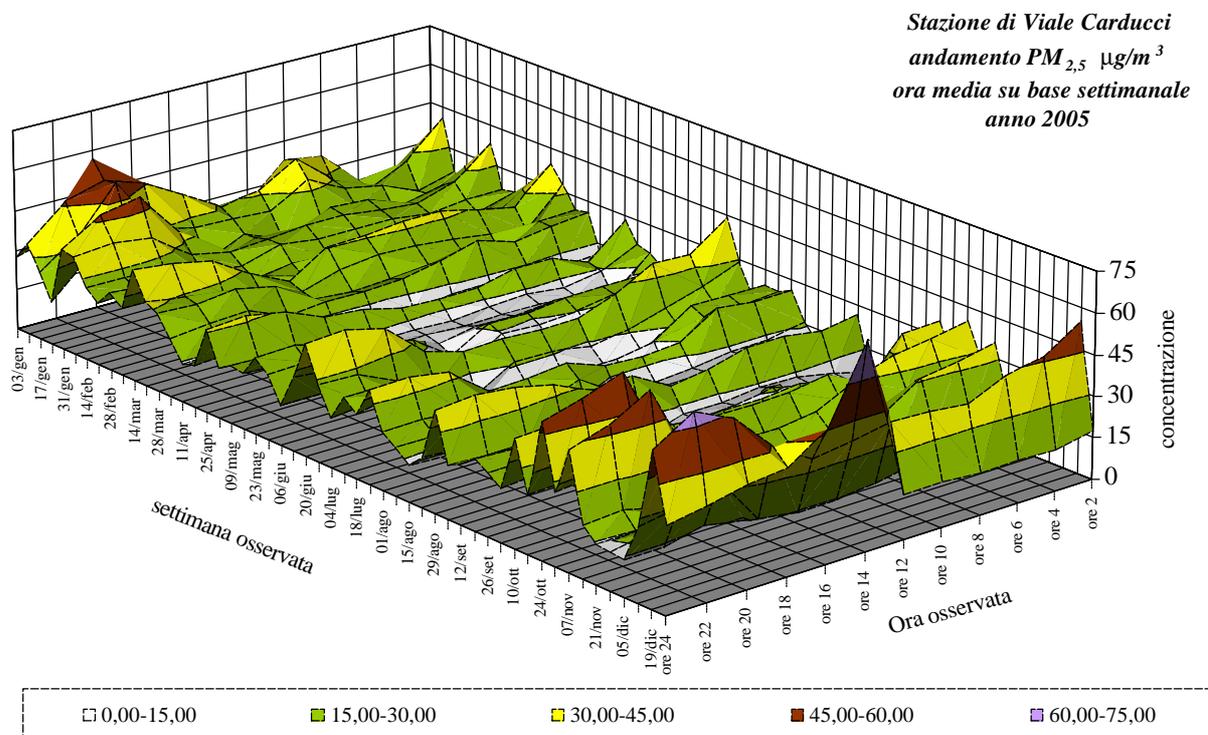
Per la stazione di Villa Maurogordato, ubicata in zona a verde pubblico distante da sorgenti inquinanti, si evidenzia una maggiore concentrazione di PM<sub>10</sub> nel periodo di tarda primavera, tra maggio e giugno, con una leggera diminuzione nel corso della stagione calda: tale fenomeno potrebbe essere riconducibile ai pollini di piante a disseminazione anemofila tipiche dei climi temperati. Non è possibile escludere il contributo alle PM<sub>10</sub> di altre componenti secondarie o terziarie di origine naturale o antropica eventualmente risollevate dall'azione del vento.

## 2.2.2 PM<sub>2,5</sub>

L'unica centralina che rileva la concentrazione delle PM<sub>2,5</sub> è quella di Viale Carducci. Per questo inquinante non sono ancora stati stabiliti valori limite di riferimento a livello europeo ma, per poter comunque esprimere un giudizio si è deciso di far riferimento al valore indicato nella Proposta di Direttiva del Parlamento Europeo SEC(2005)1133 che indica come valore limite per la media annuale il valore di 25 µg/m<sup>3</sup>. Si fa presente che nella precedente versione di questo documento, mancando questa indicazione, si era preso come riferimento il valore della media annuale adottato dall'Agenzia per la Protezione ambientale degli Stati Uniti (US-EPA) pari a 15 µg/m<sup>3</sup>. Il valore della media annuale, in ogni caso, lascia intravedere una situazione di criticità in analogia con quanto visto per il PM<sub>10</sub> della medesima centralina.

Tab. 17 – PM<sub>2,5</sub>: riepilogo dei dati rilevati dalle centraline.

	Limite di Rif	Viale Carducci
Dati validi (medie giornaliere)	-	357
Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	25/15	<b>21</b>

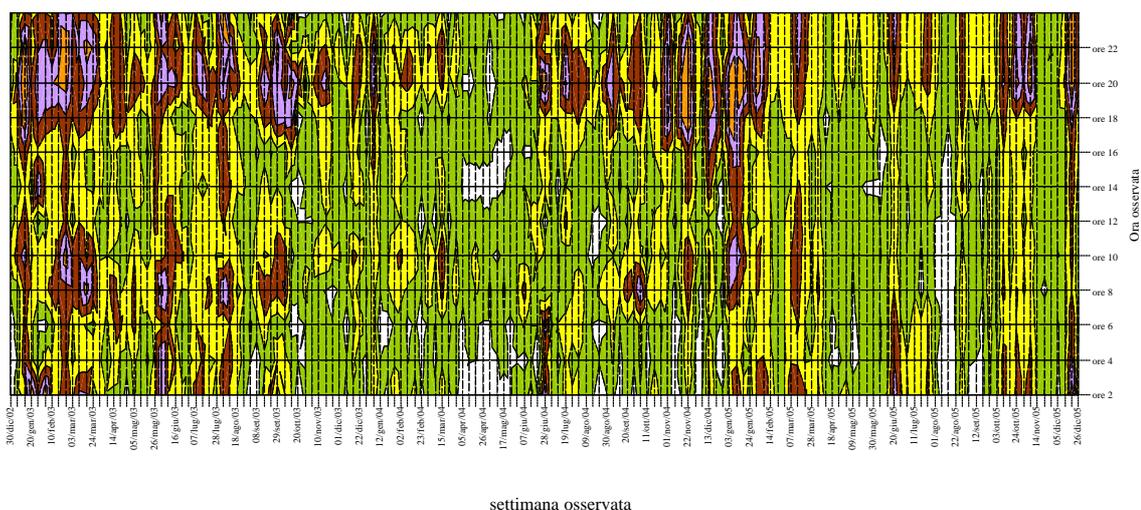


## 2.2.2.1 Valutazione dell'effetto antropico sull'andamento della concentrazione di PM<sub>2,5</sub>

In analogia allo studio condotto lo scorso anno sull'effetto antropico sull'andamento delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> si riportano di seguito i grafici bidimensionali relativi all'andamento della concentrazione di PM<sub>2,5</sub> rilevata dalla centralina di Viale Carducci dal 1° gennaio 2003 al 31 dicembre 2005 nell'arco delle 24 ore per i giorni lavorativi (1° grafico) e per il sabato e la domenica (2° grafico).

Dall'analisi di tali grafici non si rilevano particolari differenze passando dal caso del giorno lavorativo ai giorni di sabato e domenica; pertanto da una prima analisi l'effetto antropico appare significativamente meno marcato rispetto al caso delle PM<sub>10</sub>. Dato però che le PM<sub>2,5</sub> hanno comportamenti diffusionali molto più simili a quelli di un gas rispetto a quelli di un solido, non si può escludere che fattori quali la persistenza in atmosfera per lunghi periodi di tempo e quindi il contributo di sorgenti anche a distanze significative siano tali da rendere meno evidenti le differenze tra i due periodi considerati.

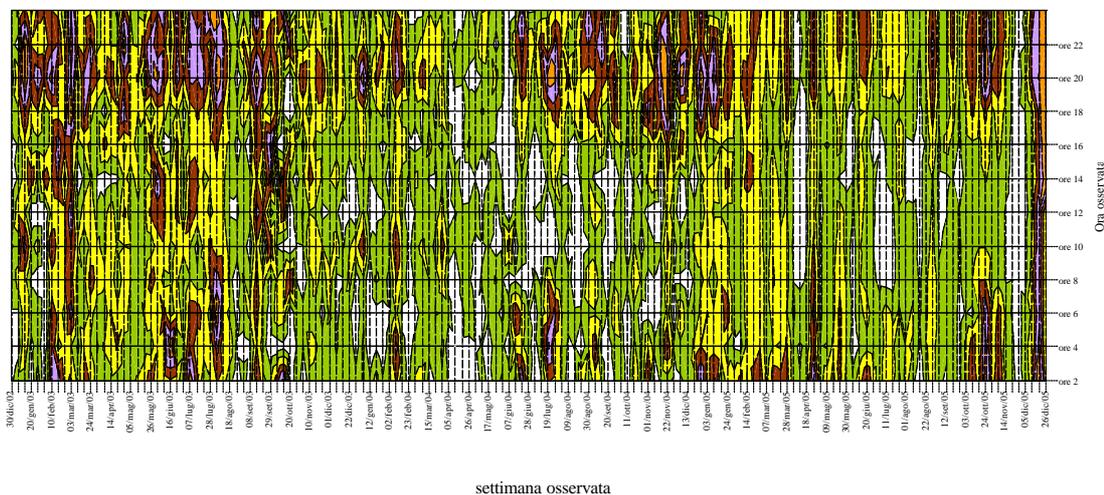
*Stazione di Viale Carducci  
andamento PM<sub>2,5</sub> µg/m<sup>3</sup>  
ora media su base settimanale anno 2003-2005  
giorni lavorativi*



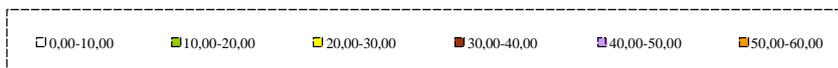
Classi di concentrazione  
PM<sub>2,5</sub> µg/m<sup>3</sup>



**Stazione di Viale Carducci**  
**andamento PM<sub>2,5</sub> µg/m<sup>3</sup>**  
**ora media su base settimanale anno 2003-2005**  
**sabato e domenica**



Classi di concentrazione  
PM<sub>2,5</sub> µg/m<sup>3</sup>



## 2.2.3 PTS

L'unica stazione di rilevamento delle PTS è quella di Via La Pira, che fa parte della rete privata ARIAL. I dati non sono stati validati da ARPAT.

**Tab. 18** – PTS: riepilogo dei dati rilevati dalle centraline.

	Limite di Rif	Via La Pira
Dati validi (medie giornaliere)		344
Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	150	34
95° percentile	300	55

## 2.2.4 SO<sub>2</sub>

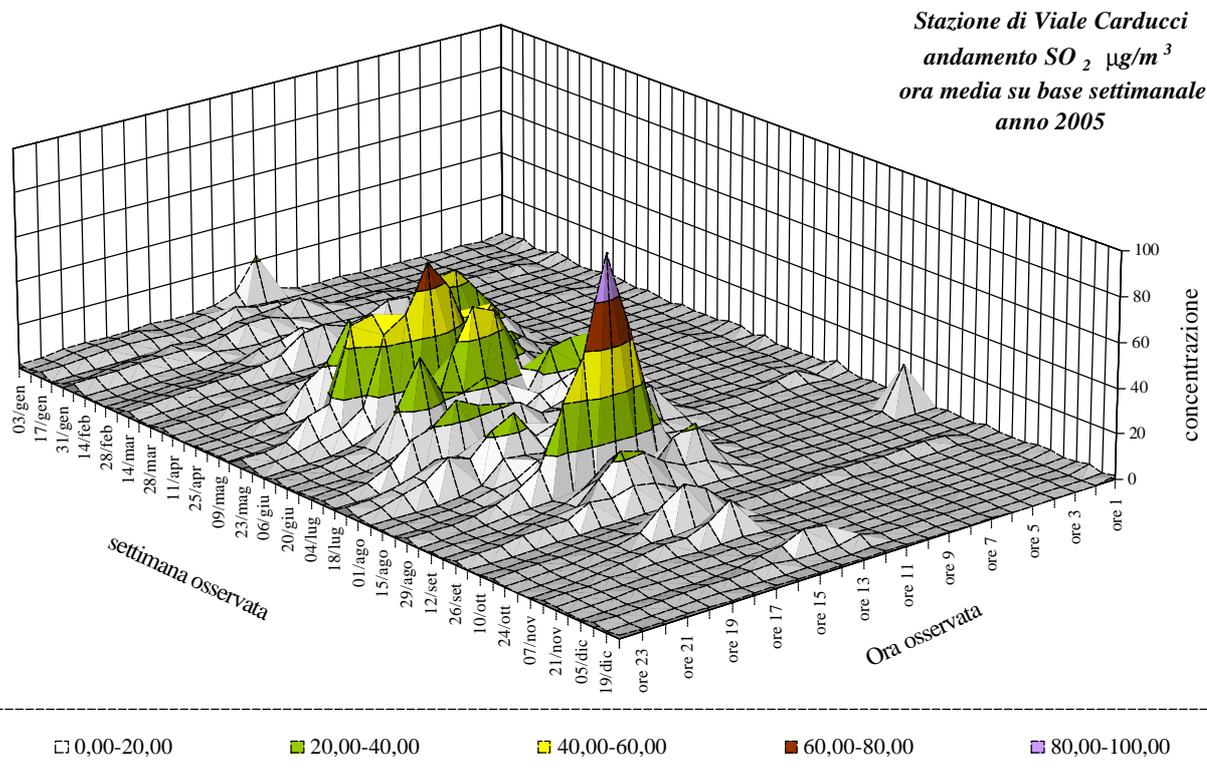
### Rete pubblica

I risultati mostrano in generale una buona rispondenza ai criteri di qualità in termini di concentrazioni ma bisogna rilevare si è registrato un superamento dei 24 previsti come limite per la soglia di 350 µg/m<sup>3</sup> nella centralina di Viale Carducci. E' ragionevole supporre che, tale superamento, così come i valori di massima concentrazione evidenziati nel grafico relativo alla centralina di Viale Carducci siano dovuti non già al contributo del traffico veicolare (cfr. il profilo del grafico del CO) ma ad altre sorgenti emissive di natura industriale.

**Tab. 19** – SO<sub>2</sub>: riepilogo dei dati rilevati dalle centraline.

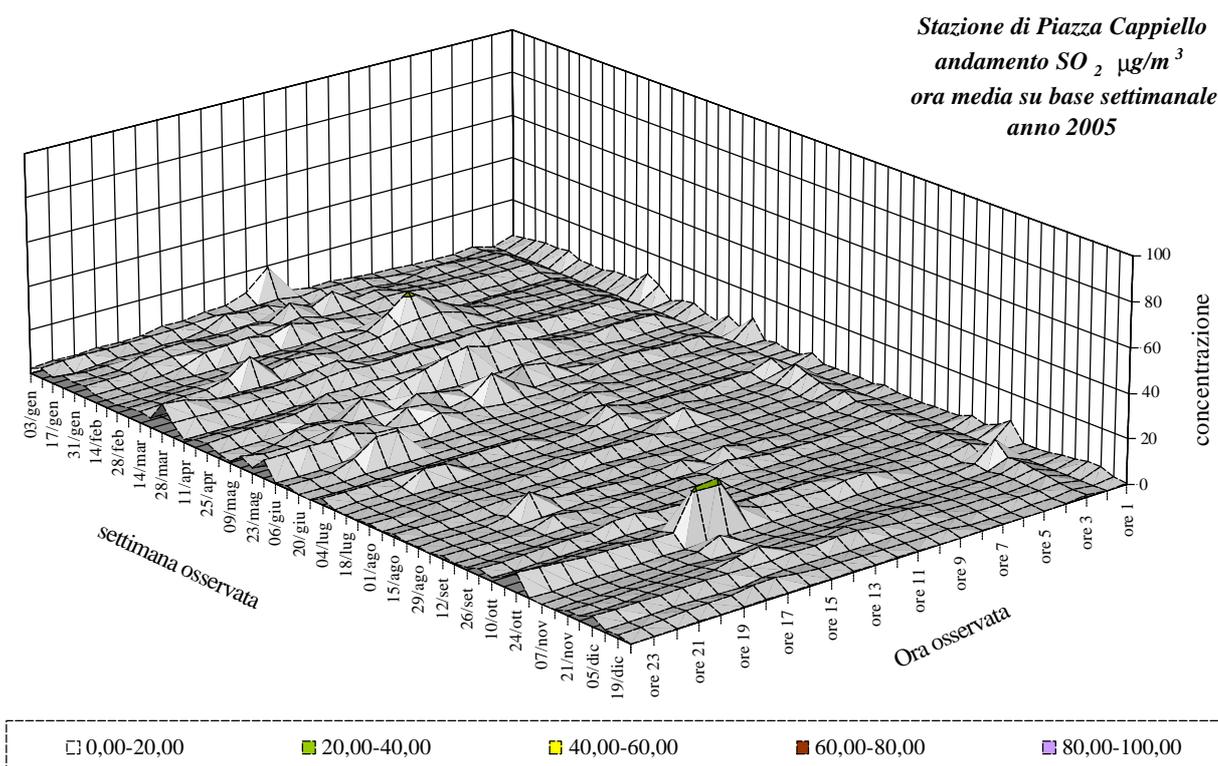
	Limite di Rif (2005)	Viale Carducci	Piazza Capiello
Dati orari validi		8343	7730
Medie orarie > 350 µg/m <sup>3</sup>	24	<b>1</b>	0
Dati giornalieri validi		360	333
Medie giornaliere > 125 µg/m <sup>3</sup>	3	0	0
Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	20	4	3
Media invernale dal 1/10/03 al 31/03/04 (µg/m <sup>3</sup> )	20	3	4

### Viale Carducci



I valori di massima concentrazione di SO<sub>2</sub> alla centralina di Viale Carducci si registrano generalmente nei mesi estivi e durante le ore centrali della giornata. Non si riscontrano quindi corrispondenze con le attività umane collegate al trasporto o alla mobilità. E' invece ipotizzabile un contributo da fonte prettamente industriale, congiunto ad alcune variabili meteorologiche tipiche dei mesi estivi (brezze dai quadranti occidentali da tarda mattinata a sera e brezze dai quadranti orientali nelle ore notturne). Alcuni approfondimenti relativi ai picchi di concentrazione di SO<sub>2</sub> sono riportati nel paragrafo 2.3.2.

## Piazza Cappello



## Rete privata ARIAL

Si riportano di seguito i dati relativi ai dati acquisiti dalla rete privata ARIAL relativamente alla concentrazione di SO<sub>2</sub> facendo presente che tali dati non vengono validati da ARPAT.

**Tab. 20 – SO<sub>2</sub>: riepilogo dei dati rilevati dalle centraline della rete ARIAL.**

	Limite di Rif. (2005)	Via Cattaneo	Via Marx	Via La Pira	Via Da Vinci	Piazza XI Maggio	Via Rossi
Dati orari validi		8394	8456	8248	8455	7543	8412
Medie orarie > 350 µg/m <sup>3</sup>	24	0	1	0	3	0	0
Dati giornalieri validi		350	353	344	353	315	351
Medie giornalieri > 125 µg/m <sup>3</sup>	3	0	0	0	1	0	0
Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	20	5	5	4	16	6	3
Media invernale dal 1/10/03 al 31/03/04 (µg/m <sup>3</sup> )	20	5	5	6	18	7	5

## 2.2.5 CO

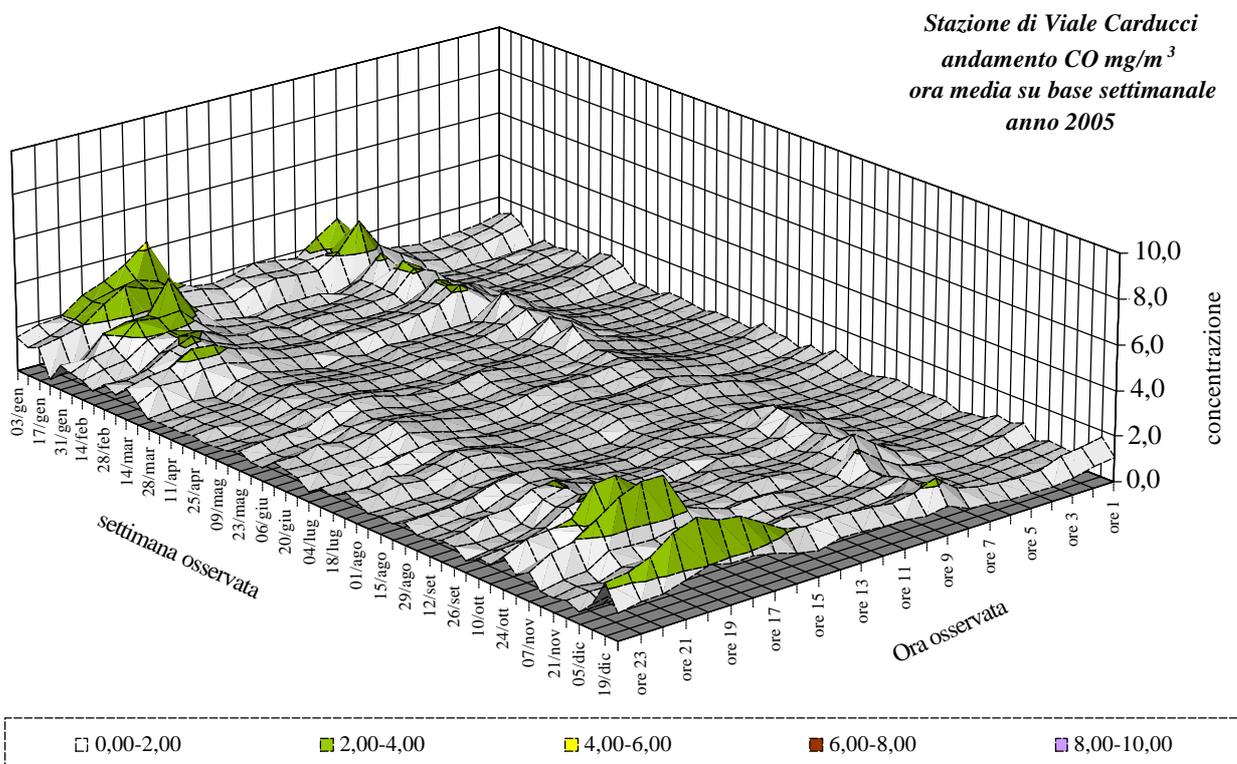
I dati provenienti dalla rete pubblica mostrano come non vi siano stati superamenti del valore limite e che la concentrazione di questo inquinante si mantiene costantemente in tutte le centraline ben al di sotto dei valori di riferimento. Anche in questo caso i risultati della stazione di Villa Maurogordato possono essere considerati rappresentativi dei valori di fondo di concentrazione di CO, quantificabile intorno a 0,2 mg/m<sup>3</sup> espresso come media mobile nelle 8 ore. Emerge, infine, che la concentrazione di CO è maggiore nelle zone urbane in cui più intenso è il traffico veicolare, essendo questo inquinante originato principalmente dai motori a combustione interna.

**Tab. 21 – CO: riepilogo dei dati rilevati dalle centraline.**

	Limite di Rif (2005)	Viale Carducci	Piazza Mazzini	Via Gobetti	Villa Maurogordato	Piazza XI Maggio *
Dati orari validi		8670	8227	8181	8236	6933
Media annuale misurata (mg/m <sup>3</sup> )		1	0,8	0,4	0,3	2,2
Medie mobili di 8 h > 10 (mg/m <sup>3</sup> )	0	0	0	0	0	0
Max media mobile di 8 h (mg/m <sup>3</sup> )	10	4,8	3,1	2,3	2,2	5,2

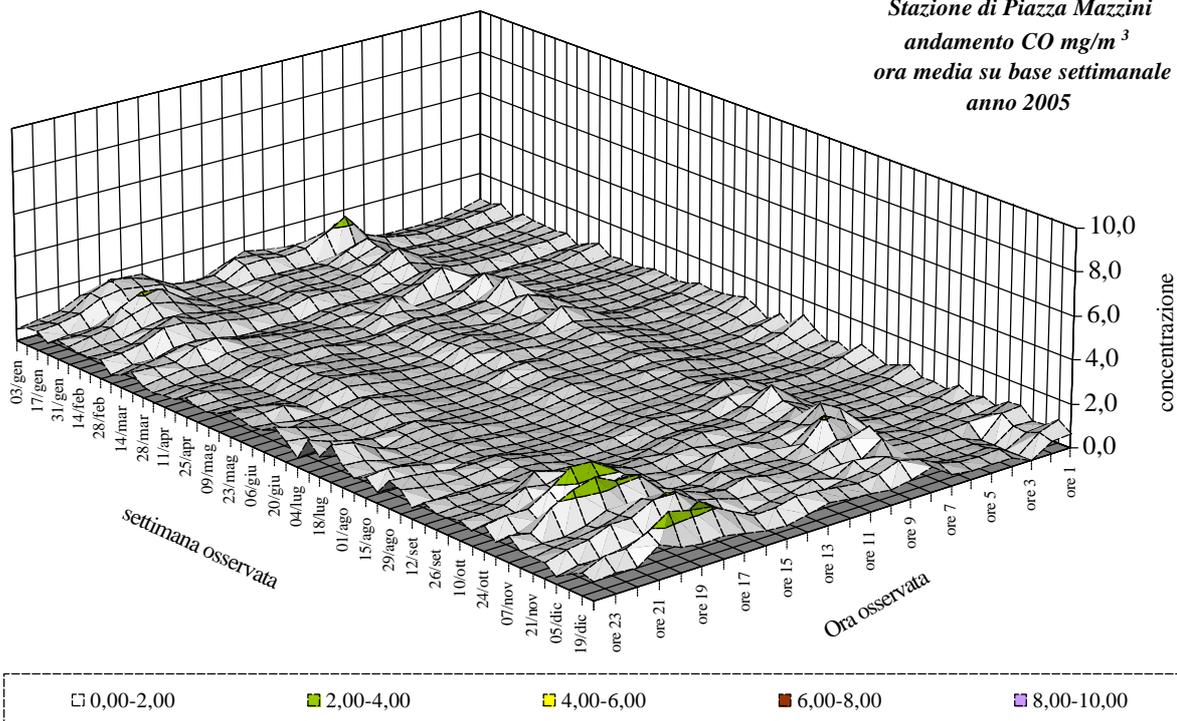
(\*) Rete privata ARIAL

### Viale Carducci



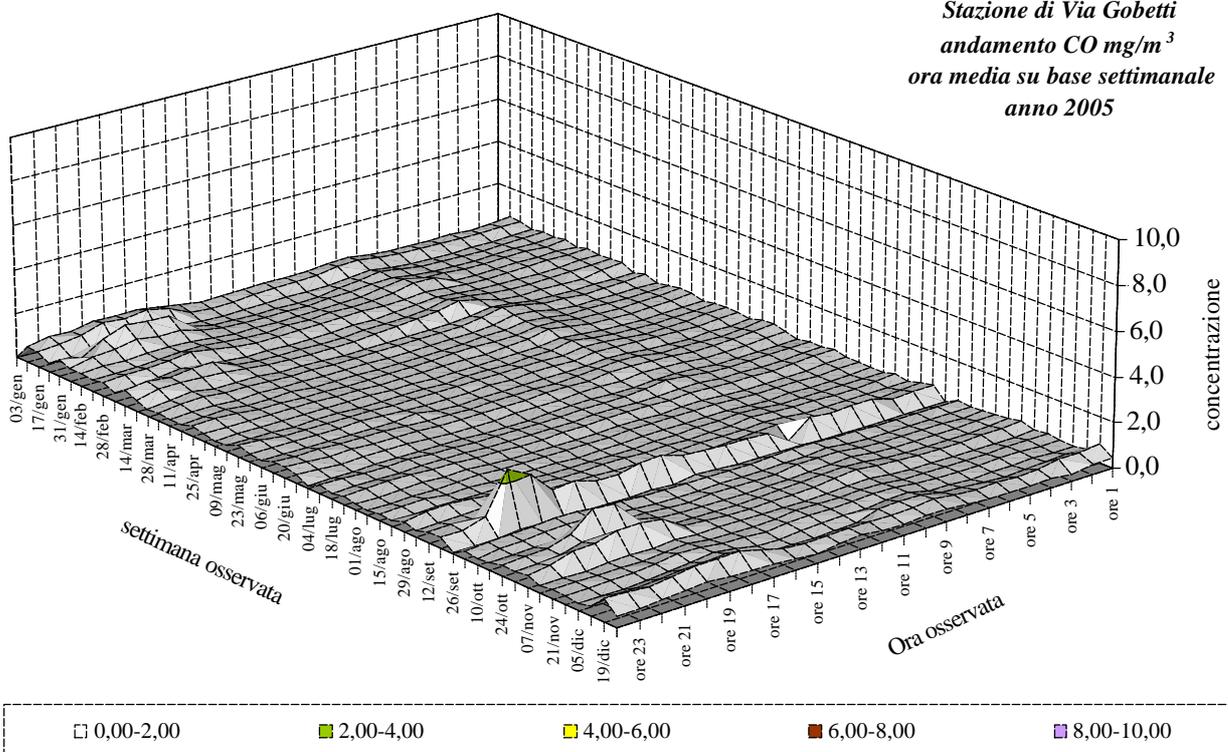
## Piazza Mazzini

*Stazione di Piazza Mazzini  
andamento CO mg/m<sup>3</sup>  
ora media su base settimanale  
anno 2005*



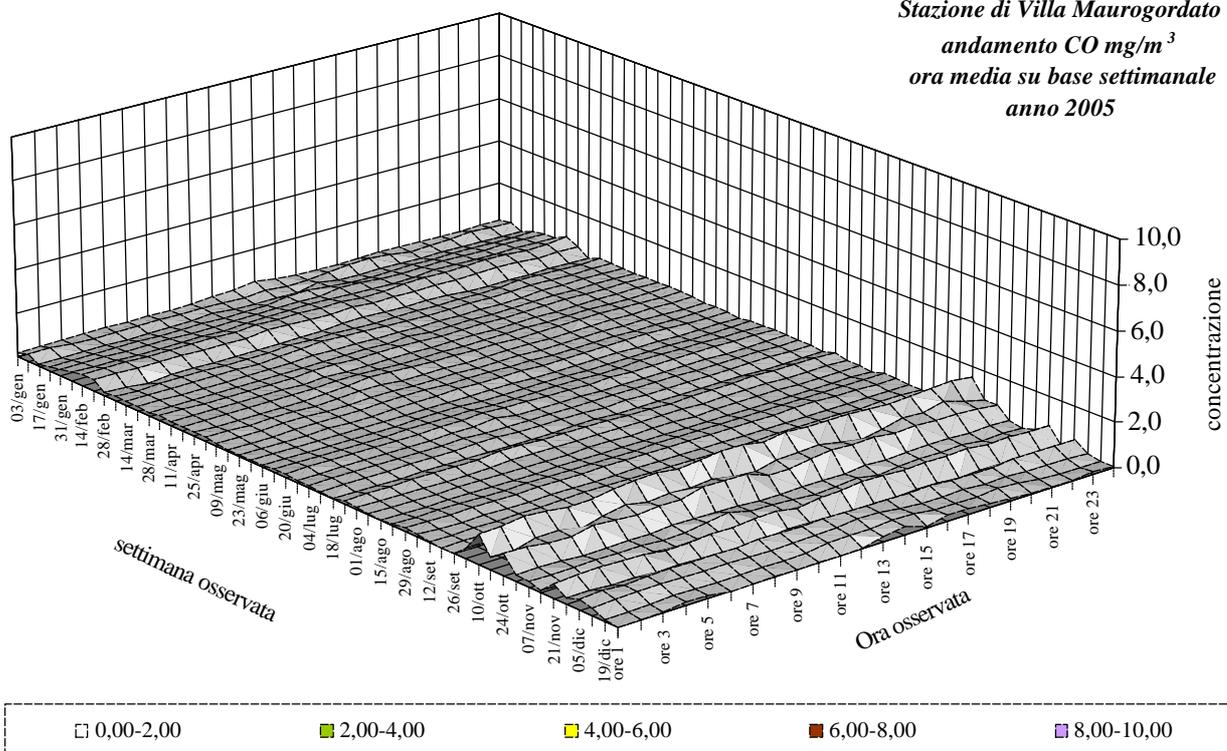
## Via Gobetti

*Stazione di Via Gobetti  
andamento CO mg/m<sup>3</sup>  
ora media su base settimanale  
anno 2005*



## Villa Maugordato

Stazione di Villa Maugordato  
andamento CO mg/m<sup>3</sup>  
ora media su base settimanale  
anno 2005



### 2.2.6 NO<sub>2</sub>

Come per l'anno 2004, anche nel corso del 2005 due centraline su cinque della rete pubblica (Viale Carducci e Piazza Mazzini) hanno registrato il superamento della media annuale e si sono rilevati 6 superamenti (sui 18 consentiti) della soglia dei 200 µg/m<sup>3</sup> nella stazione di viale Carducci.

Anche in questo caso le concentrazioni più alte si rilevano nelle zone urbane caratterizzate da intenso traffico veicolare (ricordiamo che il biossido d'azoto si forma principalmente per ossidazione del monossido, il quale viene originato in massima parte da processi di combustione).

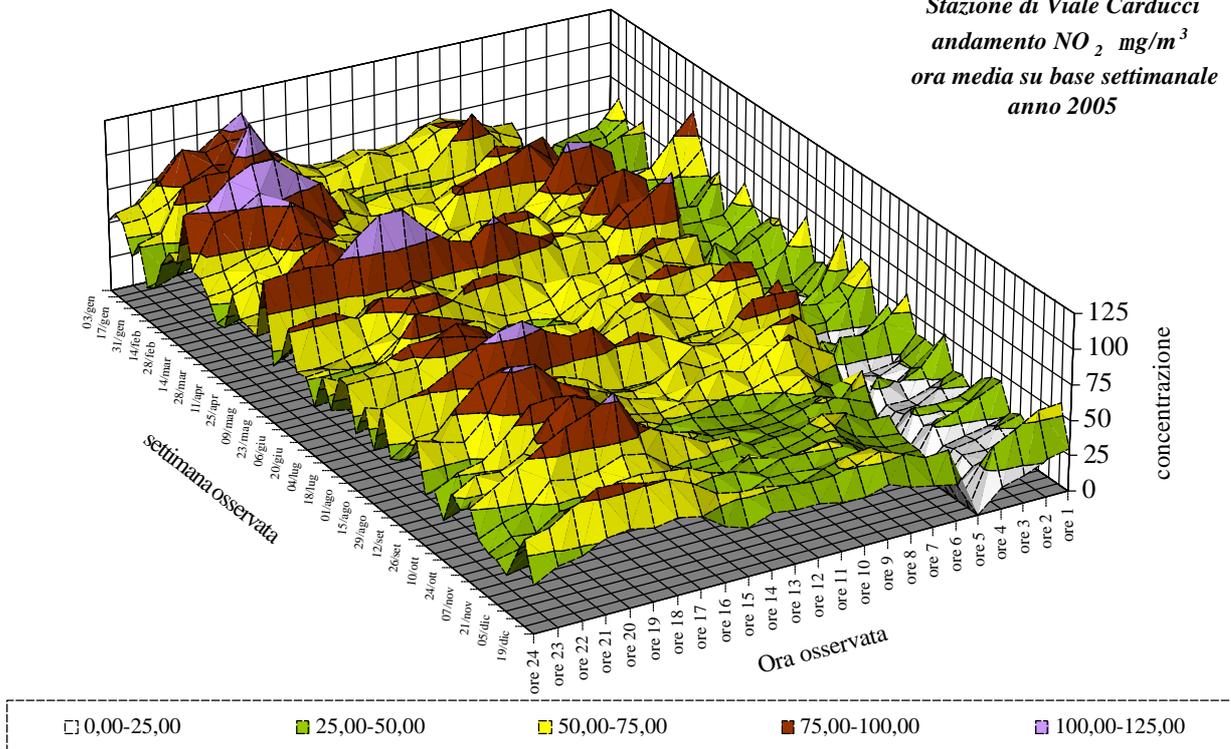
Tab. 22 – NO<sub>2</sub>: riepilogo dei dati rilevati dalle centraline.

	Limite di Rif (2010)	Viale Carducci	Piazza Mazzini	Via Gobetti	Piazza Cappelletto	Villa Maugordato	Via Rossi*	Via Da Vinci*
Dati orari validi		8348	8004	8327	8145	8199	8410	3844
Valori orari > 200 µg/m <sup>3</sup>	18	6	0	0	0	0	1	0
Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	40	<b>55</b>	<b>45</b>	29	22	10	34	35

(\*) Rete privata ARIAL

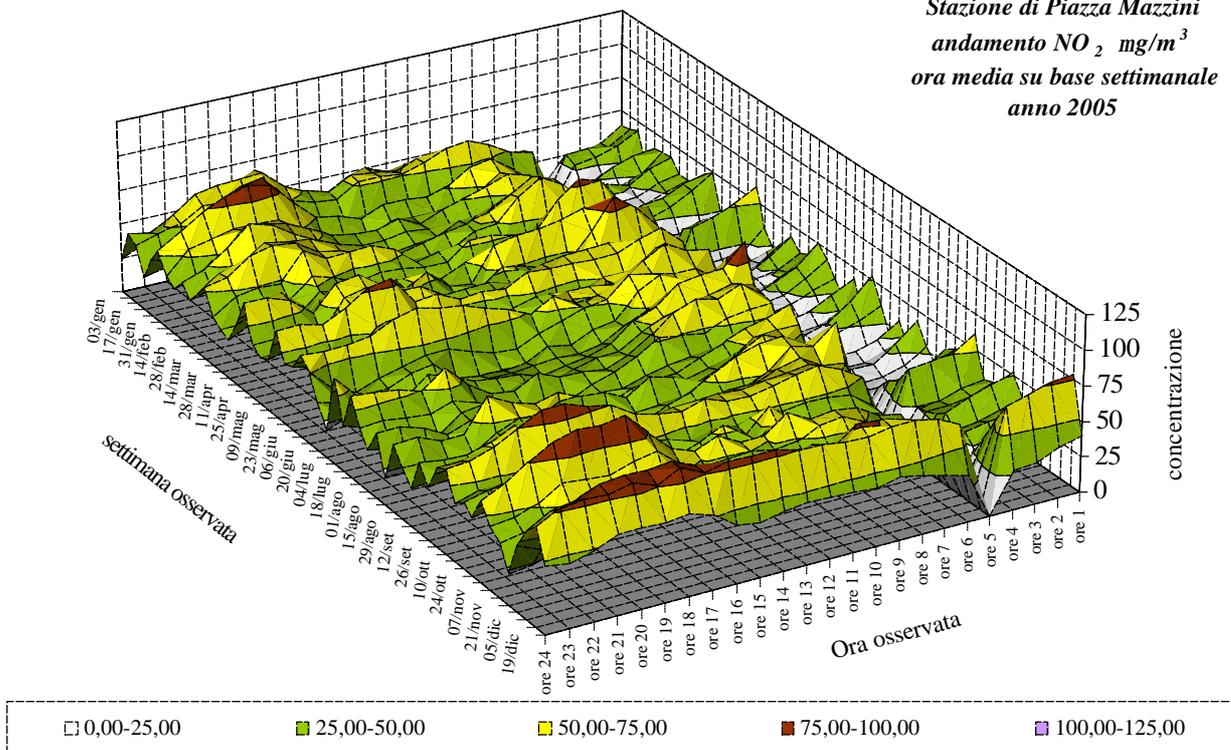
## Viale Carducci

Stazione di Viale Carducci  
andamento  $\text{NO}_2$   $\text{mg/m}^3$   
ora media su base settimanale  
anno 2005



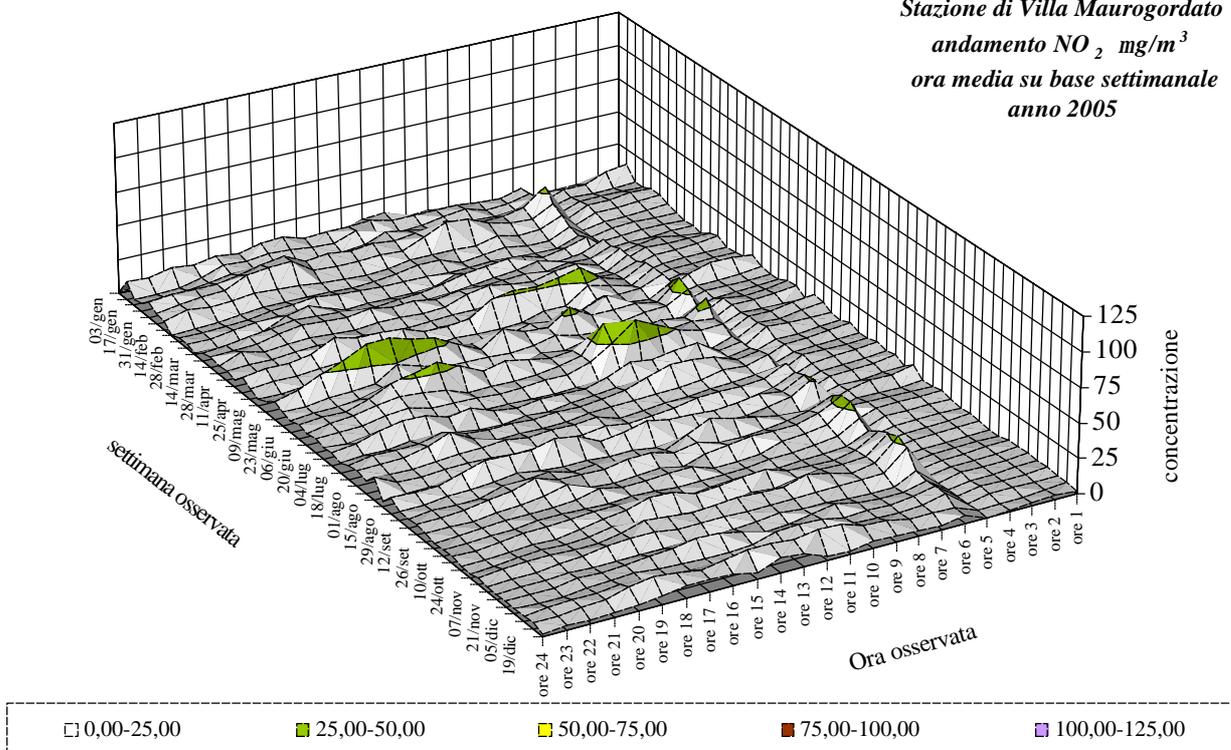
## Piazza Mazzini

Stazione di Piazza Mazzini  
andamento  $\text{NO}_2$   $\text{mg/m}^3$   
ora media su base settimanale  
anno 2005



## Villa Maurogordato

Stazione di Villa Maurogordato  
andamento  $\text{NO}_2$   $\text{mg}/\text{m}^3$   
ora media su base settimanale  
anno 2005



### 2.2.7 $\text{NO}_x$

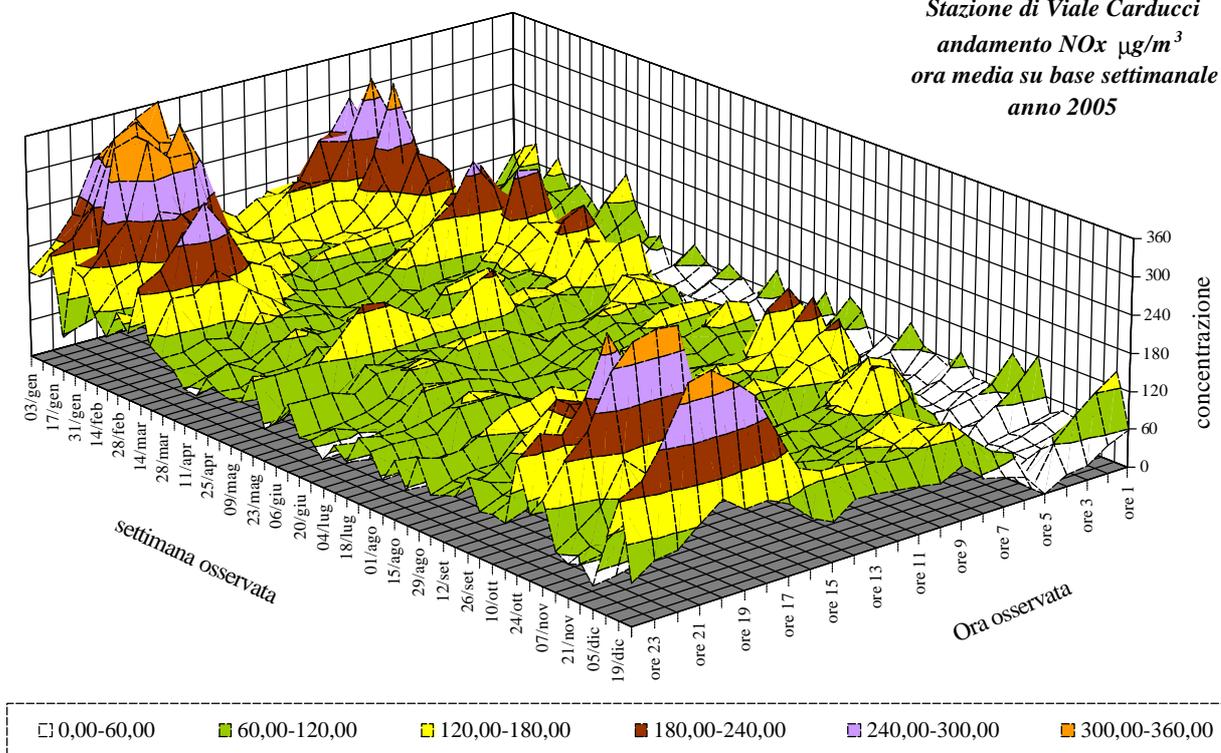
Gli ossidi di azoto  $\text{NO}_x$  indicano la somma delle concentrazioni di monossido e biossido presenti nell'aria. I risultati presentano un quadro di negatività diffusa ed in alcuni casi molto marcata, con valori di concentrazioni fino a quasi il triplo del limite fissato dalla normativa. Dal confronto con i dati di concentrazione di  $\text{NO}_2$  si può ipotizzare che alle elevate concentrazioni di  $\text{NO}_x$  contribuisca in modo determinante il monossido  $\text{NO}$ , che si forma nei processi di combustione alimentati con aria atmosferica ricca di azoto, compresi i motori a combustione interna. Ciò potrebbe anche spiegare le concentrazioni più alte registrate nelle aree ad intenso traffico veicolare.

Tab. 23  $\text{NO}_x$ : riepilogo dei dati rilevati dalle centraline.

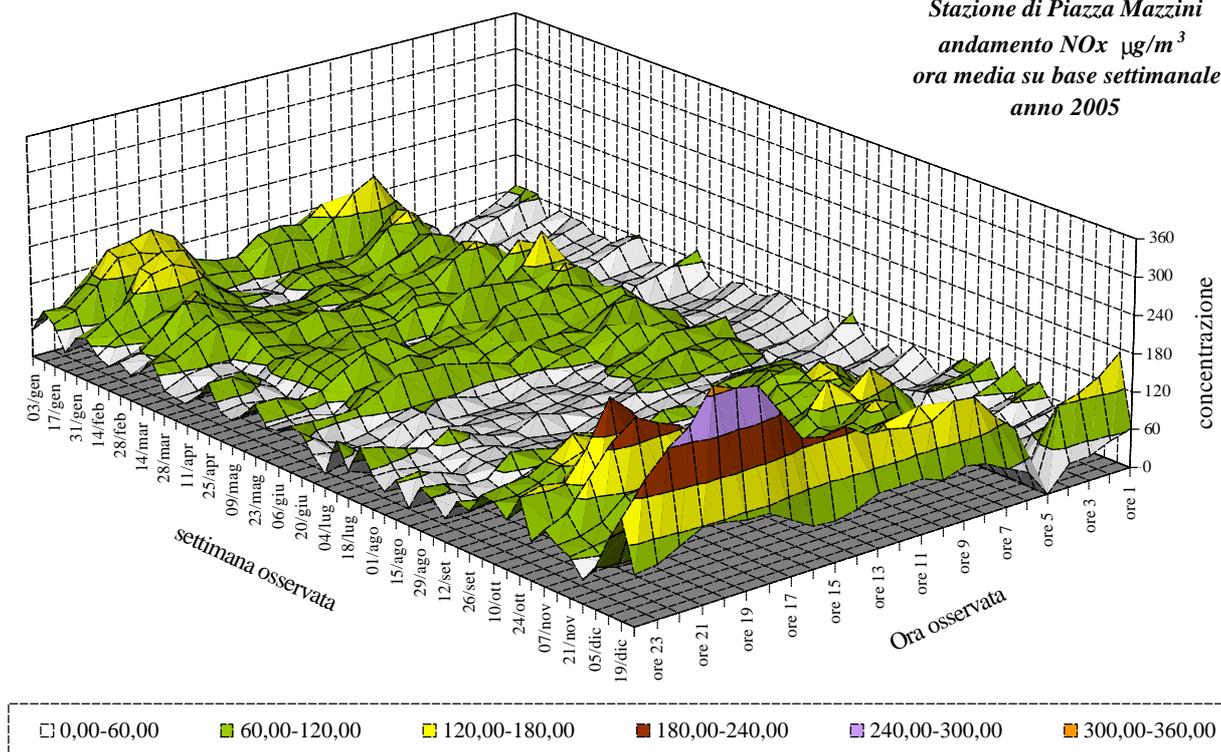
	Limite di Rif (2001)	Viale Carducci	Piazza Mazzini	Via Gobetti	Piazza Cappello	Villa Maurogordato	Via Da Vinci *	Via Rossi *
Dati orari validi		8348	8004	8327	8145	8199	8410	3844
Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	30	<b>110</b>	<b>73</b>	<b>39</b>	<b>34</b>	11	<b>103</b>	<b>65</b>

(\*) Rete privata ARIAL

## Viale Carducci



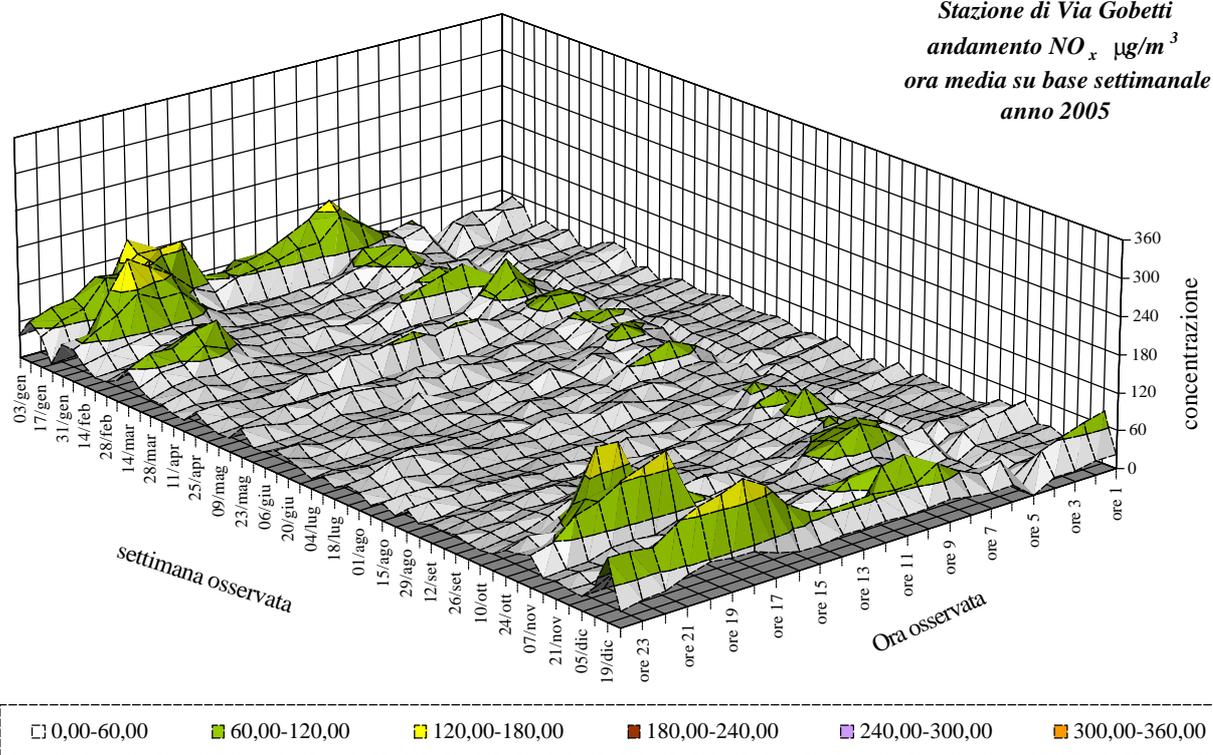
## Piazza Mazzini



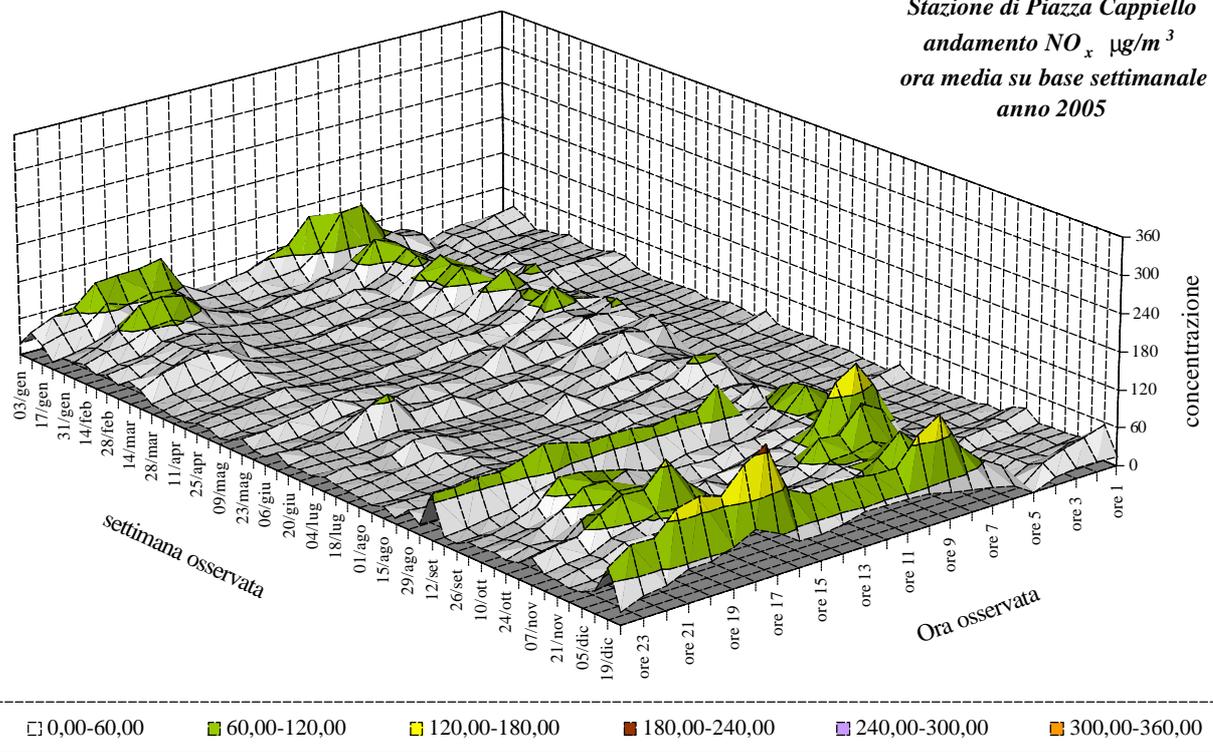
# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

## Via Gobetti

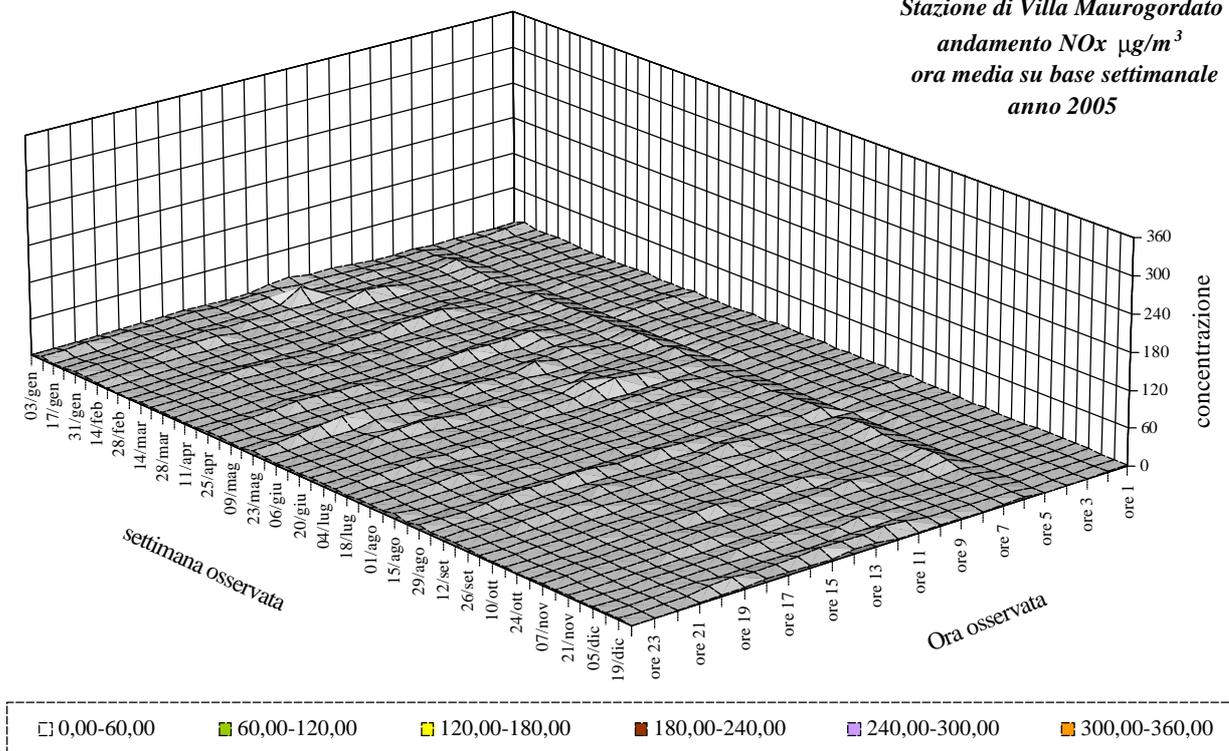


## Piazza Cappello



## Villa Maurogordato

Stazione di Villa Maurogordato  
andamento NOx  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
ora media su base settimanale  
anno 2005



### 2.2.8 O<sub>3</sub>

I dati presentano una situazione di forte e generalizzata negatività rispetto agli standard di qualità dell'aria. Tutte le centraline pubbliche ed in particolare la centralina del Gabbro, infatti, hanno rilevato superamenti dei limiti normativi.

La presenza di Ozono in atmosfera trae origine da molte e differenti reazioni di tipo fotochimico il cui avanzamento dipende da numerosi fattori; per questo motivo non è stato possibile trarre conclusioni circa le interrelazioni tra pressioni ambientali e informazioni provenienti dalle reti di monitoraggio. Più chiara appare, invece, la variabilità stagionale delle concentrazioni, che presentano normalmente i massimi nei periodi estivi ed i minimi in quelli invernali.

Tab. 24 – O<sub>3</sub>: riepilogo dei dati rilevati dalle centraline.

	Limite di Rif (2005)	Piazza Cappiello	Villa Maurogordato	Gabbro	Via Ernesto Rossi *
n° dati validi		8218	8171	8127	8386
n° medie mobili 8 h > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25	<b>125</b>	<b>124</b>	<b>973</b>	0 (**)
AOT40: n° dati validi		1083	1024	1072	1068
AOT40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )* h <sup>1</sup>	18000	<b>20920</b>	<b>24162</b>	<b>34052</b>	4759

(\*) Rete privata ARIAL

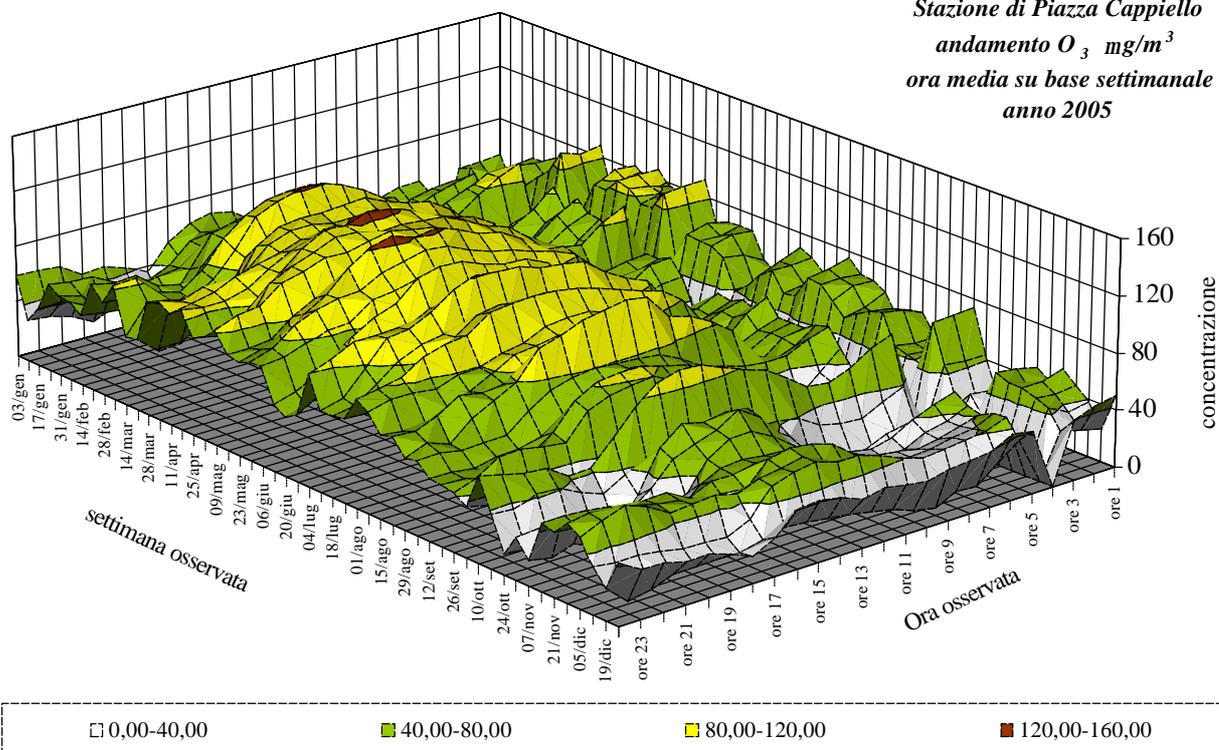
(\*\*) su questo dato sono in corso degli approfondimenti

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

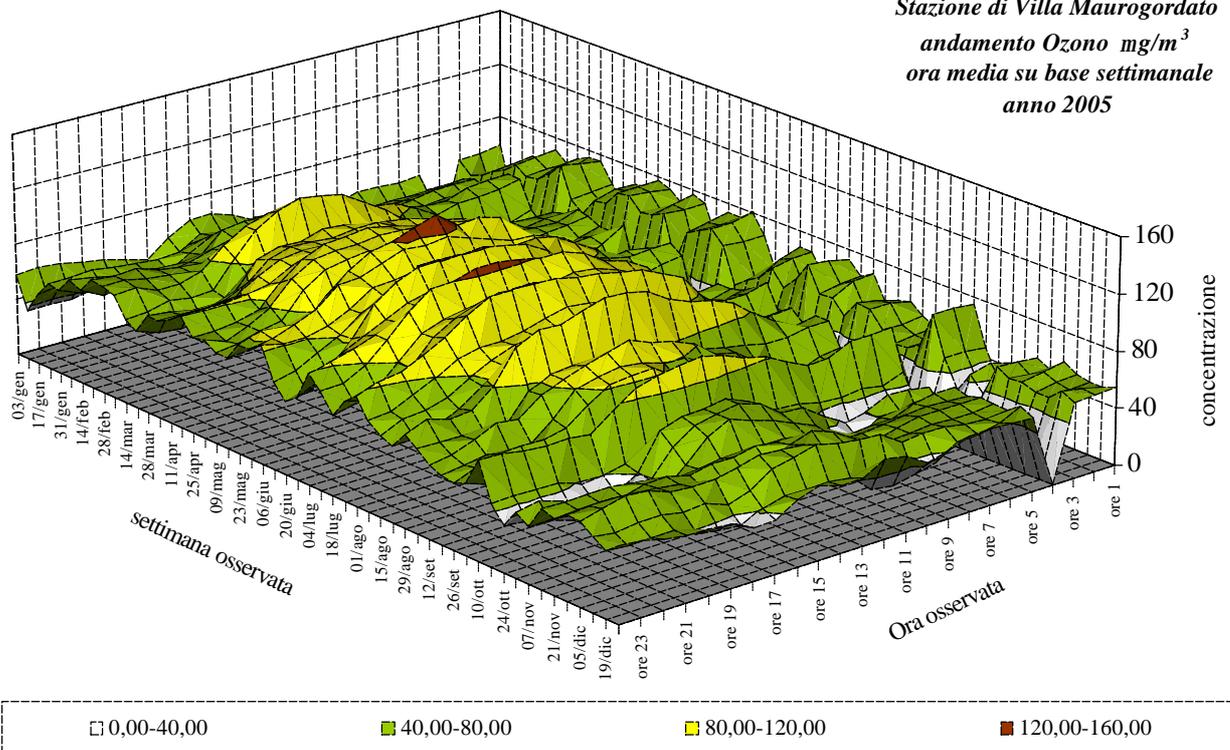
## Piazza Cappello

*Stazione di Piazza Cappello  
andamento  $O_3$   $mg/m^3$   
ora media su base settimanale  
anno 2005*

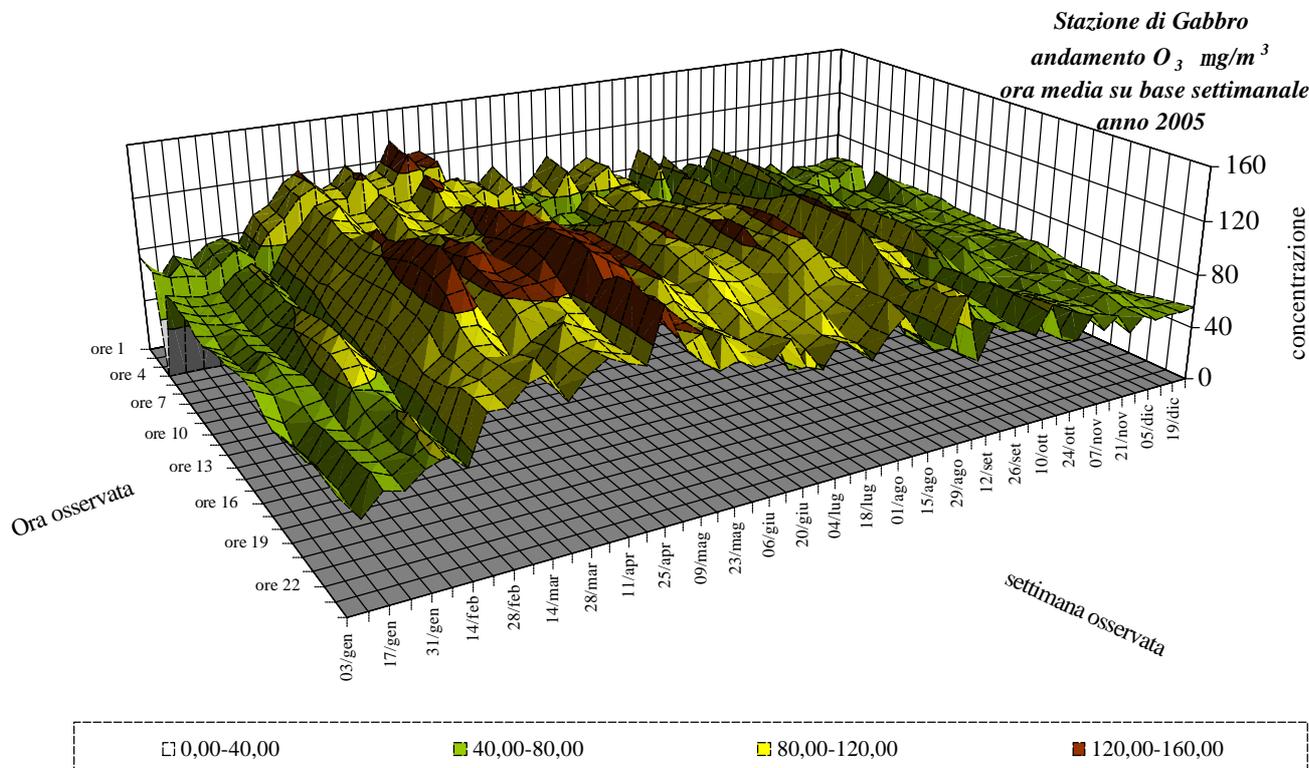


## Villa Maugordato

*Stazione di Villa Maugordato  
andamento Ozono  $mg/m^3$   
ora media su base settimanale  
anno 2005*



## Gabbro



Nel 2005 i valori più alti di ozono al Gabbro si sono riscontrati già a partire dal mese di marzo. Ciò è dovuto al verificarsi di temperature primaverili e a calme di vento che hanno impedito i normali processi di rimescolamento degli inquinanti.

### 2.2.9 Benzene

Come nel caso del Benzene i risultati sono presentati in due tabelle separate poiché la centralina di Via Gobetti ha avuto un rendimento inferiore al 90% e le distribuzioni dei dati non sono conformi a nessuno dei due livelli previsti dal DM 60/02. Nella stazione di Viale Carducci, inoltre, i valori sono stimati attraverso una correlazione. Tutti i dati mostrano una generale rispondenza ai criteri di qualità. L'andamento mostrato nei grafici delle centraline di Piazza Mazzini e Via Gobetti evidenzia valori massimi in corrispondenza delle ore di maggior traffico; tale fenomeno è amplificato nei mesi invernali.

**Tab. 25 – Benzene: riepilogo dei dati rilevati dalle centraline con efficienza > 90%.**

	Limite di Rif (2005/2010)	Piazza Mazzini	Villa Maurogordato
n° dati validi		7812	8198
medie annuale µg/m <sup>3</sup>	10/5	3,5	0,7

**Tab. 26 – Benzene: riepilogo dei dati rilevati dalle centraline con efficienza fra il 15% e il 90%.**

	Limite di Rif (2005/2010)	Via Gobetti	Viale Carducci
n° dati validi		7163	-
medie annuale µg/m <sup>3</sup>	10/5	1,6	3,82 (*)

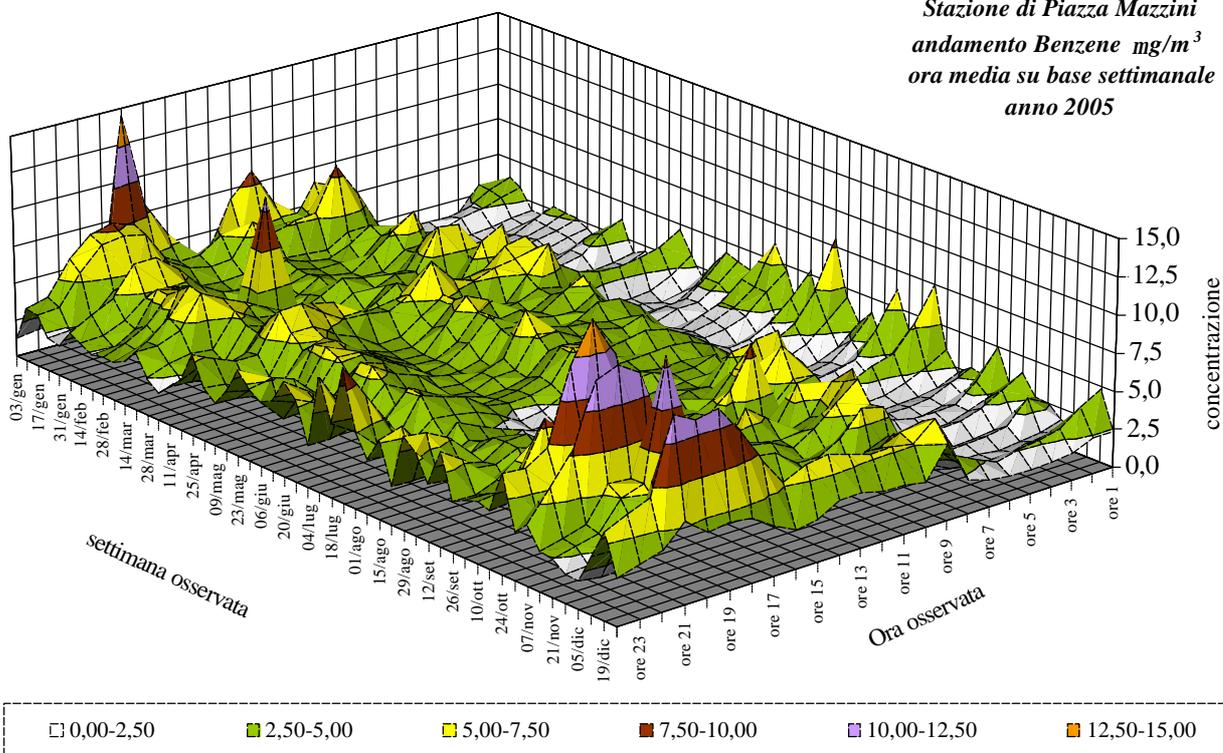
(\*) valore stimato per correlazione con il CO misurato nell'anno dalla centralina di Via Gobetti secondo l'equazione  $C_{benz}(\mu\text{g}/\text{m}^3) = F * C_{CO}(\text{mg}/\text{m}^3)$  dove  $F = 3,68$ .

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

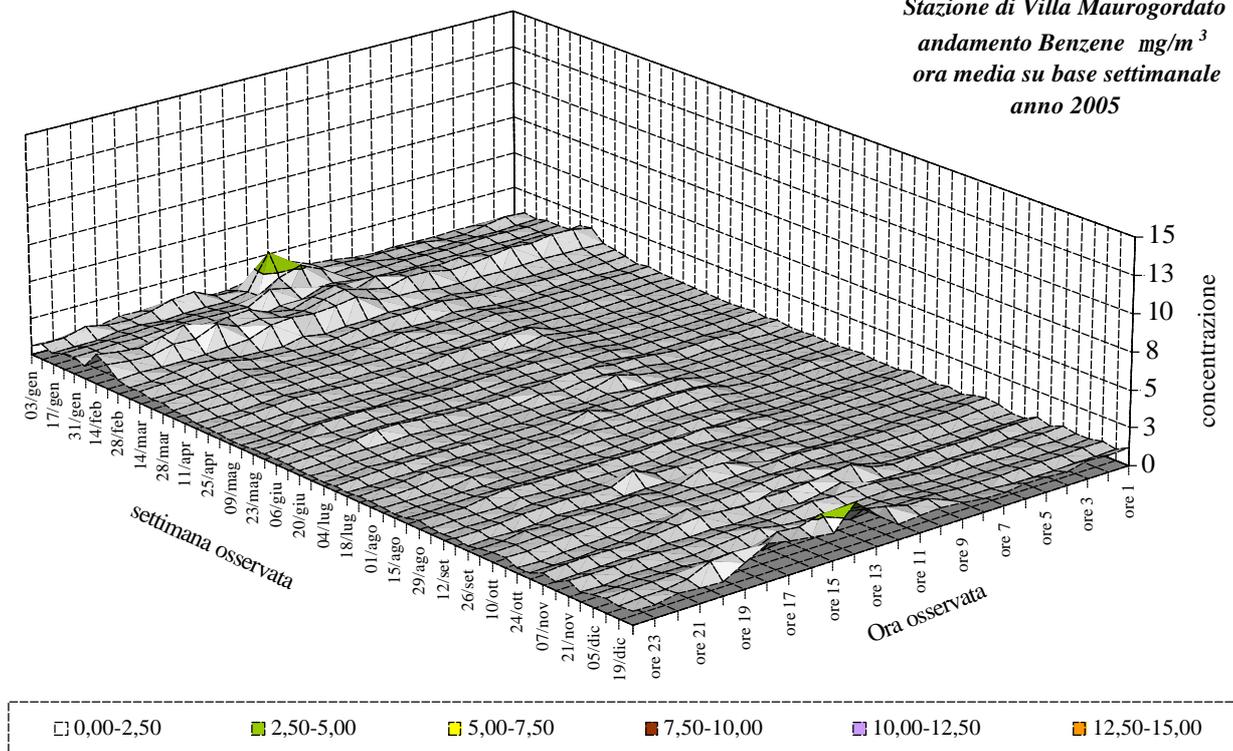
## Piazza Mazzini

*Stazione di Piazza Mazzini  
andamento Benzene  $\text{mg}/\text{m}^3$   
ora media su base settimanale  
anno 2005*

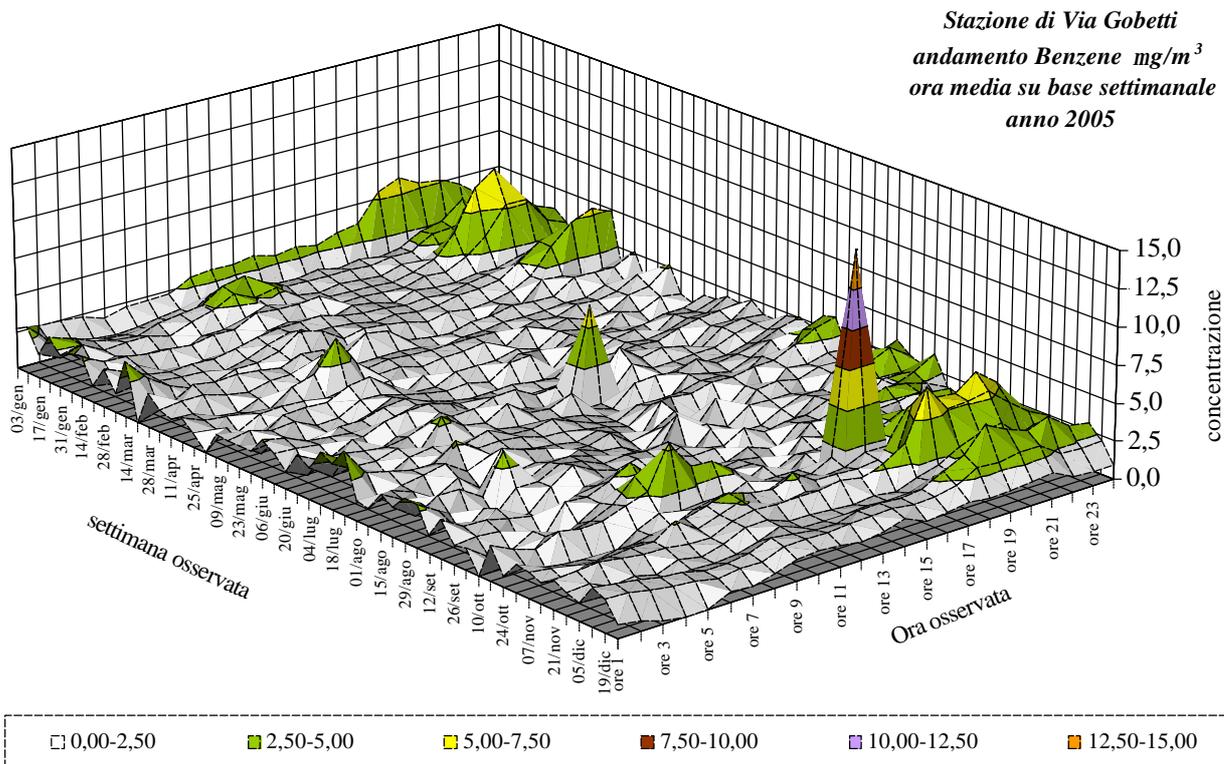


## Villa Maurogordato

*Stazione di Villa Maurogordato  
andamento Benzene  $\text{mg}/\text{m}^3$   
ora media su base settimanale  
anno 2005*



## Via Gobetti



Il valore di picco visibile nel grafico sopra riportato è probabilmente dovuto alla presenza di qualche mezzo pesante in sosta proprio nei pressi della centralina e pertanto non è stato ulteriormente approfondito.

### 2.3 Casi di particolare rilevanza

Sono stati indagati sia episodi acuti, ovvero superamenti delle soglie di allarme o di informazione fissate dalla normativa sui valori di concentrazione di alcuni inquinanti, che eventi ritenuti significativi sulla base del numero di segnalazioni ricevute presso il Dipartimento da parte di soggetti esterni o degli stessi cittadini.

#### 2.3.1 Superamenti delle soglie di allarme (ai sensi del DM 2/4/2002 e della Direttiva 2002/3/CE) – Episodi acuti

Oltre ai valori limite di riferimento, per gli inquinanti biossido di zolfo, biossido di azoto ed ozono la normativa fissa soglie di allarme sui valori delle concentrazioni orarie corrispondenti a valori di concentrazione tali da determinare effetti acuti sulla popolazione. Per l'ozono, in aggiunta, è prevista anche una soglia di informazione. Nelle tabella seguente si riportano i valori soglia ed il numero dei casi rilevati.

**Tab. 27** – Numero di superamenti delle soglie di allarme e di informazione.

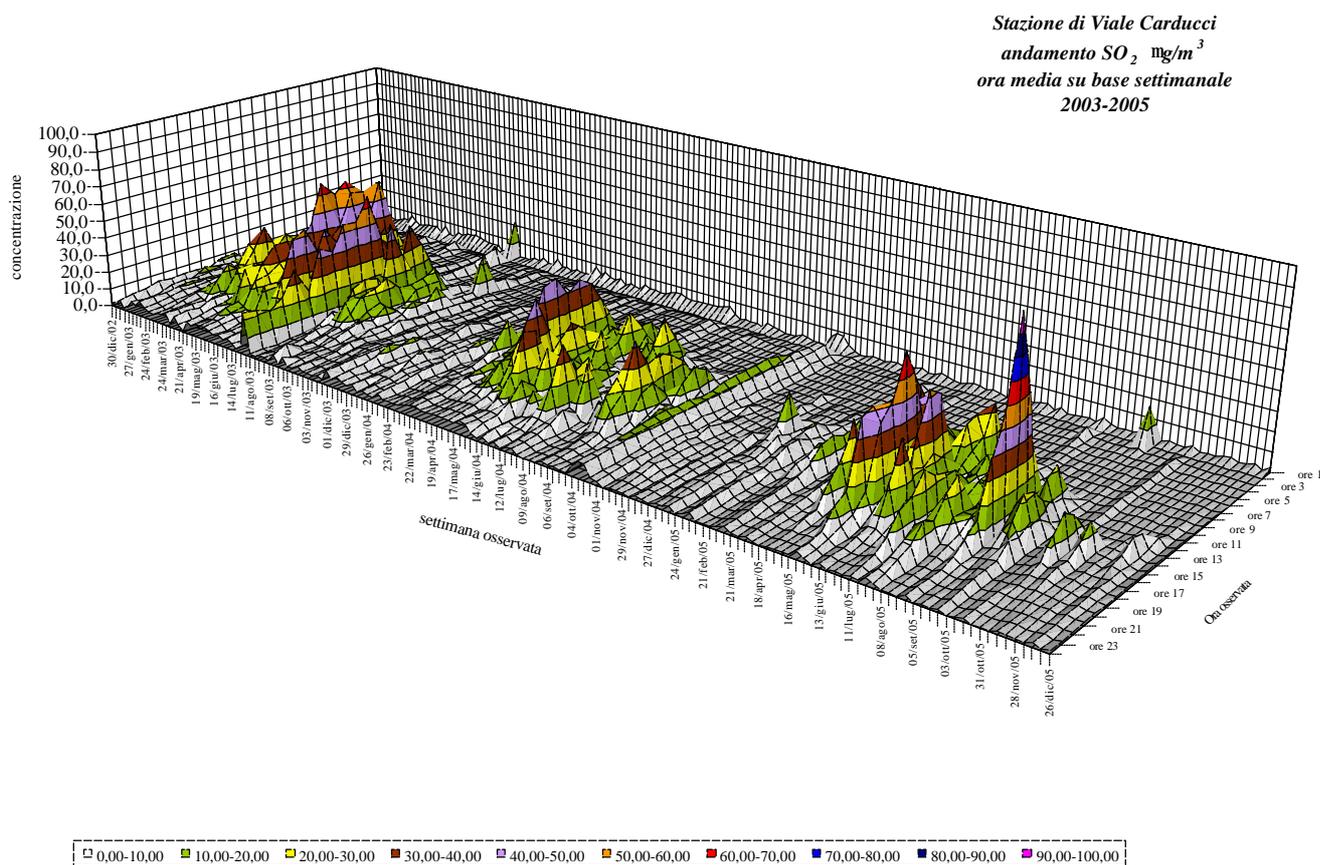
	SOGLIA DI ALLARME	Riferimento normativo	Casi rilevati
SO <sub>2</sub>	Concentrazione oraria > 500 µg/m <sup>3</sup> per 3 ore consecutive	DM 2.4.2002 n.60	0
NO <sub>2</sub>	Concentrazione oraria > 400 µg/m <sup>3</sup> per 3 ore consecutive	DM 2.4.2002 n.60	0
O <sub>3</sub>	Concentrazione oraria > 240 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs.183/2004	0
	SOGLIA DI INFORMAZIONE	Riferimento normativo	Casi rilevati
O <sub>3</sub>	Concentrazione oraria > 180 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs.183/2004	7

I superamenti della soglia di informazione per l'Ozono si sono verificati il 29 e il 30 aprile alla centralina La Palazzina (fraz. Gabbro) e il 28 luglio alla centralina di Piazza Cappello.

## 2.3.2 Considerazioni su alcuni eventi di concentrazione elevata di SO<sub>2</sub>

Per il terzo anno consecutivo presso la stazione di Viale Carducci si sono riscontrati dei significativi aumenti della concentrazione di SO<sub>2</sub> nelle ore centrali della giornata in particolari periodi dell'anno. Fermo restando l'assoluto rispetto degli standard di qualità dell'aria previsti nel DM 60/2002, la particolare modalità con cui si manifesta il fenomeno ci ha indotto a ritenere utile presentare i dati in maniera più dettagliata.

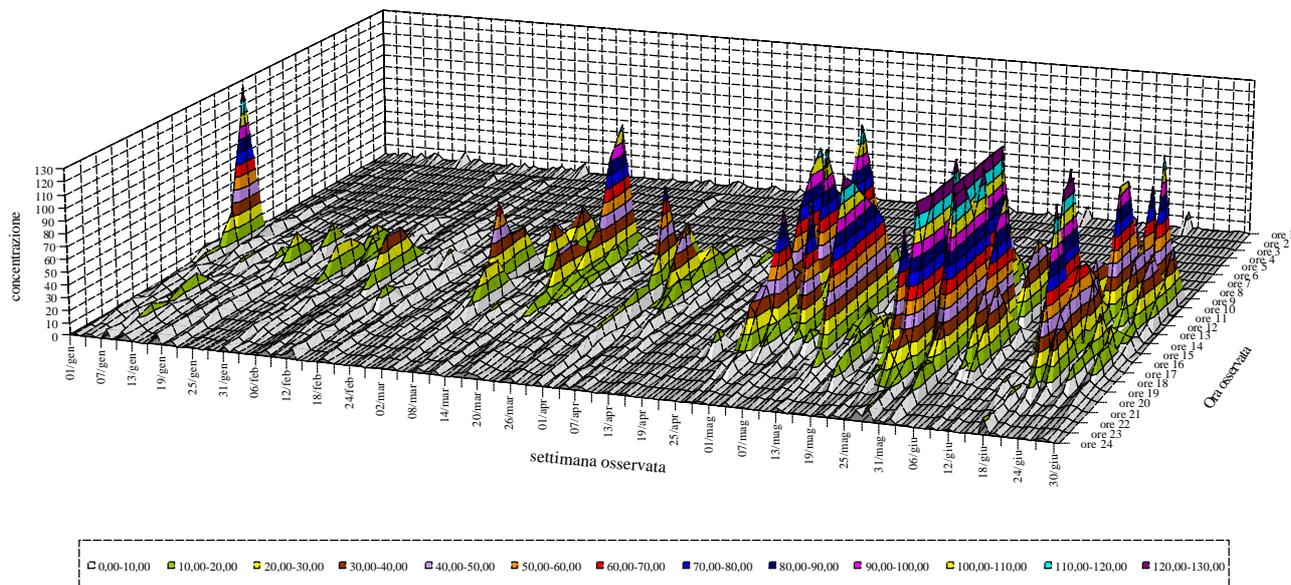
Nei grafici seguenti, sono mostrati gli andamenti medi orari su base settimanale per gli anni 2003, 2004 e 2005 e gli andamenti orari medi per il solo anno 2005; quest'ultimo è suddiviso in due semestri al fine di rendere più leggibile la modalità con cui si manifestano i picchi di concentrazione nelle ore centrali delle giornate dei mesi primaverili estivi ed inizio autunnale.



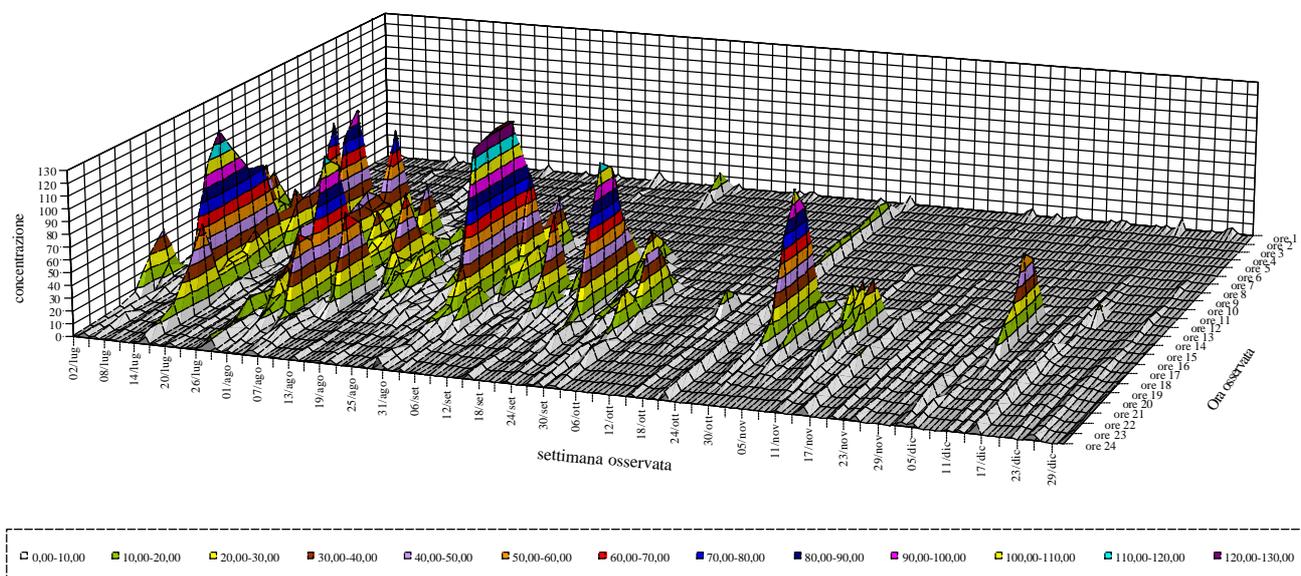
# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

Stazione di Viale Carducci andamento  
SO<sub>2</sub> µg/m<sup>3</sup> ora media 1 gen-30 giu 2005



Stazione di Viale Carducci andamento  
SO<sub>2</sub> µg/m<sup>3</sup> ora media 1 lug-31 dic 2005



Si riporta di seguito l'andamento della direzione e della velocità del vento associati alla concentrazione di SO<sub>2</sub> nell'intervallo di tempo compreso tra il 28 agosto e il 3 settembre 2005 al fine di caratterizzare ulteriormente l'evento più significativo di incremento di concentrazione di SO<sub>2</sub> occorso nel l'anno 2005. Nel caso particolare il giorno peggiore (31 agosto) è stato caratterizzato da un picco pari a 446 µg/m<sup>3</sup> preceduto e seguito da analoghi eventi alla medesima ora ma di minore intensità. In tutti i casi si sottolinea che la direzione del vento ha assunto questo tipo di andamento:

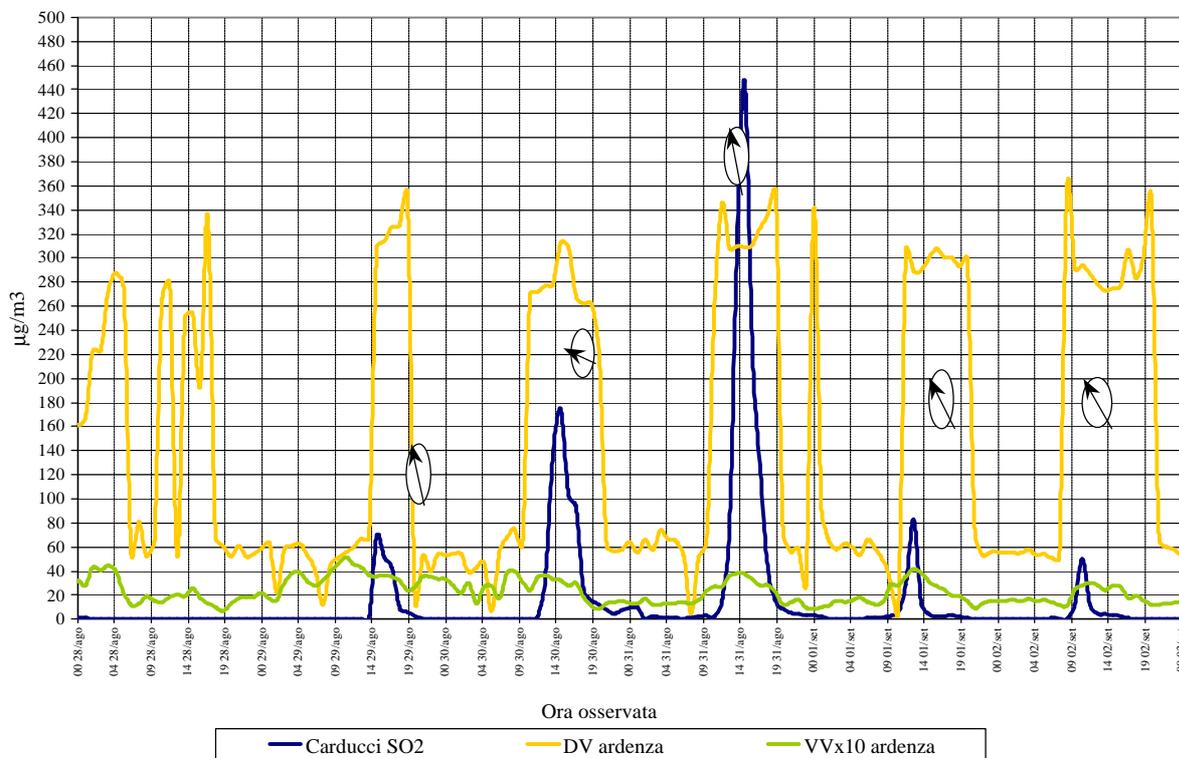
- prima dell'aumento di concentrazione la provenienza del vento risultava ENE;

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

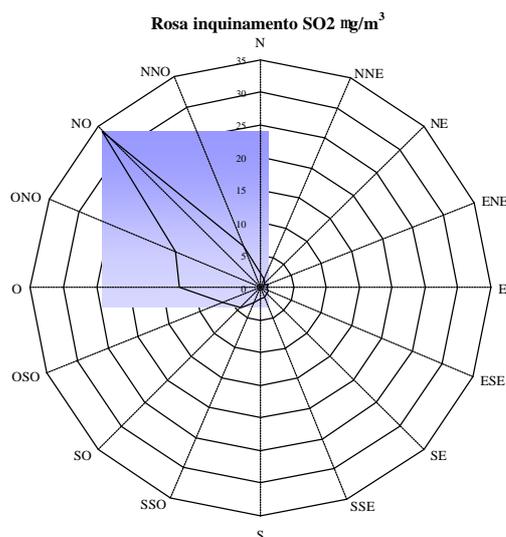
- in corrispondenza del picco la provenienza del vento risultava NO-NNO;
- in corrispondenza della diminuzione di concentrazione la provenienza del vento risultava ENE.

SO<sub>2</sub> Carducci Livorno ago-sett 2005



Si può infine aggiungere che in tutti i casi in cui si è riscontrato un aumento significativo della concentrazione di SO<sub>2</sub> alla centralina di Viale Carducci, il comportamento del vento è stato sostanzialmente uguale a quello sopra descritto.

A parziale conferma di quanto indicato si riporta di seguito la rosa dell'inquinamento da SO<sub>2</sub> relativa alla centralina di Viale Carducci. Da tale grafico si può notare come i valori più alti di concentrazione di SO<sub>2</sub> siano stati rilevati con vento proveniente da NO.



Ulteriori approfondimenti di questi fenomeni sono trattati nel paragrafo successivo relativo ad alcuni particolari casi di maleodoranza segnalati dai cittadini.

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

## 2.3.3 Casi rilevanti segnalati dalla cittadinanza

Il 13 gennaio 2005 e il 2 marzo 2005, sono pervenute al Dipartimento ARPAT di Livorno diverse segnalazioni in merito ad intense maleodoranze che hanno interessato anche zone estese della città. Analoghe segnalazioni sono pervenute anche al Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Livorno e all'Ufficio tecnico dell'ASA di Livorno. Le segnalazioni provenivano, nella fase iniziale, dalla zona compresa tra la stazione marittima, la fortezza vecchia e parte del centro e nella fase finale da zone più a nord quali la stazione ferroviaria e Viale Petrarca. Le segnalazioni ricevute nelle fasi temporali intermedie provenivano da abitazioni poste nelle zone comprese tra questi due estremi.

In relazione ad ogni evento il personale ARPAT ha effettuato un sopralluogo nelle zone interessate; tuttavia, in ragione della velocità di evoluzione tipica di tali fenomeni, i tecnici intervenuti non hanno potuto nell'immediato identificarne cause e natura.

E' importante comunque sottolineare che eventi di tal genere o con caratteristiche simili a quelli descritti continuano periodicamente a verificarsi, ragion per cui, per ogni evento segnalato, il Dipartimento di Livorno ha provveduto ad aprire un fascicolo contenente:

- verbale dell'intervento;
- condizioni meteorologiche rilevate dalle centraline del COP (direzione e velocità del vento);
- valori delle concentrazioni degli inquinanti rilevati dalle stesse centraline (SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>);
- elenco delle segnalazioni telefoniche pervenute al Dipartimento ARPAT, al Comando Provinciale dei VV.F. ed all'ASA, con indicazione dell'orario e dell'indirizzo dell'abitazione da cui è stata fatta la segnalazione;
- situazione delle navi petroliere o gasiere presenti in porto (se ritenuto necessario).

Si riportano di seguito i dati relativi alla velocità e alla direzione del vento registrati dalla centralina posizionata alla Rotonda di Ardenza negli intervalli temporali di interesse.

Tab. 28 – Dati meteorologici.

<b>13 gennaio 2006 – intervallo temporale delle segnalazioni: 16.00 – 17.00</b>		
	Direzione del vento	Velocità del vento (m/s)
15.00	ONO	1.12
16.00	<b>O</b>	<b>4.09</b>
17.00	NO	1.18
18.00	NNE	0.81
<b>2 marzo 2006 – intervallo temporale delle segnalazioni: 13.00 – 14.00</b>		
	Direzione del vento	Velocità del vento (m/s)
12.00	N	1.78
13.00	<b>O</b>	<b>2.63</b>
14.00	O	2.51
15.00	O	2.49

Da una prima analisi dei dati meteorologici risulta che in entrambi i casi si è verificato un aumento della velocità del vento associato ad una variazione della direzione (provenienza del vento da Ovest). Questo tipo di variazioni sono tipiche della zona di Livorno.

Un recente studio condotto dal LaMMA (Laboratorio di Meteorologia e Modellistica Ambientale) sull'evoluzione giornaliera delle isoconcentrazioni di SO<sub>x</sub> (prodotto dalle maggiori sorgenti industriali operanti nell'area di Livorno) nel corso del giorno invernale "peggiore" ha evidenziato come in determinate condizioni di vento si può verificare un accumulo di inquinanti nella zona di mare antistante la città. Tale accumulo, nel caso in cui si verifichi una repentina variazione della direzione del vento (provenienza finale da ovest), associata ad un aumento della velocità, può essere spinto verso la città. E' possibile quindi ipotizzare che la concentrazione degli inquinanti possa subire dei repentini incrementi rispetto ad un valore di base tali da far percepire maleodoranze per un breve lasso di tempo. Comunque, allo stato attuale delle nostre conoscenze, non è ancora possibile escludere che la causa di tali maleodoranze sia una sorgente puntiforme e pertanto lo studio di questi particolari casi insieme ad altre situazioni che nel tempo potranno riproporsi dovranno essere ulteriormente approfondite, eventualmente anche mediante l'applicazione di modellistica appropriata.

### **3. AZIONI DI RISANAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE NELLE AREE URBANE MESSE IN ATTO DAL COMUNE DI LIVORNO**

Dando seguito all'Accordo di Programma, firmato il 10 ottobre 2003, da Regione Toscana, URPT, ANCI, Province e Comuni interessati con il quale sono state individuate nuove ed importanti misure per il risanamento della qualità dell'aria ambiente nelle aree urbane, in particolare per la riduzione delle emissioni di PM<sub>10</sub> derivanti da veicoli e ciclomotori mediante il progressivo rinnovo dei segmenti più inquinanti del parco veicolare, anche promuovendo iniziative di incentivazione e finanziamento, il Comune di Livorno ha adottato i seguenti provvedimenti:

- 1- Emissione di un'ordinanza sindacale con la quale è stato imposto il divieto di circolazione, con orario 8.00-19.00 nei gironi di martedì, mercoledì e giovedì, nell'area ZTL compresa nel così detto "Pentagono del Buontalenti" per i seguenti veicoli:
  - autovetture alimentate a benzina e diesel, immatricolate prima del 1/1/93 ad eccezione di quelle conformi alla direttiva CEE 91/441;
  - ciclomotori non omologati in conformità alla direttiva CEE 97/24;
  - veicoli a benzina e diesel destinati al trasporto merci con massa a pieno carico non superiore a 3,5t, immatricolati prima del 1/10/94, ad eccezione di quelli conformi alle direttive CEE 91/441 e CEE 93/59 e successive modifiche.
- 2- Cofinanziamento degli incentivi messi a disposizione dalla Regione Toscana per il progressivo rinnovo dei segmenti più inquinanti del parco veicolare. In relazione a questo particolare aspetto si riporta di seguito il numero di veicoli incentivati per gli anni 2004 e 2005.

**Tab. 29 – N. di veicoli incentivati**

<b>Tipologia incentivo 2004</b>	<b>N .veicoli incentivati</b>
Biciclette elettriche	1077
Ciclomotori euro 2	407
Altri veicoli elettrici	2
Autovettura metano o GPL	8
Veicolo merci < 3,5 t	1

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

Tipologia incentivo 2005	n. veicoli incentivati
Biciclette elettriche	781
Ciclomotori/motocicli Euro 2	281
Altri veicoli elettrici	3
Autovettura metano o GPL	3
Trasformazione a gas di autovetture	129

- 3- Proseguimento della campagna di controllo dei gas di scarico per la riduzione dell'inquinamento atmosferico e interdizione della circolazione nell'aria cittadina denominata "zona blu" per i veicoli sprovvisti del bollino blu. In merito, si riportano di seguito i dati relativi ai bollini blu eseguiti dalle officine autorizzate di Livorno.

**Tab. 30 –Bollini blu eseguiti dalle officine autorizzate**

Anno	n. bollini blu
2003	62.624
2004	61.918
2005	66.484

Gli effetti di tali azioni sono analizzati nel paragrafo 4.1 relativo all'andamento delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> nel periodo 2002–2005.

## **4. ANDAMENTO DELLE CONCENTRAZIONI DEGLI INQUINANTI NEL PERIODO 2002-2005**

Le informazioni presentate nel capitolo precedente sono sufficienti a definire lo stato della qualità dell'aria nel territorio del Comune di Livorno per l'anno 2005 in relazione a limiti, parametri e indicatori così come sono definiti nelle norme di riferimento.

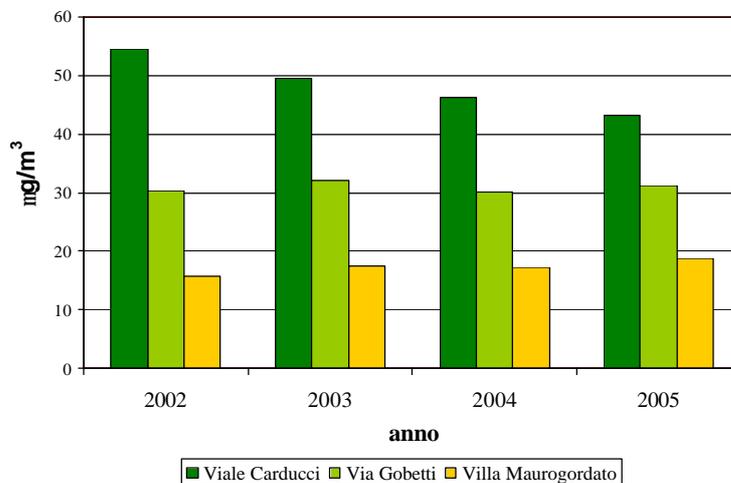
Appare opportuno, tuttavia, prendere in esame gli andamenti nel tempo dei principali indicatori di qualità per ottenere valutazioni più complete; in linea generale, infatti, l'analisi dei trend consente di seguire e verificare nel tempo l'adeguatezza delle risposte tramite le quali si intendono risolvere i problemi che emergono in termini di impatti e di stato di qualità dell'ambiente, così come richiesto dall'approccio DPSIR.

Va in aggiunta rilevato che proprio nel caso della qualità dell'aria ambiente lo stesso D.Lgs. 351/1999 definisce diversi principi che, in estrema sintesi, hanno come obiettivo il miglioramento dello stato di qualità dell'aria ambiente, il consolidamento dei risultati ed il mantenimento degli standard nei casi in cui la qualità stessa sia buona.

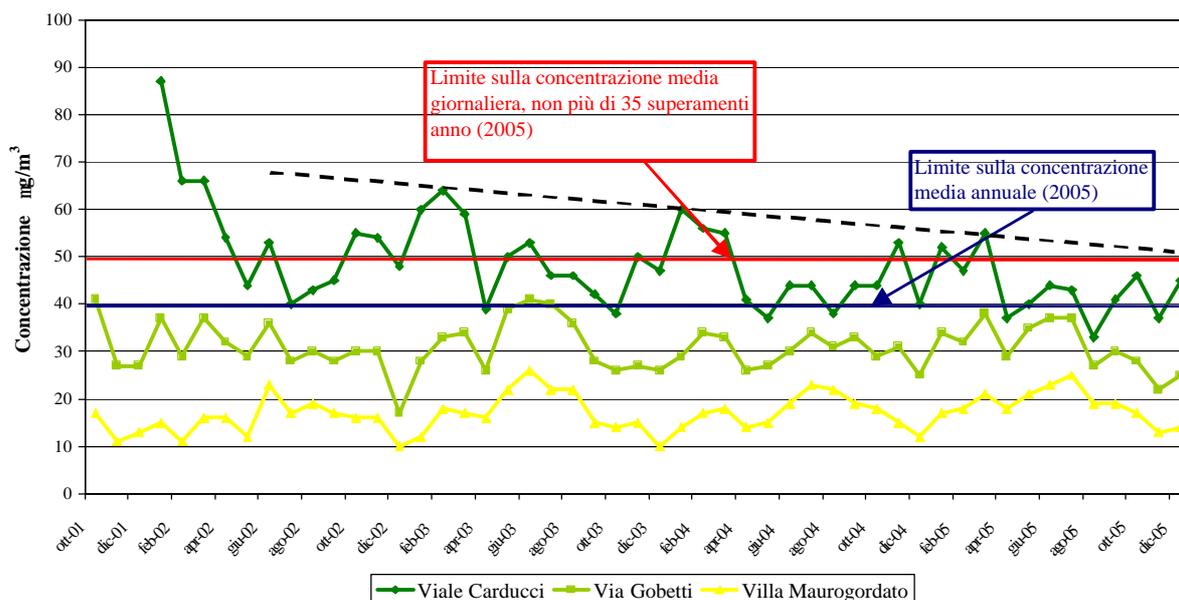
I trend presentati e commentati in questo capitolo sono relativi al periodo 2002-2005 e sono stati elaborati utilizzando come indicatore la concentrazione media annuale e mensile per ogni inquinante. Tali indicatori consentono di comprendere in modo immediato l'evoluzione della qualità dell'aria nelle porzioni di territorio che fanno riferimento a ciascuna stazione di rilevamento. E' opportuno ribadire che nel caso della media mensile, come nel caso dei grafici presentati nel capitolo precedente, la base temporale di elaborazione dei dati non è la stessa dei riferimenti normativi, quindi i dati non devono essere utilizzati per valutare la rispondenza a quanto stabilito nelle norme (per questa valutazione bisogna riferirsi alle tabelle del capitolo precedente). Le scale dei grafici sono comunque state dimensionate considerando valori significativi dal punto di vista normativo.

## 4.1 PM<sub>10</sub>

Media annuale PM<sub>10</sub>



PM<sub>10</sub>  
Andamento delle concentrazioni medie mensili  
2001-2005



I grafici evidenziano una leggera tendenza alla diminuzione delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> nella stazione di Viale Carducci; tale diminuzione, probabilmente legata alle azioni di limitazione alla circolazione dei veicoli EURO 0 e al miglioramento del parco dei veicoli circolanti, però, come precedentemente già affermato, non altera la condizione di sostanziale criticità legata alle concentrazioni rilevate in tale centralina. Nelle stazioni di Via Gobetti e di Villa Maurogordato i livelli di concentrazione media mensile si mantengono invece costantemente al disotto dei 50 µg/m<sup>3</sup> tuttavia, come peraltro testimoniato dai dati del capitolo 2, ciò non esclude che possano esservi dei superamenti rispetto alle medie giornaliere.

Si può notare che la stazione di Viale Carducci, ubicata nella zona a maggior traffico veicolare, presenta picchi di concentrazione nei mesi invernali mentre quella di Villa Maurogordato, che può

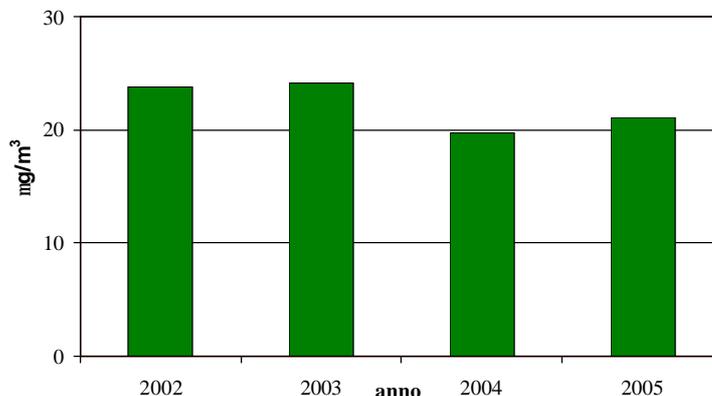
# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

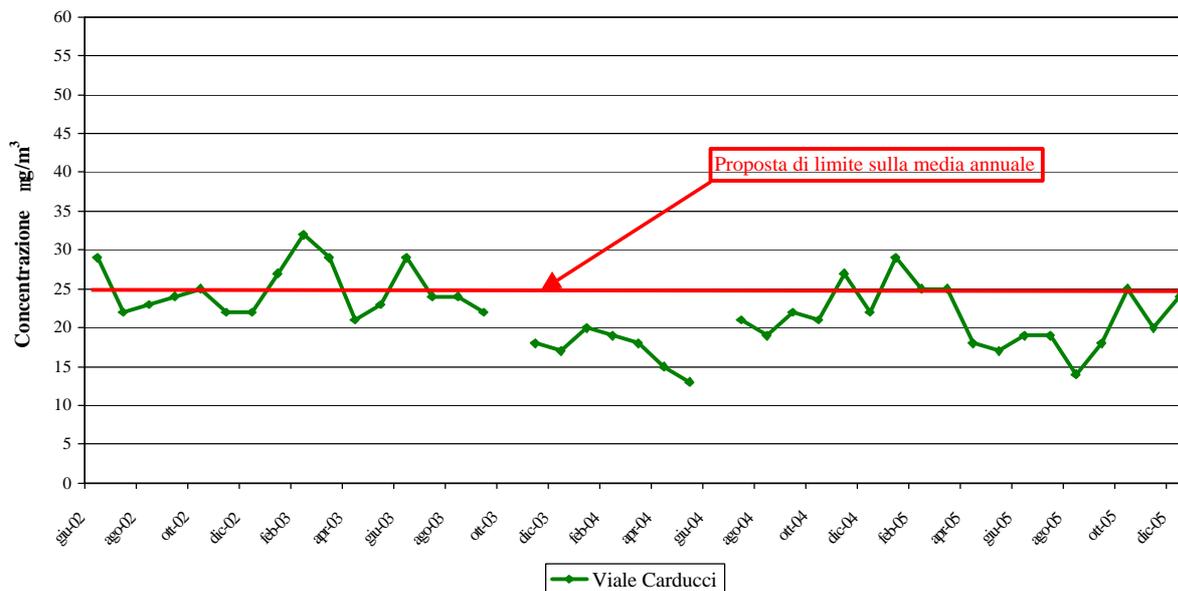
essere considerata rappresentativa delle concentrazioni di fondo, registra valori di picco nei mesi estivi, probabilmente dovuta a sorgenti naturali.

## 4.2 PM<sub>2,5</sub>

Media annuale PM<sub>2,5</sub> - Centralina di Viale Carducci

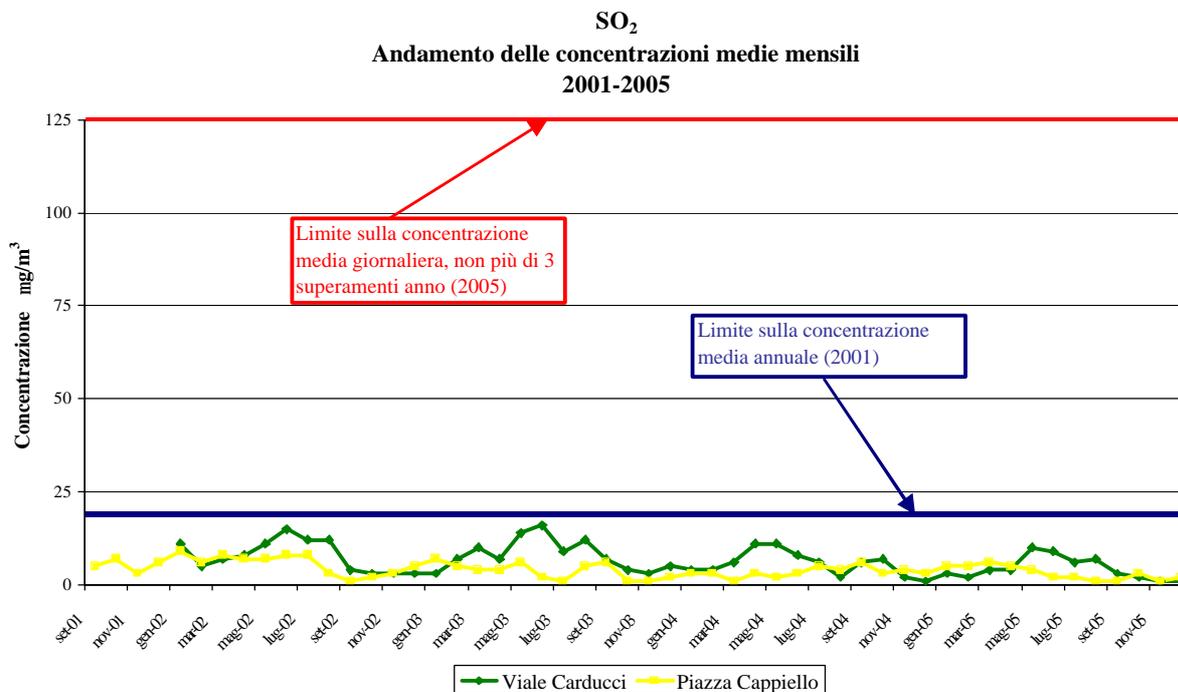
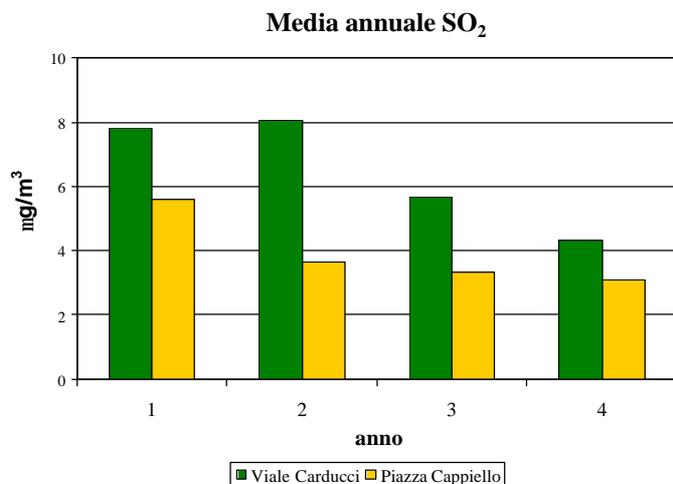


PM<sub>2,5</sub>  
Andamento delle concentrazioni medie mensili  
2002-2005



I livelli di concentrazione dell'inquinante si mostrano piuttosto fluttuanti e non presentano, nel triennio considerato, sensibili riduzioni anche se si può intravedere un trend in leggera diminuzione tra i valori registrati dal 2002 al 2003 e quelli del biennio 2004 - 2005.

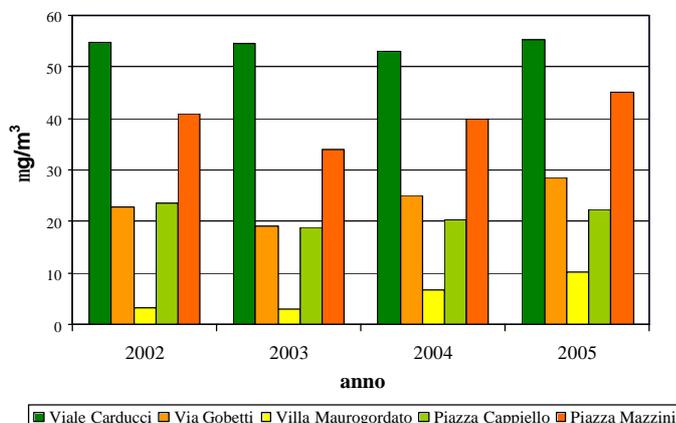
## 4.3 SO<sub>2</sub>



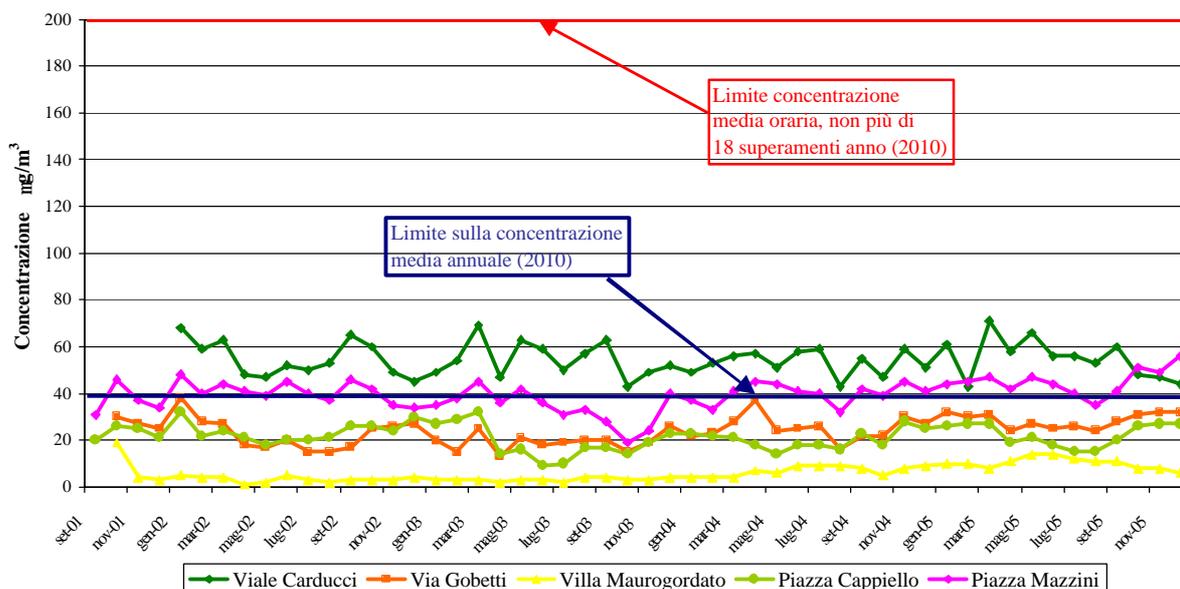
Dall'analisi del trend delle concentrazioni medie annue e medie mensili di SO<sub>2</sub>, si osserva una lieve tendenza alla riduzione delle concentrazioni, più marcata per i picchi registrati nella stazione di Viale Carducci; detti valori, come già precedentemente osservato, sono raggiunti prevalentemente nei mesi estivi.

## 4.4 NO<sub>2</sub>

Media annuale NO<sub>2</sub>



NO<sub>2</sub>  
Andamento delle concentrazioni medie mensili  
2001-2005



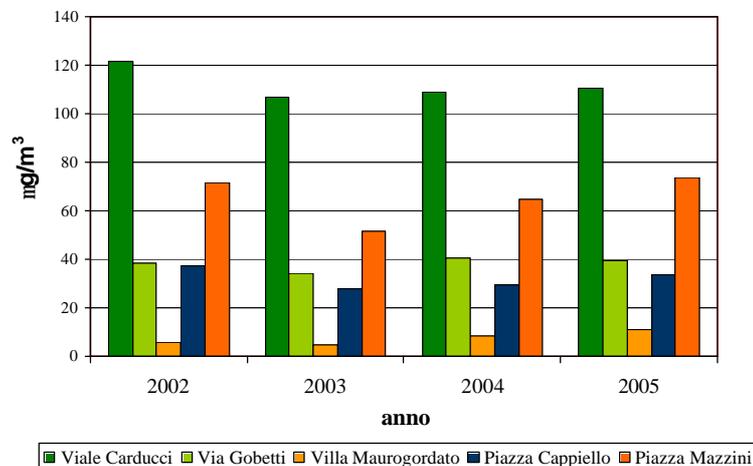
Con l'eccezione della stazione di Villa Maurogordato, anche i livelli di concentrazione di NO<sub>2</sub> si mostrano piuttosto fluttuanti. Appare inoltre evidente come si siano osservate, nel periodo considerato, leggeri aumenti delle concentrazioni. Come già anticipato nel capitolo 2, a partire dal 2010 il limite fissato per la concentrazione di NO<sub>2</sub> è di 40 µg/m<sup>3</sup>, pertanto è necessario agire sin da ora per imprimere una tendenza discendente alla concentrazione dell'inquinante.

# ARPAT

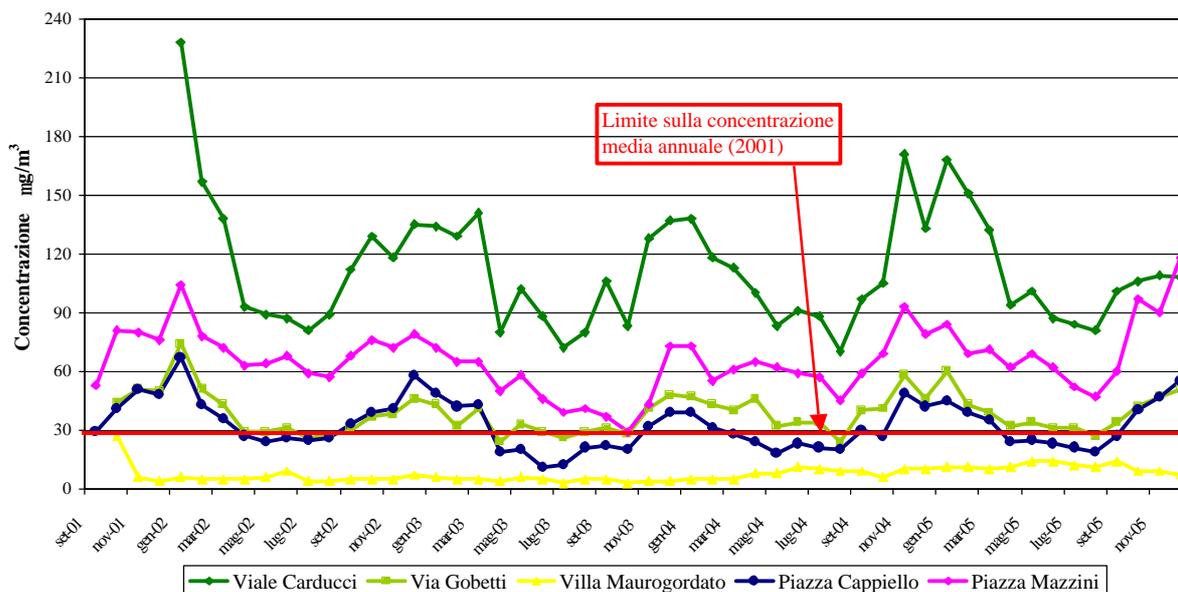
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

## 4.5 NO<sub>x</sub>

### Media annuale NO<sub>x</sub>



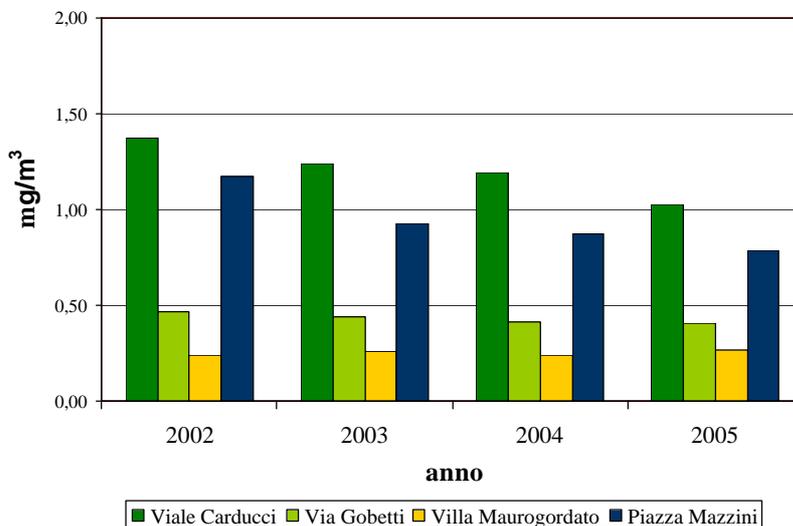
### NO<sub>x</sub> Andamento delle concentrazioni medie mensili 2001-2005



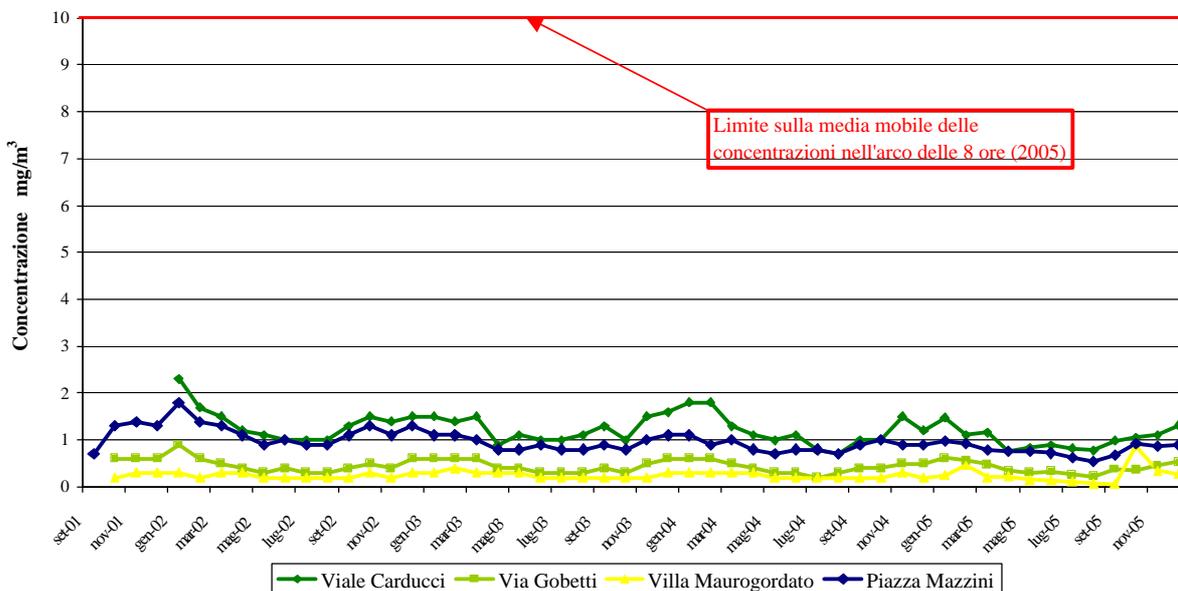
Come per il biossido d'azoto, anche le concentrazioni di NO<sub>x</sub> oscillano, anche se con fluttuazioni meno ampie, attorno ad un valore piuttosto costante. Se da una parte la situazione rilevata a Viale Carducci appare in leggero miglioramento ciò non sembra confermato nella zona di Piazza Mazzini dove i valori presentano un trend in crescita e nelle altre centraline dove l'andamento risulta stazionario. Comunque anche queste elaborazioni confermano la situazione di forte e costante criticità rilevata soprattutto dalla stazione di Viale Carducci e da quella di Piazza Mazzini.

## 4.6 CO

### Media annuale CO



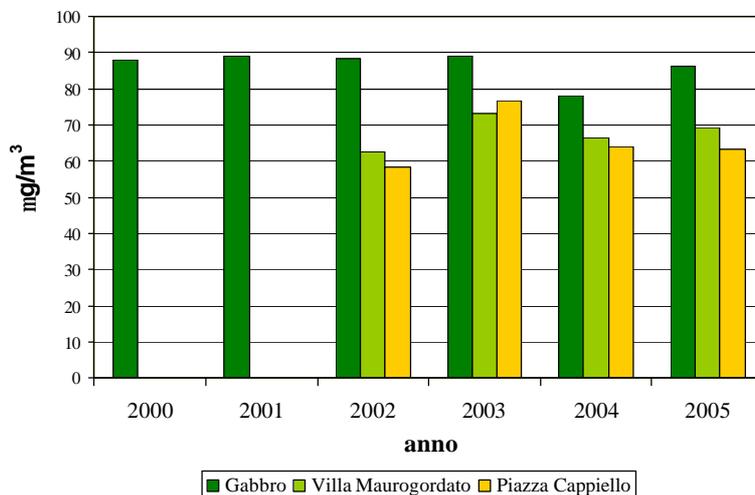
### CO Andamento delle concentrazioni medie mensili 2001-2005



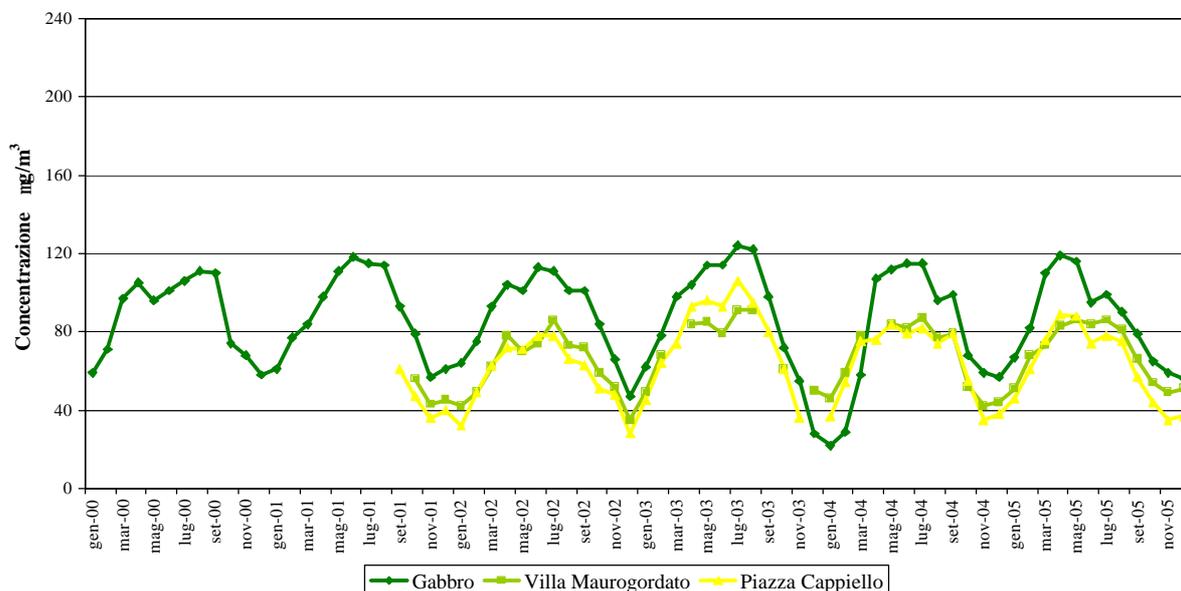
L'andamento delle concentrazioni di CO nel triennio considerato mostra che esistono le condizioni per mantenere, anche negli anni a venire, un buon livello di qualità.

## 4.7 O<sub>3</sub>

### Media annuale Ozono



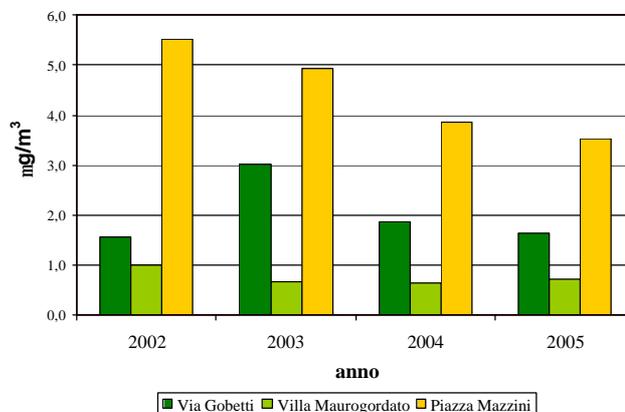
### OZONO Andamento delle concentrazioni medie mensili 2000-2005



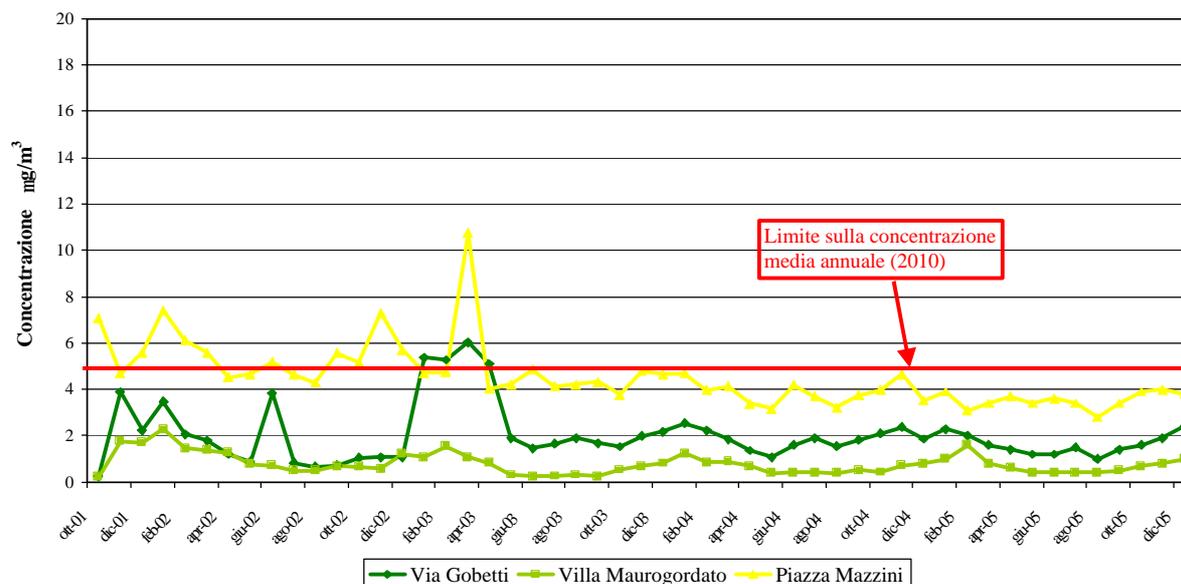
Il grafico relativo alla media mensile mette in chiara evidenza la regolare oscillazione dei valori di concentrazione tra il periodo invernale (concentrazioni più basse) e quello estivo (concentrazioni più alte). Anche in questo caso non si osserva un trend in diminuzione delle concentrazioni: una delle cause, certamente non l'unica, può essere individuata nella presenza, in concentrazioni che ugualmente non accennano a diminuire, di biossido d'azoto, che è uno dei precursori più importanti per la formazione dell'ozono troposferico. Continua ad apparire difficoltoso il conseguimento degli obiettivi di qualità fissati per il 2010.

## 4.8 Benzene

Media annuale Benzene



**BENZENE**  
Andamento delle concentrazioni medie mensili  
2001-2005



Le concentrazioni degli ultimi tre anni mostrano due andamenti differenti separati da un valore di picco registrato in tutte le centraline nel mese di marzo 2003. Nel periodo antecedente si osservano valori di media mensile piuttosto fluttuanti (particolarmente in Via Gobetti e Piazza Mazzini, mentre Villa Maurogordato ha registrato oscillazioni meno ampie). Dalla metà del 2003 l'andamento è più regolare e, in tutte le centraline, le concentrazioni si attestano attorno a medie più basse. Gli andamenti complessivi sono tali da ritenere raggiungibile l'obiettivo di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media annuale che, a partire dal 2010, rappresenterà il nuovo valore di soglia.

## 5. CONDIZIONI METEOROLOGICHE

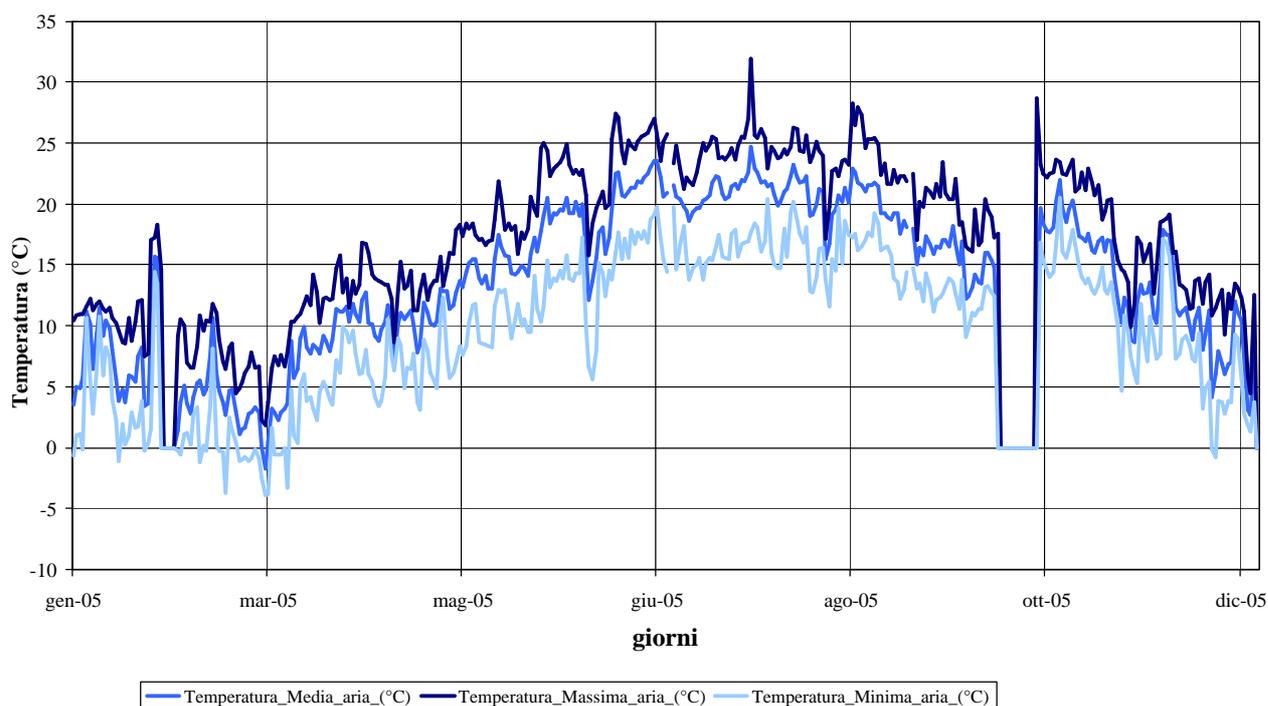
Nei grafici seguenti sono riportati gli andamenti delle principali variabili meteorologiche rilevate presso la stazione di Ardenza la Rosa di Livorno.

### 5.1 Analisi dell'andamento meteorologico nell'anno 2005

L'andamento delle temperature dell'anno 2005 si può considerare tipico della zona livornese, anche se in alcuni casi si sono riscontrate temperature lievemente al di sotto dello zero (- 3,9 °C il 1° marzo). Le temperature massime si sono rilevate tra la fine di luglio e l'inizio di agosto con un picco pari a 32°C il 29 luglio.

Anche l'escursione termica giornaliera (pari alla differenza tra la temperatura massima e la minima rilevate ogni giorno) non assume valori di particolare rilevanza andando da un minimo di 0,9 °C a un massimo di 15,5 °C.

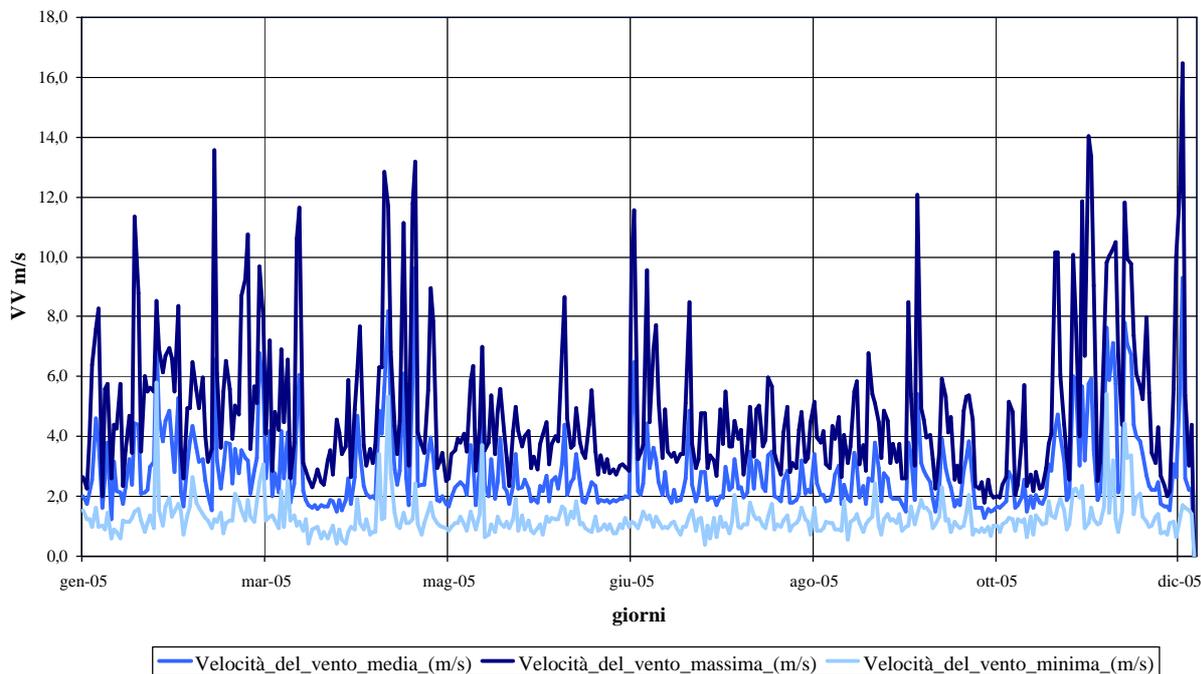
Andamento delle temperature medie, minime e massime giornaliere (medie orarie) anno 2005



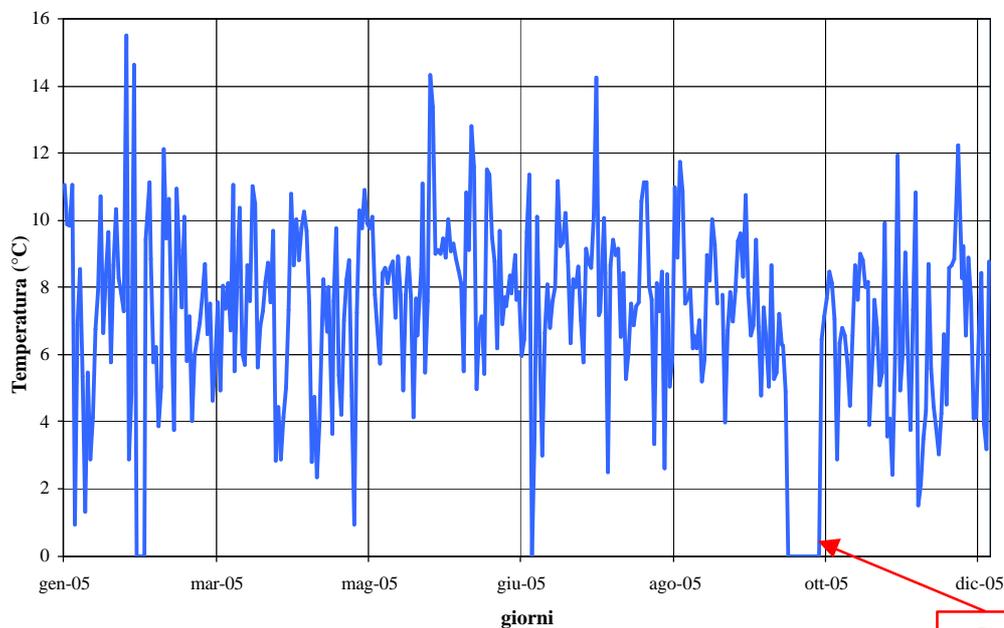
# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

## Andamento delle velocità del vento medie e massime giornaliere (medie orarie) - anno 2005



## Andamento dell'escursione termica giornaliera anno 2005



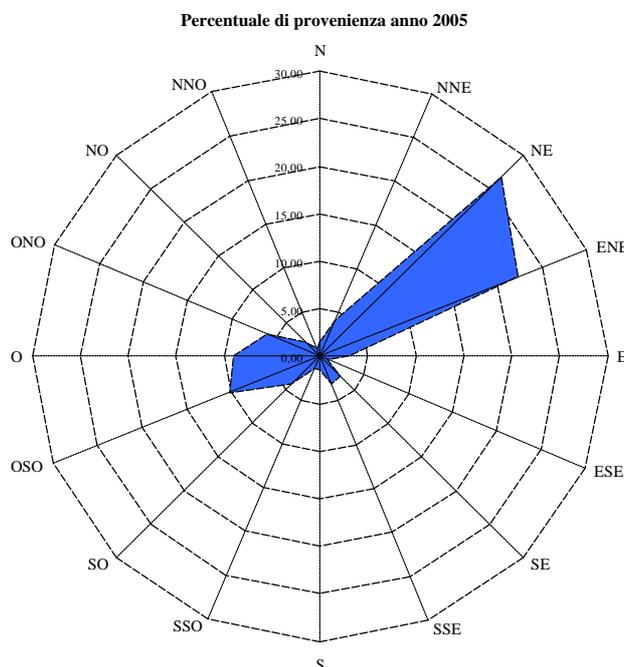
Dati mancanti

Dal punto di vista anemologico, l'area di Livorno è normalmente caratterizzata da frequenti episodi di vento sostenuto, con una punta della media oraria della velocità rilevata di circa 16,5 m/s. Valori leggermente inferiori (compresi tra 12 e 13 m/s) si sono comunque verificati con cadenza pressoché costante durante tutto l'arco dell'anno. Nel 2005 le direzioni prevalenti del vento si sono dimostrate

essere NE, ENE e OSO.

**Tab. 31 – Direzioni prevalenti del vento.**

Direzione della provenienza	Frequenza n° di ore	Percentuale di provenienza
N	136	1,56
NNE	362	4,14
NE	2334	26,70
ENE	1952	22,33
E	270	3,09
ESE	75	0,86
SE	261	2,99
SSE	267	3,05
S	125	1,43
SSO	127	1,45
SO	360	4,12
OSO	890	10,18
O	788	9,01
ONO	519	5,94
NO	196	2,24
NNO	80	0,92



Gli effetti delle condizioni meteorologiche sull'andamento delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici sono in genere difficilmente valutabili, in quanto nell'arco di un intero anno si susseguono in maniera casuale situazioni favorevoli all'accumulo o alla formazione degli inquinanti e situazioni favorevoli alla loro dispersione. Inoltre per correlare le concentrazioni ad un particolare andamento meteorologico sarebbe necessario quantificarne l'effetto mediante l'uso di modellistica specifica la cui definizione è al momento ancora un problematica aperta.

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

## 6. CONSIDERAZIONI FINALI

I dati del 2005 continuano a presentare situazioni di forte criticità per PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> nella stazione di viale Carducci e per NO<sub>x</sub> ed Ozono in tutte le stazioni di monitoraggio. Il livello di qualità può essere invece considerato buono relativamente a CO, Benzene e SO<sub>2</sub> anche se nel caso di quest'ultimo inquinante, come precedentemente descritto, nel mese di agosto si sono avuti valori di picco tali da far superare in un caso la soglia di 350 µg/m<sup>3</sup> per la media oraria.

Tali conclusioni sono presentate in forma grafica nella tabella seguente, in cui ci si è riferiti ai soli parametri di interesse normativo.

Stazione	Inquinanti							
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	Benzene
Viale Carducci	☹	☹	☺	☺	☹	☹		☹
Via Gobetti	☹			☺	☹	☹		☺
Piazza Mazzini				☺	☹	☹		☺
Piazza Cappelletto			☺		☺	☹	☹	
Villa Maurogordato	☺			☺	☺	☺	☹	☺
La Palazzina (fraz. Gabbro)							☹	

- ☺ Concentrazione inferiore ai 2/3 del limite
- ☹ Concentrazione compresa tra i 2/3 del limite e il limite
- ☹ Concentrazione superiore al limite

Le indicazioni del 2005 sulle concentrazioni degli inquinanti, già solo parzialmente incoraggianti, continuano purtroppo a non essere supportate da valutazioni positive in merito alle tendenze delle concentrazioni medesime. Per tutti i parametri, eccezion fatta per il PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e l'SO<sub>2</sub> dove si sono registrati valori in leggerissima diminuzione, l'ultimo quadriennio ha registrato andamenti stazionari che non fanno prevedere la soluzione nel tempo delle criticità presenti.

Trend	Inquinanti							
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	Benzene
	☺	☺	☺	☹	☹	☹	☹	☺

- ☺ Trend in miglioramento
- ☹ Trend stazionario
- ☹ Trend in peggioramento

Pertanto, in estrema sintesi, allo stato attuale dei fatti, appare molto difficile il raggiungimento degli standard di qualità fissati dalla normativa vigente per NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e conseguentemente per l'Ozono. Per quanto riguarda invece il PM<sub>10</sub> il trend in leggera diminuzione della concentrazione media annuale lascia intravedere la possibilità del rispetto dei limiti di soglia relativamente a tale parametro in Viale Carducci (stazione di rilevamento più critica) anche se il numero dei superamenti annui si è assestato anche quest'anno su valori tali da non far prevedere il rispetto dei limiti in tal senso per gli anni a venire.

Per poter invece esprimere un giudizio definitivo relativamente al PM<sub>2,5</sub>, è necessario attendere la definizione a livello europeo dei limiti di concentrazione per questo inquinante che allo stato attuale sono solo a livello di proposta.

# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

*La redazione del documento è stata curata da:*

Ing. Francesca Andreis  
Dott. Massimo Lazzari  
T.L.B. Stefano Fortunato

*L'attività di monitoraggio e gestione dati C.O.P. è stata svolta da:*

T.L.B. Stefano Fortunato

Il responsabile della U.O.  
Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati  
Dott. Guido Spinelli

## INDICE DELLE TABELLE

TAB. 1 PREVISIONI NORMATIVE SUI LIMITI DI CONCENTRAZIONE DEGLI INQUINANTI. ....	4
TAB. 2 – VALORI LIMITE PER PM <sub>10</sub> . ....	5
TAB. 3 – VALORI LIMITE PER PM <sub>2,5</sub> . ....	5
TAB. 4 – VALORI LIMITE PER PTS. ....	5
TAB. 5 – VALORI LIMITE PER SO <sub>2</sub> . ....	5
TAB. 6 – VALORI LIMITE PER CO. ....	6
TAB. 7 – VALORI LIMITE PER NO <sub>2</sub> . ....	6
TAB. 8 – VALORI LIMITE PER NO <sub>x</sub> . ....	6
TAB. 9 – VALORI LIMITE PER O <sub>3</sub> . ....	6
TAB. 10 – VALORI LIMITE PER BENZENE. ....	6
TAB. 11 – STAZIONI DI MONITORAGGIO FISSE DELLA RETE PROVINCIALE DI LIVORNO. ....	7
TAB. 12 – INQUINANTI MONITORATI DALLE STAZIONI FISSE DI RILEVAMENTO. ....	10
TAB. 13 – RENDIMENTI DELLE STAZIONI DI MISURA RELATIVI ALL'ANNO 2005. ....	11
TAB. 14 – CRITERI DI ACCETTABILITÀ. ....	12
TAB. 15 – ANALISI DELLE STAZIONI DELLA RETE PUBBLICA CON RENDIMENTI INFERIORI AL 90%. ....	12
TAB. 16 – PM <sub>10</sub> : RIEPILOGO DEI DATI RILEVATI DALLE CENTRALINE. ....	15
TAB. 17 – PM <sub>2,5</sub> : RIEPILOGO DEI DATI RILEVATI DALLE CENTRALINE. ....	17
TAB. 18 – PTS: RIEPILOGO DEI DATI RILEVATI DALLE CENTRALINE. ....	19
TAB. 19 – SO <sub>2</sub> : RIEPILOGO DEI DATI RILEVATI DALLE CENTRALINE. ....	20
TAB. 20 – SO <sub>2</sub> : RIEPILOGO DEI DATI RILEVATI DALLE CENTRALINE DELLA RETE ARIAL. ....	21
TAB. 21 – CO: RIEPILOGO DEI DATI RILEVATI DALLE CENTRALINE. ....	22
TAB. 22 – NO <sub>2</sub> : RIEPILOGO DEI DATI RILEVATI DALLE CENTRALINE. ....	24
TAB. 23 NO <sub>x</sub> : RIEPILOGO DEI DATI RILEVATI DALLE CENTRALINE. ....	26
TAB. 24 – O <sub>3</sub> : RIEPILOGO DEI DATI RILEVATI DALLE CENTRALINE. ....	29
TAB. 25 – BENZENE: RIEPILOGO DEI DATI RILEVATI DALLE CENTRALINE CON EFFICIENZA > 90%. ....	31
TAB. 26 – BENZENE: RIEPILOGO DEI DATI RILEVATI DALLE CENTRALINE CON EFFICIENZA FRA IL 15% E IL 90%. ....	31
TAB. 27 – NUMERO DI SUPERAMENTI DELLE SOGLIE DI ALLARME E DI INFORMAZIONE. ....	33
TAB. 28 – DATI METEOROLOGICI. ....	37
TAB. 29 – N. DI VEICOLI INCENTIVATI. ....	38
TAB. 30 – BOLLINI BLU ESEGUITI DALLE OFFICINE AUTORIZZATE. ....	39
TAB. 31 – DIREZIONI PREVALENTI DEL VENTO. ....	50