

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 2007

Aprile 2008

ARPAT

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

INDICE

PREMESSA.....	3
1. STRUTTURA DELLA RETE DI RILEVAMENTO	4
1.1 Stazioni fisse di rilevamento della qualità dell'aria	4
1.2 Inquinanti monitorati.....	6
2. EFFICIENZA DELLA RETE DI RILEVAMENTO	7
Parametro: dati orari.....	7
3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	8
4. DATI RILEVATI NELL'ANNO 2007	11
4.1 Tabelle riassuntive: confronto con i limiti normativi per la protezione della salute umana	11
Monossido di Carbonio – CO	12
Biossido di zolfo – SO ₂	12
Biossido di Azoto – NO ₂	12
Particolato – PM ₁₀	12
Particolato – PM _{2,5}	13
Benzene.....	13
Ozono.....	13
4.2 Approfondimenti per Stazione	13
4.3 Superamenti delle soglie di allarme (ai sensi del DM 60/02 e del D.Lgs. 183/04) – Episodi acuti	14
4.4 Trend delle concentrazioni annuale e mensile	14
4.4.1 PM ₁₀	15
4.4.2 PM _{2,5}	16
4.4.3 SO ₂	17
4.4.4 NO ₂	18
4.4.5 CO	19
4.4.6 O ₃	20
4.4.7 Benzene.....	21
5. CONSIDERAZIONI FINALI.....	22
ALLEGATO 1. Approfondimenti per stazione.....	24
A.1.1 Piazza Cappelletto.....	26
A.1.2 Viale Carducci.....	32
A.1.3 Gabbro.....	41
A.1.4 Via Gobetti	42
A.1.5 Villa Maurogordato	46
A.1.6 Piazza Mazzini	51
ALLEGATO 2. Condizioni meteorologiche	55
ALLEGATO 3. Approfondimento sulla provenienza dell'inquinamento da SO₂ nel centro abitato di Livorno	58
ALLEGATO 4. Progetto di modifica ed ampliamento della rete provinciale.....	63
INDICE DELLE TABELLE.....	65

PREMESSA

Anche per l'anno 2007, 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". 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 dalla rete di monitoraggio presente nel territorio Livornese. Esso tuttavia fornisce indicazioni complessive che non si limitano alla semplice esposizione dei dati rilevati.

La struttura della relazione è stata modificata rispetto alle versioni degli anni precedenti per andare incontro all'esigenza di uniformare le relazioni della qualità dell'aria prodotte da ARPAT per le diverse reti di monitoraggio presenti sul territorio della regione Toscana.

Pertanto il lavoro risulta strutturato in 6 capitoli. Nel capitolo 1 sono descritte le caratteristiche delle reti di monitoraggio presenti a Livorno mentre il secondo capitolo è dedicato all'efficienza dei singoli strumenti di rilevamento. Il capitolo 3 riporta una sintesi in forma tabellare dei valori limite di concentrazione in atmosfera fissati dalla normativa vigente per ciascuno degli inquinanti monitorati. Il capitolo 4 è quindi dedicato alla presentazione dei risultati. I risultati sono presentati in varie forme: in forma tabellare per quanto riguarda il confronto diretto con i limiti imposti dalla normativa, in forma grafica per quanto riguarda invece gli andamenti delle concentrazioni rilevate nel corso dell'anno e su un intervallo temporale più ampio (sono presentati infatti i trend a partire dall'anno 2002 ad oggi). Ogni rappresentazione è corredata da considerazioni finalizzate alla comprensione delle relazioni tra pressioni e stato. Nell'ultimo capitolo sono quindi presentate le valutazioni e le indicazioni complessive sullo stato della qualità dell'aria.

In una serie di allegati infine sono riportati, oltre alle condizioni meteorologiche di riferimento dell'anno 2007, alcuni interessanti approfondimenti ritenuti necessari dal Gruppo di lavoro per meglio rappresentare le specificità dell'area livornese.

L'auspicio del Gruppo di lavoro è che la presente relazione risponda in maniera adeguata alla necessità di avere una conoscenza di buon livello delle problematiche legate alla qualità dell'aria nel territorio del Comune di Livorno.

Livorno, 11 aprile 2008

Fabrizio Righini, Responsabile del Dipartimento Provinciale ARPAT

1. STRUTTURA DELLA RETE DI RILEVAMENTO

1.1 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 Collesalveti, conta centraline nell'area urbana e nelle aree considerate a maggior rischio di ricaduta dei principali inquinanti atmosferici di origine industriale.

Di seguito è riportata una descrizione di tutte le centraline della rete pubblica e di quella privata. Non sono però trattati i dati relativi alla rete privata in quanto non sono sottoposti a nessun tipo di validazione da parte di ARPAT.

Attualmente la rete pubblica di Livorno è composta complessivamente da 7 stazioni fisse (6 per il monitoraggio degli inquinanti e una meteo) e da una postazione mobile di rilevamento degli inquinanti. La rete privata è composta invece da 8 stazioni fisse (6 per il monitoraggio degli inquinanti e 2 meteo).

Nella tabelle che seguono 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. 1 Individuazione delle stazioni di monitoraggio della rete pubblica

Stazione	Circoscrizione	Rete	Tipo di zona	Tipo di stazione	Appartenenza alla rete regionale
			Decisione 2001/752/CE	Decisione 2001/752/CE	
Villa Maurogordato	5	PUBBLICA	periferica	fondo	PM ₁₀ , PM _{2,5} , Ozono
Via Gobetti	1	PUBBLICA	urbana	industriale	PM ₁₀
Piazza Cappiello	5	PUBBLICA	urbana	fondo	-
Piazza Mazzini	3	PUBBLICA	urbana	traffico	-
Viale Carducci	4	PUBBLICA	urbana	traffico	PM ₁₀
La Palazzina ^(*) (fraz. Gabbro)	5	PUBBLICA	rurale	fondo	Ozono
La Rotonda Ardenza	5	PUBBLICA	periferica	meteo	-

(*) di proprietà del Comune di Livorno.

Tab. 2 Individuazione delle stazioni di monitoraggio della rete privata

Stazione	Circoscrizione	Rete	Tipo di zona	Tipo di stazione
			Decisione 2001/752/CE	Decisione 2001/752/CE
Via La Pira	1	PRIVATA	urbana	industriale
Via Da Vinci	1	PRIVATA	urbana	industriale
Piazza XI Maggio	1	PRIVATA	urbana	traffico
Via Rossi	2	PRIVATA	urbana	traffico
Via Cattaneo	5	PRIVATA	urbana	traffico
Via Marx (Collesalveti)	1	PRIVATA	urbana	industriale
Via De Sanctis	4	PRIVATA	urbana	meteo
Labromare	1	PRIVATA	urbana	meteo

ARPAT

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

Le stazioni fisse di monitoraggio nei comuni di Livorno e Collesalveti sono localizzate come rappresentato nella cartina riportata di seguito. Nel paragrafo 1.2. vengono poi indicate le principali caratteristiche delle stazioni afferenti alle due reti di rilevamento.

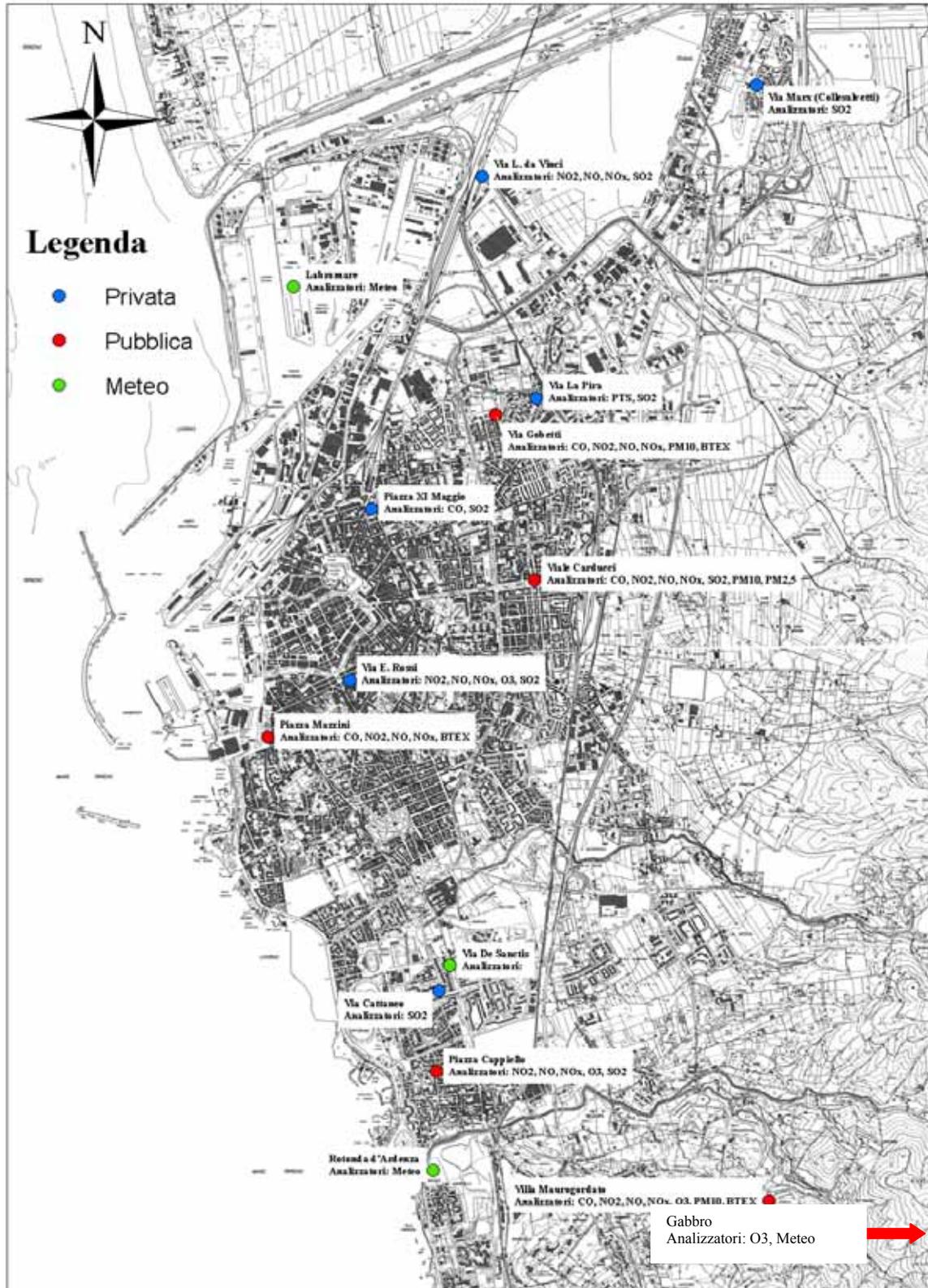


Fig. 1 – Mappa con ubicazione delle stazioni di monitoraggio

ARPAT

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

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' inoltre stato approvato il progetto per la realizzazione della rete regionale virtuale per il monitoraggio in continuo delle PM₁₀; le centraline di Viale Carducci, Via Gobetti e Villa Maurogordato fanno parte di tale rete.

Per quanto riguarda infine la rete regionale virtuale per il monitoraggio in continuo delle PM_{2,5} con la DGRT n.21 del 21 gennaio 2008 la Regione Toscana vi ha inserito la centralina di Villa Maurogordato che verrà prossimamente dotata di un analizzatore in continuo di tale inquinante.

Si fa infine presente che nel prossimo futuro è previsto di modificare ed ampliare le tre reti (Livorno/Collesalveti, Rosignano M.mo, Piombino) che costituiscono il "Sistema Provinciale di rilevamento della qualità dell'aria". Tale progetto nasce dall'esigenza di adeguare le reti alle nuove necessità determinate, in primo luogo, dalla scelta operata dalla Regione Toscana di dotarsi di una rete "virtuale" per il monitoraggio dell'ozono, del PM₁₀, ed in un prossimo futuro di altri inquinanti, ma anche da quella di abbandonare il monitoraggio di zone ove i fenomeni sono ormai noti ed ove, di conseguenza, non ci si attendono variazioni significative, per andare, invece, ad indagare aree diverse, potenzialmente più interessanti. Per far fronte a quanto sopra si rende quindi necessario rilocalizzare alcune stazioni, spostare alcuni analizzatori, collocarne altri ex novo. Una descrizione dettagliata di quanto è previsto dal progetto di ristrutturazione della rete è riportato in allegato 2.

1.2 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 PM₁₀ e PM_{2,5}) 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 SO₂, considerato il tracciante principale dell'inquinamento atmosferico di origine industriale.

Tab. 3 Inquinanti monitorati dalle stazioni fisse di rilevamento della rete pubblica.

Stazione	Inquinanti							
	CO	NO ₂ , NO, NO _x	O ₃	PTS	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	BTEX
Rete pubblica	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				

ARPAT

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

Tab. 4 Inquinanti monitorati dalle stazioni fisse di rilevamento della rete privata.

	Stazione	Inquinanti							
		CO	NO ₂ , NO, NO _x	O ₃	PTS	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	BTEX
Rete privata	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			

2. EFFICIENZA DELLA RETE DI RILEVAMENTO

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 "Tutale della Qualità dell'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.

La tabella 5 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. 5 Rendimenti delle stazioni di misura relativi all'anno 2007.

Stazione	Efficienza (%)							
	Conformità alla normativa di riferimento (DM 60/02)							
	Parametro: dati orari (giornalieri per PM ₁₀)							
	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	CO	NO	NO ₂	NO _x	Benzene
Viale Carducci	96,2	96,4	95,2	100	97,7	97,7	97,7	-
Via Gobetti	100	-	-	97,0	97,5	97,5	97,5	97,8
Piazza Mazzini	-	-	-	95,0	96,6	96,6	96,6	84,6
Piazza Cappello	-	-	98,2	-	99,2	99,2	99,2	-
Villa Maurogordato	100	-	-	100	98,5	98,5	98,5	92,5
La Palazzina (fraz. Gabbro)	-	-	-	-	-			-
	Efficienza (%)							
	Conformità alla normativa di riferimento (D.Lgs. 183/04)							
	Parametro: dati orari							
Piazza Cappello	97,7							
Villa Maurogordato	96,5							
La Palazzina (fraz. Gabbro)	96,1							

ARPAT

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

Come si può notare, il rendimento delle stazioni della rete pubblica è sempre superiore al 90%, eccezion fatta per il Benzene della centralina di Piazza Mazzini. I valori dei rendimenti di tutte le centraline della rete pubblica continuano ad essere in miglioramento rispetto agli anni precedenti (già nel 2004 i valori del rendimento delle centraline della rete pubblica risultavano comunque estremamente soddisfacenti). Il COP di Livorno continua a raggiungere 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.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

La valutazione della qualità dell'aria viene condotta confrontando gli indicatori ottenuti per aggregazione dei valori di concentrazione rilevati con i valori 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. Le norme in vigore prevedono inoltre una progressiva riduzione dei limiti di concentrazione nel tempo, come si può notare nella tabella riportata di seguito.

Tab. 6 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 ₁₀ (2 ^a 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.

ARPAT

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

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.

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 vigenti a partire dall'anno 2010.

I valori limite di concentrazione in atmosfera fissati dalla normativa vigente per ciascuno degli inquinanti monitorati relativamente alla protezione della salute umana sono riportati nelle tabelle che seguono.

Tab. 7 MONOSSIDO DI CARBONIO – normativa e limiti di riferimento (D.M. 60/02)

	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite per la protezione della salute umana.	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	1.01.2005

Tab. 8 OSSIDI DI AZOTO – normativa e limiti di riferimento (D.M. 60/02)

	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite orario per la Protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile	1.01.2010
Valore limite annuale per la Protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	1.01.2010
Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m ³ NO _x	1.01.2010
Soglia di allarme	Superamento per 3 ore consecutive	400 µg/m ³ NO ₂	1.01.2010

ARPAT

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

Tab. 9 BLOSSIDO DI ZOLFO – normativa e limiti (DM 60/02)

	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile	1.01.2005
Valore limite di 24 ore per la Protezione della salute umana	24 ore	125 µg/ m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile	1.01.2005
Valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi	Anno civile e inverno (1° Ottobre – 31 Marzo)	20 µg/m ³	19.07.2001
Soglia di allarme	Superamento per 3 ore consecutive	500 µg/m ³ NO ₂	1.01.2010

Tab. 10 MATERIALE PARTICOLATO PM₁₀ e PM_{2,5}– normativa e limiti (DM 60/02)

	Periodo di mediazione	Valori limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³ PM ₁₀ da non superare più di 35 volte per anno civile (nota 1)	1.01.2005
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ PM ₁₀ (nota 1)	1.01.2005
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m ³ PM _{2,5} (nota 2)	1.01.2015

Nota 1. Il DM 60/2002 prevedrebbe per il PM₁₀ anche una fase 2 con limiti da raggiungere entro il 2010. La nuova proposta di direttiva sul riordino in materia di qualità dell'aria, recentemente approvata dalla Comunità europea, entrerà in vigore prima del 2010 superando di fatto la fase 2 che, per questo motivo, non viene trattata.

Nota 2. Per questo parametro non sono stabiliti dalla normativa italiana valori limite di riferimento. Il valore riportato in tabella è stato ripreso dalla Posizione Comune n.13/2007 in vista dell'adozione della Direttiva del Parlamento Europeo corrispondente che risulta ancora in fase di approvazione. Tale valore limite dovrebbe essere raggiunto entro il 1° gennaio del 2015.

ARPAT

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

Tab. 11 OZONO – normativa e limiti (D.Lgs. 183/04)

	Periodo di mediazione	Valori di riferimento
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	Media su 8 ore massima giornaliera.	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 5 anni
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Media su 8 ore massima giornaliera	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	6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Beni materiali	Media Annuale	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di informazione.	Media massima oraria	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme.	Media massima oraria.	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tab. 12 Benzene – normativa e limiti (DM 60/02)

	Periodo di mediazione	Valori limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite per la protezione della salute umana.	anno civile	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.01.2010

4. DATI RILEVATI NELL'ANNO 2007

4.1 Tabelle riassuntive: confronto con i limiti normativi per la protezione della salute umana

In questo paragrafo sono riportati, per ogni inquinante, gli indicatori statistici, confrontati con i limiti dettati dalla normativa relativamente alla protezione della salute umana. Il confronto con i limiti fissati per la protezione della vegetazione e degli ecosistemi non viene invece effettuato in quanto nessuna centralina della rete di monitoraggio della Provincia di Livorno rispetta pienamente i requisiti richiesti dal DM 60/2002 (allegato VIII punto b).. Infatti il DM 60/2002 riporta che “*i punti di campionamento destinati alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione dovrebbero essere ubicati a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti, o da impianti industriali o autostrade*”.

ARPAT

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

Monossido di Carbonio – CO

Tab. 13 Confronto con i limiti normativi per la protezione della salute umana - CO

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Massima media mobile su 8 ore ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N° Medie massime giornaliere su 8 ore > 10 mg/m^3	Valore limite
Viale Carducci	U	T	4,2	10 (in vigore dal 1.01.2005)	0	0 (in vigore dal 1.01.2005)
Piazza Mazzini	U	T	4,0		0	
Via Gobetti	U	I	1,7		0	
Villa Maurogordato	P	F	1,4		0	

Biossido di zolfo – SO₂

Tab. 14 Confronto con i limiti normativi per la protezione della salute umana – SO₂

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	N° medie orarie >350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite	N° medie giornaliere >125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite
Viale Carducci	U	T	0	24 (in vigore dal 1.01.2005)	0	3 (in vigore dal 1.01.2005)
Piazza Cappelletto	U	F	0		0	

Biossido di Azoto – NO₂

Tab. 15 Confronto con i limiti normativi per la protezione della salute umana – NO₂

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	N° medie orarie >200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Viale Carducci	U	T	5	18 (in vigore dal 1.01.2010)	49	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (in vigore dal 1.01.2010)
Piazza Mazzini	U	T	0		49	
Via Gobetti	U	I	0		27	
Piazza Cappelletto	U	F	0		24	
Villa Maurogordato	P	F	0		11	

Particolato – PM₁₀

Tab. 16 Confronto con i limiti normativi per la protezione della salute umana – PM₁₀

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	N° medie giornaliere >50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Viale Carducci	U	T	47	35 (in vigore dal 1.01.2005)	36	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (in vigore dal 1.01.2005)
Via Gobetti	U	I	7		28	
Villa Maurogordato	P	F	0		17	

ARPAT

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

Particolato – PM_{2,5}

Tab. 17 Confronto con i limiti normativi per la protezione della salute umana – PM_{2,5}

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Media annuale (µg/m ³)	Valore limite (µg/m ³)
Viale Carducci	U	T	16	25 µg/m³

(*) Si ribadisce che per questo parametro non sono stabiliti dalla normativa italiana valori limite di riferimento. Il valore riportato in tabella è stato ripreso dalla Posizione Comune n.13/2007 in vista dell'adozione della Direttiva del Parlamento Europeo corrispondente che risulta ancora in fase di approvazione. Tale valore limite dovrebbe essere raggiunto entro il 1° gennaio del 2015.

Benzene

Tab. 18 Confronto con i limiti normativi per la protezione della salute umana - Benzene

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Media annuale (µg/m ³)	Valore limite (µg/m ³)
Piazza Mazzini	U	T	3,1 (**)	5 µg/m³ (in vigore dal 1.01.2010)
Via Gobetti	U	I	0,9	
Villa Maurogordato	P	F	0,6	

(*) il rendimento di questo analizzatore è stato inferiore al 90% pertanto questo dato non può essere confrontato con il valore limite..

Ozono

Tab. 19 Confronto con i limiti normativi per la protezione della salute umana – O₃

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	N° medie su 8 ore massime giornaliere >120 µg/m ³	Valore bersaglio
Piazza Cappelletto	U	F	50	25 (come media su 3 anni) (in vigore dal 2010)
Villa Maurogordato	P	F	33	
Gabbro	R	F	59	

4.2 Approfondimenti per Stazione

4.3 Superamenti delle soglie di allarme (ai sensi del DM 60/02 e del D.Lgs. 183/04) – Episodi acuti

Oltre ai valori di riferimento, per gli inquinanti biossido di zolfo, biossido di azoto ed ozono, come già indicato nel paragrafo 3, 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 nel 2007.

Tab. 20 Numero di superamenti delle soglie di allarme e di informazione.

	SOGLIA DI ALLARME	Riferimento normativo	Casi rilevati	
SO ₂	Concentrazione oraria > 500 µg/m ³ per 3 ore consecutive	DM 2.4.2002 n.60	0	
NO ₂	Concentrazione oraria > 400 µg/m ³ per 3 ore consecutive	DM 2.4.2002 n.60	0	
O ₃	Concentrazione oraria > 240 µg/m ³	D.Lgs.183/2004	0	
	SOGLIA DI INFORMAZIONE	Riferimento normativo	Casi rilevati	
O ₃	Concentrazione oraria > 180 µg/m ³	D.Lgs.183/2004	Piazza Cappelletto	5
			Villa Maurogordato	2
			Gabbro	0

I superamenti della soglia di informazione per l'Ozono si sono verificati per la centralina di Piazza Cappelletto il 15 luglio e il 27 agosto mentre per la centralina di Villa Maurogordato il 24 maggio e il 27 agosto.

4.4 Trend delle concentrazioni annuale e mensile

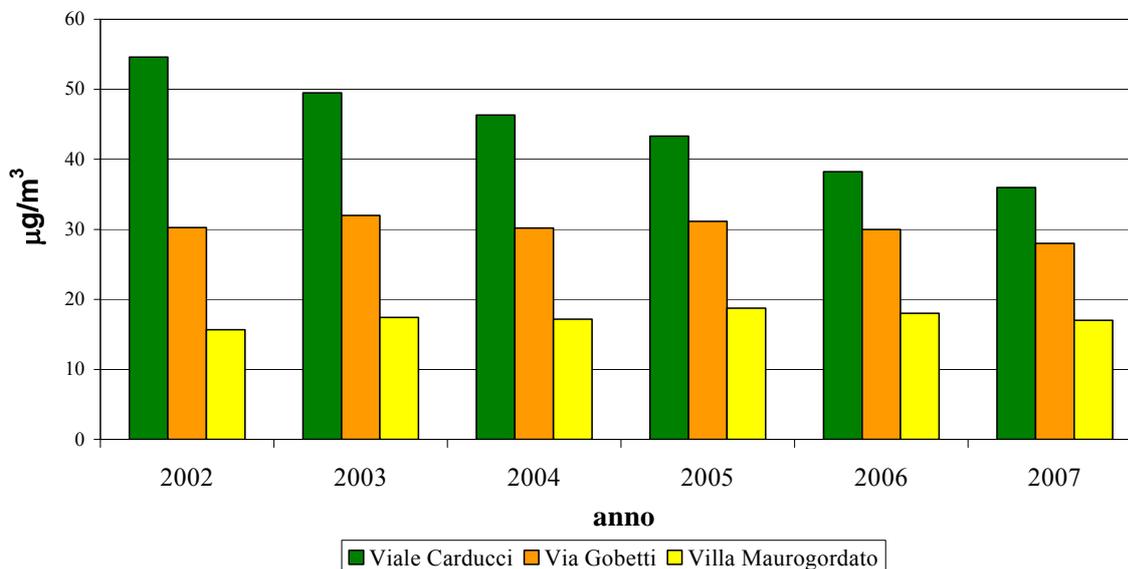
I trend presentati e commentati in questo capitolo sono relativi al periodo 2002-2007 e sono stati elaborati utilizzando come indicatore la concentrazione media annuale e mensile per ogni inquinante. Tali indicatori consentono di comprendere in modo immediato l'evoluzione della qualità dell'aria nelle porzioni di territorio che fanno riferimento a ciascuna stazione di rilevamento. E' opportuno ribadire che nel caso della media mensile 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 solo paragrafo 3). Le scale dei grafici sono comunque state dimensionate considerando valori significativi dal punto di vista normativo.

ARPAT

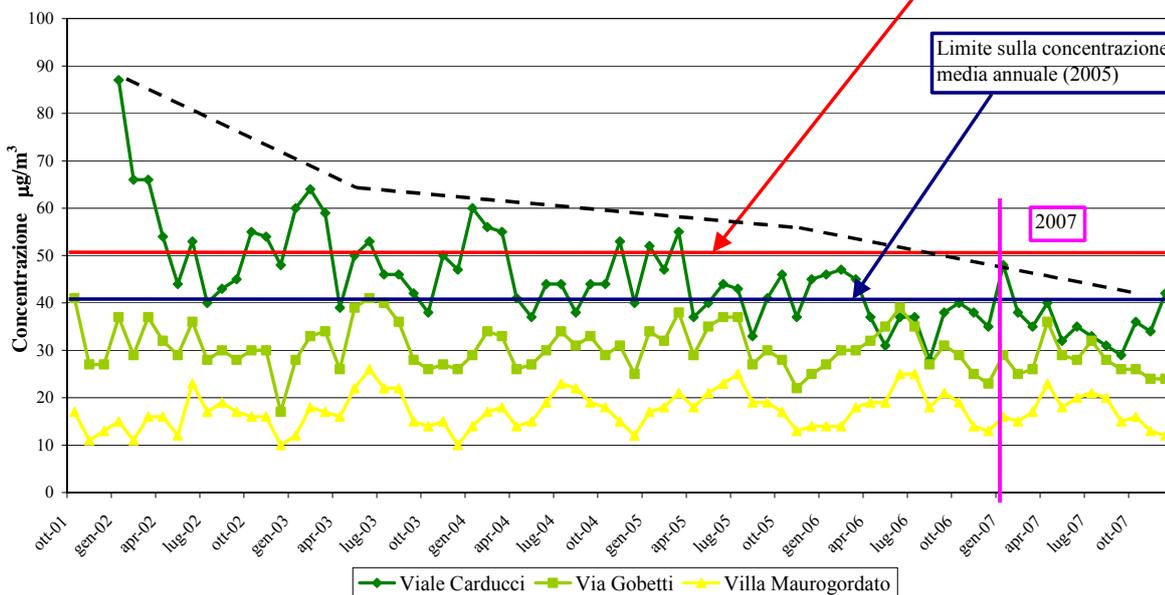
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

4.4.1 PM₁₀

Media annuale PM₁₀



PM₁₀
Andamento delle concentrazioni medie mensili
2001-2007



Anche per il 2007 si evidenzia una leggera tendenza alla diminuzione delle concentrazioni di PM₁₀ 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 criticità legata alle concentrazioni rilevate in tale centralina in quanto il numero di superi annuo è maggiore di 35. Nelle stazioni di Via Gobetti e di Villa Maurogordato invece livelli di concentrazione media mensile si mantengono

ARPAT

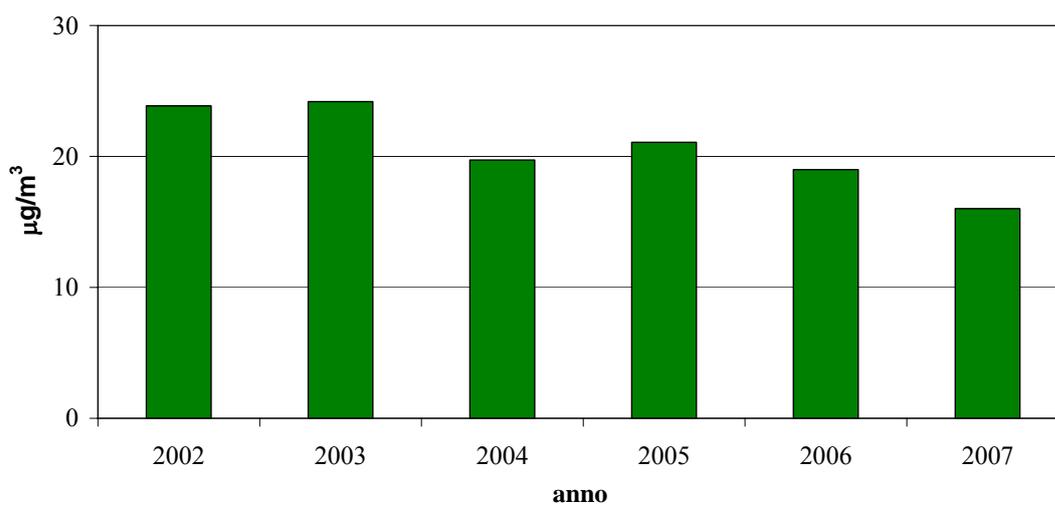
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

costantemente al disotto dei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tuttavia, come peraltro testimoniato dai dati del capitolo 3, ciò non esclude che possano esservi dei superamenti rispetto alle medie giornaliere.

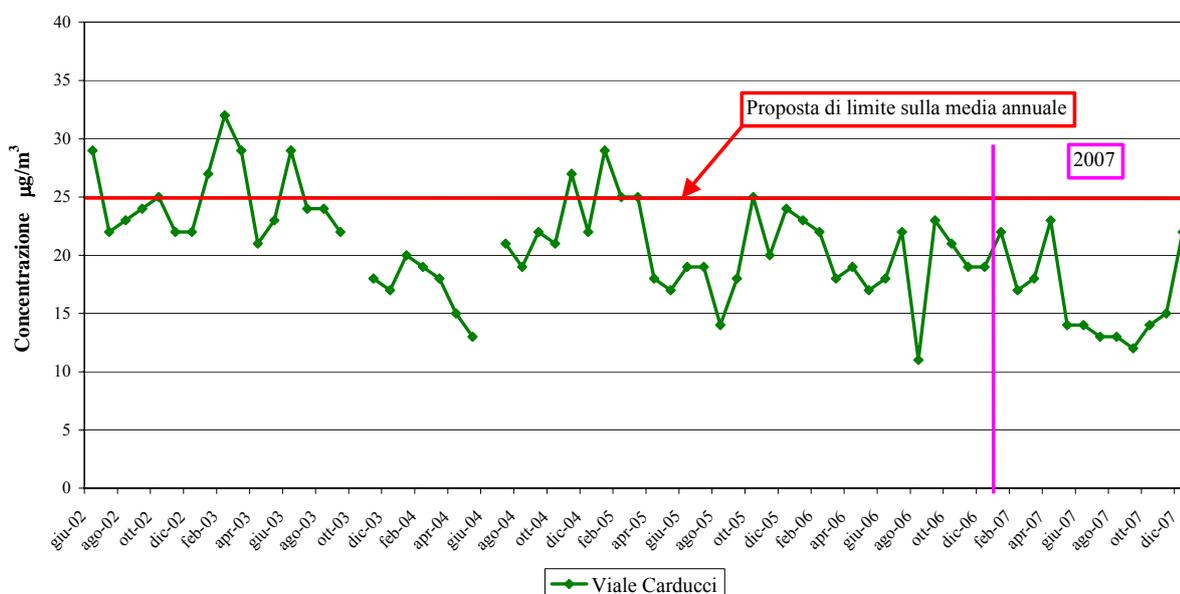
Si può notare che la stazione di Viale Carducci, ubicata nella zona a maggior traffico veicolare, ha rilevato picchi di concentrazione nei mesi invernali mentre quella di Villa Maurogordato, che può essere considerata rappresentativa delle concentrazioni di fondo, ha registrato valori di picco nei mesi estivi.

4.4.2 PM_{2,5}

Media annuale PM_{2,5} - Centralina di Viale Carducci



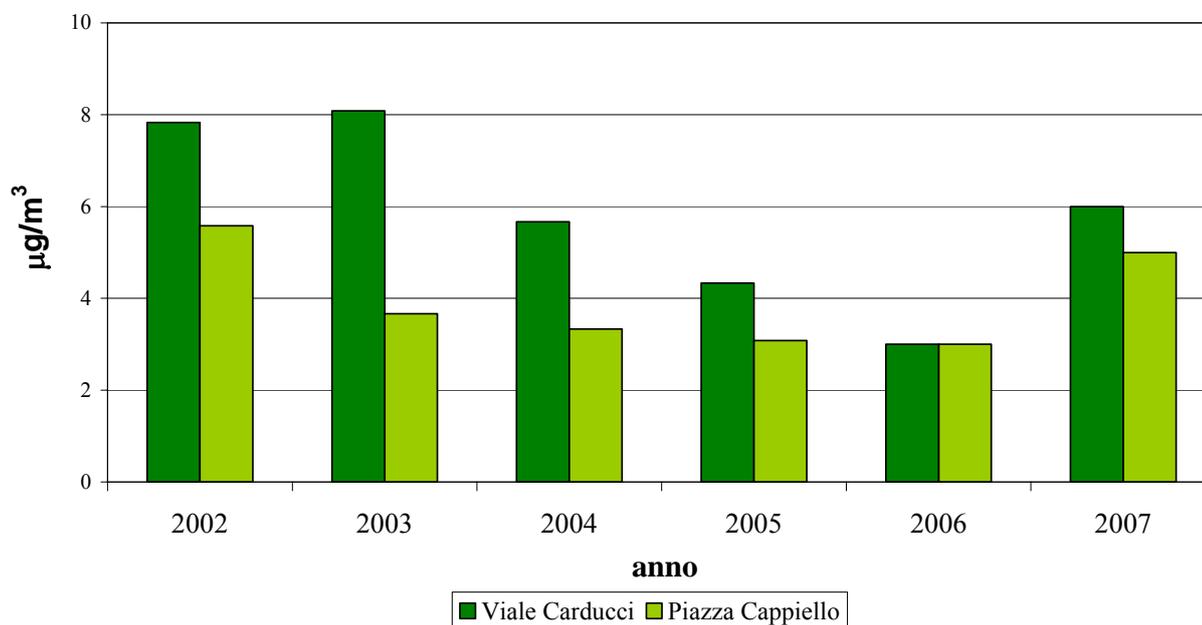
PM_{2,5}
Andamento delle concentrazioni medie mensili
2002-2007



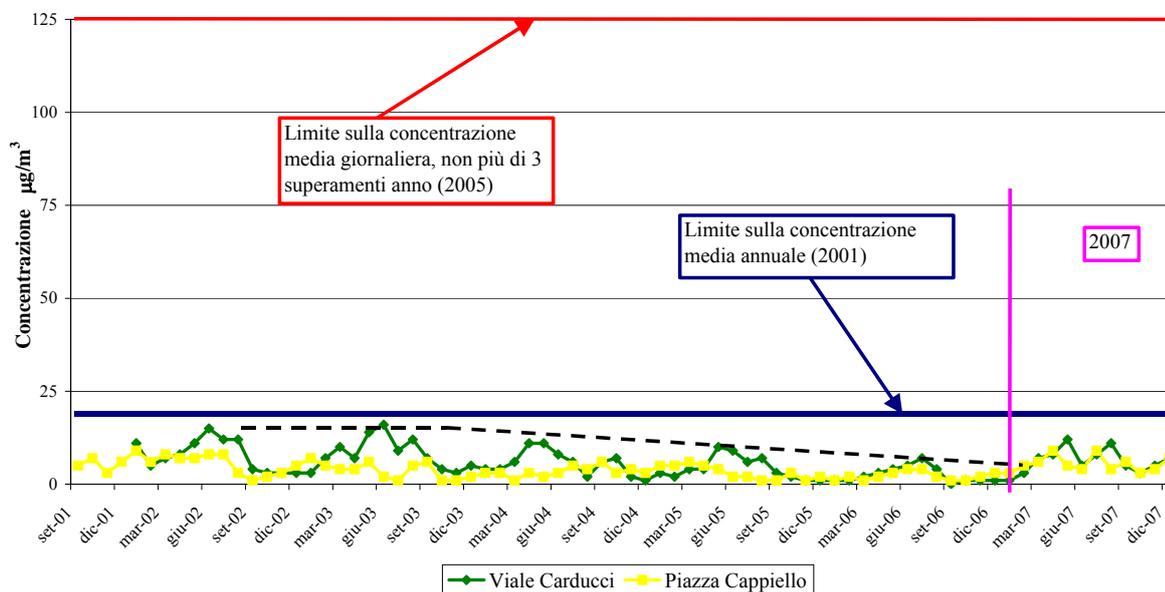
L'andamento delle concentrazioni di PM_{2,5} mostra come sia ormai consolidata la tendenza al miglioramento. I livelli di concentrazione dell'inquinante, che si sono mostrati piuttosto fluttuanti negli anni precedenti, nel corso del 2007 si sono anche mantenuti quasi costanti almeno per quanto riguarda il periodo maggio novembre.

4.4.3 SO₂

Media annuale SO₂



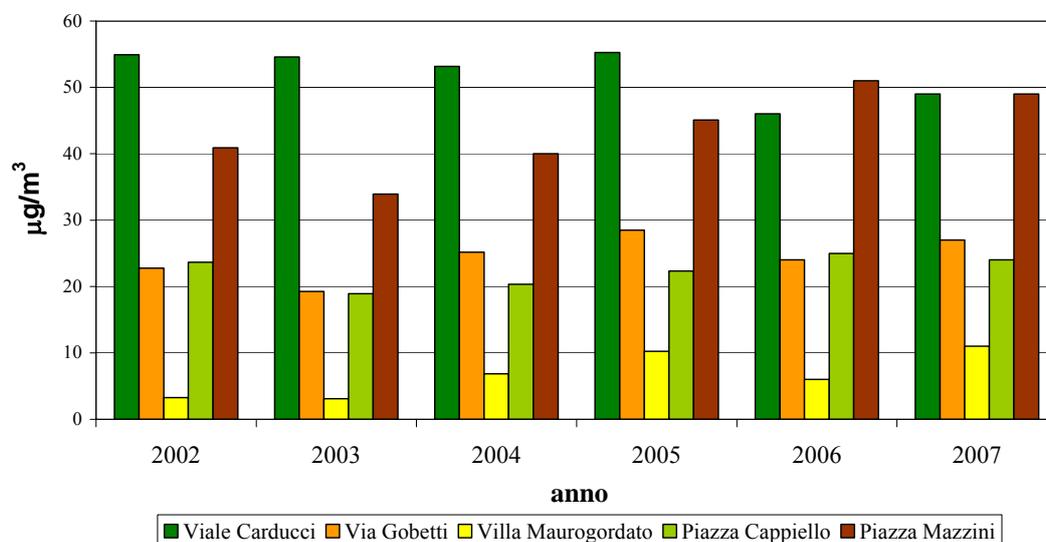
SO₂ Andamento delle concentrazioni medie mensili 2001-2007



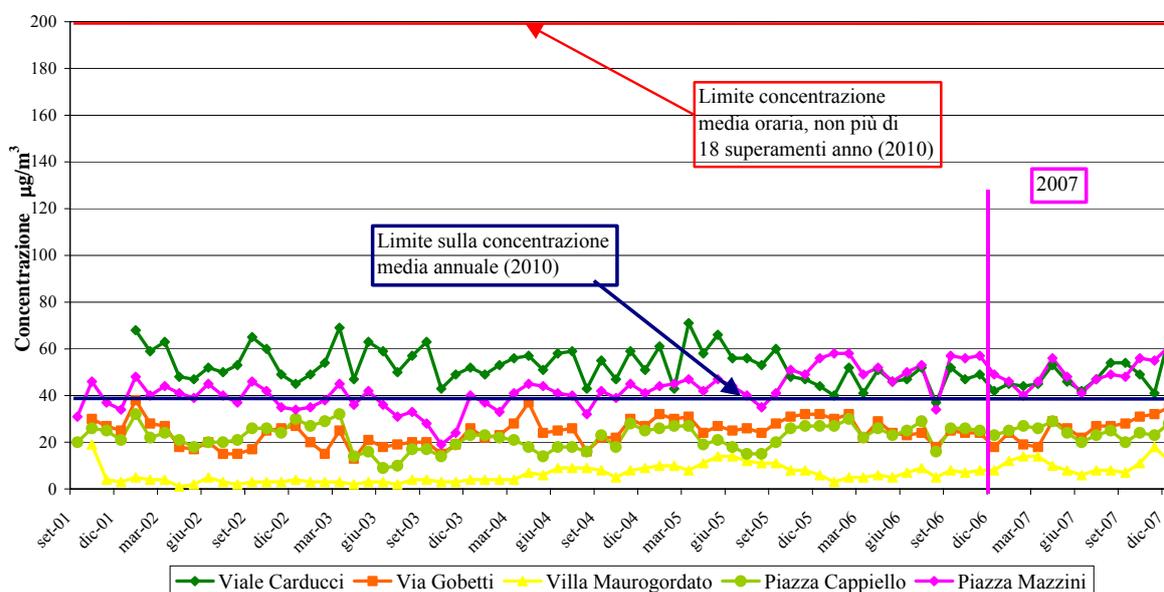
Dall'analisi del trend delle concentrazioni medie annue e medie mensili di SO₂, si osserva un'inversione di comportamento rispetto alla tendenza alla riduzione delle concentrazioni riscontrata negli anni precedenti, tutto ciò comunque mantenendosi sempre ben al di sotto dei valori limite della normativa. Anche quest'anno i picchi più significativi si sono registrati prevalentemente nei mesi estivi. A tale proposito è stato effettuato un approfondimento riportato in allegato 3.

4.4.4 NO₂

Media annuale NO₂



NO₂ Andamento delle concentrazioni medie mensili 2001-2007

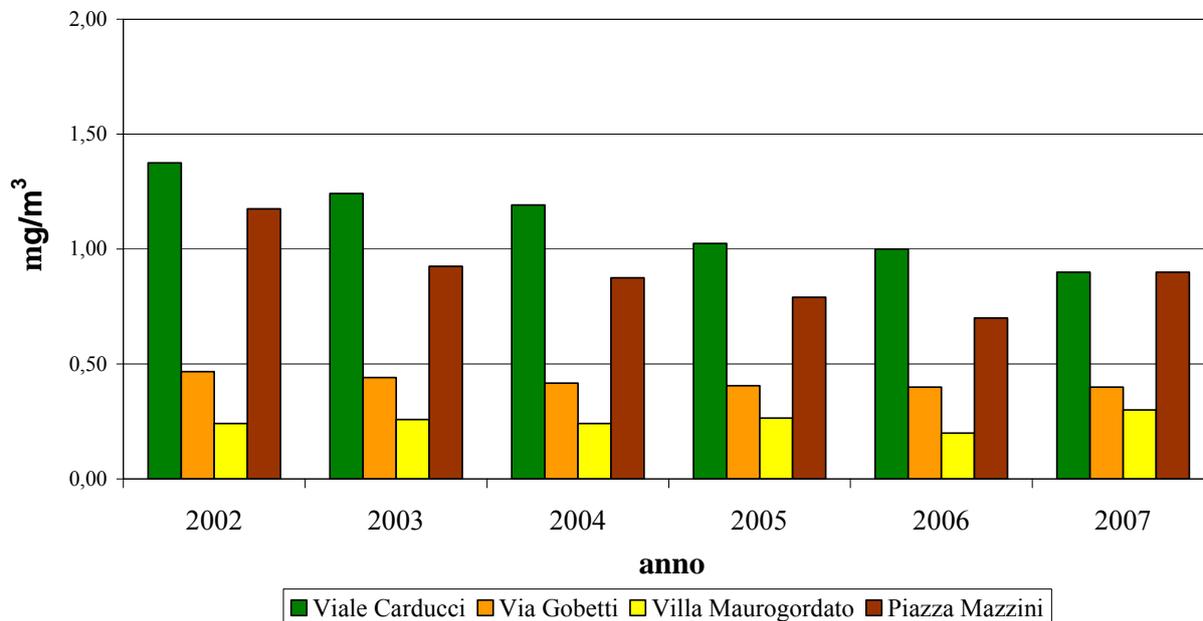


L'andamento delle concentrazioni medie annuali e mensili mostra come la situazione di criticità rilevata sia in Viale Carducci che in Piazza Mazzini non si stia risolvendo.

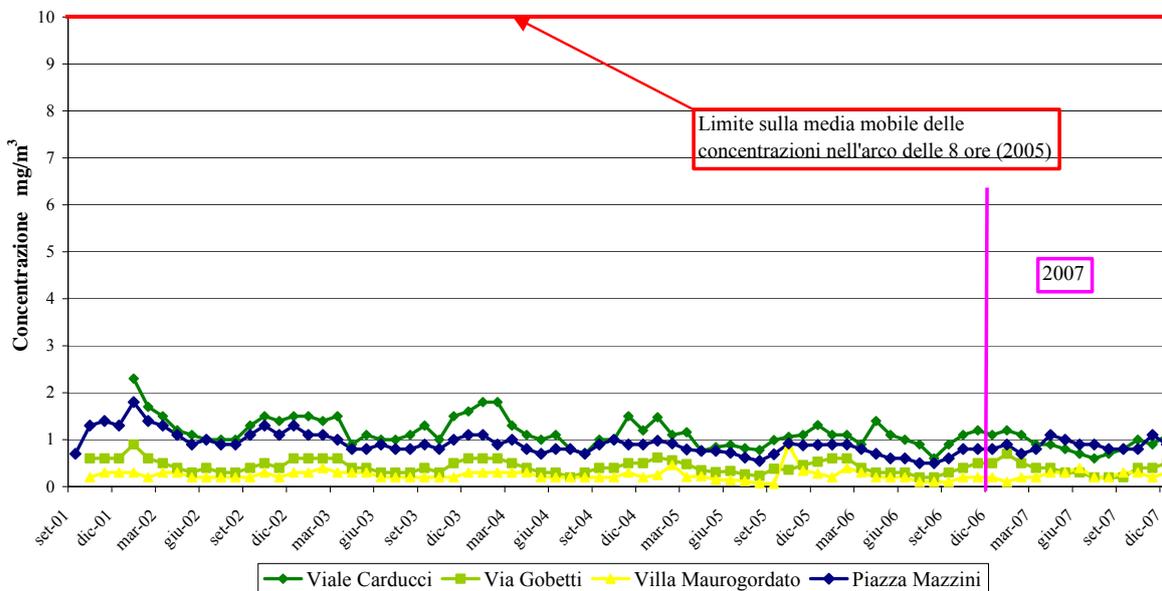
Come già precedentemente anticipato, a partire dal 2010, il limite fissato per la media annua della concentrazione di NO₂ è di 40 µg/m³, pertanto è necessario agire sin da ora per imprimere una tendenza discendente alla concentrazione dell'inquinante.

4.4.5 CO

Media annuale CO



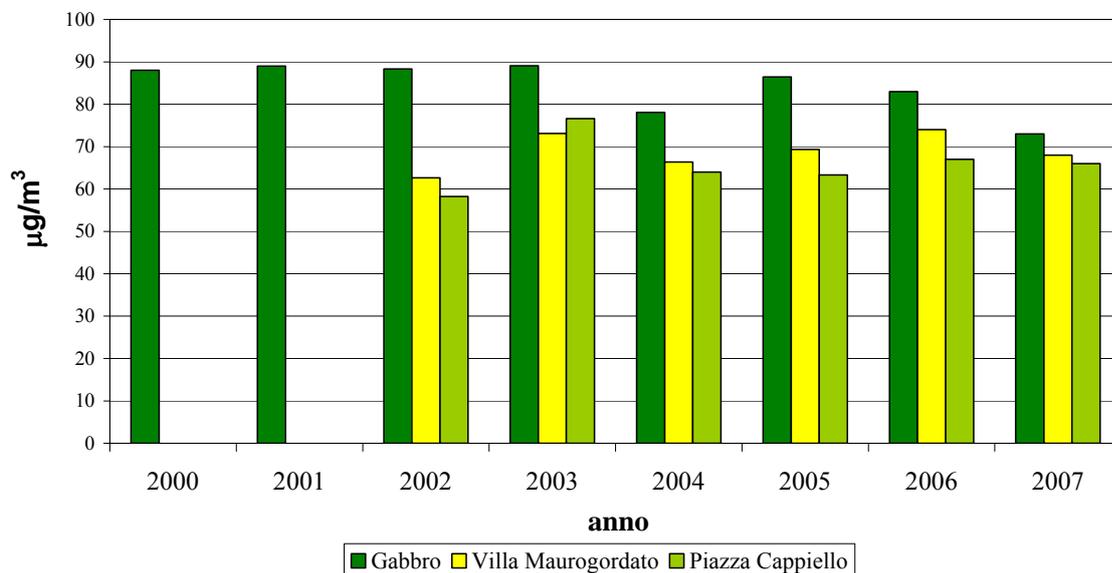
CO Andamento delle concentrazioni medie mensili 2001-2007



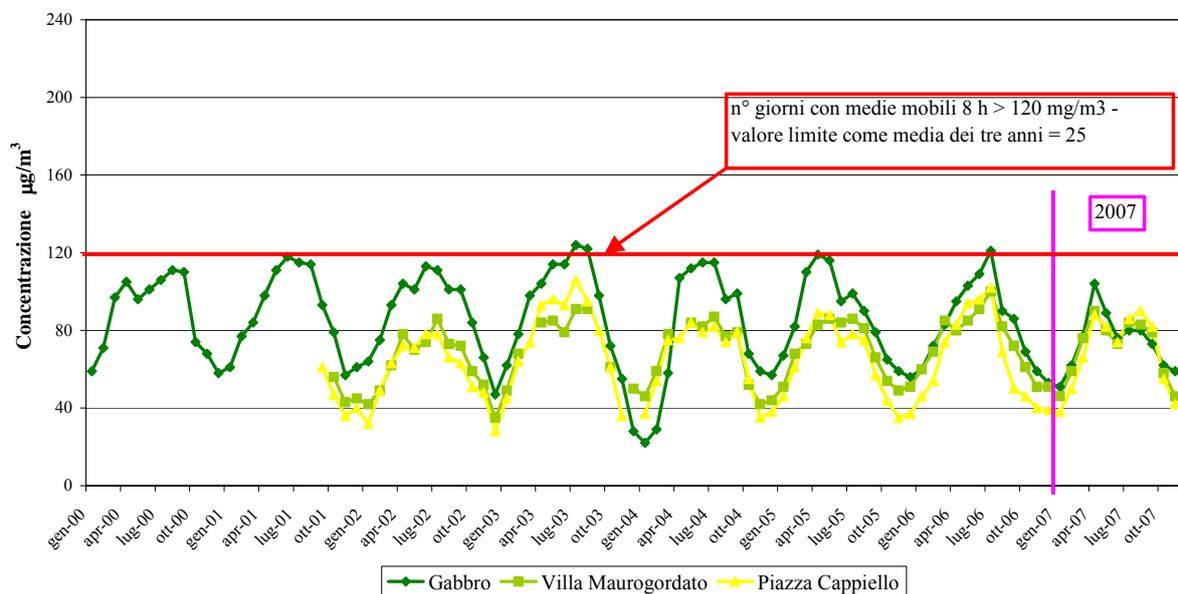
L'andamento delle concentrazioni di CO nel quinquennio considerato mostra che esistono le condizioni per mantenere, anche negli anni a venire, un buon livello di qualità.

4.4.6 O₃

Media annuale Ozono



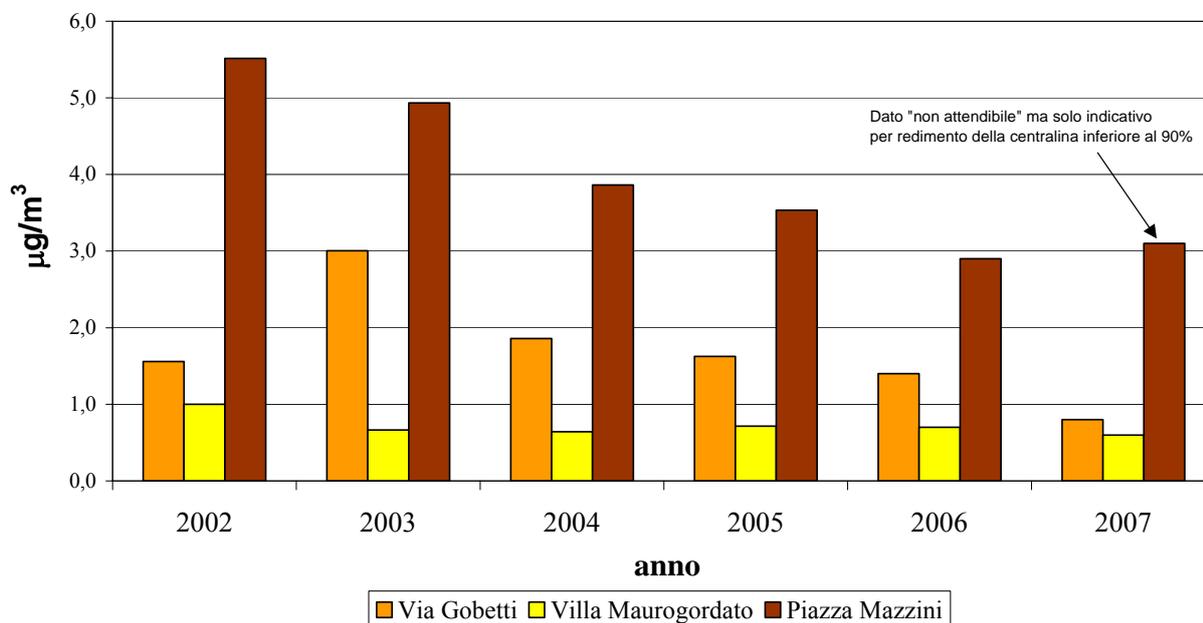
OZONO Andamento dell'andamento delle concentrazioni medie mensili 2000-2007



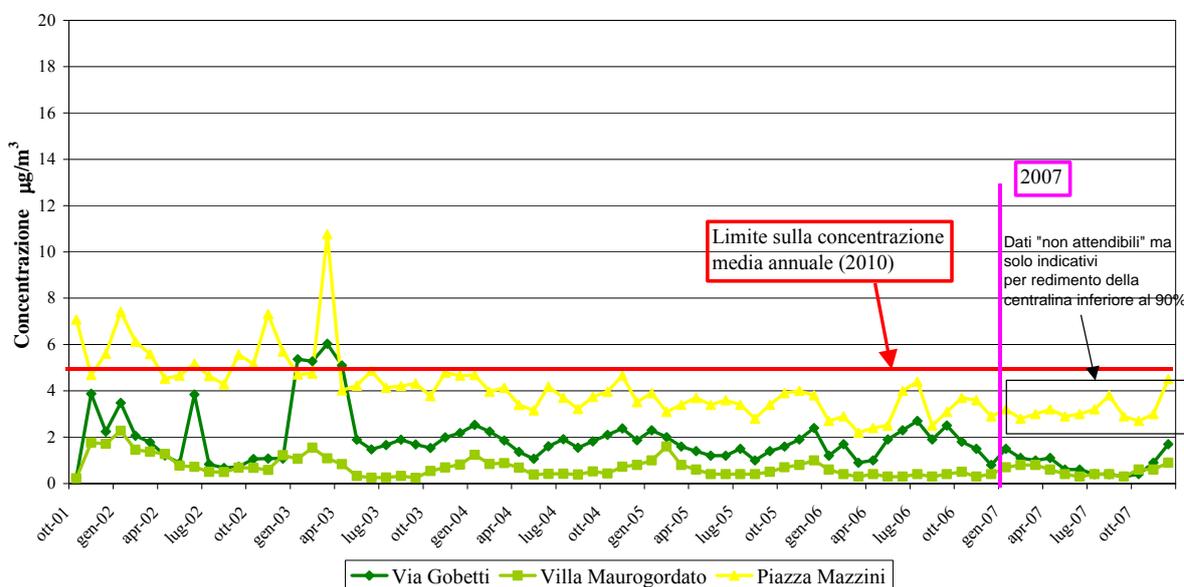
Il grafico relativo alla media mensile mette in chiara evidenza la regolare oscillazione dei valori di concentrazione tra il periodo invernale (concentrazioni più basse) e quello estivo (concentrazioni più alte). Anche se si può osservare un trend delle concentrazioni in leggera diminuzione la situazione continua ad essere critica: una delle cause, certamente non l'unica, può essere individuata nella presenza, in concentrazioni che 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.

4.4.7 Benzene

Media annuale Benzene



BENZENE Andamento delle concentrazioni medie mensili 2001-2007



Le concentrazioni degli ultimi 6 anni mostrano due andamenti differenti separati da un valore di picco registrato in tutte le centraline nel mese di marzo 2003, probabilmente sovrastimato. 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. CONSIDERAZIONI FINALI

I dati del 2007 continuano a presentare situazioni di criticità per PM₁₀ e NO₂ nella stazione di Viale Carducci e l'Ozono in tutte le stazioni di monitoraggio. Il livello di qualità può essere invece considerato buono relativamente a CO, Benzene e SO₂

Per quanto riguarda il PM₁₀ il trend in diminuzione delle concentrazioni ha permesso di rispettare il limite fissato per la concentrazione media annuale in tutte le stazioni compresa Viale Carducci. In questa stazione però il numero dei superamenti, anche se in diminuzione, è risultato superiore al limite normativo.

Per quanto riguarda invece il NO₂ e conseguentemente per l'Ozono, allo stato attuale dei fatti, continua ad apparire molto difficile il raggiungimento dei valori limite fissati dalla normativa vigente in quanto gli andamenti di tali inquinanti sembrano indicare uno stato stazionario e in alcuni casi anche un peggioramento. Inoltre negli ultimi due anni la concentrazione di fondo notturna di NO₂, che è notoriamente indicativa dello stato ambientale su larga scala, in più di una centralina è risultata lievemente in aumento.

Infine, anche se il livello di qualità relativamente alla SO₂ può essere considerato buono è importante sottolineare che, anche nel corso del 2007, si è ripetuto il fenomeno dell'incremento della concentrazione di SO₂ durante le ore centrali di alcuni giorni dell'anno, con particolare riferimento ai mesi estivi. Nel 2007 infatti si sono riproposti con frequenza maggiore ed intensità più elevata gli eventi di picco di SO₂ in Viale Carducci (un approfondimento su tali fenomeni è riportato in allegato 3).

Nella tabella seguente sono presentati in forma grafica, la situazione delle concentrazioni rilevate per ogni inquinante in ogni centralina in riferimento ai limiti normativi e il loro trend.

Stazione	Inquinanti					
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO ₂	O ₃	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

- ↑ Trend in miglioramento
- ↔ Trend stazionario
- ↓ Trend in peggioramento

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

ALLEGATO 1. Approfondimenti per stazione

Per poter analizzare l'andamento nel corso degli anni della concentrazione degli inquinanti e contemporaneamente la distribuzioni del livello di esposizione della popolazione in prossimità delle stazioni di monitoraggio durante le 24 ore, è stato elaborato un modello di calcolo sviluppato in excel che a partire dalla serie di dati (52684 valori orari medi corrispondenti al periodo 01/01/2002 al 31/12/2007) misurati per ciascun inquinante in ogni stazione, offre la seguente possibilità:

Analizza l'intero periodo osservato trasformando la serie di dati in colonna, esportata direttamente dal sistema di gestione dati del Centro Operativo, in una matrice avente come coordinate il giorno e l'ora; la trasformazione permette di ottenere una matrice di 2227 giorni per 24 ore o 12 a seconda che il dato memorizzato sia orario o biorario (come il caso delle PM10 misurate in alcune stazioni). Dopo aver trasformato i dati è possibile calcolare rapidamente il giorno tipo con differenti livelli di aggregazione avente multipli di una settimana, fino a 56 giorni consecutivi oppure il "giorno tipo" annuale; questo ultimo è riportato in ogni paragrafo di tutti gli inquinanti.

La matrice così prodotta e le aggregazioni dei giorni tipo costituiscono la banca dati da cui sono stati elaborati i grafici di questo paragrafo che qui di seguito elenchiamo per tipologia.

- *Grafici del giorno tipo – annuale, bisettimanale, stagionale*
- *Grafici a superficie del giorno tipo bisettimanale*
- *Grafici tridimensionali del giorno tipo bisettimanali sull'intero periodo*
- *Grafici tridimensionali delle concentrazioni orarie analizzate per semestre.*

La struttura delle rappresentazioni a tre dimensioni, elevando la superficie avente per coordinate il giorno e l'ora, ad una quota corrispondente alla concentrazione risultante nel periodo osservato, agevola la visione d'insieme e rende più immediata l'interpretazione di alcuni andamenti o eventuali derive di misura dovuti a difetti strumentali.

Ovviamente i valori in concentrazione esposti nei grafici sopra elencati, non possono essere confrontati direttamente con gli standard di riferimento nelle normative, perché questi ultimi hanno molto spesso tempi di mediazione differenti.

D'altro canto alcune valutazioni concernenti le relazioni tra gli inquinanti possono essere adeguatamente studiate solo grazie a dei confronti con differenti livelli di aggregazione e differenti periodi osservati.

Inoltre la variazione delle concentrazioni che manifestano alcuni inquinanti in differenti periodi del giorno in determinate stagioni sono facilmente evidenziabili con i grafici tridimensionali.

In ogni paragrafo si riporta il grafico a tre dimensioni relativo a sei anni di misure e al "giorno tipo annuale" per avere una visione d'insieme dell'inquinante considerato negli anni e nell'arco delle 24 ore.

Dalla matrice sopra citata sono state inoltre elaborate per tutti gli inquinanti monitorati, le tabelle recanti i contributi percentuali con cui ciascun singolo dato elementare (media oraria o bioraria archiviate) contribuisce all'inquinamento nell'arco delle 24 ore.

Questo approccio, permette di individuare un profilo caratteristico della stazione di monitoraggio per ciascun inquinante a prescindere dal valore assoluto della concentrazione misurata.

La procedura messa a punto, prevede di filtrare i giorni idonei a questo tipo di elaborazione sulla base di alcuni criteri; a tale scopo sono stati infatti selezionati solamente i giorni con tutte le misure valide, cioè 24, oppure 23 in caso di calibrazioni quotidiane che invalidano un'ora, oppure 12 per i dati biorari; sono poste inoltre alcune condizioni sul numero massimo di valori pari a 0 spesso frutto di anomalie strumentali, che non devono ripetersi per più 2 volte nell'arco di un giorno; questo accorgimento riduce la dispersione di dati per misure molto prossime al limite minimo di

ARPAT

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

rilevabilità per alcuni inquinanti come CO, SO₂ o PM 2,5 ma anche per altri parametri misurati in stazioni caratterizzate da basse concentrazioni di inquinanti come quelle rurali di fondo.

In tal modo le popolazioni dei dati, orari o biorari, appartenenti ad un singolo giorno e per il quale si determinano i contributi percentuali, sono costituite sempre dallo stesso numero di valori, corrispondenti alla disponibilità teorica massima delle misure registrabili in 24 ore, al netto delle calibrizioni laddove necessarie.

La percentuale si calcola mediante il rapporto tra la concentrazione rilevata nell'ora "x" (per x=1,2,3...24) e la sommatoria delle concentrazioni misurate in tutte le ore del giorno idoneo alla misura.

In questo modo tutti i valori registrati in concentrazione sono normalizzati alla sommatoria di tutti i valori misurabili nel giorno; pertanto a prescindere dal valore assoluto in µg/m³ o mg/m³ diventa abbastanza semplice individuare in quali momenti si manifestano le concentrazioni "relativamente" più alte all'interno dei periodi osservati. Anche per questo approccio si riporta un grafico del "giorno tipo annuale" per ciascun inquinante e in alcuni casi si riporta anche il grafico a superficie dei valori del "giorno tipo bisettimanale" da cui si evince come la misura del contributo in percentuale nelle 24 ore sia significativamente dipendente dalla stagione (invernale/estiva).

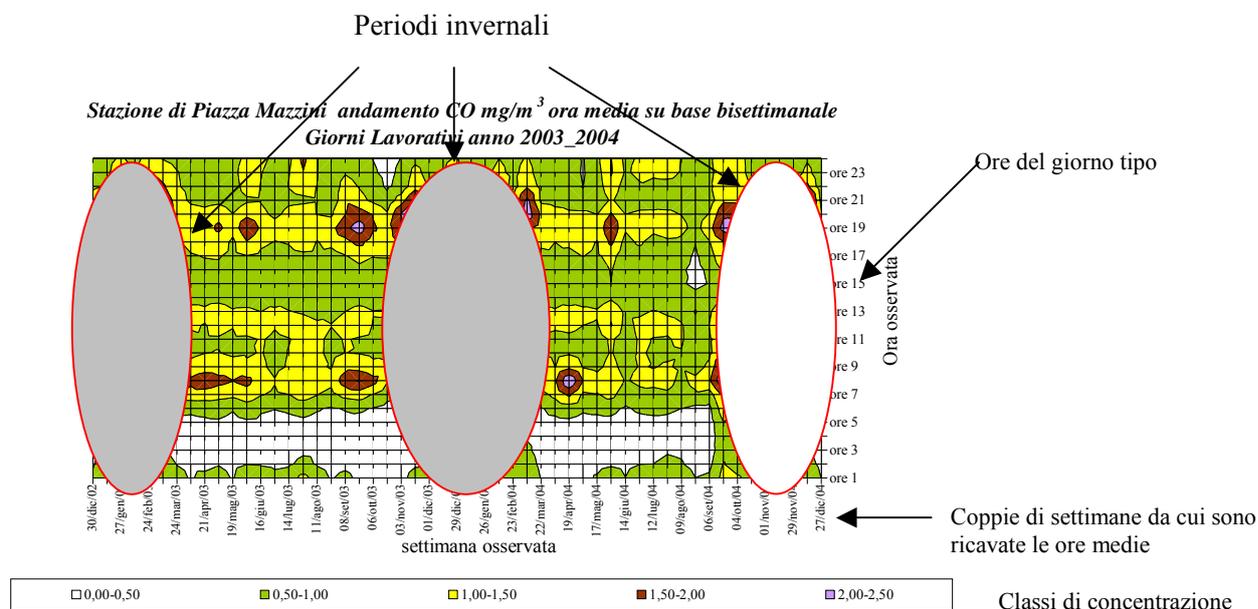
Oltre alle rappresentazioni grafiche dei giorni tipo, e dei contributi in percentuale dei giorni tipo calcolate come detto, in alcuni paragrafi sono state inserite alcune "rose dell'inquinamento".

Mediante questi elaborati grafici è possibile risalire alla direzione del vento che rispetto alla stazione di monitoraggio, ha evidenziato le concentrazioni più elevate.

Mediante l'incrocio di più stazioni, laddove è possibile, si possono individuare potenziali sorgenti emissive di inquinanti.

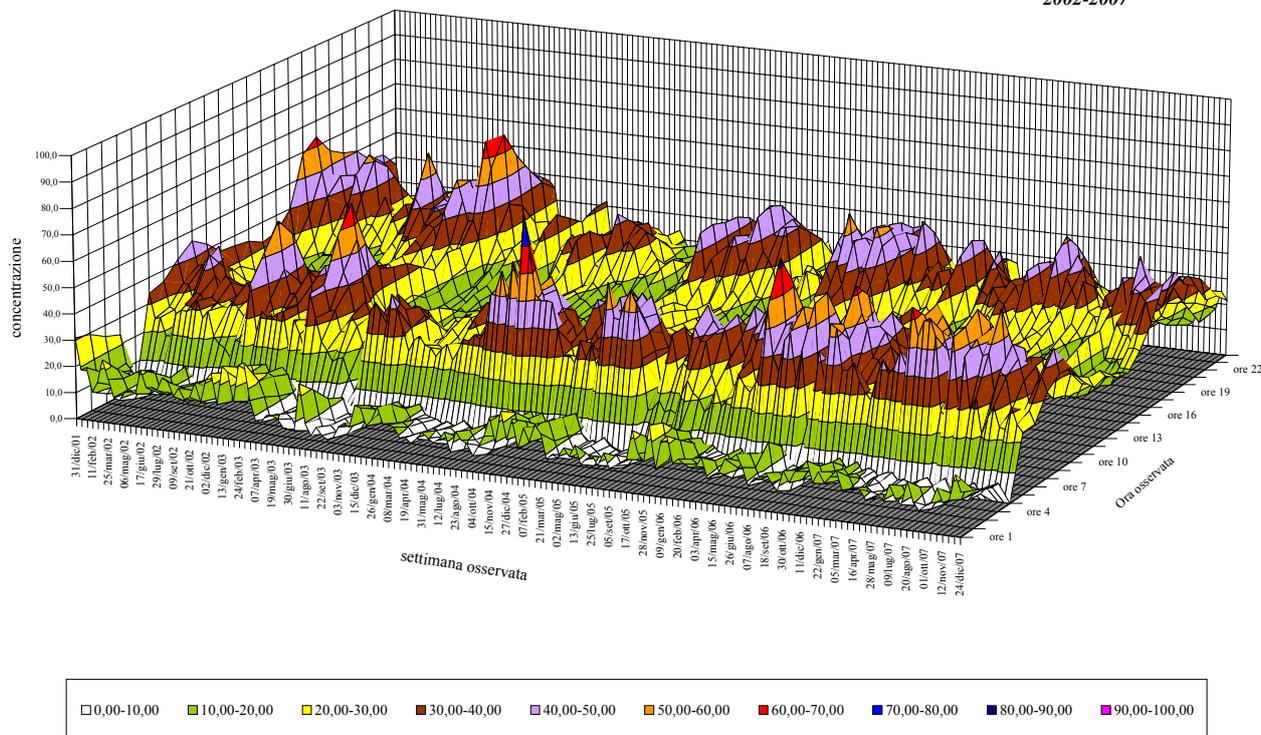
In un allegato dedicato agli approfondimenti su scala locale a questa relazione è descritto un approccio di questo tipo per l'inquinante SO₂.

A solo scopo esemplificativo si riporta uno schema di grafico a superficie corredato di brevi note per agevolare l'interpretazione.



A.1.1 Piazza Cappelio NO₂

*Stazione di Piazza Cappelio
andamento NO₂ µg/m³
ora media su base bisettimanale
2002-2007*



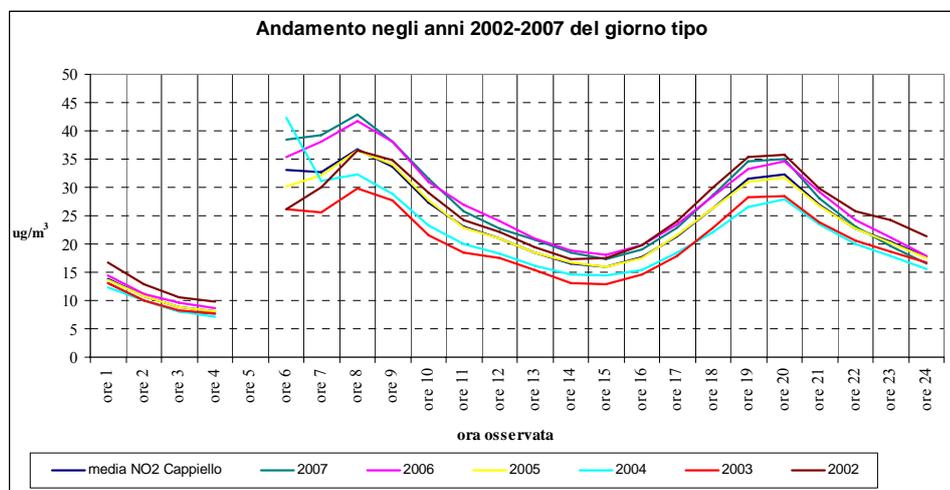
La visione del grafico a 3D relativo ai 6 anni di osservazione evidenzia un trend giornaliero caratterizzato da due massimi uno in corrispondenza delle ore 8.00 ed uno in corrispondenza delle ore 20.00.

Questo inquinante, di origine secondaria, partecipa insieme allo ozono ad un insieme di reazioni mediate da fattori climatici come il rimescolamento dei bassi strati atmosferici, l'irraggiamento solare e la presenza di altri inquinanti di natura organica.

L'inquinante precursore fondamentale è costituito dall'NO e questo ultimo nella zona esaminata deriva principalmente da 3 fonti: traffico, riscaldamento e industria.

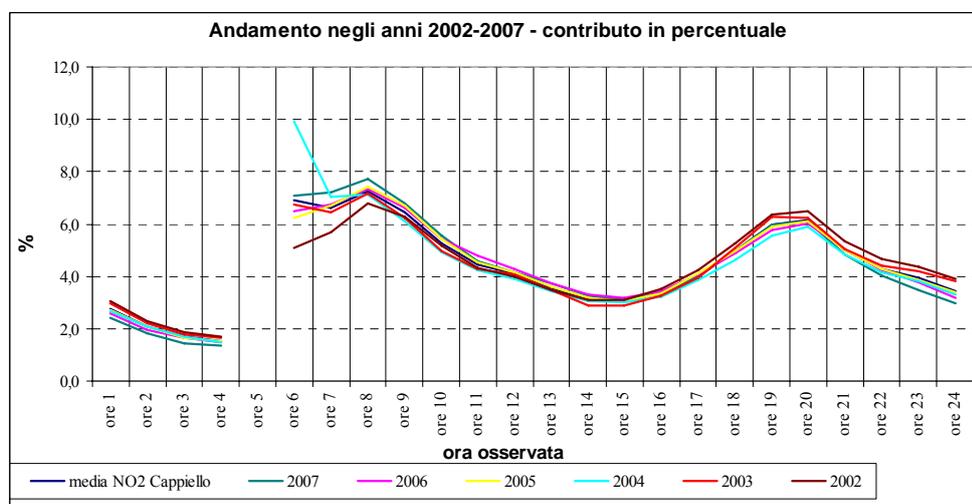
Analizzando i dati si evince che negli ultimi 2 anni, la concentrazione di fondo notturna non è mai più scesa sotto i 10 ug/m³, come al contrario è avvenuto nel 2003, 2004, 2005. Apparentemente il rimescolamento notturno quindi ha consentito di diluire questo inquinante con minore efficacia nel 2006 e 2007.

L'andamento del giorno tipo nei 5 anni esaminati è il seguente.



Si evince una progressione non ottimale della qualità dell'aria; infatti dopo la diminuzione tra il 2002 ed il 2003, anno con temperature elevate ed intensa radiazione luminosa diurna, si è manifestato un incremento progressivo fino a raggiungere i massimi valori in concentrazione di NO_2 nel "giorno tipo" 2 anni fa, 2006 uguagliati anche nel 2007.

Il contributo in percentuale delle singole ore nel periodo osservato è il seguente.



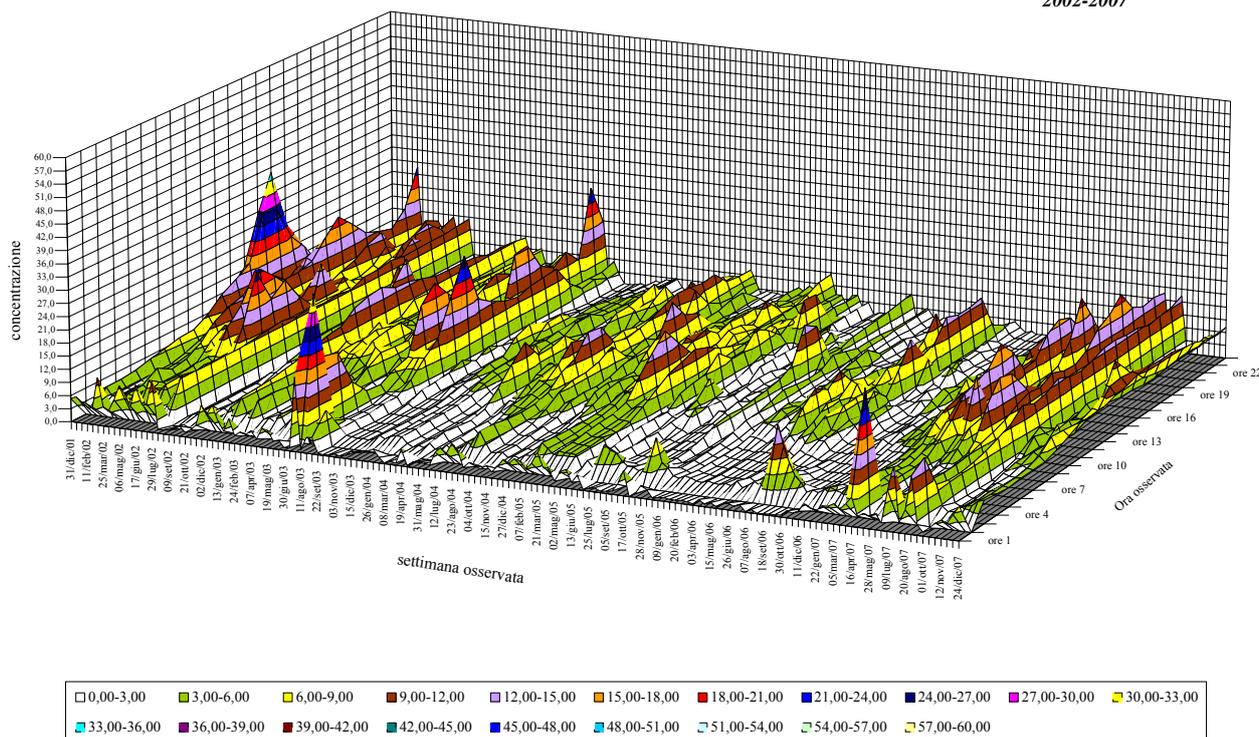
Nelle figure qui sopra il dato delle ore 6 evidenzia una dispersione significativa dei dati: la causa potrebbe essere una sistematica contaminazione della cella di misura nell'ora successiva alla calibrazione, che viene eseguita quotidianamente alle ore 5.

L'analisi del resto delle curve evidenzia come i contributi percentuali, nell'arco delle 24 ore si siano mantenuti decisamente costanti in tutti e 6 gli anni a meno di trascurabili scarti o per disturbi sopra menzionati, dovuti alla calibrazione giornaliera. Ciò vuol dire che non sono intervenuti cambiamenti significativi nel complesso sistema di eventi che partecipano quotidianamente alla genesi di questo inquinante, siano essi intesi come fattori antropici che meteorologici.

SO₂

Per quanto riguarda questo inquinante, le misure effettuate nei 6 anni (02-07) sono riportate nel grafico a 3D qui di seguito; i dati sono costituiti dal valore assunto come la media di 14 giorni consecutivi di ciascuna delle 24 ore del giorno, “Giorno tipo bisettimanale”.

Stazione di Piazza Cappelletti
andamento SO₂ µg/m³
ora media su base bisettimanale
2002-2007



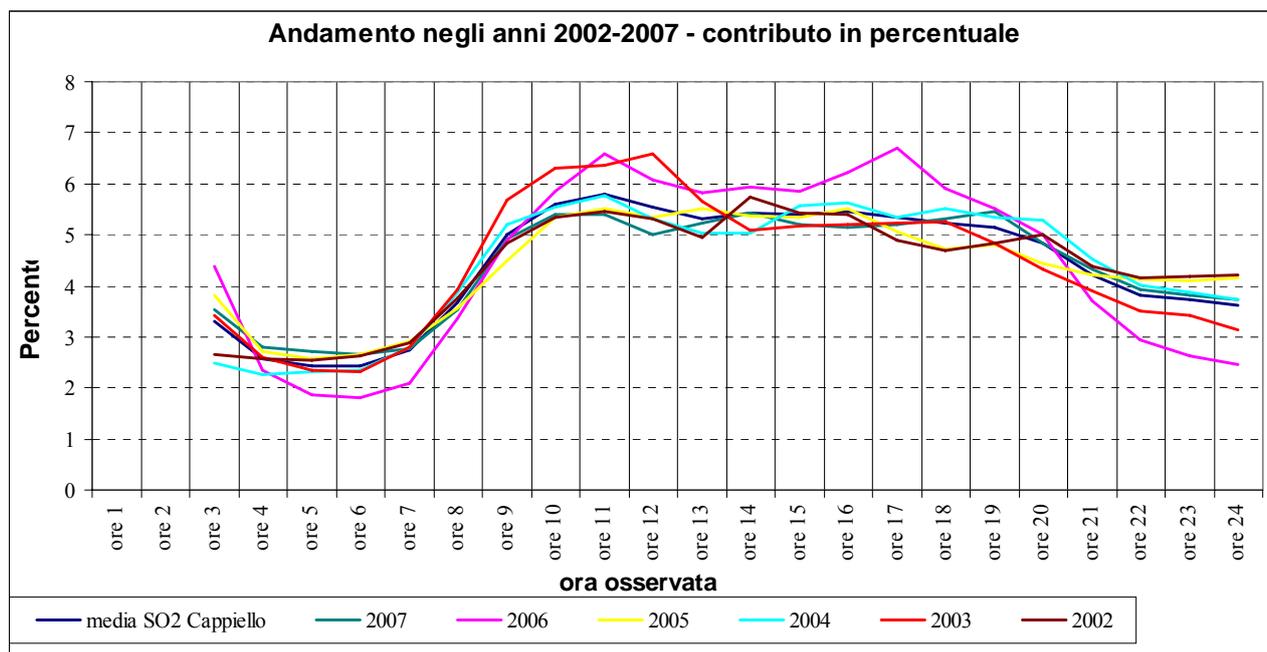
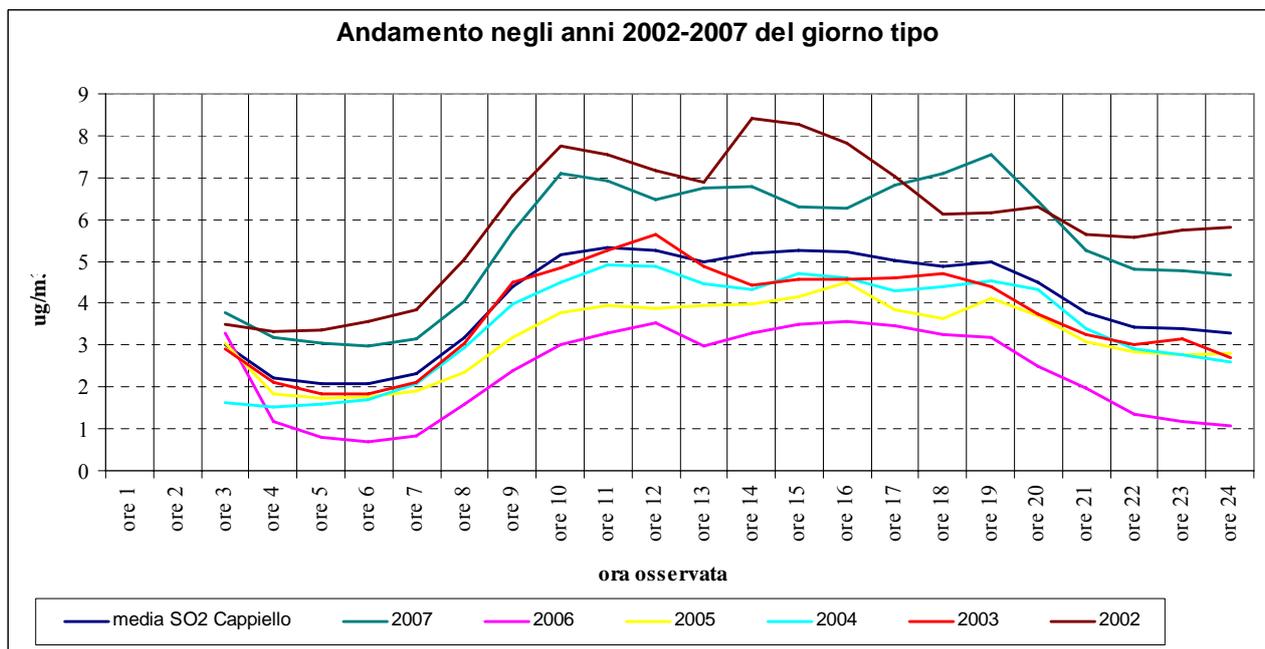
Non sussistono particolari criticità da evidenziare per quanto riguarda il rispetto dei limiti normativi, d’altro canto però, si deve segnalare un andamento delle concentrazioni piuttosto singolare e che peraltro trova una buona corrispondenza con l’andamento che si evince per questo inquinante alla stazione di Viale Carducci, successivamente meglio descritto.

Fermo restando quanto detto sopra per quanto concerne il rispetto degli standard, è comunque evidente un improvviso incremento della concentrazione di questo inquinante nell’anno 2007. Infatti nei grafici riportati alla pagina seguente è possibile osservare che il giorno tipo dell’anno 2007 è paragonabile a quello dell’anno 2002, quando il livello qualitativo dei combustibili utilizzati presso la raffineria, presso la centrale termoelettrica oppure per l’autotrazione, erano qualitativamente di maggiore impatto ambientale, specialmente sotto il profilo dell’immissione di SO₂ in atmosfera. Si osservi inoltre che la distribuzione del contributo in percentuale dell’anno 2006, evidenzia una diluizione notturna a valori di fondo più elevati rispetto a tutti e 5 gli altri anni.

ARPAT

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

L'andamento del giorno tipo evidenzia un profilo completamente differente rispetto all'NO₂ e così come la percentuale della distribuzione dell'inquinante nelle 24 ore; si vedano i grafici sotto riportati.

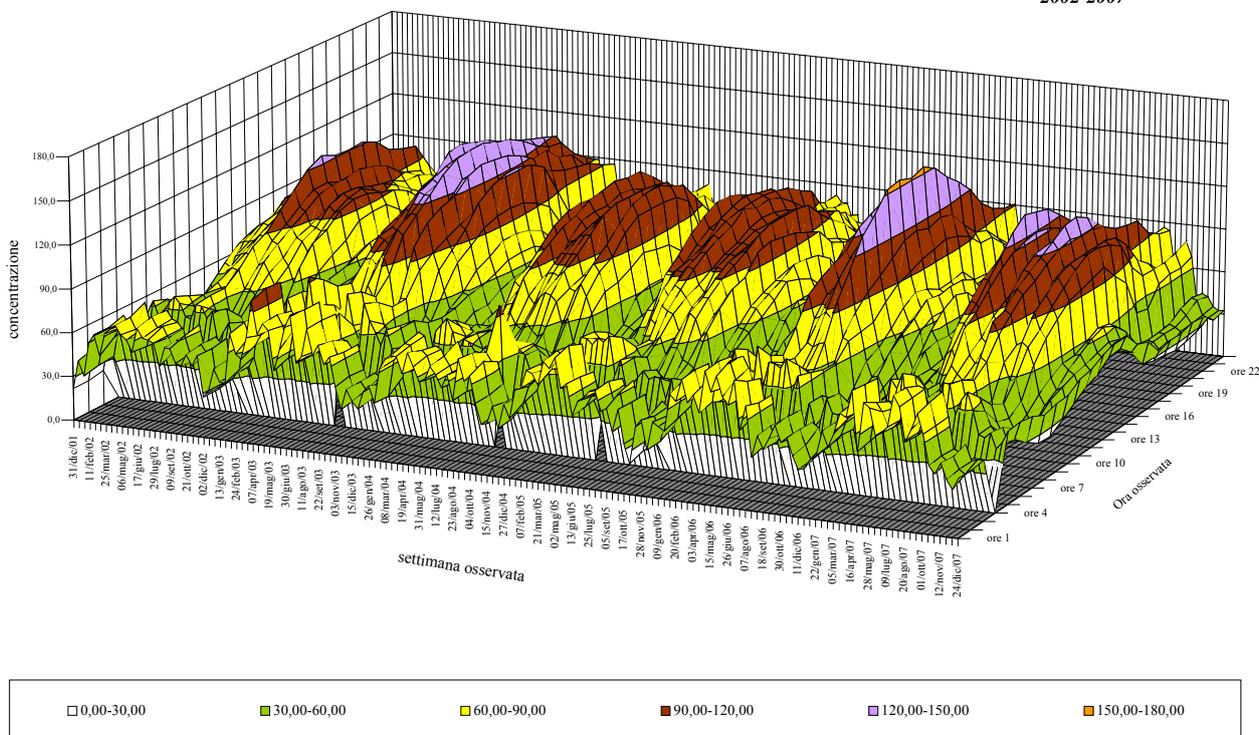


Per ragioni esposte in seguito, si ritiene che la causa di questo particolare andamento giornaliero possa essere non solo circoscritta ad un limitato numero di emissioni puntiformi, ma piuttosto vada individuata in una serie di fenomeni di trasporto dell'inquinante, in modo diffuso da sorgenti industriali, portuali o di attività circoscritte a questo, e soltanto in particolari condizioni anemologiche.

Tale argomento sarà meglio sviluppato nell'allegato che approfondisce particolari fenomeni concernenti l'SO₂ misurato presso le stazioni di Livorno.

Ozono

*Stazione di Piazza Cappello
andamento Ozono $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ora media su base bisettimanale
2002-2007*

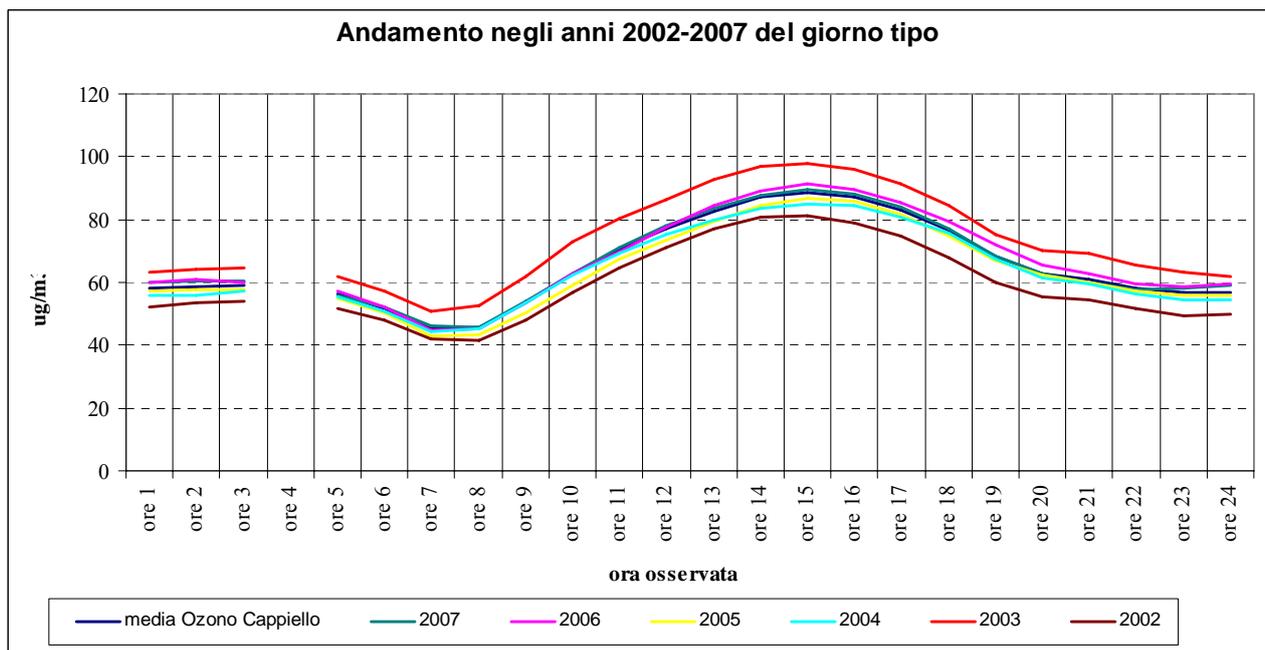


Il valore bersaglio per l'Ozono è stato superato ed in particolare si nota che, dopo l'anno 2006 in cui si era riscontrato un peggioramento della qualità dell'aria nelle ore pomeridiane di alcuni giorni dei mesi estivi rispetto ai due anni precedenti, con livelli concentrazione di picco per questo inquinante più alti del normale e maggiori di quelli record del 2003, nell'anno 2007 si sono manifestati episodi di picco meno pronunciati ed il trend medio è risultato paragonabile agli altri anni escluso appunto il 2003.

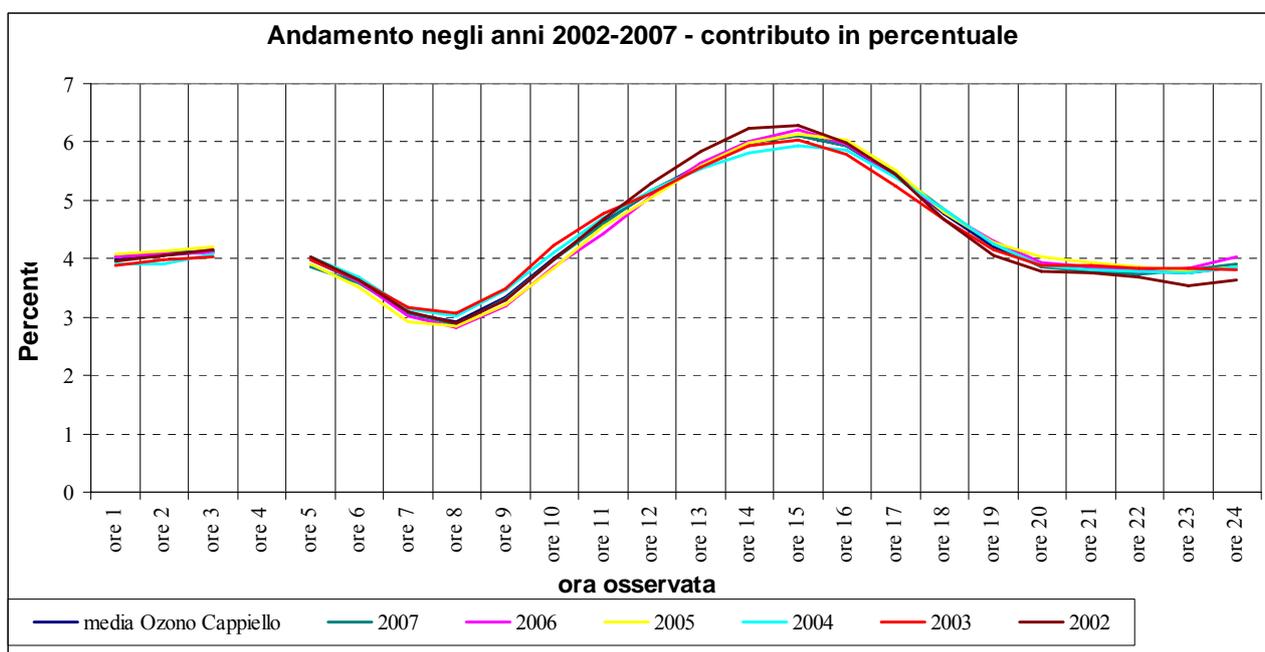
ARPAT

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

Si riporta l'andamento del "giorno tipo" annuale e del contributo in percentuale al giorno tipo.



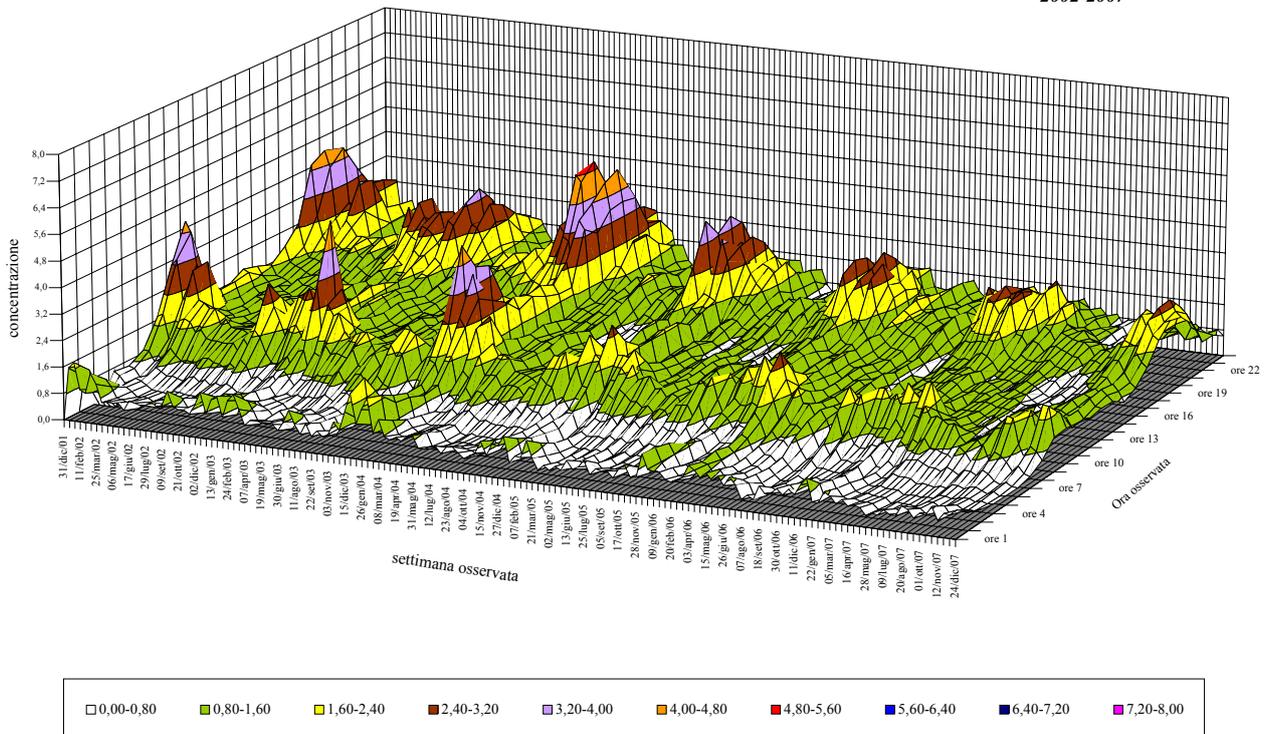
Non si riportano ulteriori commenti a quanto già esposto per l'NO₂, essendo questi due inquinanti correlati da numerosi fattori.



A.1.2 Viale Carducci

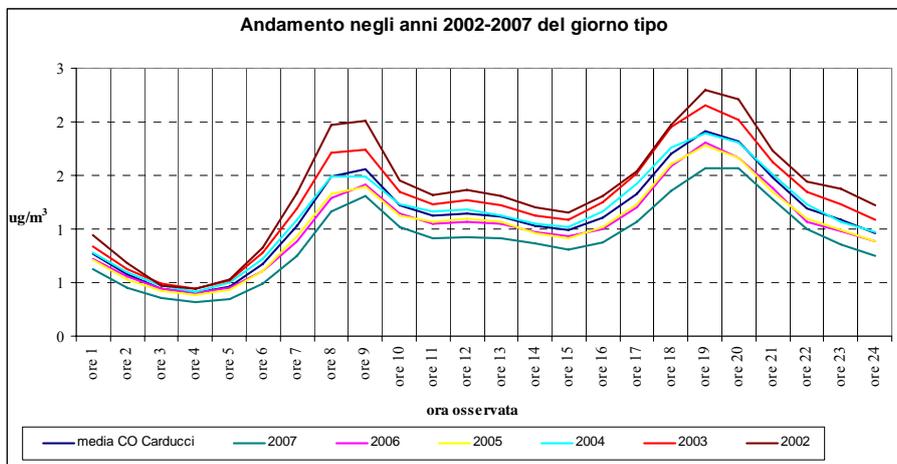
CO

Stazione di Viale Carducci
andamento CO mg/m³
ora media su base bisettimanale
2002-2007



Come si vede l'andamento degli ultimi 6 anni mostra un progressivo miglioramento della qualità dell'aria in riferimento al Monossido di Carbonio.

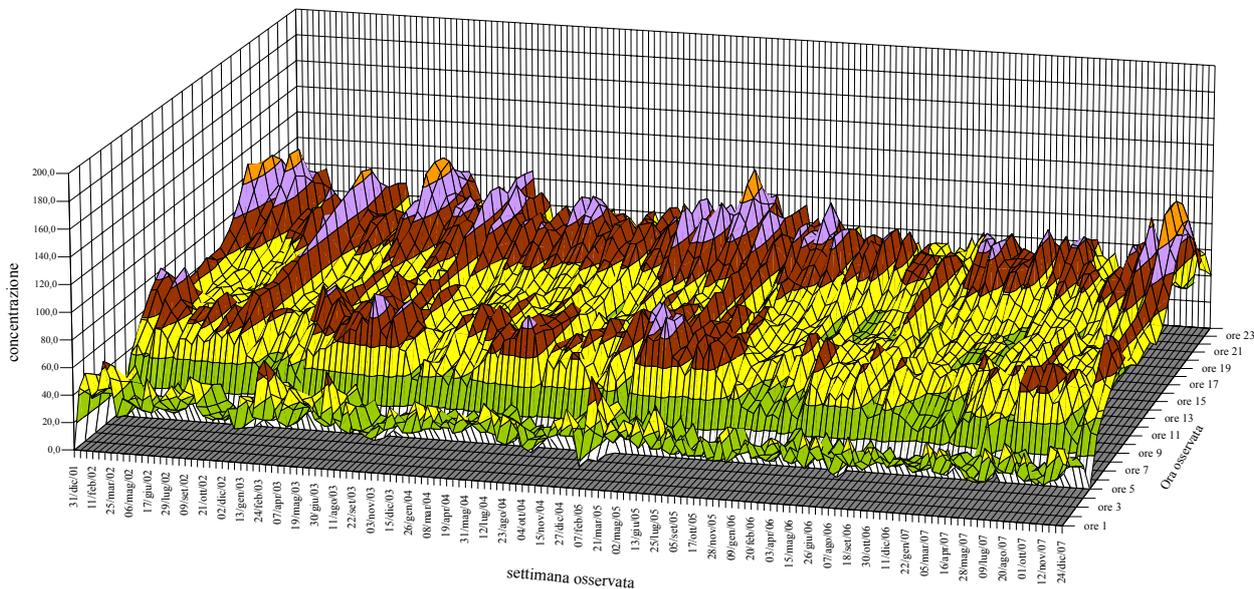
Si suppone che il miglioramento della efficienza dei motori a scoppio utilizzati nel trasporto e la diminuzione del traffico veicolare possano essere due tra i fattori che hanno contribuito maggiormente al trend positivo per questo inquinante; peraltro lo stato di buona qualità dell'aria per il monossido di carbonio si può considerare un obiettivo raggiunto e mantenuto stabilmente già da qualche anno, come si evince dalle relazioni degli anni precedenti.



Il solo grafico del "giorno tipo" annuale nel periodo di 6 anni osservato 02/07 non fanno emergere alcuna criticità per questo inquinante e confermano il trend in diminuzione delle pressioni ambientali.

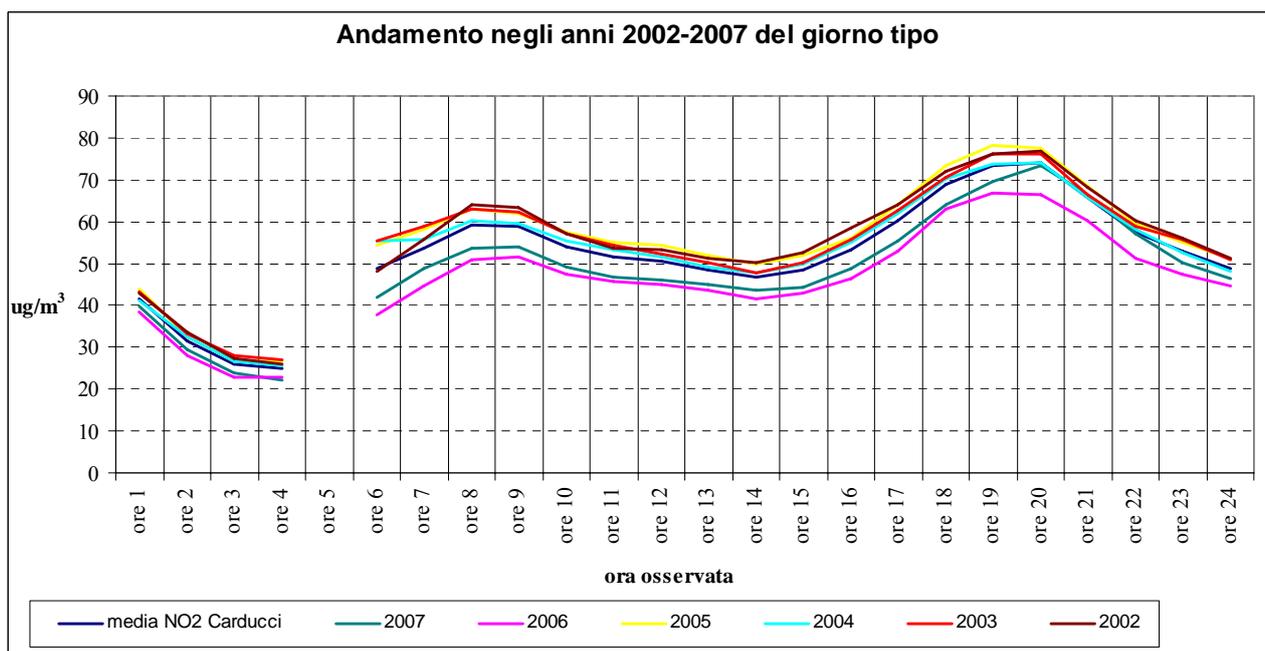
NO₂

Stazione di Viale Carducci
andamento NO₂ µg/m³
ora media su base bisettimanale
2002-2007



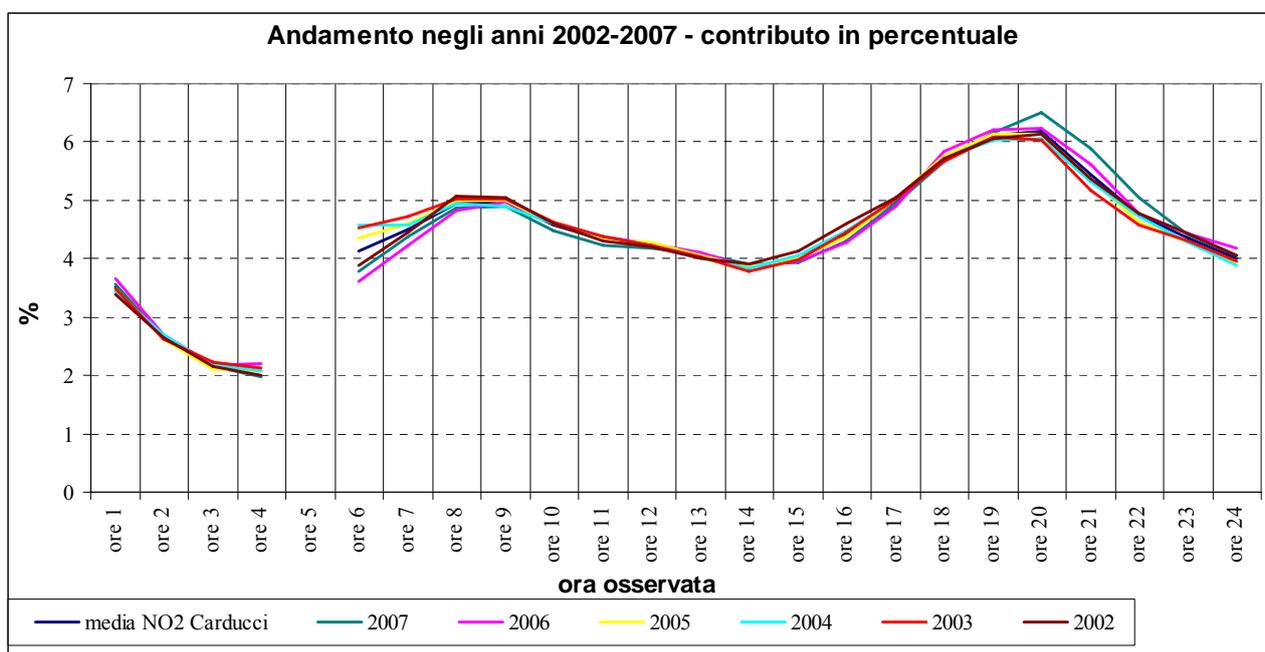
Per il Biossido di Azoto in questa stazione l'anno 2007 è stato caratterizzato da un lieve incremento soprattutto nelle ore serali della parte finale dell'anno novembre e dicembre. Così come evidenziato nel riepilogo degli indici di qualità di riferimento, si evince che i limiti normativi sono stati superati anche nell'anno 2007.

Grafico dei “giorni tipo” annuali nei 6 anni 2002/2007.



Si evidenzia l'interruzione dell'andamento in diminuzione bene evidente nell'anno 2006 e non confermato nello scorso anno 2007.

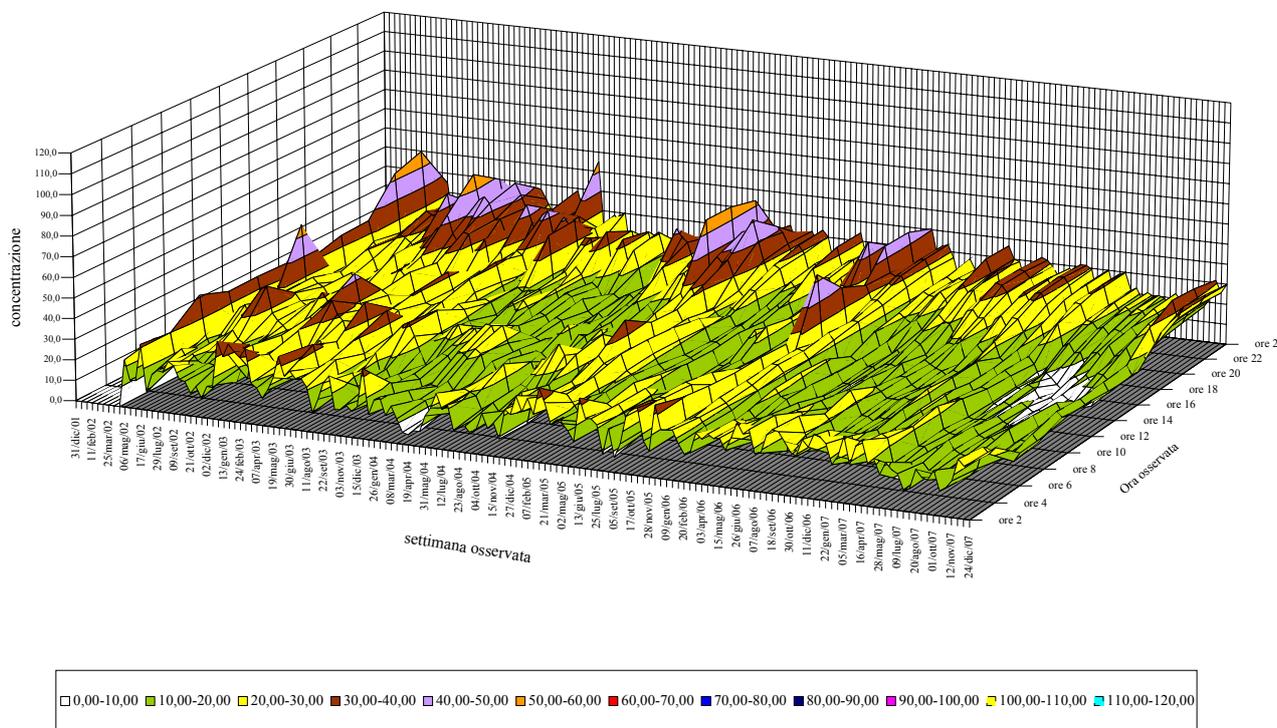
Grafico del contributo in percentuale delle singole ore nel giorno tipo.



Il contributo in percentuale risulta essere molto simile in tutti e 5 gli anni a dimostrazioni che l'assortimento delle sorgenti è rimasto praticamente lo stesso, pur essendo diminuito in valore assoluto nel 2006; nel corso dell'anno 2007 è possibile individuare il peggioramento menzionato nei commenti alle figure precedenti. E' inoltre possibile osservare che la seconda parte del giorno nei mesi finali dell'anno è stato il periodo caratterizzato da un aumento più significativo della concentrazione di questo inquinante; questo fatto è ben evidenziato nel grafico dei contributi percentuali sopra riportato.

PM_{2,5}

Stazione di Viale Carducci
andamento PM_{2,5} $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ora media su base bisettimanale
2002-2007



Dal grafico sopra riportato e dell'analisi degli indici calcolati a sensi della normativa di riferimento si evince un sostanziale mantenimento della qualità dell'aria per questo inquinante ad un livello accettabile e inferiore al valore limite che si suppone potrebbe essere adottato in un prossimo futuro e pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Inoltre l'andamento evidenzia un significativo miglioramento della concentrazione di PM_{2,5} appena meno pronunciato nelle ore serali.

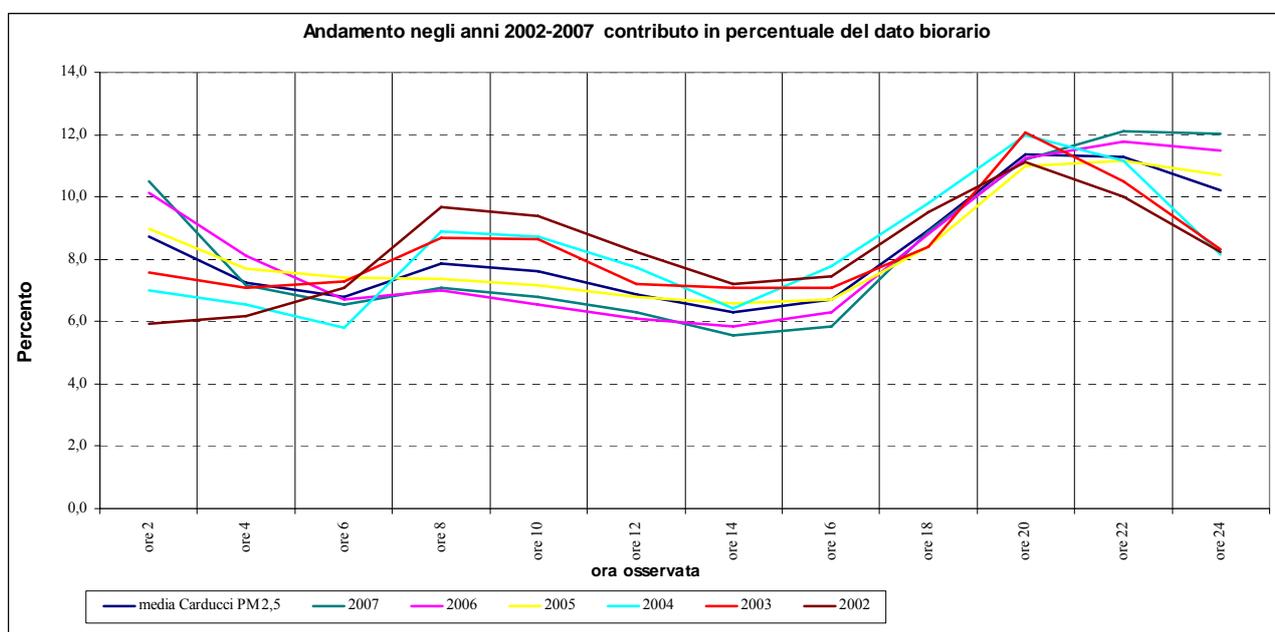
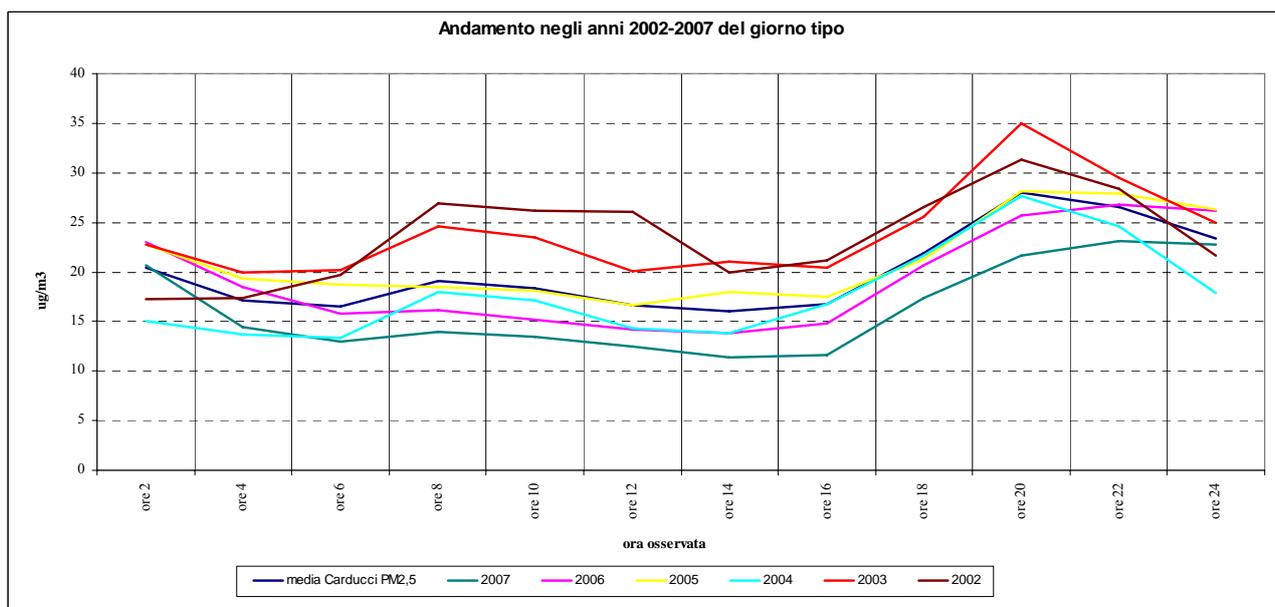
Si deve inoltre aggiungere che sia l'andamento del "giorno tipo annuale", che il contributo in percentuale delle ore nel giorno tipo mostrate a pagina seguente, evidenziano una condizione più instabile e meno riproducibile da un anno all'altro, rispetto agli inquinanti finora considerati, con la tendenza ad una distribuzione pressoché uniforme nell'arco delle 24 ore.

Tuttavia si osservano alcuni comportamenti dell'analizzatore in continuo che lascerebbero supporre alcune criticità dei valori letti dal sensore, soprattutto alle basse concentrazioni di polvere atmosferica. E' allo studio pertanto la possibilità di modificare il sistema di acquisizione dati che, passando da un'acquisizione bioraria ad una ogni 24 ore, dovrebbe rendere più affidabile la misura della media giornaliera delle polveri PM_{2,5}; tale soluzione d'altro canto, se implementata, comporterà però la perdita delle informazioni sul singolo dato biorario.

ARPAT

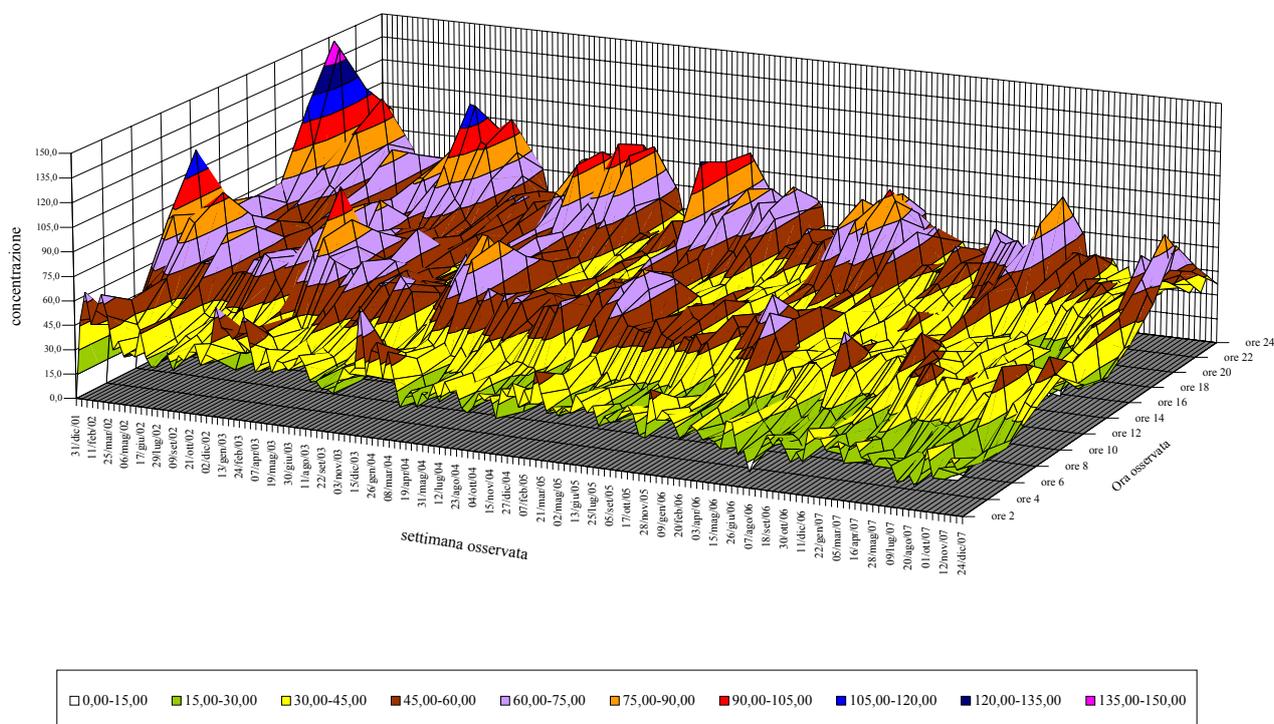
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

Per questo inquinante, come detto prima e soprattutto per l'anno 2007, il profilo bimodale da traffico è diventato sempre meno evidente, pur essendo misurato in prossimità di una importante via di transito; si può supporre o un cambiamento nei volumi di traffico effettivamente occorso nel 2006 (vedi analisi condotta nella relazione della qualità dell'aria per l'anno 2006), oppure una modifica sostanziale nel contributo di altre sorgenti più remote; infatti dalle curve del "giorno tipo annuale", dell'anno 2006 e del 2007, si evince un calo abbastanza significativo nell'arco delle prime 12 ore rispetto agli anni precedenti.



PM₁₀

Stazione di Viale Carducci
andamento PM₁₀ µg/m³
ora media su base bisettimanale
2002-2007



Dalla figura sopra riportata si evince che l'andamento di questo inquinante nel corso dei 6 anni ha avuto un calo significativo, in special modo per le prime ore del giorno, analogamente a quanto osservato per le PM_{2,5}.

Nei grafici dei "giorni tipo annuali" e del contributo in percentuale emerge la stessa tendenza.

In particolar modo nel grafico del contributo in percentuale delle singolo dato biorario del giorno, si evince una diminuzione nell'anno 2006 di circa l'1 % alle ore 10.00 ed un aumento relativo per le ore 20.00 di circa il 2%, questo fatto è abbastanza insolito e concorderebbe anche in questo caso con un significativo cambiamento nei flussi di traffico.

L'anno 2007 è risultato pressoché identico al 2006 e si differenzia da questo per una leggera ulteriore diminuzione della concentrazione di PM₁₀ spalmata in modo proporzionale nell'arco delle 12 medie biorarie misurate. Pertanto le curve delle distribuzioni percentuali dei contributi dei singoli valori biorari nell'arco del giorno per il 2006 e per il 2007 sono molto simili tra loro e si differenziano nettamente dai 4 anni precedenti.

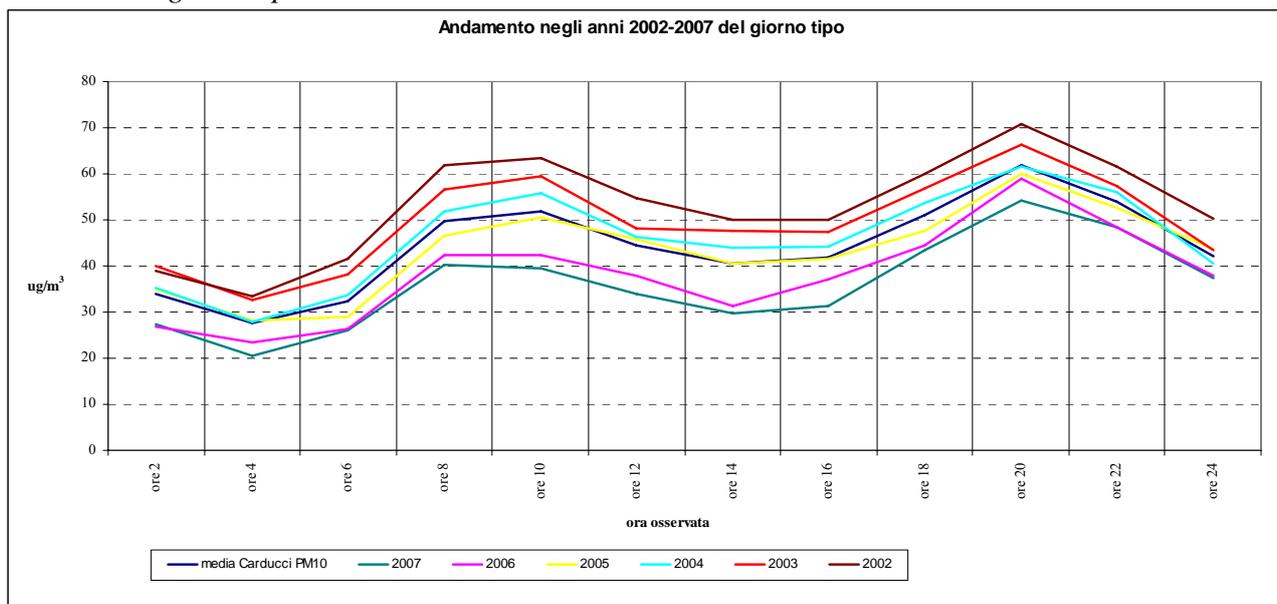
Dagli esiti delle elaborazione dei dati, si evince che l'anno 2007 risulta caratterizzato dai valori più bassi di concentrazione delle polveri nella frazione PM₁₀ e che le concentrazioni misurate in questo anno, risultano essere le più basse dell'intero periodo osservato.

Si riportano alla pagina seguente i grafici dei giorni tipo annuale e del contributo in percentuale.

ARPAT

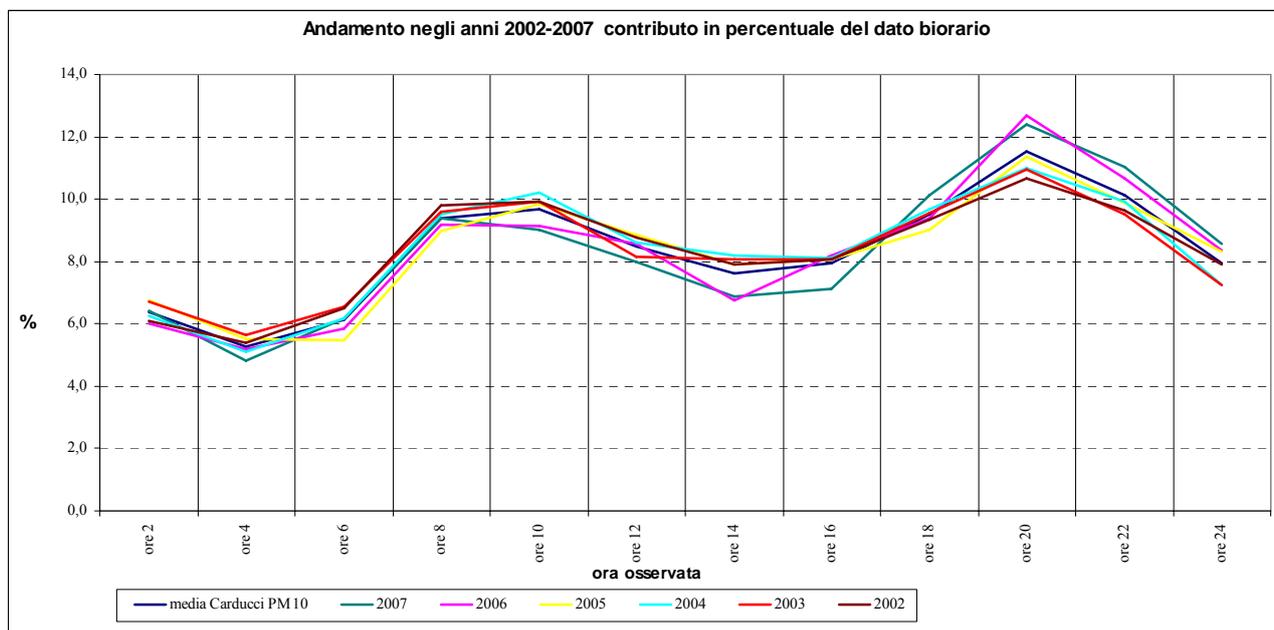
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

Grafico dei “giorni tipo annuali”.



Dalle curve dei “giorni tipo annuali” si evince chiaramente la netta diminuzione del valore in concentrazione delle PM₁₀ soprattutto negli ultimi due anni.

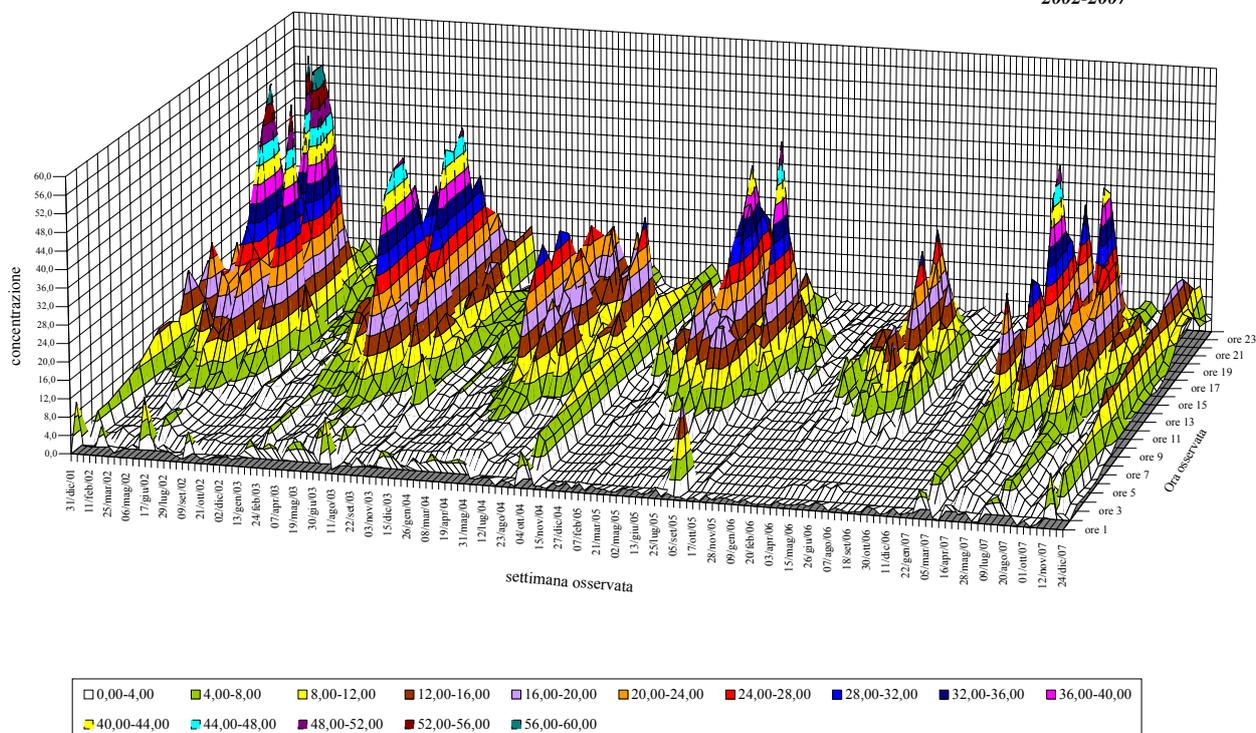
Grafici dei contributi in percentuale dei singoli valori biorari nell’arco delle 12 misure giornaliere.



Nella figura qui sopra è ben evidente come gli anni 2006 e 2007 si differenzino dai 4 precedenti per quanto riguarda il contributo all’inquinamento da PM₁₀ delle ore serali rispetto alle ore centrali della giornata.

SO₂

Stazione di Viale Carducci
andamento SO₂ µg/m³
ora media su base bisettimanale
2002-2007



Anche quest'anno si è ripetuto il fenomeno dell'incremento della concentrazione di SO₂ durante le ore centrali di alcuni giorni dell'anno, con particolare riferimento ai mesi estivi.

Si deve inoltre prendere atto che purtroppo si è improvvisamente interrotta una tendenza al progressivo miglioramento della qualità dell'aria per quanto riguarda questo inquinante.

Infatti nel 2007 si sono riproposti con frequenza maggiore ed intensità più elevata gli eventi di picco della SO₂ in Viale Carducci.

Questo fenomeno, a carattere prettamente locale, non pregiudica il rispetto dei limiti normativi, sia su base annua che su breve scala temporale (soglie di allarme) presso il sito di misura; ciononostante, questi eventi devono essere adeguatamente investigati e seguiti per non compromettere gli ottimi risultati, oramai consolidati da molti anni, nella riduzione dell'SO₂ nella città di Livorno.

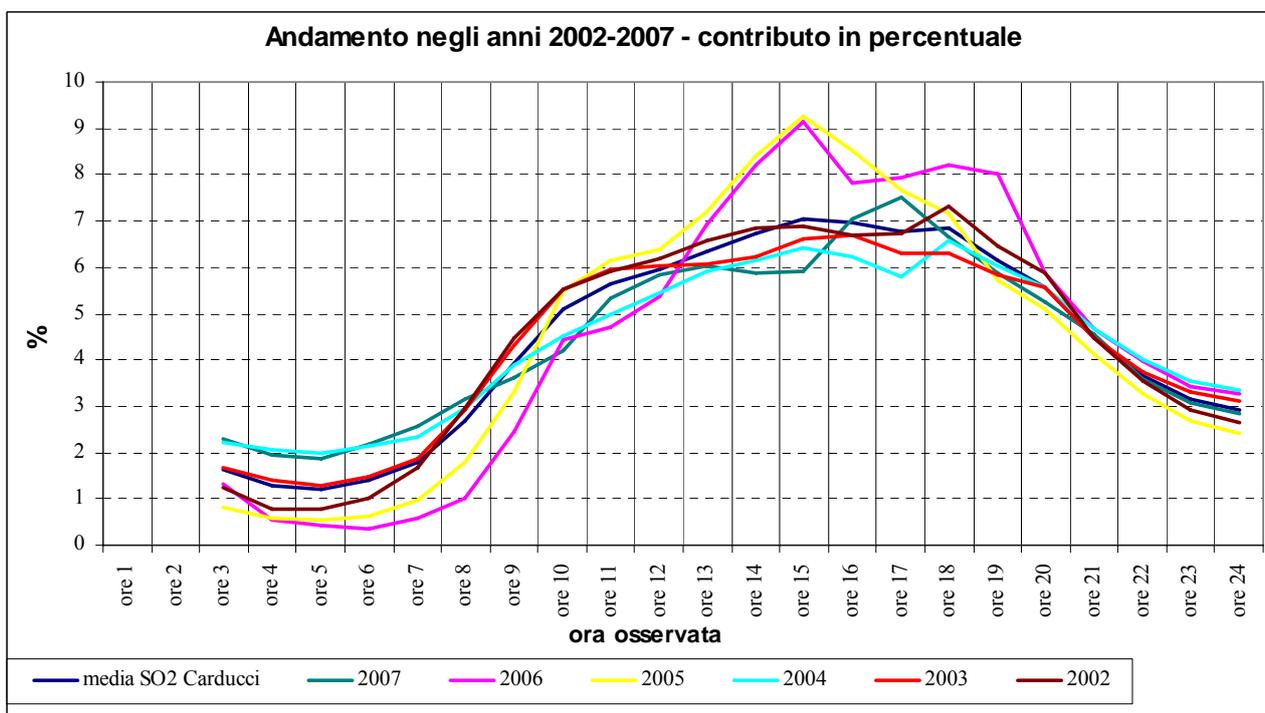
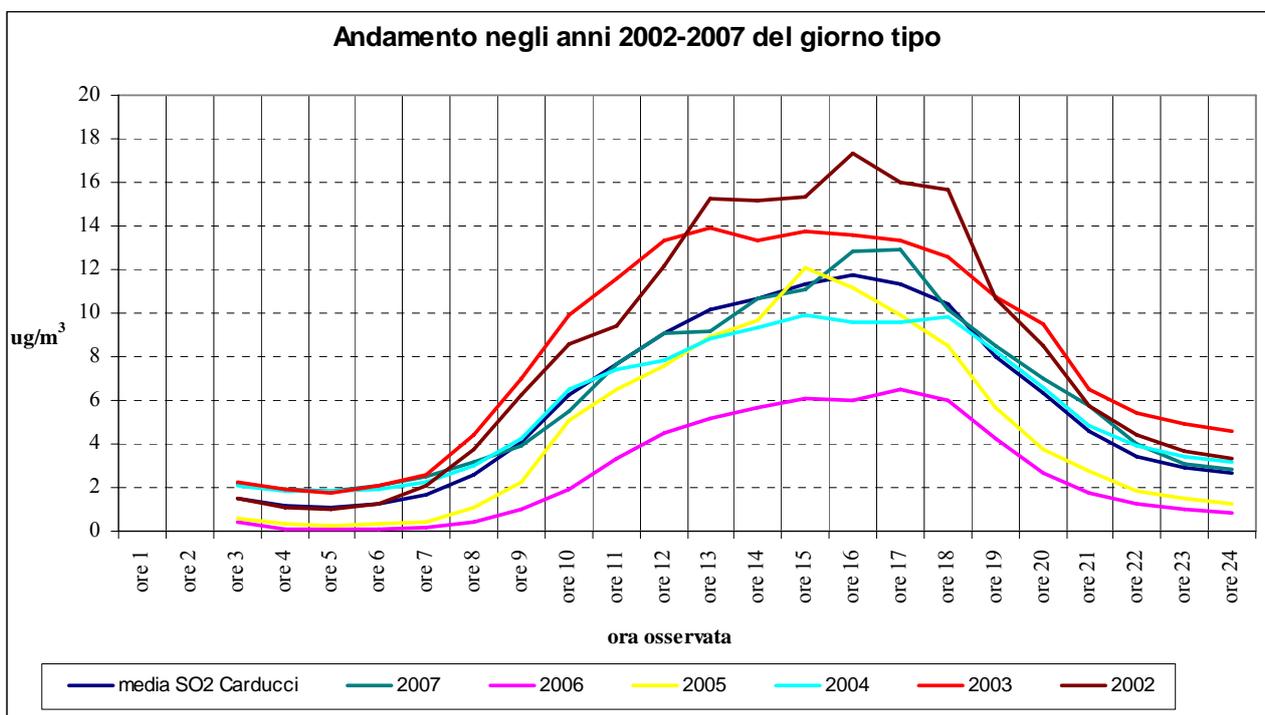
Un approfondimento dei fenomeni ora descritti è consultabile nell'allegato che descrive in dettaglio il problema della SO₂ a Livorno con altri approcci (allegato 3).

Si riportano i grafici dei "giorni tipo annuali" e dei contributi in percentuale che peraltro sono in perfetto accordo con quanto registrato in Piazza Cappelletto, ma con scale differenti e come vedremo nell'approfondimento allegato sulle problematiche dell'SO₂ a Livorno, con provenienze dell'inquinamento relativamente più intenso orientate dai quadranti settentrionali.

ARPAT

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

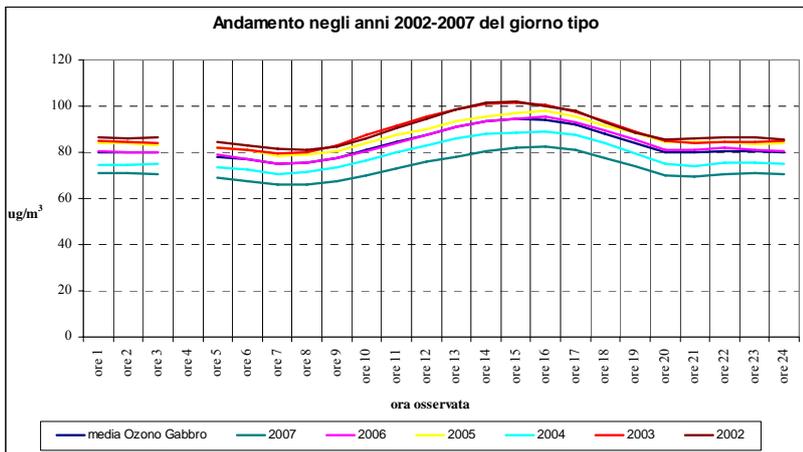
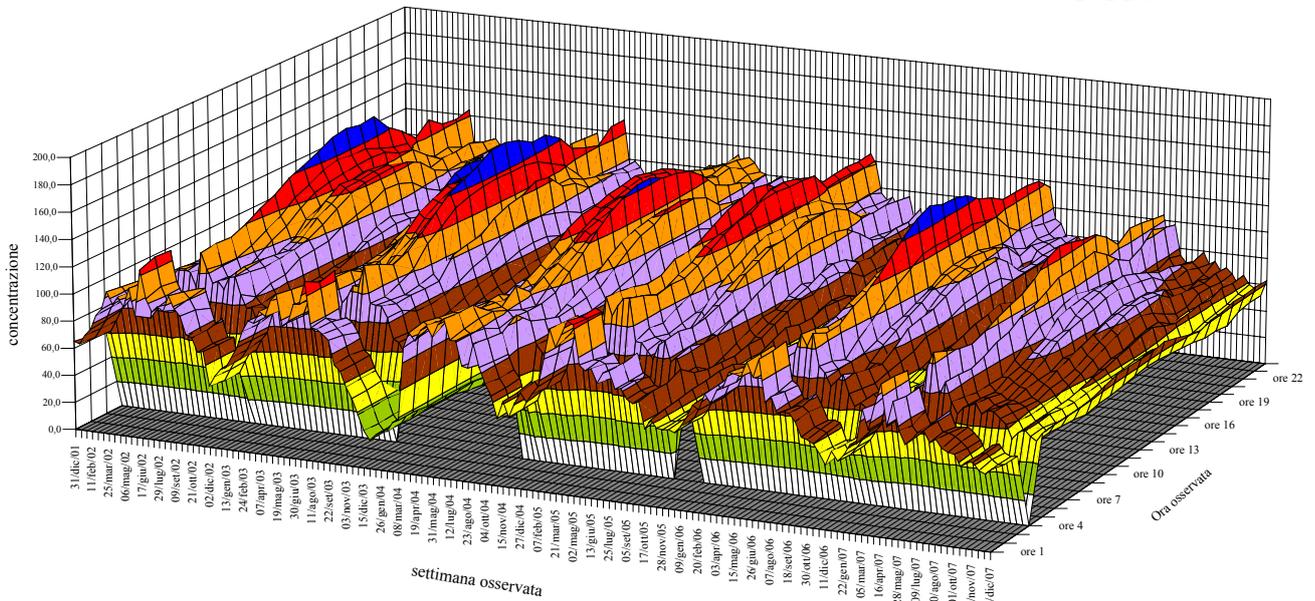
Dai grafici in cui sono rappresentate le curve dei “giorni tipo annuali”, si evince chiaramente l’assenza del profilo da traffico ma piuttosto una spiccata tendenza ad assumere le concentrazioni maggiori nelle ore centrali del giorno.



Dalle curve della distribuzione percentuale, si evince che solo negli anni 2005 e 2006 si sono verificate le condizioni di aumento delle concentrazioni di SO₂ nelle ore pomeridiane ed una diluizione più marcata nelle ore del primo mattino; negli altri anni si osservano variazioni poco significative nella distribuzione di questo inquinante. Il profilo su base annua è però poco rispondente delle effettive fluttuazioni tra i mesi estivi e quelli invernali ben esplicitato nell’allegato 3.

A.1.3 Gabbro Ozono

Stazione di Gabbro
andamento Ozono $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ora media su base bisettimanale
2002-2007



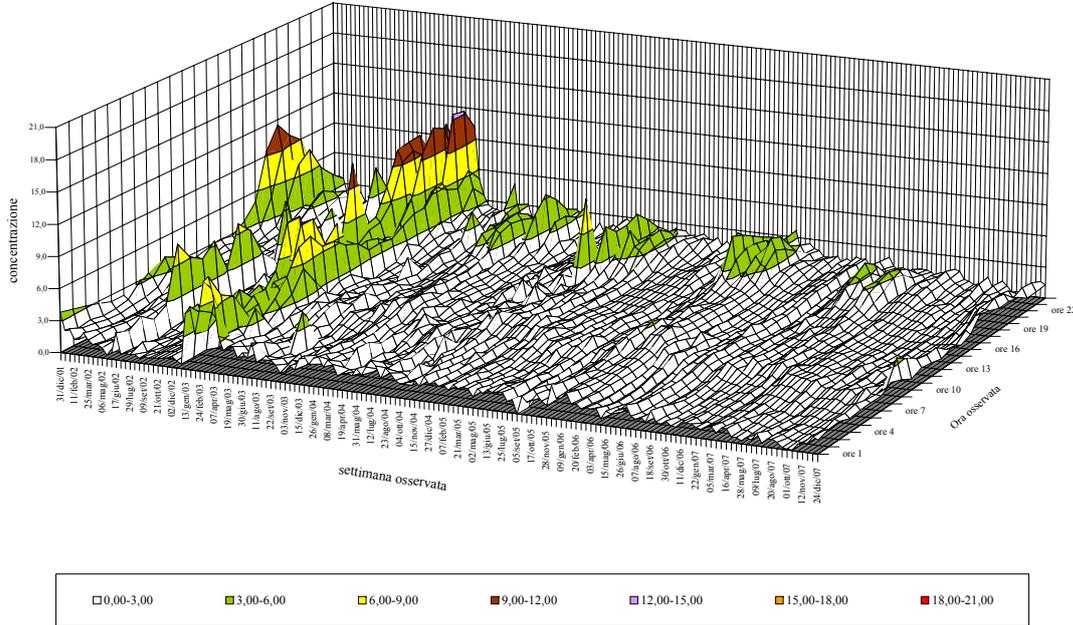
Il profilo degli ultimi 6 anni mostra un andamento abbastanza riproducibile della concentrazione di ozono; si evidenzia un mantenimento della concentrazione di fondo nel periodo estivo piuttosto elevata; questa condizione non è ben osservabile con i grafici del “giorno tipo” che annullano le differenze su base stagionale.

Gli andamenti del “giorno tipo annuale” riportato qui sopra, evidenzia in ogni caso un significativo miglioramento della qualità dell’aria misurata presso la Stazione di Gabbro.

Si omette in questo caso il grafico delle curve della distribuzione percentuale delle concentrazioni di questo inquinante perché non sono state osservate significative variazioni nel periodo osservato.

A.1.4 Via Gobetti Benzene

Stazione di Via Gobetti
andamento Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ora media su base bisettimanale
2002-2007



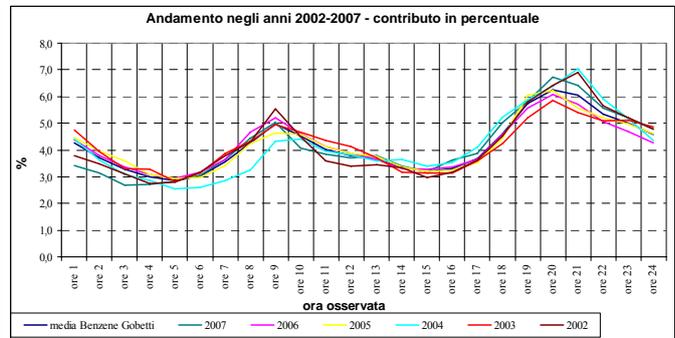
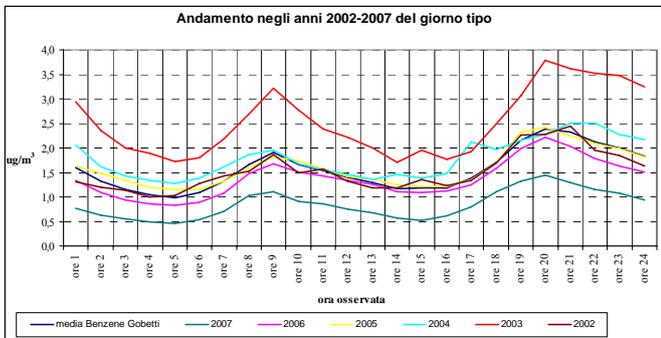
L'efficienza strumentale è risultata superiore al 90% solo nel 2006 e nel 2007.

In linea generale, come per le altre stazioni, l'andamento del Benzene evidenzia un miglioramento progressivo in virtù delle sempre migliori qualità ecologiche dei combustibili utilizzati e della efficienza del parco veicolare nel suo complesso.

I dati relativi ai giorni tipo del 2003 potrebbero essere sovrastimati a causa del basso rendimento strumentale.

Si deve segnalare solamente la conferma del profilo da traffico determinato dalle attività di trasporto tipiche dei centri urbani; nel 2007 la doppia moda alle ore di punta è meno accennata.

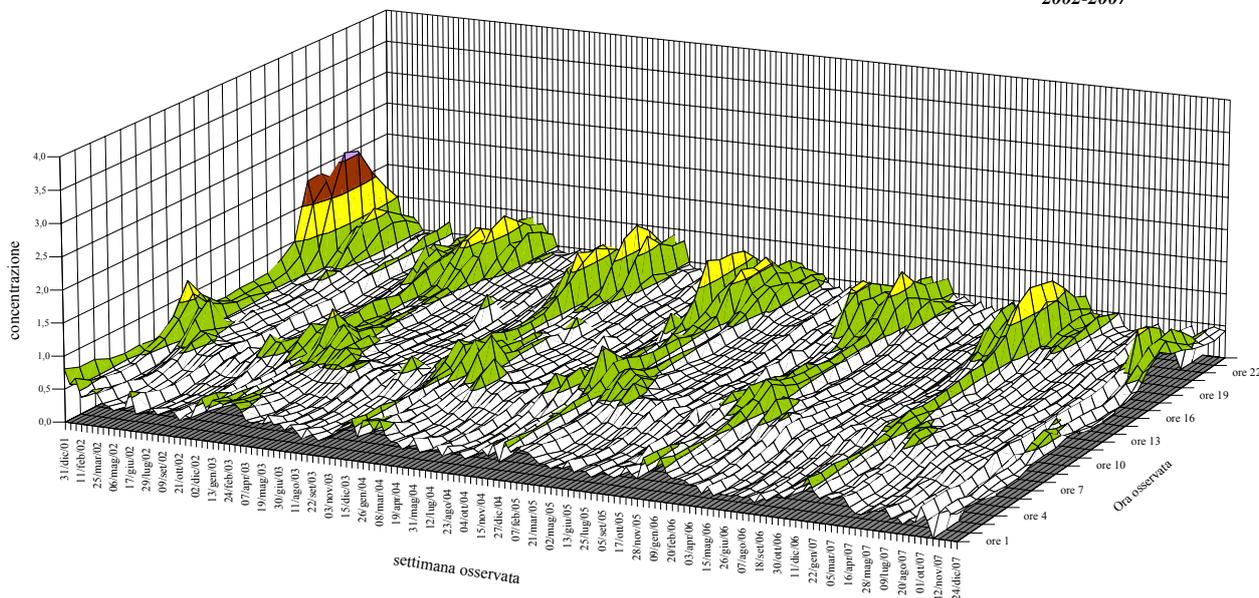
Il fatto che la curva nella figura di sinistra tenda a divenire più piatta indica che per questo inquinante sia stata quasi raggiunta la concentrazione di fondo minima conseguibile a fronte delle pressioni vigenti.



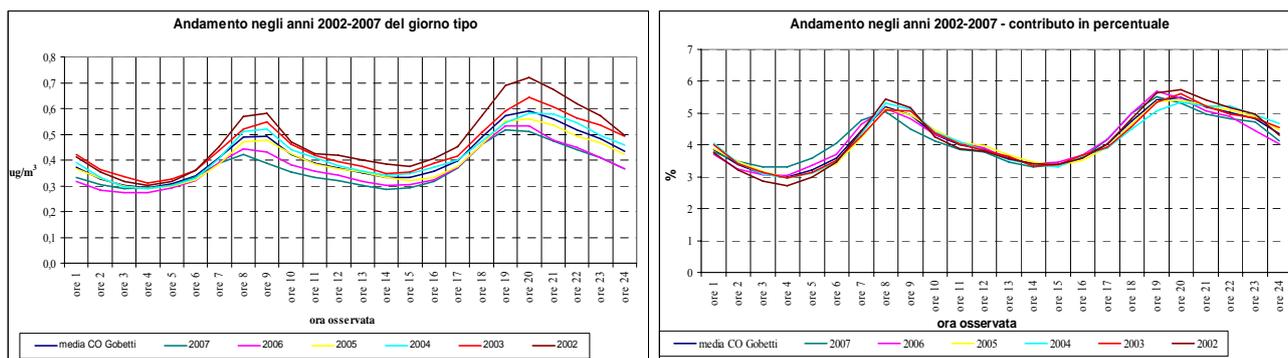
Per questo inquinante alla stazione di Gobetti il ripetto dei limiti normativi è oramai consolidato anche nelle ore di massima immissione relativa (9.00 – 20.00) e la media annuale risulta inferiore ad $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

CO

Stazione di Via Gobetti
andamento CO mg/m³
ora media su base bisettimanale
2002-2007



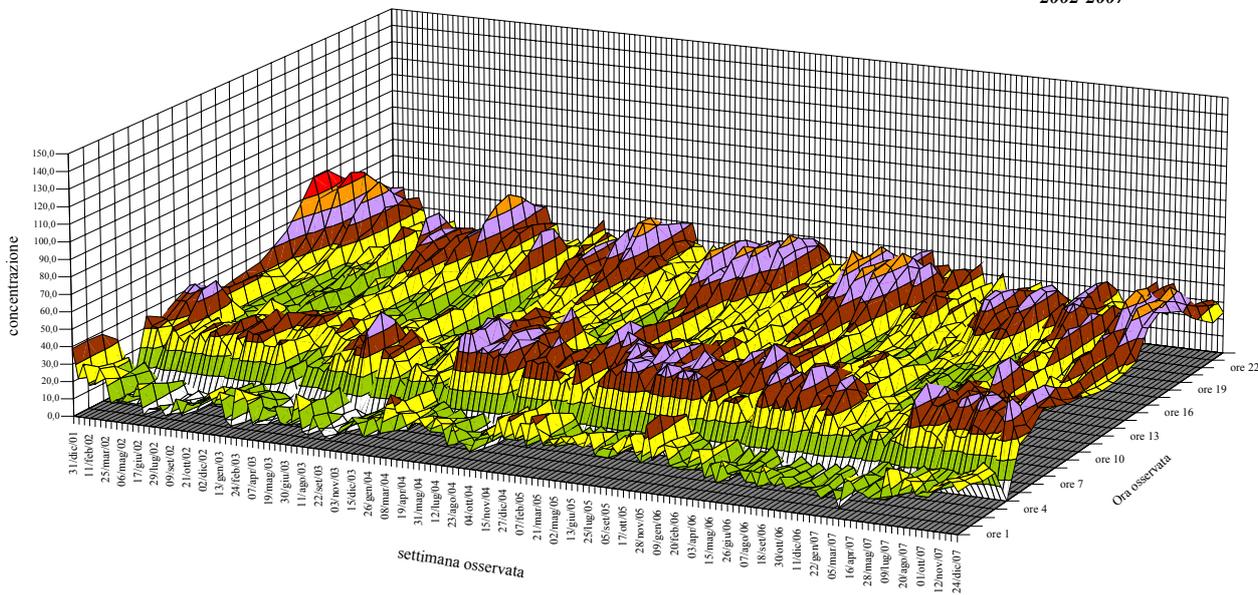
Si evidenzia molto bene il trend positivo di questo inquinante che non presenta al momento alcun tipo di criticità. Nei grafici del “giorno tipo annuale” si evince chiaramente una progressiva



diminuzione della concentrazione di CO in tutte le ore. Il profilo dei contributi è pressoché costante nell'arco dell'anno, ma una osservazione dei dati aggregati su base bisettimanale, indica una dipendenza dalla stagione dei massimi contributi relativi.

NO₂

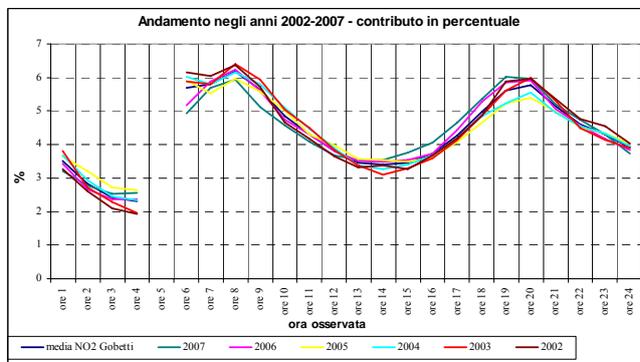
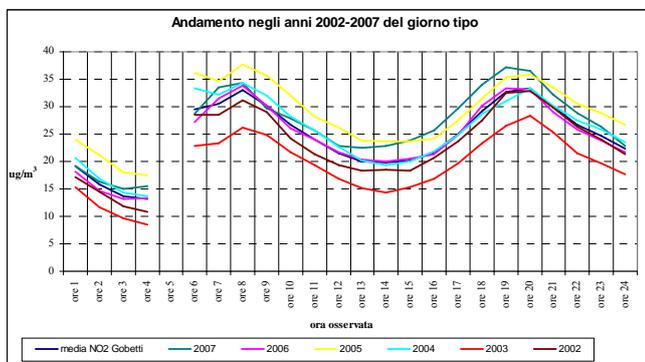
Stazione di Via Gobetti
andamento NO₂ µg/m³
ora media su base bisettimanale
2002-2007



In questa stazione l'NO₂ non ha superato i valori limite fissati dalla normativa ma la situazione è molto simile a quella di Piazza Cappelletto.

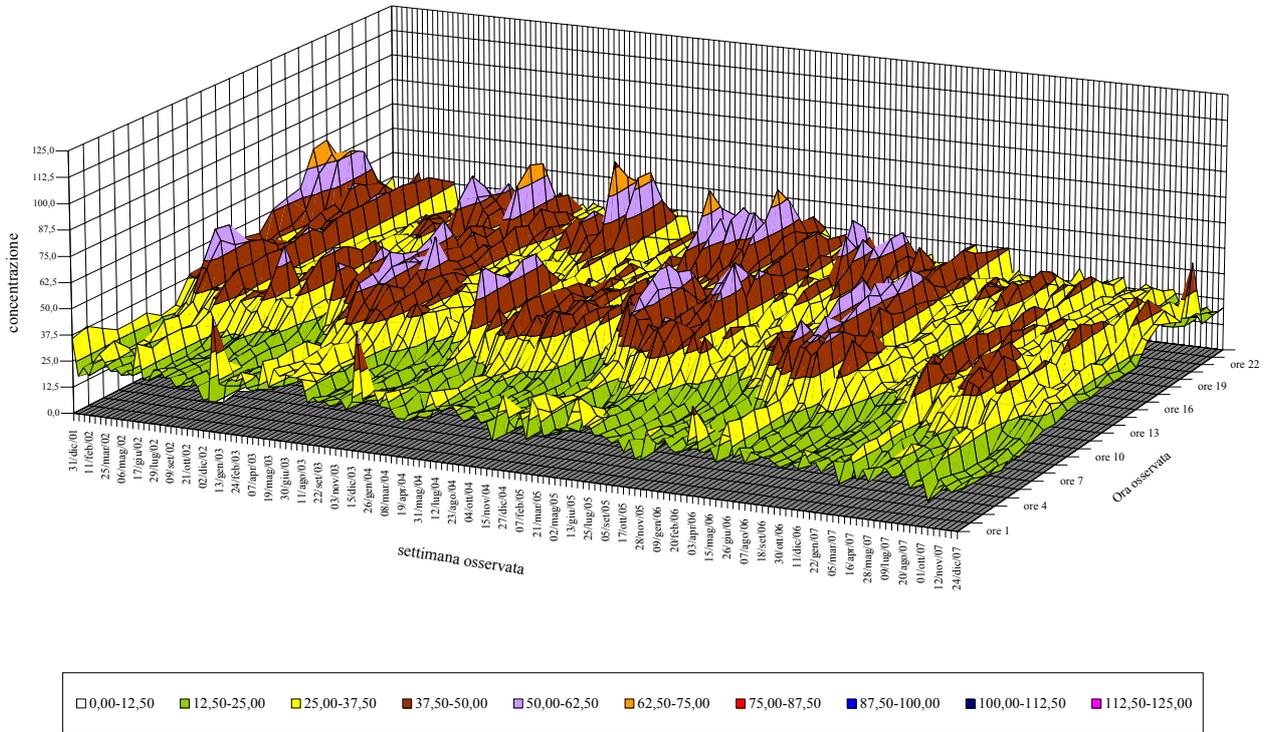
Dall'analisi dei "giorni tipo annuali" e del relativo contributo in percentuale delle singole ore si evince un profilo da traffico.

L'andamento sembra indicare uno stato stazionario o al limite un lieve peggioramento; questo inquinante partecipando alla complessa catena di reazioni che costituiscono lo smog fotochimico deve essere attentamente seguito in special modo durante i mesi estivi che sembra siano quelli più interessati al fenomeno dell'aumento delle concentrazione in special modo nel 2005 e nel 2006 e almeno nella seconda parte del "giorno tipo annuale" anche nel 2007.

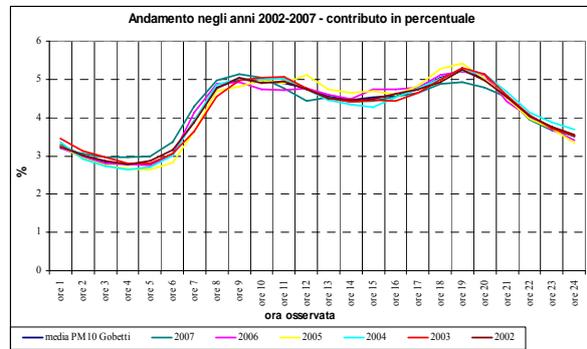
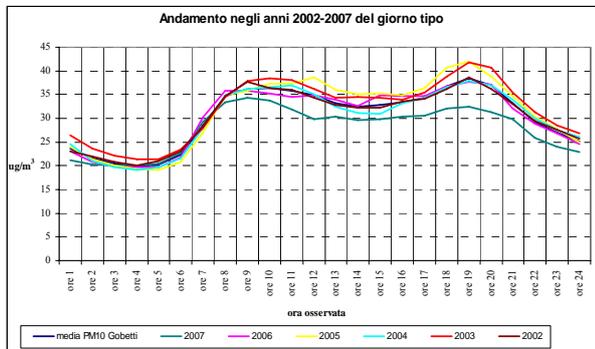


PM₁₀

Stazione di Via Gobetti
andamento PM₁₀ µg/m³
ora media su base bisettimanale
2002-2007



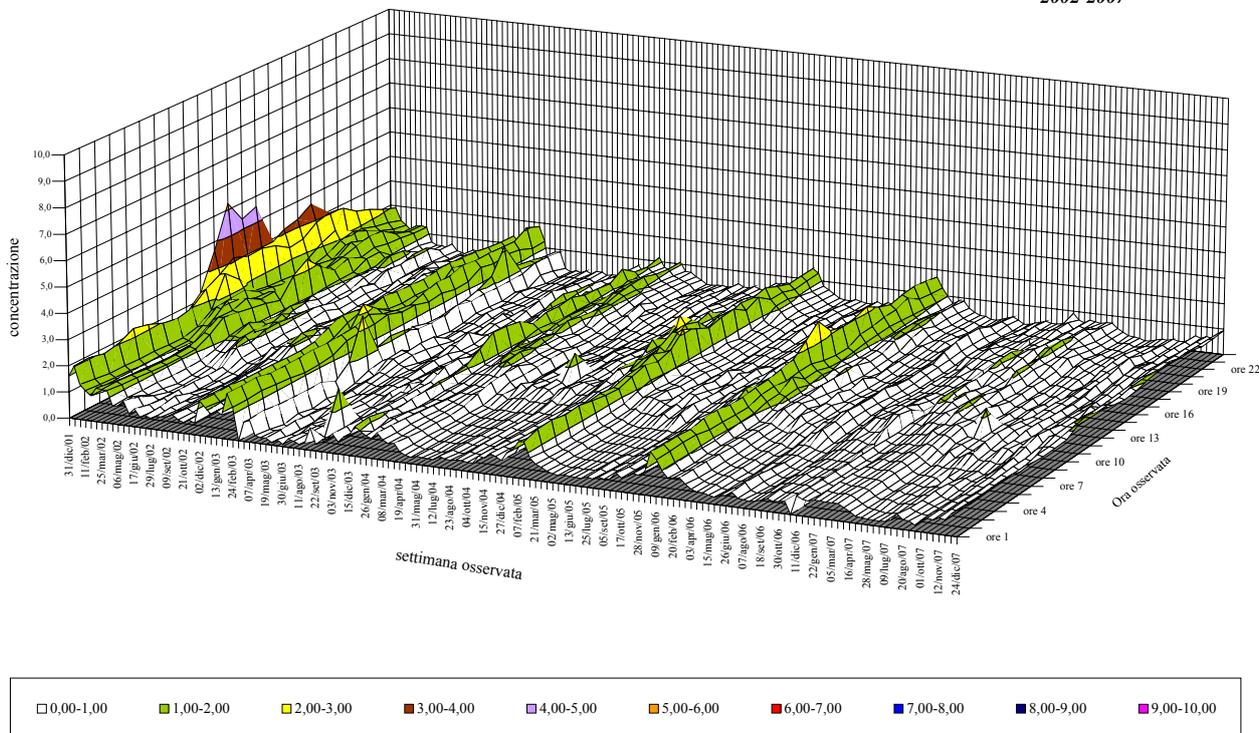
Anche per questo parametro a Gobetti, per il 2007, i limiti normativi sono rispettati; si è inoltre evidenziato, nel corso di questo anno, un calo nella concentrazione delle polveri piuttosto elevato e pari a circa il 10% della media annuale, ben evidenziato dalle curve dei “giorni tipo annuali” riportate qui sotto. Si nota che il profilo bimodale da traffico è meno pronunciato rispetto al medesimo parametro, misurato alla stazione da traffico di Carducci. Pertanto è ragionevole supporre che le misure effettuate siano molto vicine alla concentrazione di fondo per la zona; si deve comunque considerare che la stazione è collocata alla periferia di Livorno leggermente sopravento dell’agglomerato cittadino, rispetto venti dominanti, e sottovento a quelli minoritari, rispetto al polo



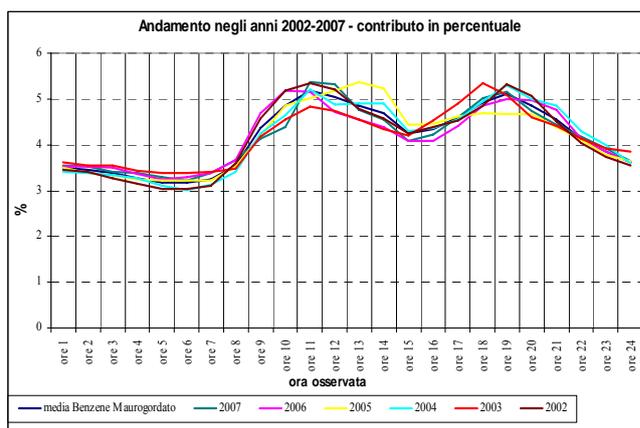
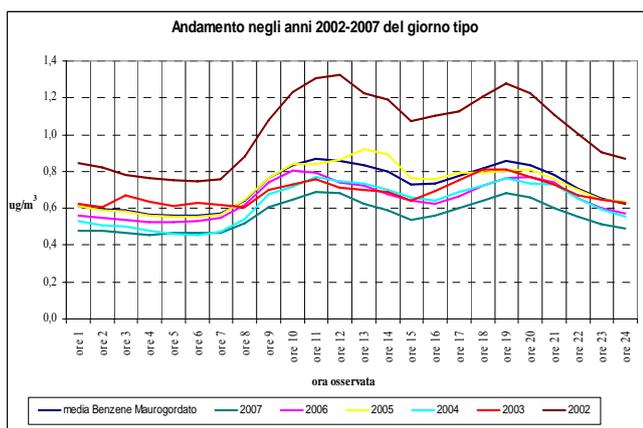
industriale.

A.1.5 Villa Maurogordato Benzene

Stazione di Maurogordato
andamento Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ora media su base bisettimanale
2002-2007



Non si evidenziano particolari criticità, infatti gli indicatori calcolati per l'anno 2007 e l'andamento nei 6 anni osservati evidenziano un sostanziale rispetto del valore limite in vigore dal 2010. In questa stazione il profilo bimodale del "giorno tipo annuale", è appena accennato ma rispetto al 2002 si evidenzia una tendenza più marcata al raggiungimento di una concentrazione relativamente



costante, a fronte delle pressioni vigenti.

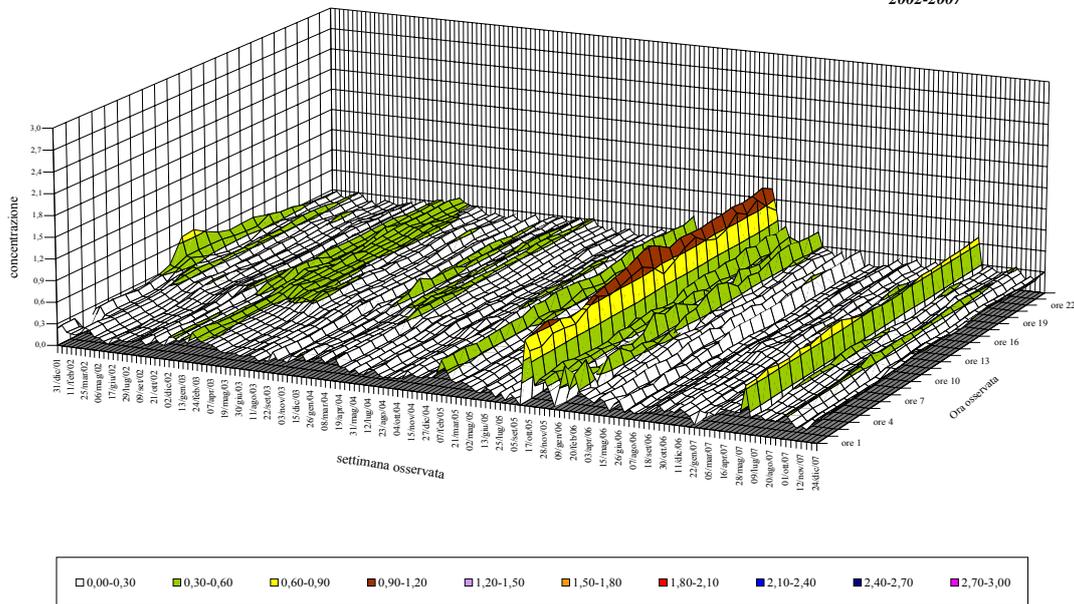
Si deve peraltro sottolineare che in valore assoluto la concentrazione di questo inquinante a Villa Maurogordato si mantiene a livelli molto contenuti in virtù del fatto che le sorgenti inquinanti sono sicuramente collocate a notevole distanza dalla centralina di monitoraggio e pertanto il dispositivo di misura lavora in prossimità del suo minimo rilevabile.

ARPAT

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

CO

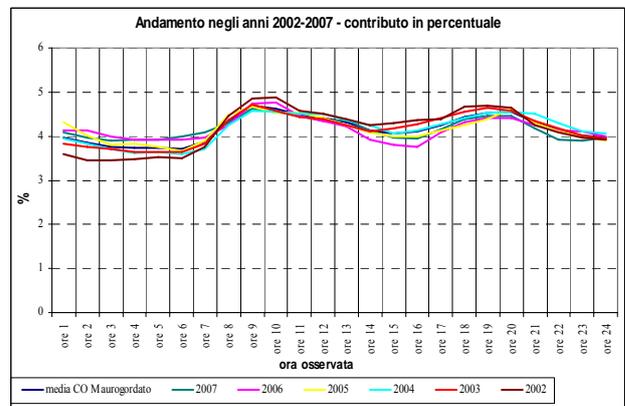
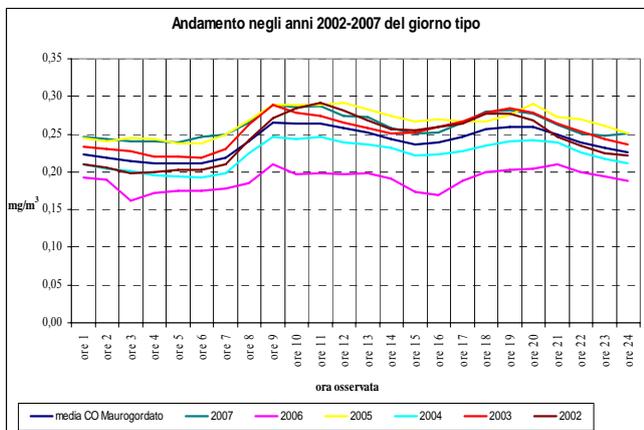
Stazione di Villa Maugordato
andamento CO mg/m³
ora media su base bisettimanale
2002-2007



Per questa stazione non emerge alcuna criticità, ad eccezione di qualche sporadico episodio di aumento delle concentrazione di Monossido di Carbonio riconducibile all'accensione di focolai in prossimità della cabina di monitoraggio, e che peraltro non influenzano significativamente la qualità dell'aria.

Vale lo stesso discorso fatto sul benzene cioè il contributo in percentuale di ogni singola ora del "giorno tipo annuale" si mantiene sempre vicino al valore teorico di una distribuzione uniforme nelle 24 ore e che corrisponde a circa il 4% per ciascuna media oraria osservata. Curve come quelle sotto riportate, prive del tutto o in parte di valori massimi, stanno a significare la completa diluizione delle sostanze inquinanti liberate nell'atmosfera, probabilmente da sorgenti sufficientemente lontane dal sito di misura, da compensare le escursioni tra i minimi ed i massimi livelli emissivi generati. Il profilo bimodale tipico dell'inquinante primario da traffico è ancora percepibile nei grafici del contributo percentuale, dimostrando come i picchi di concentrazione massima, seppur presenti, interessano le zone periferiche della città in modo marginale o del tutto trascurabile.

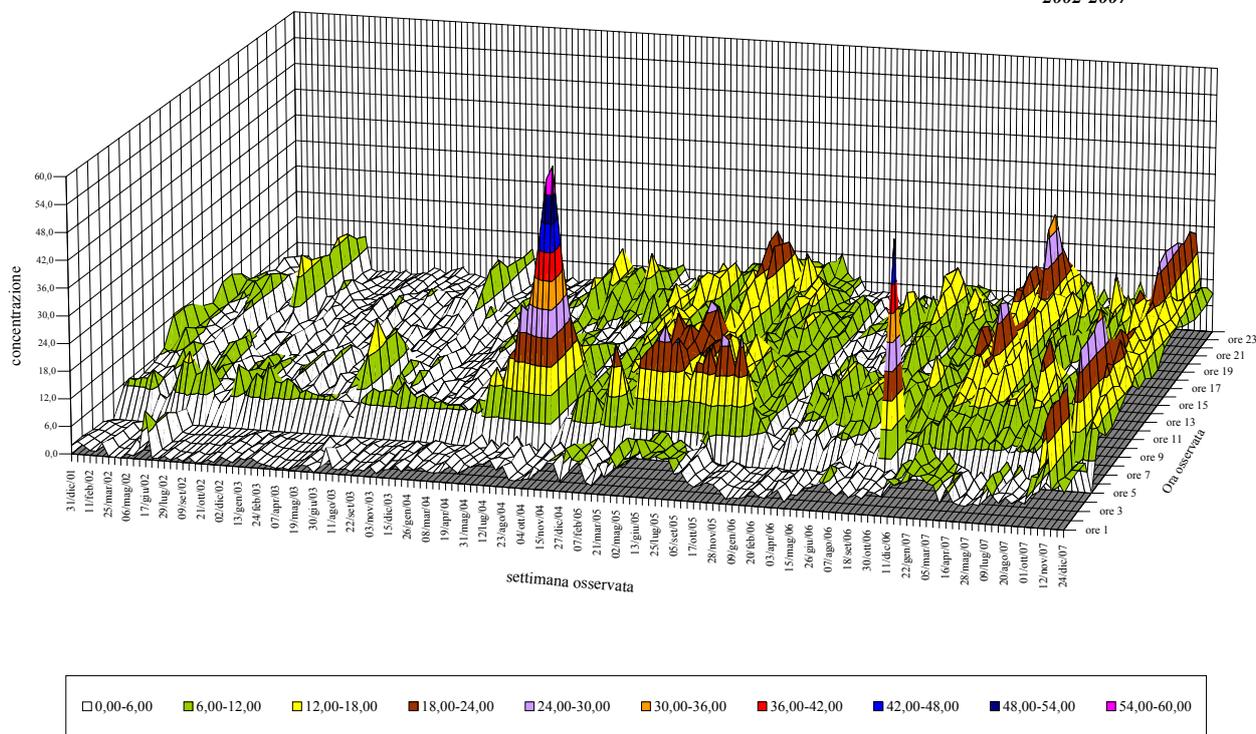
Nell'anno 2007, la tendenza del "giorno tipo annuale" nell'intero periodo osservato evidenzia un



impercettibile incremento, del tutto trascurabile se si considera il valore assoluto della misura.

NO₂

*Stazione di Villa Maurogordato
andamento NO₂ µg/m³
ora media su base bisettimanale
2002-2007*



Il biossido di azoto misurato a Villa Maurogordato si attesta a valori molto bassi, inferiori ai 12 µg/m³, per gran parte delle ore nell'anno, pertanto non si evince una particolare criticità per questo inquinante.

Tuttavia, anche se gli standard di qualità dell'aria sono ampiamente rispettati, con il passare degli anni si osserva, un progressivo incremento della concentrazione di NO₂ in modo diffuso nell'arco delle 24 ore.

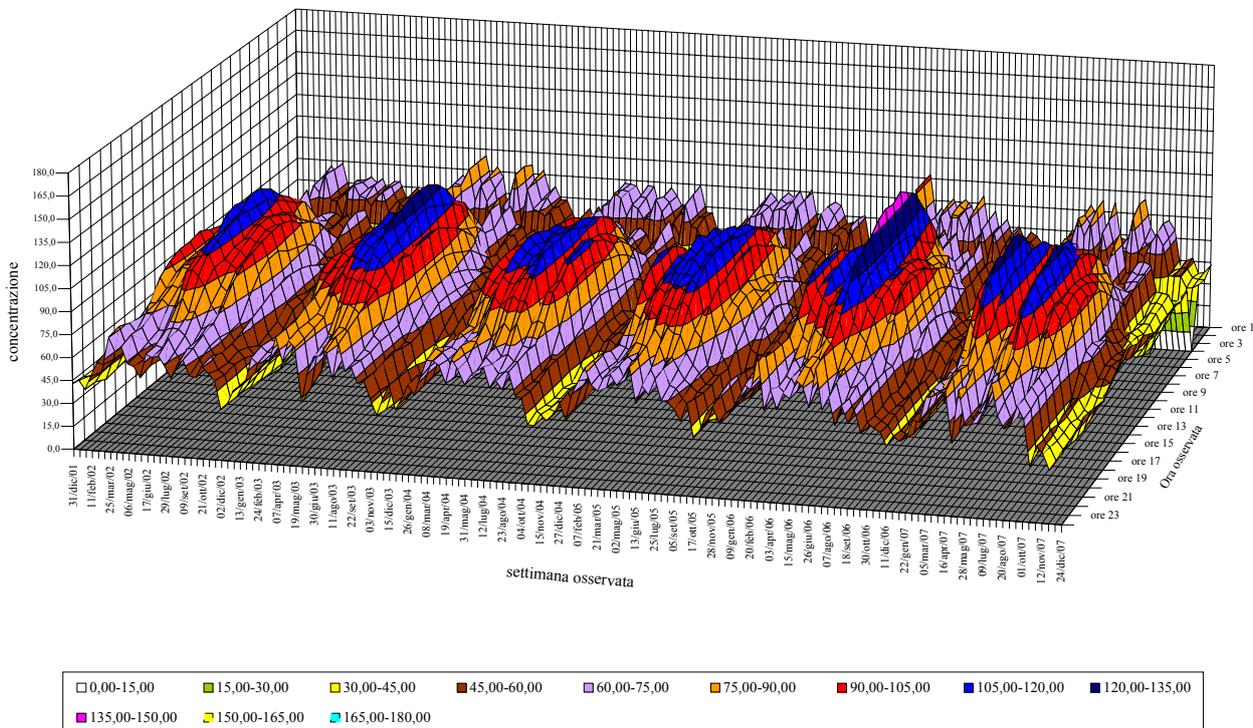
Apparentemente sembrerebbe che la concentrazione di questo inquinante stia aumentando nei valori del fondo; cosa peraltro in accordo con quanto evidenziato presso altre stazioni ubicate a Livorno che mostrano concentrazioni notturne in crescita.

Infatti come è possibile osservare dal grafico 3D sopra esposto ed anche dalle curve dei giorni tipo, l'anno 2007 è il peggiore della serie a partire dall'inizio delle nostre osservazioni cominciate nel 2002.

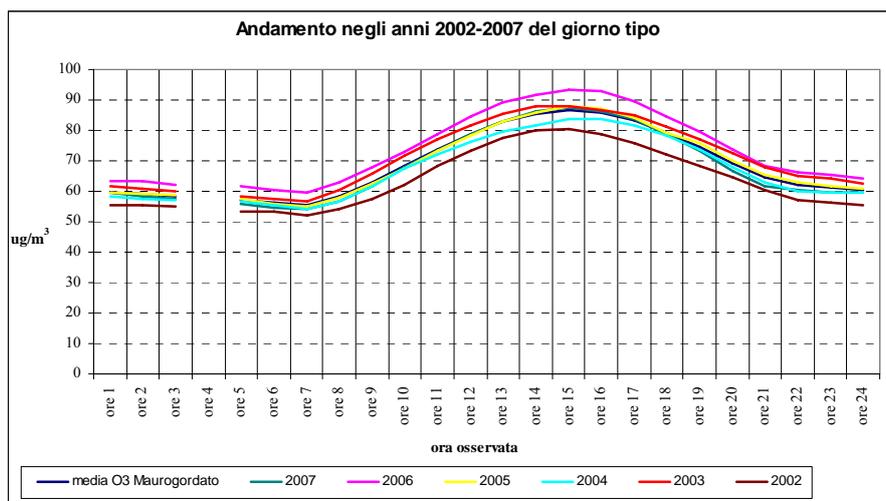
Gli aumenti rilevati in stazioni collocate lontano dalle sorgenti di emissioni anche se contenuti sono progressivi e confermati anno dopo anno, pertanto dovrebbero essere attentamente considerati al fine di intervenire tempestivamente sulle cause che li originano.

Ozono

Stazione di Villa Maugordato
andamento O_3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ora media su base bisettimanale
2002-2007

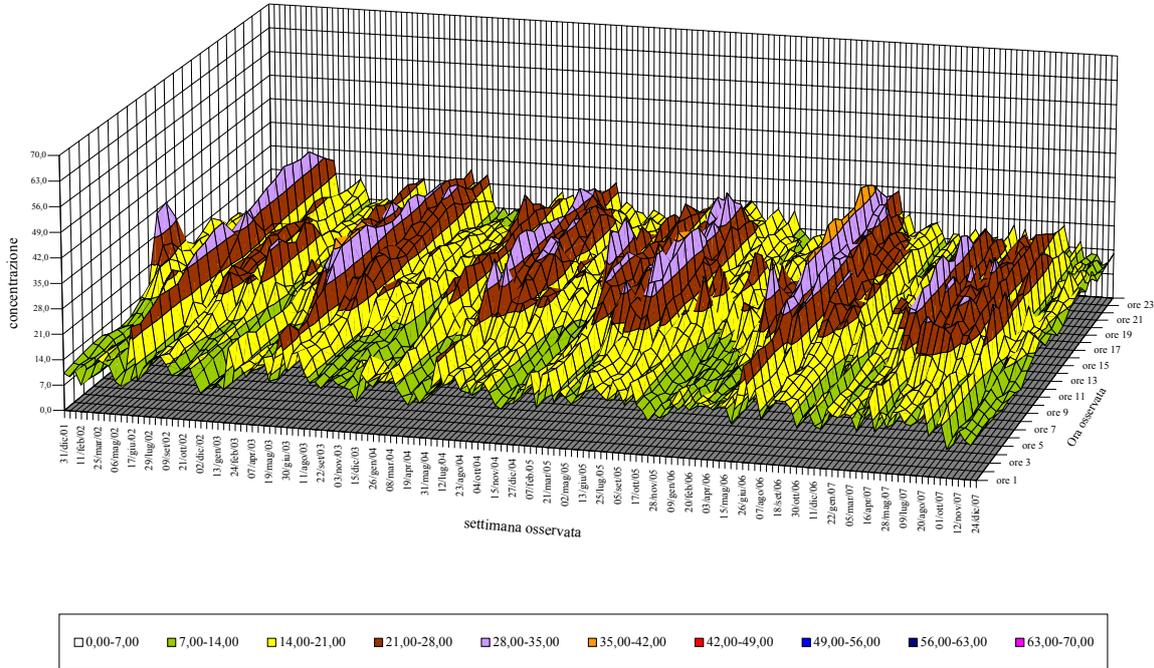


Dalla figura sopra esposta si evince un quadro piuttosto negativo, infatti al momento risulta ancora superato il numero di superamenti della media mobile a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, l'AOT40 per la vegetazione e la media annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le curve del contributo in percentuale evidenziano una stabilità piuttosto marcata in tutti e cinque gli anni del periodo osservato.



PM₁₀

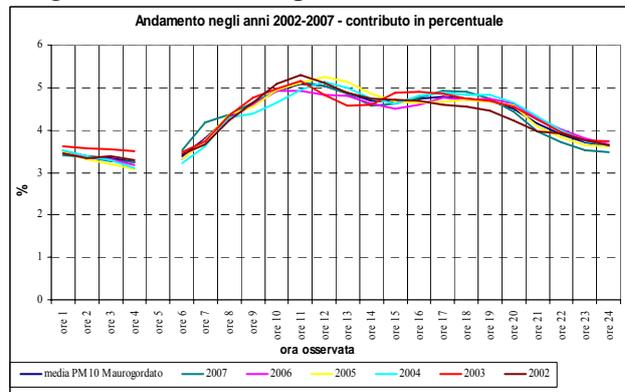
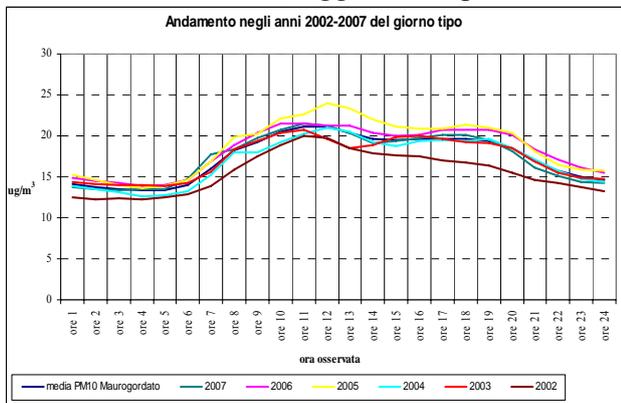
Stazione di Villa Maurogardato
andamento PM₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ora media su base bisettimanale
2002-2007



Fermo restando che i limiti normativi sono ampiamente rispettati per tutti gli anni esaminati, dal grafico 3D degli andamenti dei “giorni tipo bisettimanali” si evince un mantenimento del livello qualitativo a valori costanti per questo inquinante nei 6 anni osservati. Si deve segnalare solamente un profilo nettamente differente nell’arco delle 24 ore e nell’arco dell’anno rispetto alle stazioni finora analizzate.

Infatti guardando il grafico 3D, si evince che mentre le stazioni più vicine alla città, mostrano andamenti bimodali in corrispondenza dell’incremento del traffico soprattutto in inverno la mattina e la sera, in questa stazione la maggiore polverosità si manifesta nelle ore centrali dei giorni estivi, per tornare a valori più contenuti nella notte e durante i giorni invernali.

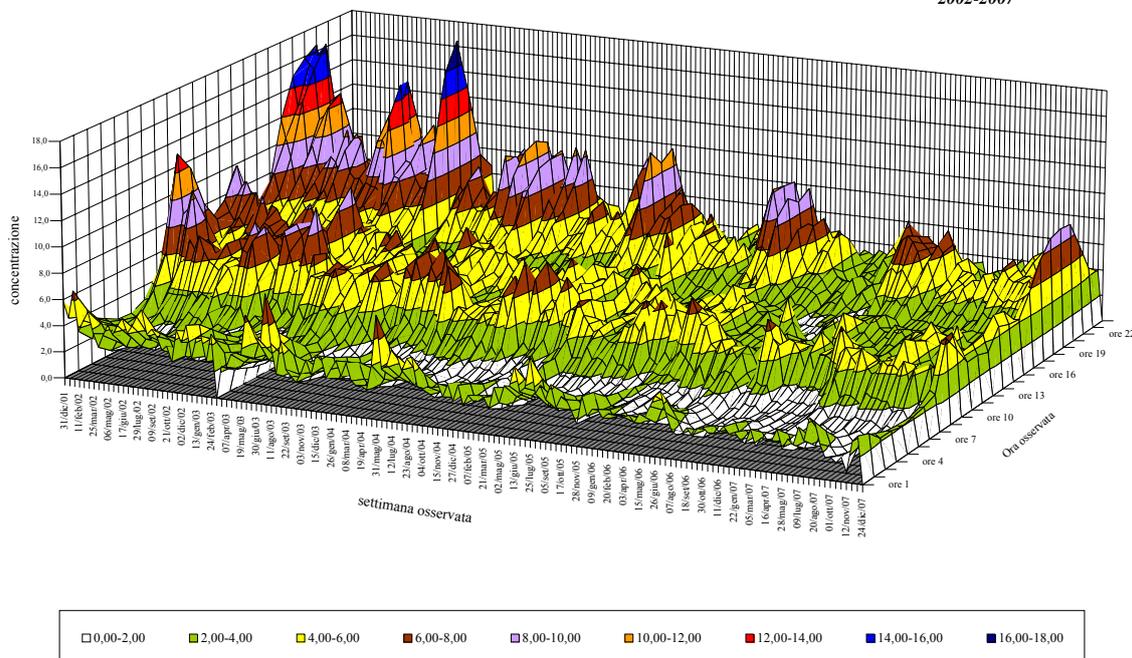
Le curve dei “giorni tipo annuale”, mostrano una leggera preponderanza delle concentrazioni diurne ed accennano in modo appena percettibile alla formazioni di due massimi relativi alle solite ore di traffico intenso, leggermente più visibili nella figura dei contributi percentuali.



A.1.6 Piazza Mazzini

Benzene

Stazione di Piazza Mazzini
andamento Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ora media su base bisettimanale
2002-2007



Nell'arco dei 6 anni si evidenzia una progressiva riduzione della concentrazione di benzene.

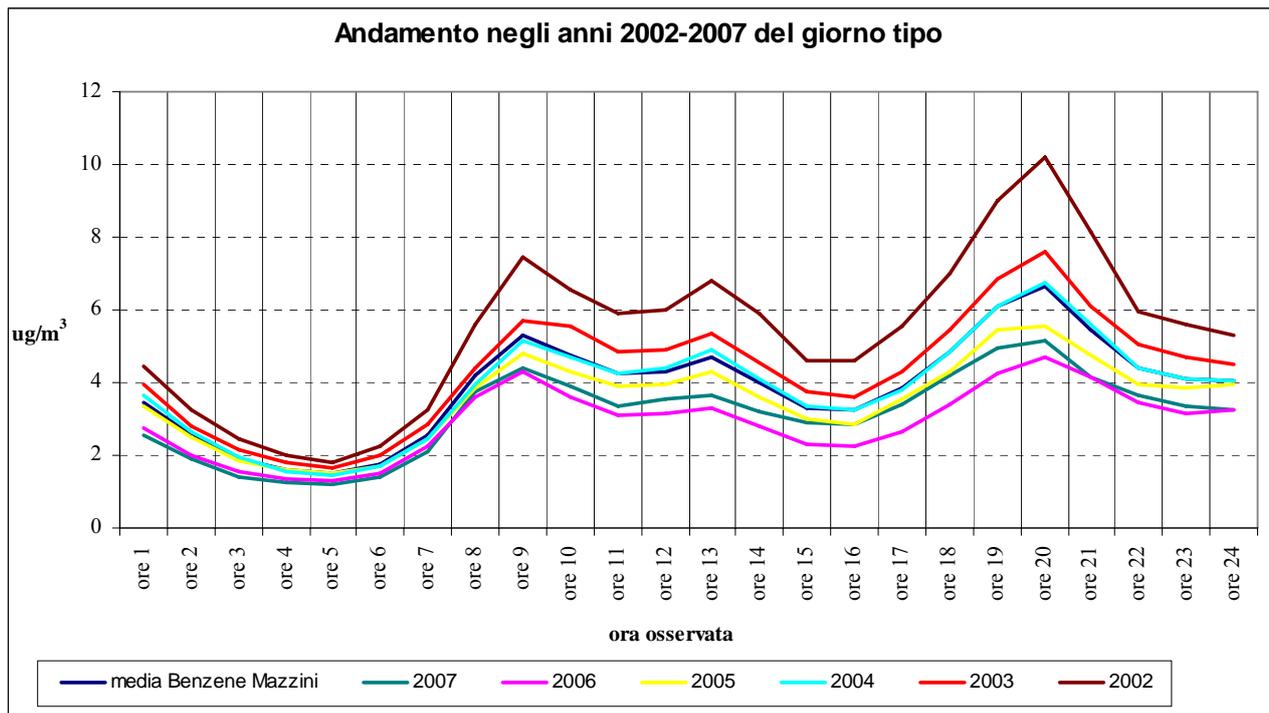
Il miglioramento per questo inquinante è stato consistente fino al 2006 superando per alcune ore del giorno tipo annuale anche il 50%. Proprio dalle curve del "giorno tipo annuale" e del contributo in percentuale del 2006, si pone in evidenza come, le emissioni derivanti dal traffico, siano gradualmente mutate nel corso dei 5 anni di osservazione, facendo aumentare, in termini relativi, l'inquinamento delle prime ore del giorno rispetto a quelle serali. Nel 2007 si osserva al contrario un lieve peggioramento della concentrazione di benzene ed una modifica delle distribuzioni percentuali, in special modo per la fase finale dell'anno. Si deve considerare che nel 2007 non è stata raggiunta la soglia minima di dati validi e che per giunta non sono rispettati i due livelli di controllo sulla distribuzione delle misure valide nei 365 giorni, pertanto i valori della media annuale non possono essere considerati validi o confrontabili con le medie precedenti.

Inoltre sono state effettuate importanti modifiche alla circolazione nella zona della stazione di monitoraggio, pertanto non ci è possibile formulare alcun giudizio e prendere atto di un piccolo rallentamento nella progressiva riduzione della concentrazione di benzene osservata fino al 2006 e non pienamente confermata nello scorso anno.

Questo fatto è ben evidente nella curva riferita al "giorno tipo annuale" dell'anno 2007 riportato alla pagina dopo.

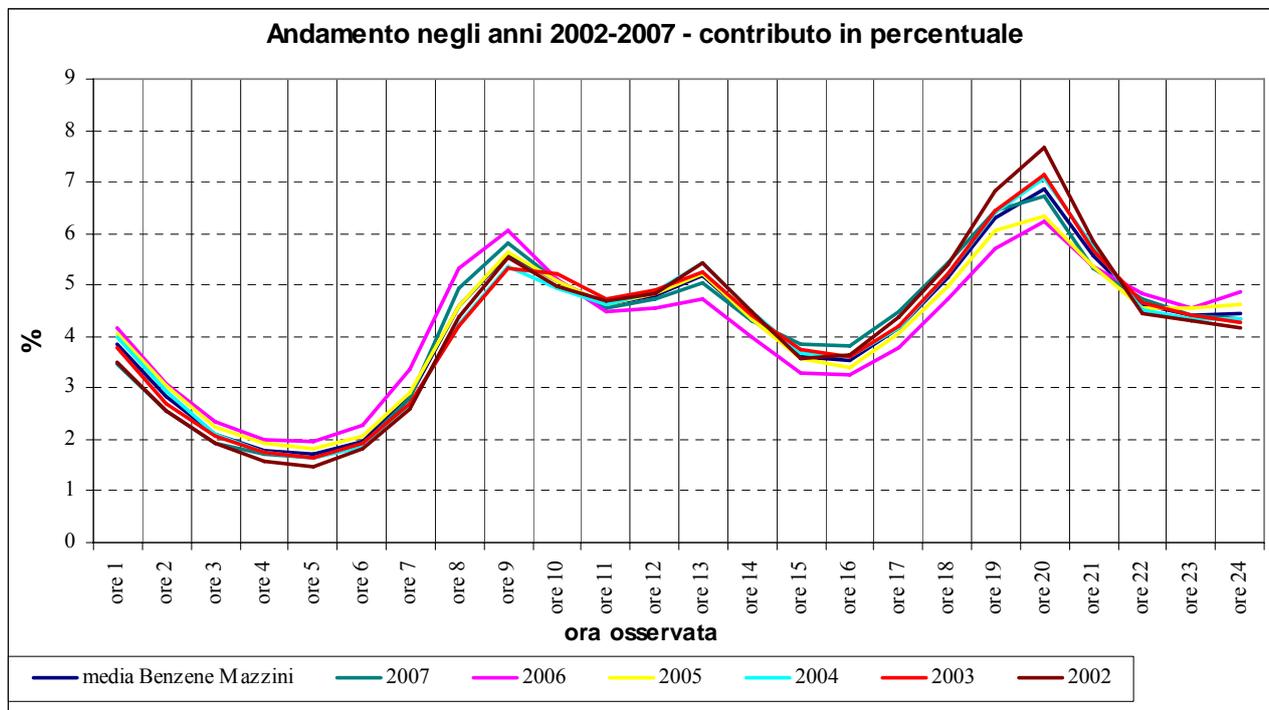
ARPAT

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



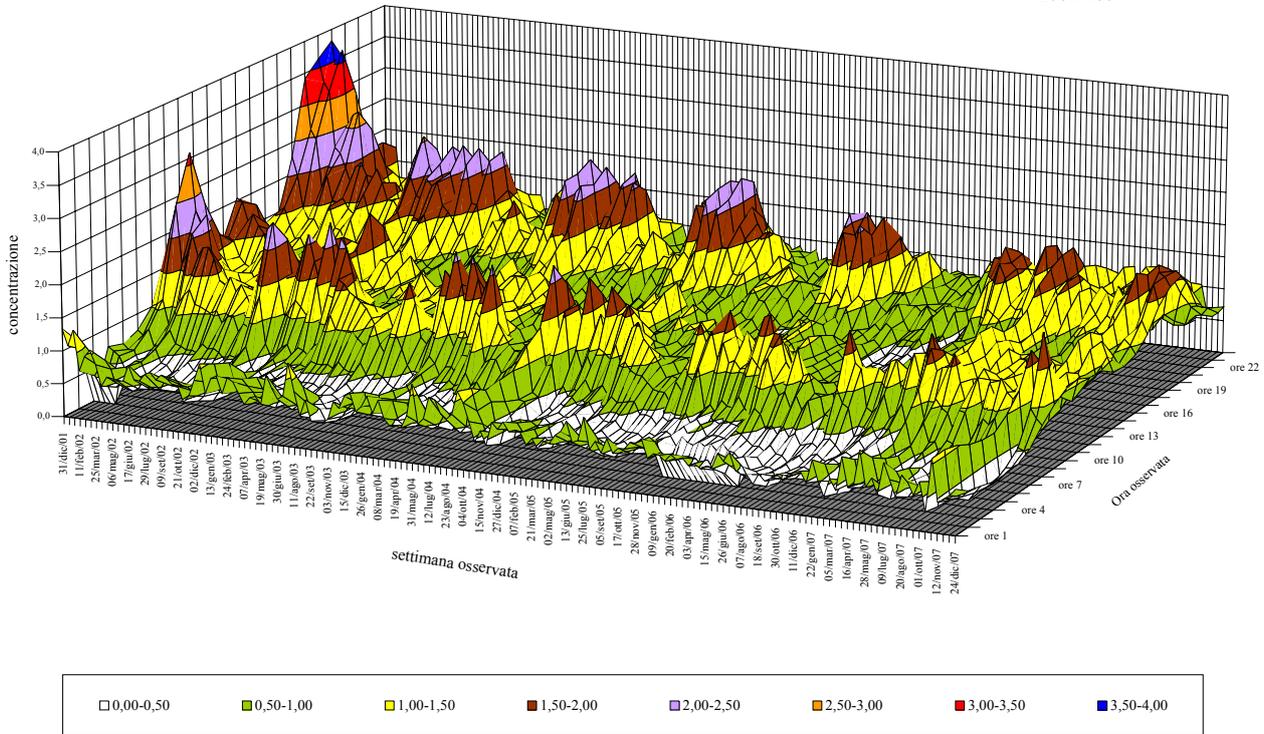
Il contributo in percentuale di ciascuna ora del “giorno tipo annuale” nel 2007 è più simile a quelli evidenziati negli anni precedenti, seppur caratterizzati da concertazioni leggermente maggiori.

A questo proposito si deve prendere in considerazione le importanti modifiche alla viabilità della zona, durante i lavori di ammodernamento di quella porzione del centro urbano di Livorno ed a lavori ultimati.



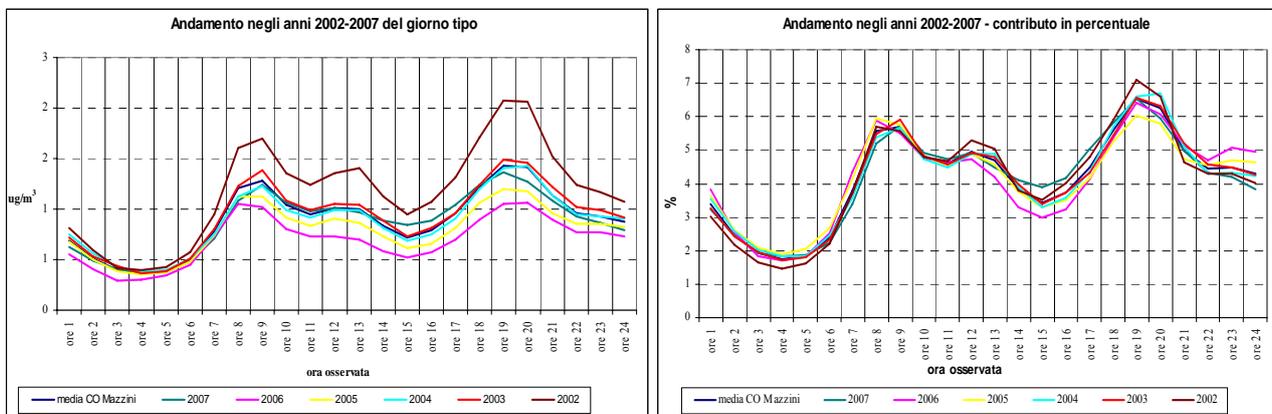
CO

Stazione di Piazza Mazzini
andamento CO mg/m³
ora media su base bisettimanale
2002-2007



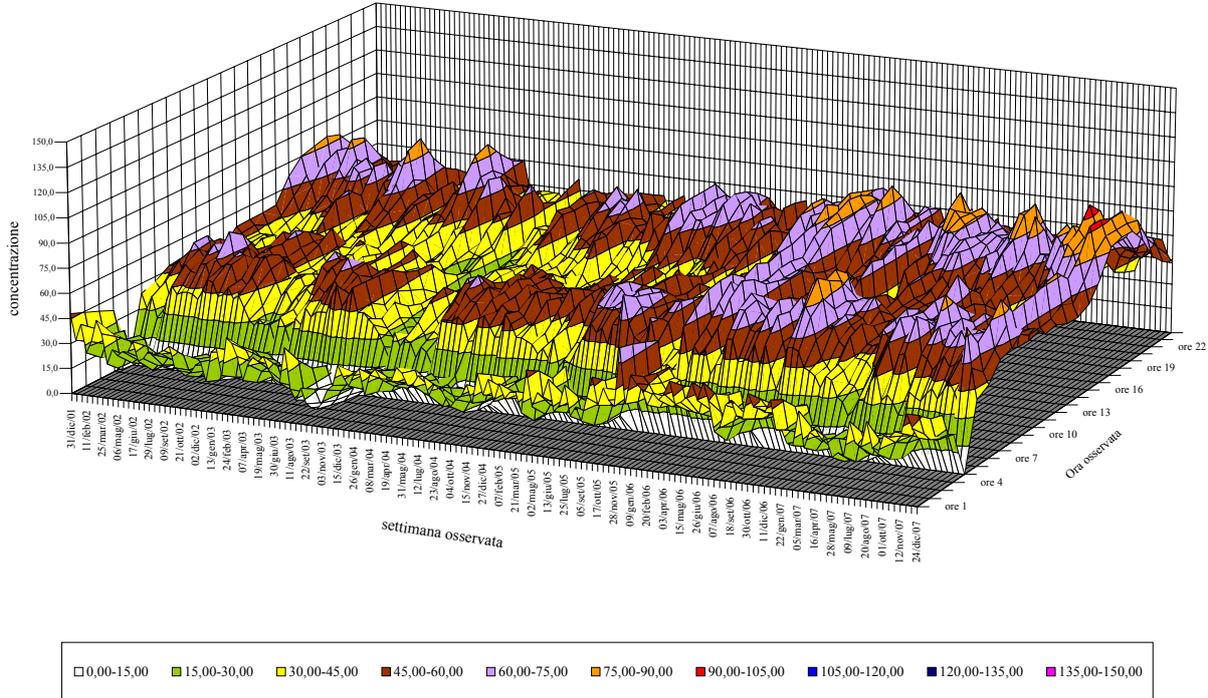
Come per il Benzene, anche il CO ha risentito di una inversione di tendenza nel progressivo miglioramento evidenziato a partire dal 2002 fino al 2006, ed in effetti sia dalla figura qui sopra che dalle curve dei “giorni tipo annuale” qui sotto si evince che il 2007 non ha segnato i miglioramenti occorsi negli anni precedenti.

Le ragioni possono essere ricercate, come per il benzene, inquinante ben correlato al CO, nelle importanti modifiche alla viabilità della zona.

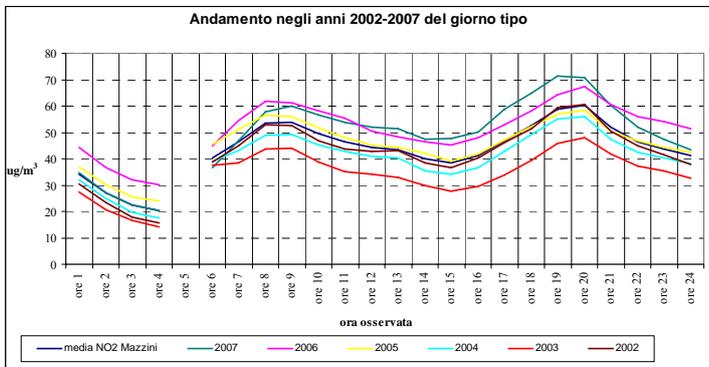


NO₂

Stazione di Piazza Mazzini
andamento NO₂ µg/m³
ora media su base bisettimanale
2002-2007



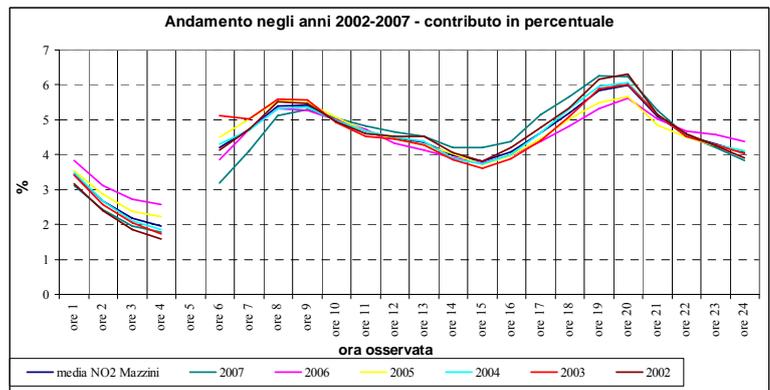
Il biossido di azoto a piazza Mazzini nel 2007 ha fatto registrare una media annuale appena inferiore a quella peggiore in assoluto del 2006.



Gli ultimi 2 anni sono paragonabili ma, come si evince dalle curve del "giorno tipo annuale" di fianco, è possibile osservare un discreto peggioramento dello stato ambientale nella seconda parte del giorno nell'anno appena passato, rispetto al precedente.

evidente un'alternanza nel contributo all'inquinamento tra l'estate e l'inverno; infatti nelle mattine dei giorni estivi si raggiungono le concentrazioni relative più alte, al contrario nei mesi invernali sono le ore serali ad essere caratterizzate dalle concentrazioni maggiori.

Anche per questo inquinante nella Stazione di Piazza Mazzini è piuttosto



ALLEGATO 2. Condizioni meteorologiche

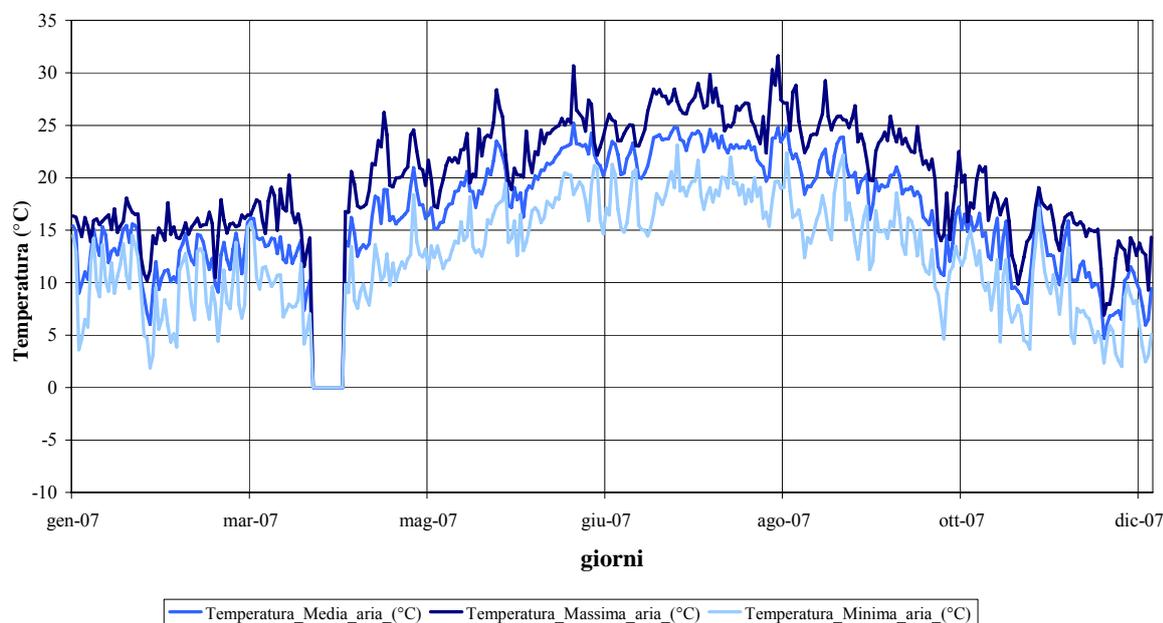
Nei grafici seguenti sono riportati gli andamenti delle principali variabili meteorologiche rilevate presso la stazione di Ardenza la Rosa di Livorno.

Analisi dell'andamento meteorologico nell'anno 2007

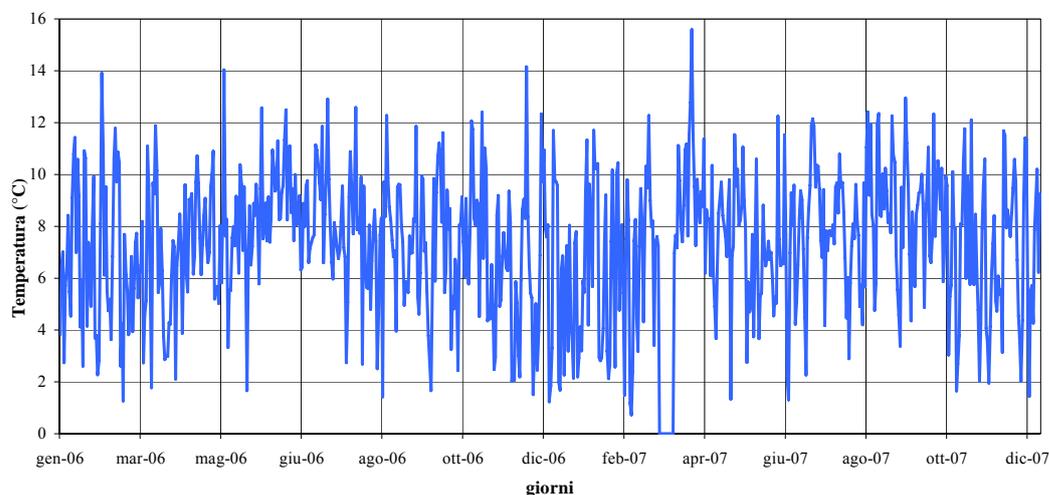
L'andamento delle temperature dell'anno 2007 si può considerare tipico della zona livornese con le temperature massime rilevate tra la fine di maggio e la metà del mese di settembre. La temperatura massima, riscontrata il 27 agosto, è stata pari a quasi 32°C mentre la temperatura minima, pari a poco meno di 2 °C, è stata rilevata il 27 gennaio.

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 0,7 °C a un massimo di 16 °C.

Andamento delle temperature medie, minime e massime giornaliere (medie orarie) anno 2007



Andamento dell'escursione termica giornaliera anno 2007



ARPAT

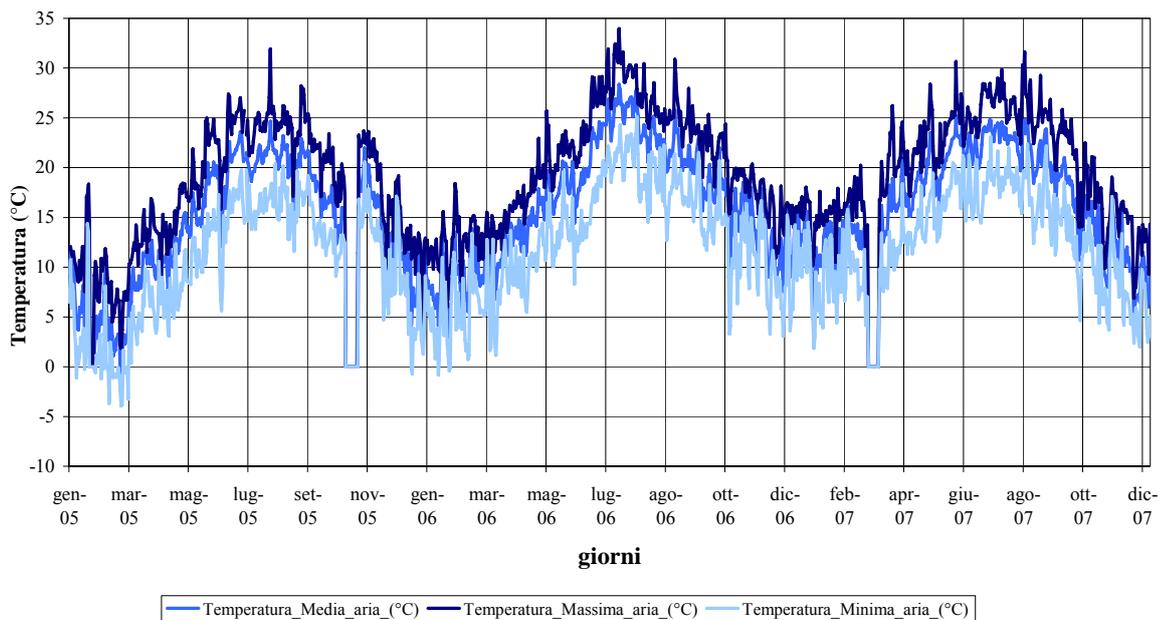
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LIVORNO

E' importante però sottolineare come, rispetto all'anno 2005, si sia riscontrato, già nel 2006 confermandosi poi nel 2007, un innalzamento generale delle temperature sia che si consideri la media annuale che la temperatura massima e minima e che tale innalzamento ha superato generalmente i 3 °C. L'escursione termica media invece si è mantenuta costante.

Quanto indicato è evidenziato nella tabella e nel grafico riportati di seguito.

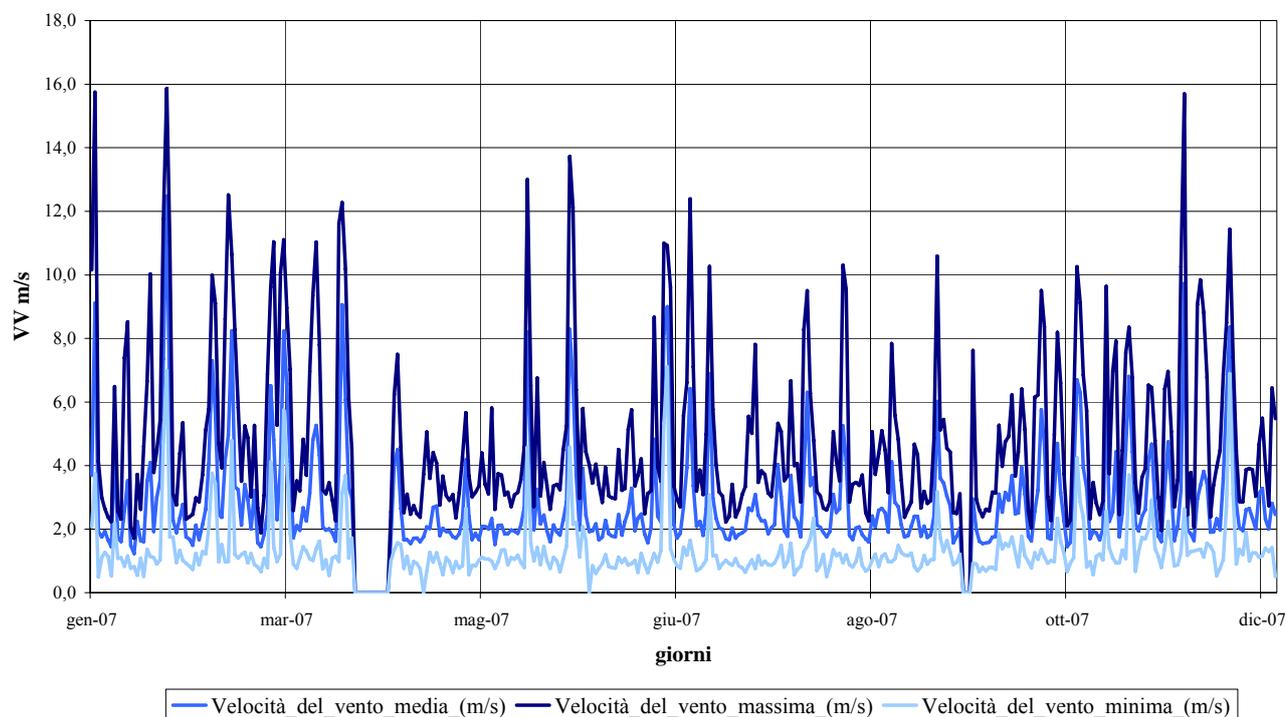
Anno	Media annuale (°C)	Media delle temp. minime registrate (°C)	Media delle temp. massime registrate (°C)	Media dell'escursione termica (°C)
2005	13,38	9,48	16,63	7,13
2006	16,64	12,73	20,08	7,35
2007	16,74	12,80	18,97	7,43
Differenza 2005-2006	3,36	3,46	3,25	0,22
Differenza 2005-2007	3,46	2,34	3,32	0,30

Andamento delle temperature medie, minime e massime giornaliere (medie orarie) anno 2005 -2007



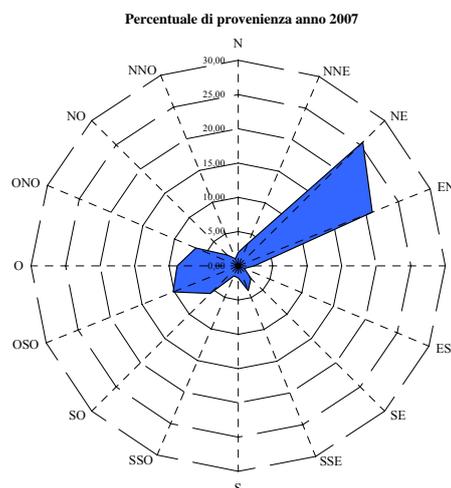
Dal punto di vista anemologico, l'andamento della velocità del vento nel 2007 appare del tutto analogo a quelli degli anni precedenti. L'area di Livorno è infatti normalmente caratterizzata da frequenti episodi di vento sostenuto, che nel 2007 hanno avuto una punta della media oraria rilevata di circa 15,9 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 2007 le direzioni prevalenti del vento si sono dimostrate essere NE, ENE.

Andamento delle velocità del vento medie e massime giornaliere (medie orarie) - anno 2007



Tab. 21 Direzioni prevalenti del vento.

Direzione della provenienza	Frequenza n° di ore	Percentuale di provenienza
N	168	1,99
NNE	299	3,54
NE	2159	25,53
ENE	1770	20,93
E	198	2,34
ESE	83	0,98
SE	222	2,63
SSE	332	3,93
S	150	1,77
SSO	136	1,61
SO	483	5,71
OSO	861	10,18
O	749	8,86
ONO	562	6,65
NO	190	2,25
NNO	95	1,12

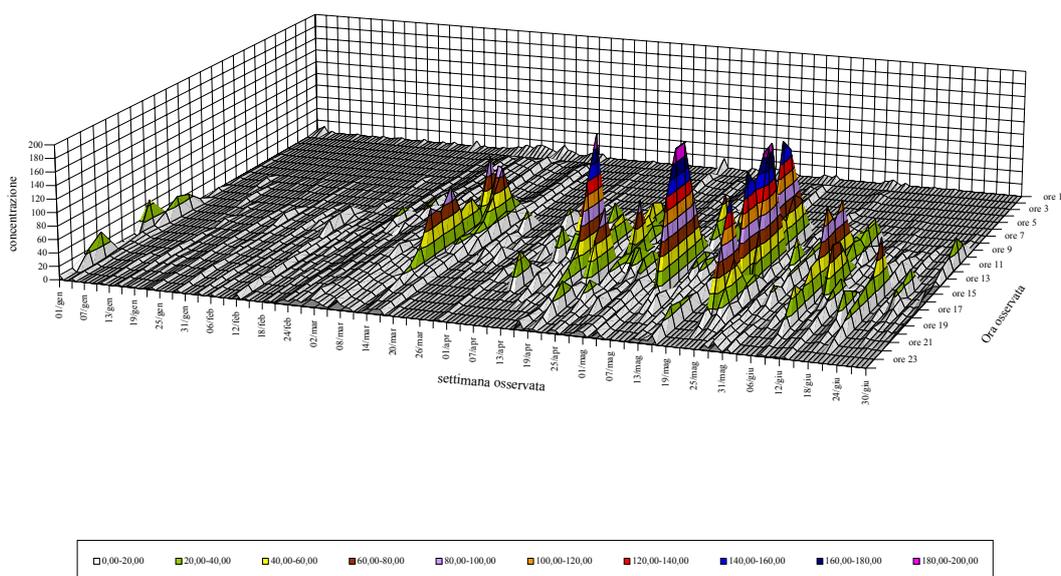


Gli effetti delle condizioni meteorologiche sull'andamento delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici sono in genere difficilmente valutabili, in quanto nell'arco di un intero anno si susseguono in maniera casuale situazioni favorevoli all'accumulo o alla formazione degli inquinanti e situazioni 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 problema aperta. I dati raccolti dalla centralina di Ardenza sono comunque stati utilizzati per alcuni degli approfondimenti riportati in allegato 3.

ALLEGATO 3. Approfondimento sulla provenienza dell'inquinamento da SO₂ nel centro abitato di Livorno

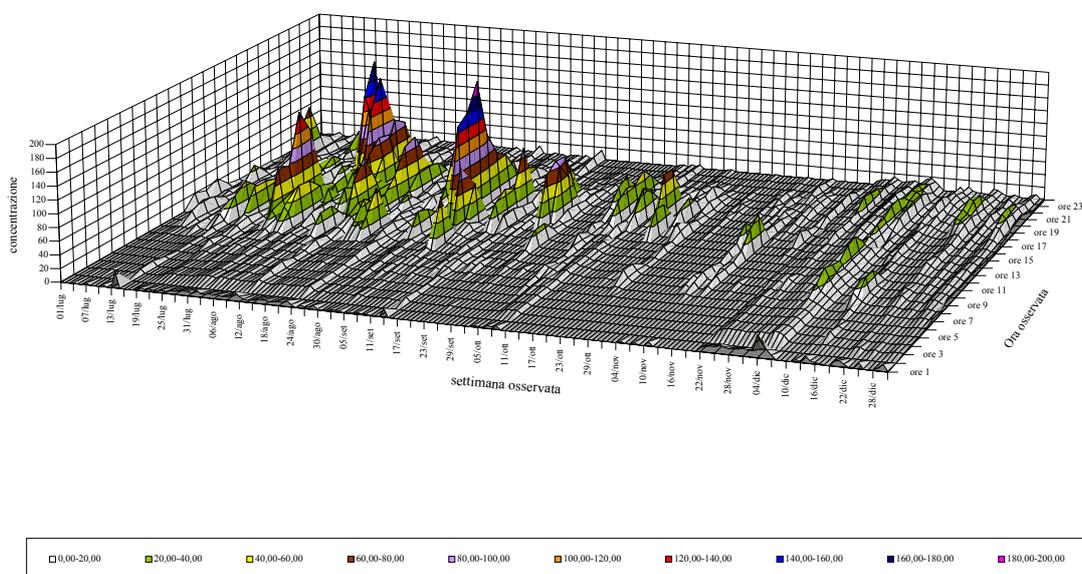
I dati relativi alla concentrazione di SO₂ misurata presso la stazione di Viale Carducci, anche nell'anno 2007 hanno evidenziato un profilo caratteristico, osservabile esclusivamente nella Città di Livorno, e che viene rappresentato nelle figure qui sotto dove sono graficate in 3D, le concentrazioni di anidride solforosa misurate in ciascuna ora di tutti i giorni dell'anno appena passato.

Stazione di Viale Carducci andamento
SO₂ µg/m³ ora media 1 gen-30 giu 2007



Le due figure mostrano le concentrazioni misurate nelle 24 ore per l'intero anno 2007 suddiviso in due semestri il I sopra ed il II qui sotto.

Stazione di Viale Carducci andamento
SO₂ µg/m³ ora media 1 lug-31 dic 2007

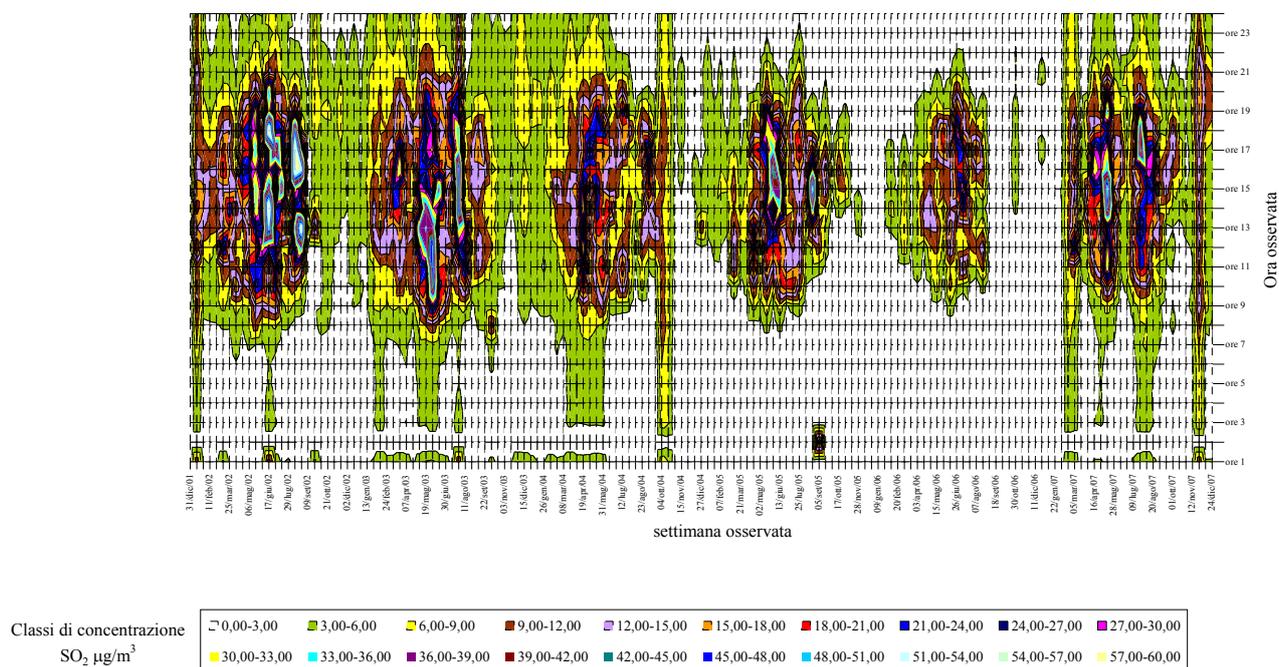


Come si evince dai profili delle concentrazioni, si osservano ripetuti fenomeni di innalzamento della SO₂ circoscritti ai mesi estivi nelle ore centrali del giorno (12-20).

Gli eventi di picco maggiore hanno raggiunto la concentrazione di 190 µg/m³ e si deve prendere atto che nell'anno 2007 sia l'intensità dei fenomeni che la frequenza sono entrambe aumentate rispetto al 2006.

Si riporta il grafico a superficie del "giorno tipo bisettimanale" dell'intero periodo osservato, per evidenziare questo consistente peggioramento registrato nel 2007.

*Stazione di Viale Carducci
andamento SO₂ µg/m³
ora media su base bisettimanale anno 2002-2007*



Fermo restando che questo inquinante non presenta alcuna criticità per il rispetto degli standard di qualità dell'aria nel lungo periodo (media annuale), si è preferito investigare ulteriormente sulle potenziali cause di questi particolari fenomeni al fine di scongiurare la possibilità che in porzioni del territorio urbano di Livorno, che si trovano tra le stazioni di monitoraggio e le sorgenti emmissive, possano trovarsi esposte a concentrazioni di SO₂ più elevate e per periodi di tempo sufficientemente lunghi da compromettere il rispetto degli standard di qualità dell'aria sul breve periodo ("soglie di allarme" con tempo di mediazione di 3 ore o valore limite per la protezione della salute umana con tempo di mediazione di 1 ora).

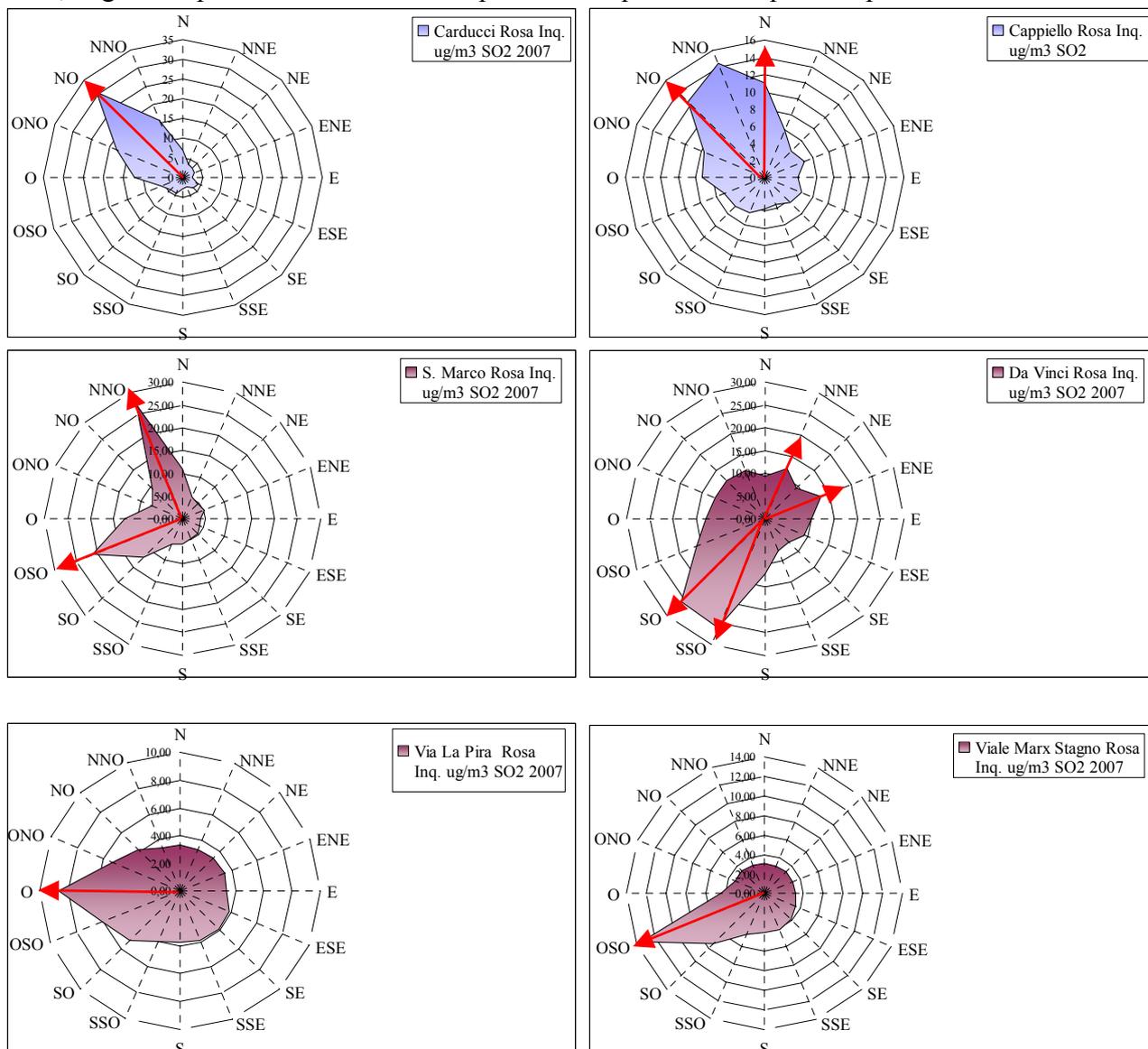
Per i motivi sopra esposti, al fine di caratterizzare ulteriormente il fenomeno, quest'anno sono state calcolate le rose dell'inquinamento a 16 settori, utilizzando i dati provenienti dalle 2 Stazioni Pubbliche di Cappelletto e Carducci e anche da 4 Stazioni Private gestite dalla Società ARIAL e collocate nella Città di Livorno.

A seguito di alcuni sopralluoghi eseguiti due anni fa, eravamo già consapevoli che queste ultime 4 stazioni, forniscono dati poco attendibili sul profilo quantitativo delle concentrazioni misurate; tuttavia la massa della informazione da noi utilizzata per gli scopi che ci eravamo preposti, ha permesso di ottenere degli esiti che ben si accordano con le medesime elaborazioni applicate alle Stazioni Pubbliche più affidabili delle Private sul piano della qualità del dato.

ARPAT

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

Qui sotto sono rappresentate le 6 rose dell'inquinamento in cui sono tracciate le concentrazioni medie che l'inquinante monitorato ha assunto, nel corso delle circa 8760 ore di misure, all'interno delle 16 direzioni in cui è stato suddiviso l'orizzonte della centralina, i dati si riferiscono al solo 2007; negli anni precedenti lo scenario è pressoché equivalente a quello esposto.

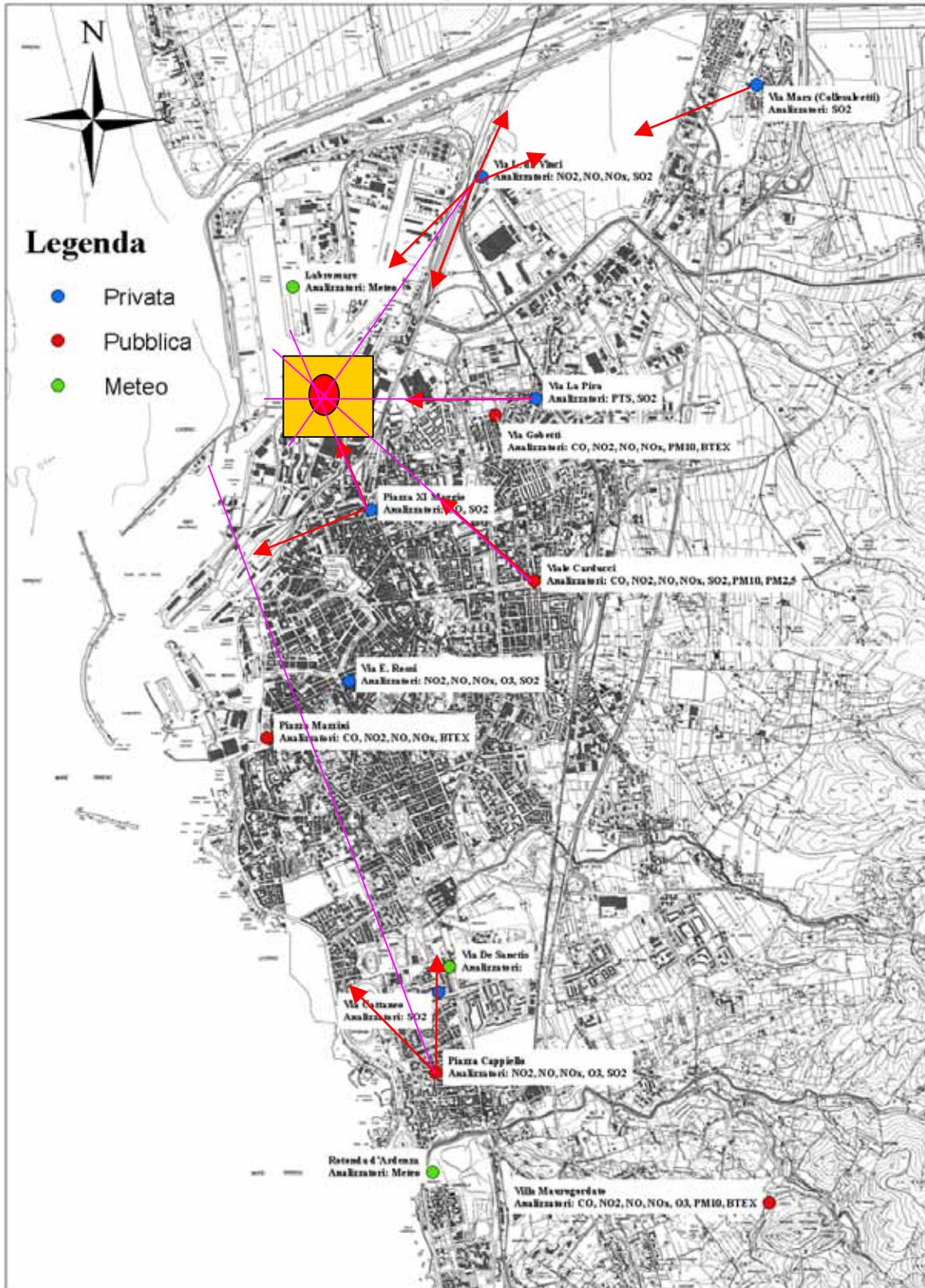


Una volta individuati i settori di provenienza delle concentrazioni più elevate, sono state individuate le porzioni di territorio nella Città di Livorno, comprese tra le linee di provenienza di SO₂ determinate come detto sopra.

Laddove le linee di provenienza coprivano più settori della rosa, talvolta è stata utilizzata solamente la linea mediana al fine di semplificare la visione sulla mappa. Beninteso che in questi casi la sorgente di emissione non può più essere considerata esclusivamente puntiforme ma piuttosto diffusa su porzione di territorio più ampia.

ARPAT

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



Lo stesso studio effettuato nell'anno 2006 ha prodotto risultati che ben concordano con la raffigurazione esposta in questa pagina. Per eventuali confronti e approfondimenti sul fenomeno, si rimanda alla Relazione sulla Qualità dell'Aria del Comune di Livorno anno 2006.

ARPAT

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

In effetti una valutazione della attività antropiche che insistono nelle zone individuate con il procedimento appena descritto comprendo molteplici sorgenti di emissione di SO₂ e sono costituite da

Transiti e stazionamenti di grandi unità navali
Una centrale Termica alimentata ad olio combustibile
Una raffineria di petrolio.

Ovviamente il complesso Porto-Centrale Termica costituisce un sistema di immissioni in atmosfera di inquinante SO₂ quasi indistinguibile, in quanto le sorgenti sono spesso sovrapponibili se osservate dalle postazioni di monitoraggio prese singolarmente.

Si deve anche aggiungere che tutte insieme queste attività, contribuiscono alla formazioni di masse d'aria inquinate di SO₂ responsabile generalmente della concentrazione di anidride solforosa di fondo locale, che tende progressivamente a diffondere nelle aree circostanti alla Provincia.

In alcune condizioni meteo particolari però si osserva che le sorgenti emissive sembrano provenire da direzioni caratteristiche con spiccata intensità.

Analizzando queste direzioni preferenziali di almeno 4 stazioni di monitoraggio, si individua un punto della mappa abbastanza circoscritto, esattamente sopra le ciminiere della Centrale Termica in Via Leonardo da Vinci.

Per una delle 4 stazioni utilizzate nella prova, quella di Piazza XI Maggio, si osserva anche un'altra direzione preferenziale, esattamente allineata con la banchina di attracco di alcune Navi adibite al trasporto passeggeri che durante lo stazionamento potrebbero costituire una significativa sorgente di emissione.

Sulla base dello scenario ora descritto, appare quanto mai opportuno un potenziamento delle misure *attendibili* dell'inquinamento da SO₂, concentrando i punti di osservazione nelle zone portuale e industriale, privilegiando inoltre le porzioni di territorio densamente abitate.

E' proprio in quest'ottica che la rete di monitoraggio sarà implementata, in un prossimo futuro, facendo confluire alcune stazioni private di ARIAL sotto il controllo diretto della Provincia e gestite tramite ARPAT.

Sarà così possibile utilizzare una serie di dati aggiuntivi, affidabili e garantiti dal servizio pubblico, al fine di meglio caratterizzare i siti potenzialmente esposti a fenomeni di inquinamento acuto da SO₂.

E' prevedibile inoltre che il potenziamento delle attività collegate al trasporto navale, possa in qualche modo contribuire negativamente sulla qualità ambientale delle zone limitrofe al porto, in misura maggiore rispetto al recente passato, a causa delle espansioni dei traffici commerciali con paesi remoti.

Proprio il fatto che gli eventi di picco siano aumentati in modo improvviso in frequenza ed intensità, nell'anno 2007 invertendo così il trend positivo in atto dal 2003, anno dell'entrata in vigore di norme più rigorose per quanto concerne i limiti alle emissioni dei grandi impianti termici, rappresenta un segnale su cui mantenere un adeguato livello di attenzione.

ARPAT

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

ALLEGATO 4. Progetto di modifica ed ampliamento della rete provinciale

Nel prossimo futuro è previsto di modificare ed ampliare le tre reti (Livorno/Collesalveti, Rosignano M.mo, Piombino) che costituiscono il “Sistema Provinciale di rilevamento della qualità dell’aria”. Tale progetto nasce dall’esigenza di adeguare le reti alle nuove necessità determinate, in primo luogo, dalla scelta operata dalla Regione Toscana di dotarsi di una rete “virtuale” per il monitoraggio dell’ozono, del PM₁₀, ed in un prossimo futuro di altri inquinanti, ma anche da quella di abbandonare il monitoraggio di zone ove i fenomeni sono ormai noti ed ove, di conseguenza, non ci si attendono variazioni significative, per andare, invece, ad indagare aree diverse, potenzialmente più interessanti. Per far fronte a quanto sopra si rende quindi necessario rilocalizzare alcune stazioni, spostare alcuni analizzatori, collocarne altri ex novo.

In questo contesto, per quanto riguarda specificatamente il territorio del Comune di Livorno e Collesalveti, è in fase di definizione un accordo con l’Associazione ARIAL che prevede lo smantellamento dell’attuale loro rete. Quattro delle cabine costituenti la suddetta rete, saranno cedute alla Provincia e continueranno a svolgere la loro funzione, perfettamente integrate nel sistema pubblico.

L’operazione non comporterà per la Provincia ulteriori spese. E’ previsto, infatti, che il costo di manutenzione e di gestione delle suddette cabine, opportunamente ripartito, vada a determinare una canone che le Aziende pagheranno per la fornitura, da parte della Provincia, di tutti i dati misurati dell’intera rete, non appena validati.

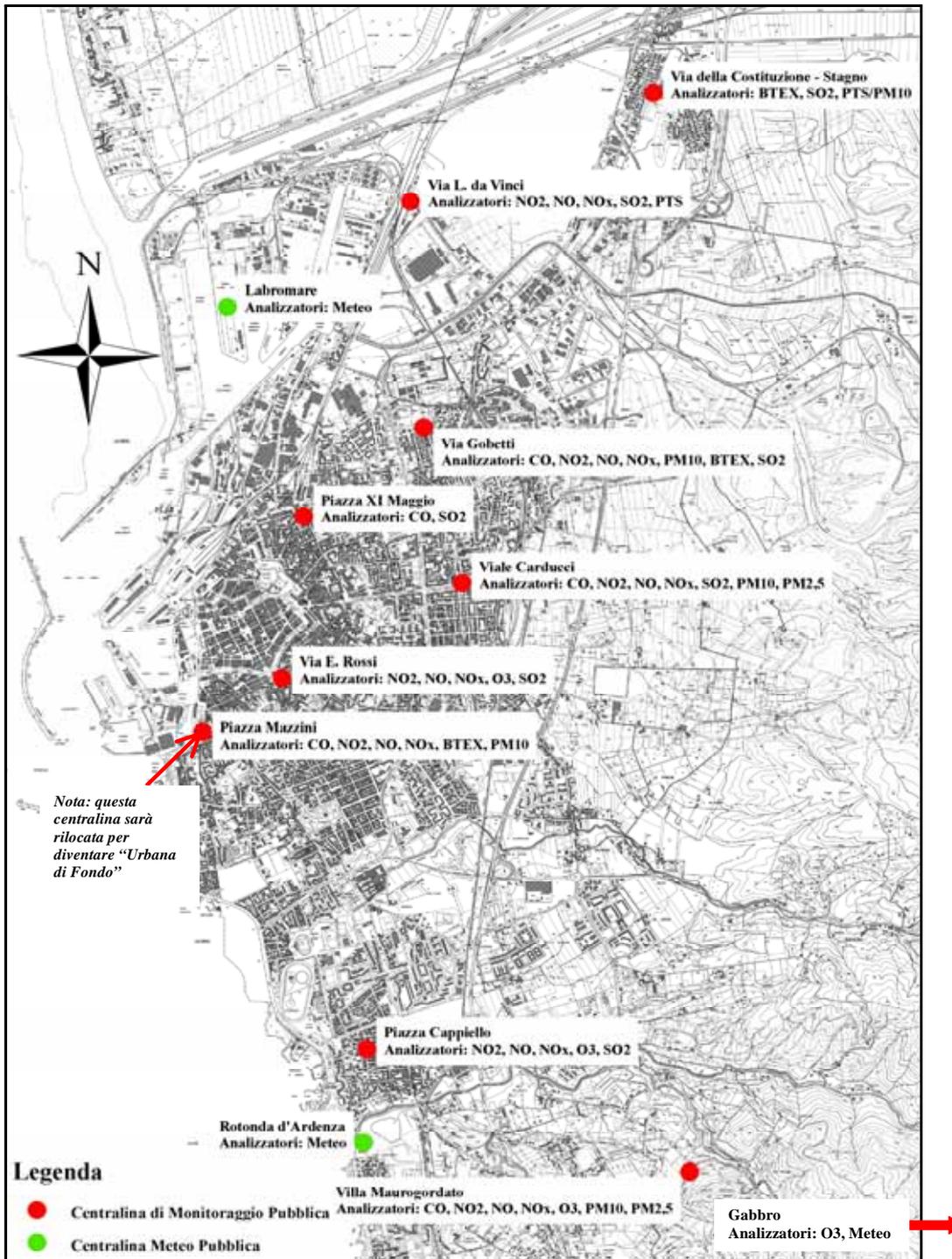
Quanto sopra permetterà all’Amministrazione Provinciale di inserire, nelle suddette cabine, strumenti di sua proprietà e soprattutto consentirà di validare, tramite il Centro Operativo Provinciale (COP) gestito da ARPAT, i dati rilevati e di adottare protocolli operativi e di manutenzione già adottati dal sistema pubblico.

La configurazione della rete di rilevamento del Comune di Livorno secondo quanto previsto dal progetto suddetto è la seguente:

ARPAT

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

Comune di Livorno: Ubicazione delle centraline di monitoraggio – SITUAZIONE FUTURA



INDICE DELLE TABELLE

TAB. 1 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO DELLA RETE PUBBLICA	4
TAB. 2 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO DELLA RETE PRIVATA	4
TAB. 3 INQUINANTI MONITORATI DALLE STAZIONI FISSE DI RILEVAMENTO DELLA RETE PUBBLICA.	6
TAB. 4 INQUINANTI MONITORATI DALLE STAZIONI FISSE DI RILEVAMENTO DELLA RETE PRIVATA.	7
TAB. 5 RENDIMENTI DELLE STAZIONI DI MISURA RELATIVI ALL'ANNO 2007.	7
TAB. 6 CRITERI DI ACCETTABILITÀ	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
TAB. 7 ANALISI DELLE STAZIONI DELLA RETE PUBBLICA CON RENDIMENTI INFERIORI AL 90%. ...	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
TAB. 8 PREVISIONI NORMATIVE SUI LIMITI DI CONCENTRAZIONE DEGLI INQUINANTI.....	8
TAB. 9 MONOSSIDO DI CARBONIO – NORMATIVA E LIMITI DI RIFERIMENTO (D.M. 60/02).....	9
TAB. 10 OSSIDI DI AZOTO – NORMATIVA E LIMITI DI RIFERIMENTO (D.M. 60/02)	9
TAB. 11 BISSIDO DI ZOLFO – NORMATIVA E LIMITI (DM 60/02).....	10
TAB. 12 MATERIALE PARTICOLATO PM ₁₀ E PM _{2,5} – NORMATIVA E LIMITI (DM 60/02).....	10
TAB. 13 OZONO – NORMATIVA E LIMITI (D.LGS. 183/04)	11
TAB. 14 BENZENE – NORMATIVA E LIMITI (DM 60/02)	11
TAB. 15 CONFRONTO CON I LIMITI NORMATIVI PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA - CO	12
TAB. 16 CONFRONTO CON I LIMITI NORMATIVI PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA – SO ₂	12
TAB. 17 CONFRONTO CON I LIMITI NORMATIVI PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA – NO ₂	12
TAB. 18 CONFRONTO CON I LIMITI NORMATIVI PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA – PM ₁₀	12
TAB. 19 CONFRONTO CON I LIMITI NORMATIVI PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA – PM _{2,5}	13
TAB. 20 CONFRONTO CON I LIMITI NORMATIVI PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA - BENZENE	13
TAB. 21 CONFRONTO CON I LIMITI NORMATIVI PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA – O ₃	13
TAB. 22 NUMERO DI SUPERAMENTI DELLE SOGLIE DI ALLARME E DI INFORMAZIONE.	14
TAB. 23 DIREZIONI PREVALENTI DEL VENTO.	57