



Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria  
con il laboratorio mobile



Sito di monitoraggio: Comune di Cisternino (Br)

Periodo di monitoraggio: 9/06/07 - 16/07/07

## ***Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con laboratorio mobile***

### ***Via Fasano, presso Cantina Upal – Cisternino (BR)***

<b><i>Obiettivi del monitoraggio</i></b>	<p>A seguito di specifica richiesta pervenuta dal Sindaco del Comune di Cisternino con nota N.0024 del 2/01/07, il DAP di Brindisi ha svolto dal 9/06/07 al 16/07/07 una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria presso il suddetto Comune. La campagna ha consentito di:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- valutare la qualità dell'aria ambiente in riferimento agli standard stabiliti dal D.M. 60/02 e dal D.Lgvo 183/04;</li><li>- confrontare le concentrazioni rilevate con quelle acquisite dalle centraline fisse installate sia in provincia di Brindisi che nei comuni limitrofi a Cisternino.</li></ul>
<b><i>Coordinate geografiche</i></b>	LAT 40° 44' 48.7" ; LONG 17° 25' 30.7"; altezza sul livello del mare 357m
<b><i>Sito di monitoraggio</i></b>	Il sito di monitoraggio è stato individuato a seguito di un sopralluogo condotto dai tecnici del DAP Brindisi - Arpa Puglia e del Comune di Cisternino in data 21/05/07. Il mezzo mobile è stato collocato presso la Cantina Upal in prossimità di Via Fasano.
<b><i>Cronologia della campagna di monitoraggio con il mezzo mobile</i></b>	Il laboratorio mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria, assegnato al DAP di Brindisi, è stato posizionato presso il suddetto sito il 9/06/07, data in cui è stata effettuata l'attivazione degli strumenti ed ha avuto inizio il monitoraggio del PM10. I dati degli inquinanti gassosi risultano disponibili a partire dal 12/06/07, data in cui è avvenuta la calibrazione dei relativi analizzatori.
<b><i>Campionamento ed analisi</i></b>	<p>Il monitoraggio della qualità dell'aria è stato svolto con un laboratorio mobile, dotato di analizzatori automatici per il monitoraggio in continuo dei seguenti inquinanti (normati dal D.M. 60/02 e dal D.Lgs. 183/04): PM<sub>10</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Ozono e Benzene. Sono stati, inoltre, monitorati i principali parametri meteorologici.</p> <p>Al laboratorio mobile è stato inoltre affiancato un campionatore ad alto volume al fine di effettuare una valutazione dell'accuratezza delle misure automatiche di PM10 tramite l'analisi ponderale dei campioni raccolti.</p> <p>Il campionamento con alto volume presso il sito di monitoraggio è stato effettuato nel periodo compreso tra il 13/06 ed il 29/06 per un totale di 12 filtri.</p>

<i>Gruppo di Lavoro</i>	I dati, acquisiti dal laboratorio mobile, sono stati validati dai sig. Pietro Caprioli, Matteo Manca e Maria Mantovan ed elaborati dalla dott.ssa Angela Morabito.
-------------------------	--

## **Indice**

<b>Laboratorio mobile</b>	<b>pag 5</b>
<b>I principali inquinanti atmosferici</b>	<b>pag 5</b>
<b>Sito di monitoraggio ed emissioni sul territorio</b>	<b>pag 8</b>
<b>Situazione meteorologica nel periodo di misura</b>	<b>pag 14</b>
<b>Riferimenti normativi</b>	<b>pag 19</b>
<b>Stato della qualità dell'aria presso Cisternino</b>	<b>pag 21</b>
<b>Efficienza di campionamento</b>	<b>pag 29</b>
<b>Confronto con alto volume</b>	<b>pag 30</b>
<b>Elaborazioni statistiche: giorno tipo, settimana tipo, rosa dell'inquinamento e correlazioni</b>	<b>pag 32</b>
<b>Confronto con le centraline della Provincia di Brindisi e di Martina Franca</b>	<b>pag 39</b>
<b>Conclusioni</b>	<b>pag 44</b>

## 1 Laboratorio Mobile

La campagna di misura, condotta dal Dipartimento Provinciale di Brindisi di ARPA Puglia, è stata svolta con l'ausilio di un laboratorio mobile, dotato di analizzatori in grado di campionare e misurare automaticamente e continuamente sia gli inquinanti gassosi normati (benzene, anidride solforosa, monossido di carbonio, biossido di azoto, ozono) che il materiale particolato nella frazione PM10.

Il laboratorio mobile è dotato inoltre di un sistema di acquisizione e gestione dati in grado di registrare e mediare su base oraria le misure elementari relative agli inquinanti gassosi. Le misure elementari delle concentrazioni di PM10 sono medie valutate su un tempo di campionamento pari a 2 ore. I suddetti dati sono trasmessi automaticamente ogni ora<sup>1</sup> al Centro Gestione dati delle Reti di Monitoraggio (CGRM), presente presso il DAP di Brindisi. Il CGRM comprende l'insieme dei sistemi informatici e di comunicazione necessari al buon funzionamento delle reti di monitoraggio e all'integrazione dei dati e delle informazioni.

La strumentazione utilizzata nel laboratorio mobile è del tutto simile a quella presente nelle stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria, denominata "SIMAGE", di proprietà di ARPA Puglia. I principi di funzionamento degli analizzatori, impiegati per la misura dei parametri chimici gassosi normati dal DM60/02 e dal D.L. 183/04, si basano su metodi di misura ritenuti di riferimento dalla normativa italiana. Nella tabella seguente si riportano i dettagli relativi alla strumentazione in uso e alla metodologia di analisi.

ANALIZZATORE	PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO	MARCA E MODELLO
SO <sub>2</sub>	FLUORESCENZA	API 100A
NO <sub>X</sub>	CHEMILUMINESCENZA	API 200A
PM10	ASSORBIMENTO RAGGI BETA	ENVIRONMENT MP101M
CO	ASSORBIMENTO IR	API 300
BTX	GASCROMATOGRAFIA	ENVIRONMENT VOC 71M
O <sub>3</sub>	ASSORBIMENTO UV	API 400A

Tabella 1.1 Caratteristiche della strumentazione e del principio di funzionamento

## 2 I principali inquinanti atmosferici

I principali inquinanti che si trovano nell'aria possono essere divisi, schematicamente, in due gruppi: gli inquinanti primari e quelli secondari. I primi vengono emessi nell'atmosfera

<sup>1</sup> I dati orari e biorari sono riferiti all'ora solare.

direttamente da sorgenti di emissione antropogeniche o naturali, mentre gli altri si formano in atmosfera a seguito di reazioni chimiche che coinvolgono altre specie, primarie o secondarie.

Si descrivono di seguito le caratteristiche degli inquinanti atmosferici normati, misurati con il laboratorio mobile.

La presenza in aria di **biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)** è da ricondursi alla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo.

**Il monossido di carbonio (CO)** ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine, soprattutto nelle aree urbane, è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina. Le emissioni di CO dai veicoli sono maggiori in fase di decelerazione e di traffico congestionato. Le concentrazioni sono strettamente legate ai flussi di traffico locali e gli andamenti giornalieri rispecchiano generalmente quelli del traffico, raggiungendo i massimi valori in concomitanza delle ore di punta a inizio e fine giornata, soprattutto nei giorni feriali.

Gli **ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>)** vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati. Nel caso del traffico autoveicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, poiché la produzione di NO<sub>x</sub> aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione.

All'emissione gran parte degli ossidi di azoto è in forma di NO, con un rapporto NO/NO<sub>2</sub> decisamente a favore del primo. Si stima che il contenuto di NO<sub>2</sub> nelle emissioni sia tra il 5 e il 10% del totale degli ossidi di azoto.

Il monossido di azoto non è soggetto a normativa, in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente. Se ne misurano comunque i livelli in quanto, attraverso la sua ossidazione in NO<sub>2</sub> e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di O<sub>3</sub> troposferico.

L'**ozono (O<sub>3</sub>)** è un inquinante secondario che non ha sorgenti emissive dirette di rilievo. La sua formazione avviene in seguito a reazioni chimiche in atmosfera tra i suoi precursori (soprattutto ossidi di azoto e composti organici volatili). Tali reazioni avvengono in presenza di alte temperature e forte irraggiamento solare causando la formazione di un insieme di diversi composti, tra i quali nitrati e solfati (costituenti del particolato fine), perossiacetilnitrato (PAN), acido nitrico e ozono.

Il **particolato atmosferico** aerodisperso è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, di diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Tali particelle possono essere di origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche. Le principali sorgenti naturali sono rappresentate dall'erosione e dal risollevarimento del suolo, dagli incendi, dai pollini, dallo spray marino, da avvezione di sabbia sahariana; le sorgenti antropiche si riconducono principalmente ai processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali).

L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è indicato con l'acronimo PTS (Polveri Totali Sospese). Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana si distingue una frazione in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) e una frazione in grado di giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). La prima corrisponde a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ).

Attualmente la legislazione europea e nazionale ha definito valori limite sulle concentrazioni giornaliere e sulle medie annuali per il solo  $\text{PM}_{10}$ . La Commissione europea ha presentato nel 2005 una proposta di direttiva *relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*, attualmente al vaglio del Parlamento europeo. Tale proposta introduce un limite annuale per le concentrazioni nell'aria di  $\text{PM}_{2.5}$ .

### 3 Sito di monitoraggio ed emissioni sul territorio

Il laboratorio mobile è stato posizionato in una zona periferica<sup>2</sup> del comune di Cisternino, all'interno dell'area recintata della cantina sociale cooperativa UPAL (inattiva durante il monitoraggio). La cantina è situata su Via Fasano, una delle vie di accesso al Comune di Cisternino (Figure 3.1 e 3.2).

Il posizionamento del laboratorio mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria, assegnato al DAP di Brindisi, è avvenuto il 9/06/07, data in cui è stata effettuata l'attivazione degli strumenti del laboratorio mobile ed ha avuto inizio il monitoraggio del PM<sub>10</sub>. I dati degli inquinanti gassosi sono risultati disponibili a partire dal 12/06/07, data in cui è avvenuta la calibrazione dei relativi analizzatori.

Dal punto di vista delle sorgenti locali, poste in prossimità del laboratorio mobile, si segnala sia il traffico veicolare di Via Fasano che la presenza di alcune attività di carattere artigianale.

Rispetto agli insediamenti industriali dell'area brindisina e tarantina il Comune di Cisternino è collocato rispettivamente ad una cinquantina di Km in direzione NO e ad una trentina di Km in direzione NE<sup>3</sup>.



Figura 3.1: Ortofoto 2004: Sito di Monitoraggio



Figura 3.2: Laboratorio mobile collocato presso la Cantina Upal

Per la stima delle principali sorgenti emissive sul territorio comunale di Cisternino è stato utilizzato l'inventario regionale delle emissioni della Regione Puglia, riferito all'anno 2005, che stima, su base comunale, le quote di emissione relative alle diverse attività classificate, secondo la nomenclatura Corine Air (Coordination Information Air). Un inventario alle emissioni,

<sup>2</sup> Secondo la classificazione stabilita dalla *Decisione 2001/752/CE* del 17 ottobre 2001 e dal documento *Criteria for EUROAIRNET* la zona di monitoraggio è di tipo suburbano con caratteristiche commerciali/residenziali.

<sup>3</sup>Tenuto conto della localizzazione del laboratorio mobile in relazione alle sorgenti inquinanti presenti, il monitoraggio del laboratorio mobile è equivalente, secondo la classificazione stabilita dal documento *Criteria for EUROAIRNET*, a quello svolto da una centralina di tipo "background suburbano".



differentemente dal semplice catasto derivante dalle dichiarazioni delle aziende ai sensi del DPR 203/88, è costituito da una serie organizzata di dati relativi alla quantità di inquinanti introdotti in atmosfera da sorgenti naturali e/o attività antropiche, tale da permettere di conoscere l'impatto ambientale delle emissioni e le loro ripercussioni sulla qualità dell'aria.

Nell'ambito di tale inventario la suddivisione delle sorgenti avviene quindi per attività emissive secondo la nomenclatura SNAP-CORINAIR, che fa riferimento ad 11 macrosettori, elencati di seguito:

- Combustione per produzione di energia;
- Combustione non industriale;
- Combustione nell'industria;
- Processi produttivi;
- Estrazione e distribuzione combustibili;
- Uso di solventi;
- Trasporto su strada;
- Altre sorgenti mobili e macchinari;
- Agricoltura;
- Altre sorgenti e assorbimenti.

Per ciascun macrosettore vengono presi in considerazione diversi inquinanti: sia quelli che danneggiano la salute umana sia quelli per i quali è posta particolare attenzione in quanto considerati gas ad effetto serra:

- Ossidi di Zolfo (SOX);
- Ossidi di Azoto (NOX);
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV);
- Metano (CH<sub>4</sub>);
- Monossido di Carbonio (CO);
- Biossido di Carbonio (CO<sub>2</sub>);
- Ammoniaca (NH<sub>3</sub>);
- Protossido di Azoto (N<sub>2</sub>O);
- Polveri Totali Sospese (PTS).

Maggiori informazioni ed una descrizione più dettagliata in merito all'inventario regionale sono disponibili sul sito web <http://138.66.77.10/ecologia/Default.asp?Id=414> .

I dati dell'inventario sono stati elaborati al fine di definire per il comune di Cisternino i contributi dei singoli macrosettori alle emissioni in atmosfera dei principali inquinanti.

Le emissioni di **ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>)**, in termini assoluti pari a 136 t/anno, derivano quasi totalmente dai processi di combustione industriale (94%), seguiti dalle emissioni provenienti dagli impianti di riscaldamento (impianti istituzionali e commerciali, impianti residenziali e quelli utilizzati in agricoltura). Cisternino contribuisce alle emissioni annuali di SO<sub>2</sub> nella provincia di Brindisi con una percentuale pari a 0,6%.

Le emissioni di **ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)** nel comune di Cisternino influiscono in misura dello 0.8 % sul totale provinciale e risultano essere in termini assoluti pari a 181,1 t/anno. Circa il 68 % delle emissioni di ossidi di azoto sono riconducibili al trasporto su strada (autovetture, mezzi pesanti, ferrovie e mezzi agricoli), mentre la restante parte è dovuta essenzialmente alle combustioni industriali (27 %).

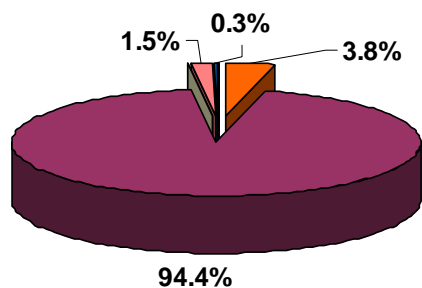
Il **monossido di carbonio (CO)** è un inquinante la cui origine è generalmente da ricondursi al trasporto su strada; per Cisternino è stata stimata una cifra pari a circa 589 t/anno (il 2 % del totale provinciale) da attribuirsi per circa l'86% al trasporto su strada (autovetture, mezzi pesanti, ferrovie e mezzi agricoli) e per il 13 % alla combustione non industriale.

Il 46% delle emissioni di **composti organici volatili (COV)** è attribuita al trasporto su strada (autovetture, mezzi pesanti, ferrovie e mezzi agricoli) e all'uso di solventi (34%), mentre la restante parte è da suddividersi essenzialmente tra il macrosettore denominato "altre sorgenti ed assorbimenti" (che tiene conto delle emissioni da sorgenti naturali (biogeniche ed incendi)) (9%), i processi produttivi (5%) e la combustione non industriale (1 %). La stima annua per i VOC risulta pari a 182 t/anno, costituendo il 2% delle emissioni provinciali.

Per quanto riguarda il **particolato sospeso totale (PTS)** la principale sorgente all'interno del comune di Cisternino è legata nuovamente al trasporto su strada (76%), alla combustione industriale (15%) ed ai processi produttivi (5%). Il valore assoluto è pari a 18 t/anno, corrispondente all'1% delle emissioni provinciali.

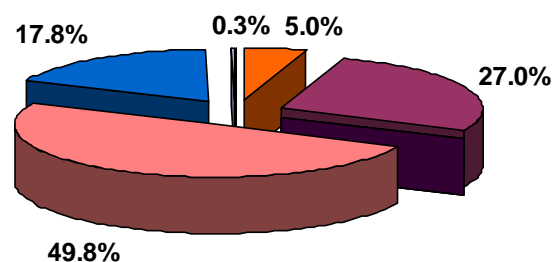
Nelle figure e nella tabella successiva si riportano le stime relative ai principali inquinanti emessi dai diversi tipi di sorgente che insistono sul territorio comunale di Cisternino. Per un confronto si riportano anche le stime riferite all'intera provincia di Brindisi.

### Ossidi di Zolfo (SOx)



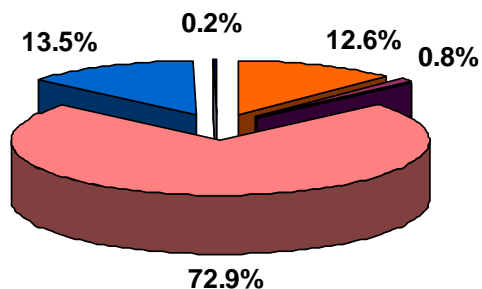
- Combustione non industriale
- Combustione nell'Industria
- Processi Produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporti su strada
- Ferrovie e Mezzi Agricoli
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

### Ossidi di Azoto (NOx)



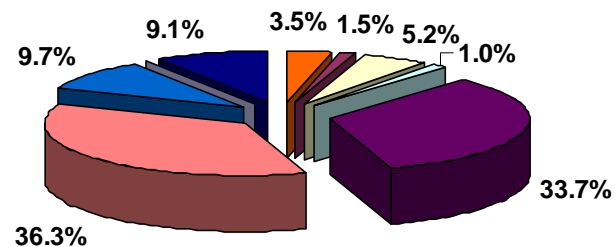
- Combustione non industriale
- Combustione nell'Industria
- Processi Produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporti su strada
- Ferrovie e Mezzi Agricoli
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

### Monossido di Carbonio (CO)



- Combustione non industriale
- Combustione nell'Industria
- Processi Produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporti su strada
- Ferrovie e Mezzi Agricoli
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

### Composti Organici Volatili (VOC)



- Combustione non industriale
- Combustione nell'Industria
- Processi Produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporti su strada
- Ferrovie e Mezzi Agricoli
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

### Particolato Sospeso Totale (PTS)

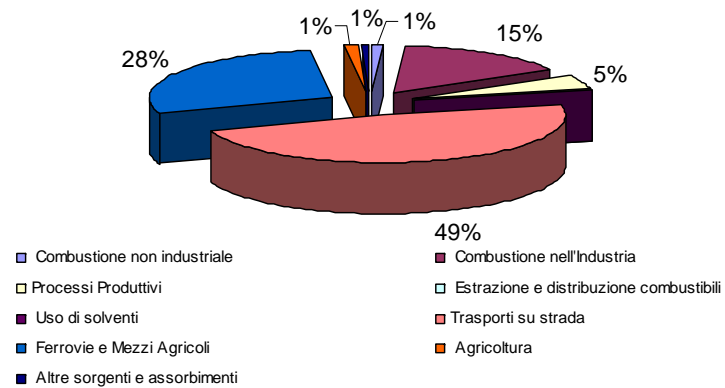


Figura 3.3– Stime relative ai principali inquinanti emessi dai diversi tipi di sorgente all'interno del Comune di Cisternino (Inventario alle emissioni della Regione Puglia – 2005).

## Comune di Cisternino

DESCRIZIONE MACROSETTORE	CO (t/anno)	COV (t/anno)	NOx (t/anno)	SOx (t/anno)	PTS (t/anno)
Produzione di energia	-	-	-	-	-
Combustione non industriale	74	6	9	5	0.2
Combustione nell'Industria	5	3	49	129	3
Processi Produttivi	-	9	-	-	1
Estrazione e distribuzione combustibili	-	2	-	-	-
Uso di solventi	-	61	-	-	-
Trasporti su strada	429	66	90	2	8
Ferrovie e Mezzi Agricoli	80	18	32	0.5	5
Agricoltura	-	0.06	0.6	-	0.2
Altre sorgenti e assorbimenti	1	16	0.04	0.01	0.1

## Provincia di Brindisi

DESCRIZIONE MACROSETTORE	CO (t/anno)	COV (t/anno)	NOx (t/anno)	SOx (t/anno)	PTS (t/anno)
Produzione di energia	3640	215	15738	17347	1211
Combustione non industriale	1224	107	192	71	3
Combustione nell'industria	222	105	1727	5335	104
Processi Produttivi	1644	1914	373	5	13
Estrazione e distribuzione combustibili	-	123	-	-	-
Uso di solventi	0.3	2524	31	11	13
Trasporti su strada	14553	2229	2817	60	264
Ferrovie, Aeroporti e Mezzi Agricoli	9168	2119	2666	751	208
Agricoltura	-	1	19	-	5
Altre sorgenti e assorbimenti	92	74	3	1	9

## 4 Situazione meteorologica nel periodo di misura

### Descrizione sinottica

L'analisi delle carte meteorologiche in quota e al suolo evidenzia come il periodo di monitoraggio sia stato caratterizzato da generali condizioni di tempo stabile. Durante il periodo di monitoraggio è stato registrato in data 13 Giugno un solo evento di precipitazione, prodotto dalla instabilità indotta da una depressione posizionata sui Balcani.

In particolare si segnala il periodo compreso tra il 18 ed il 26 giugno, caratterizzato da correnti anticicloniche africane che hanno determinato forte soleggiamento e temperature elevate in tutta la Regione. Successivamente si sono registrate condizioni di tempo stabile ma più mite. La Puglia è stata interessata da un'alternanza di condizioni di alta pressione e di condizioni in cui risultava a margine di saccature in quota. In particolare queste ultime condizioni, registrate nei giorni 27-28 Giugno, 5-6 Luglio e 11-12 Luglio, oltre a ridurre la temperatura, hanno favorito il rimescolamento atmosferico, determinando una riduzione dei livelli di inquinamento da polveri PM10 sull'intera Regione.

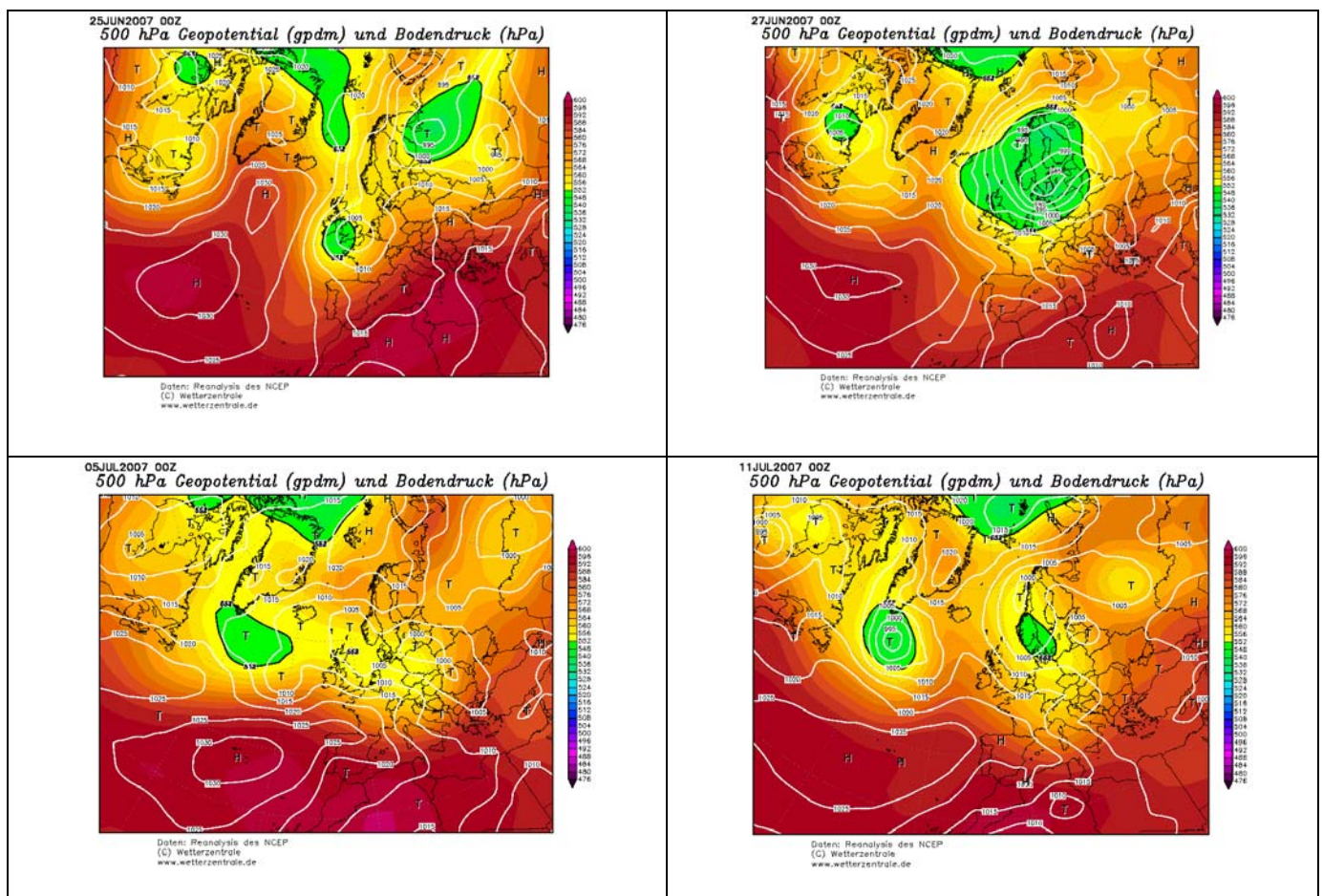


Figura 4.1 Analisi meteorologiche NCEP al suolo (pressione in hPa) ed in quota (geopotenziale) per i giorni 25 Giugno, 27 Giugno, 5 Luglio e 11 Luglio.

## **Elaborazione dei dati meteorologici acquisiti dal laboratorio mobile**

La strumentazione meteorologica installata sul laboratorio mobile ha consentito di rilevare i seguenti parametri meteorologici<sup>4</sup>:

- pressione al suolo;
- temperatura atmosferica (°C);
- umidità relativa;
- radiazione totale (W/m<sup>2</sup>);
- direzione del vento (gradi da Nord);
- intensità del vento (m/sec).

Per la temperatura, la pressione al suolo, l'umidità relativa, la velocità del vento e la radiazione globale si riportano nei grafici 4.2, 4.3 e 4.4 gli andamenti delle medie orarie e giornaliere, rilevate nel periodo di monitoraggio ed il giorno tipo che rappresenta l'andamento giornaliero medio riferito all'intero periodo di monitoraggio.

I valori medi giornalieri di pressione al suolo hanno fatto registrare valori compresi tra 965 e 980 mbar. La temperatura media giornaliera ha mostrato un trend crescente fino al 25-26 giugno (registrando una temperatura media massima pari a 32°C) e successivamente variabile, oscillando tra un valore minimo intorno ai 20 °C e uno massimo intorno ai 26°C. Come già detto durante il periodo di misura ha avuto luogo un solo fenomeno di precipitazione, registrato il 13 Giugno, e di intensità pari a 7 mm.

L'analisi anemologica, effettuata elaborando le rose dei venti, riportate in figura 4.4, a partire dai dati orari di intensità e di direzione del vento, misurati dal laboratorio mobile, evidenzia una prevalenza dei venti di direzione NO (16%) e di direzione NNE(13%) di debole intensità.

La percentuale mensile di venti deboli (compresi tra 0.5m/sec e 2 m/sec) e di calme di vento (ovvero di dati orari di intensità del vento inferiori a 0,5 m/sec) è risultata rispettivamente pari al 58% e al 21%. Non sono state rilevate velocità del vento orarie superiori ai 5 m/sec.

---

<sup>4</sup> I sensori meteorologici di direzione ed intensità del vento sono posizionati ad un'altezza di circa 10 metri, i sensori per la temperatura, radiazione solare, pioggia, umidità relativa e pressione a circa 4 metri

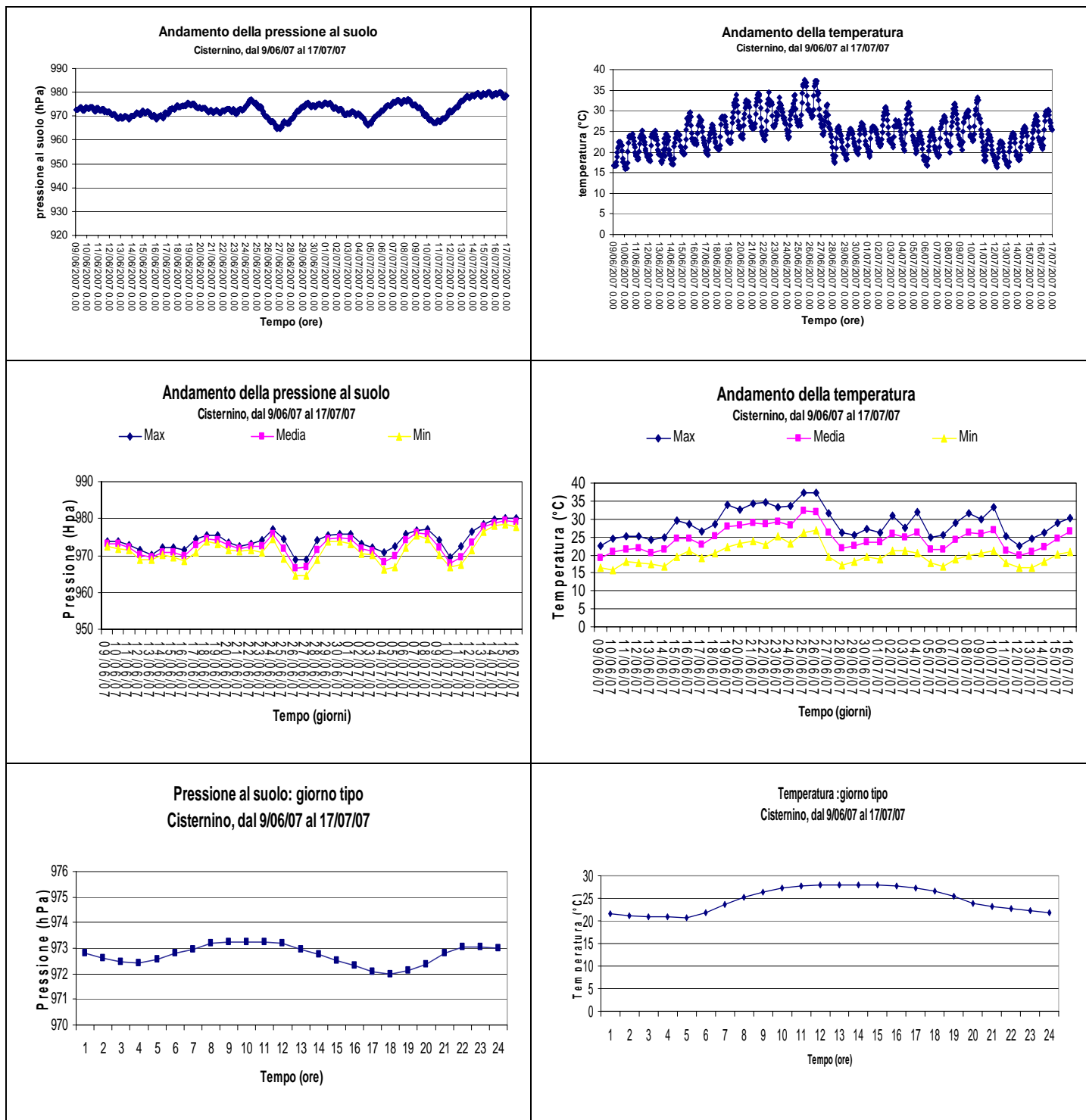


Figura 4.2 Medie orarie, giornaliere e andamento del giorno tipo per la temperatura dell'aria (°C) e la pressione atmosferica (hPa)



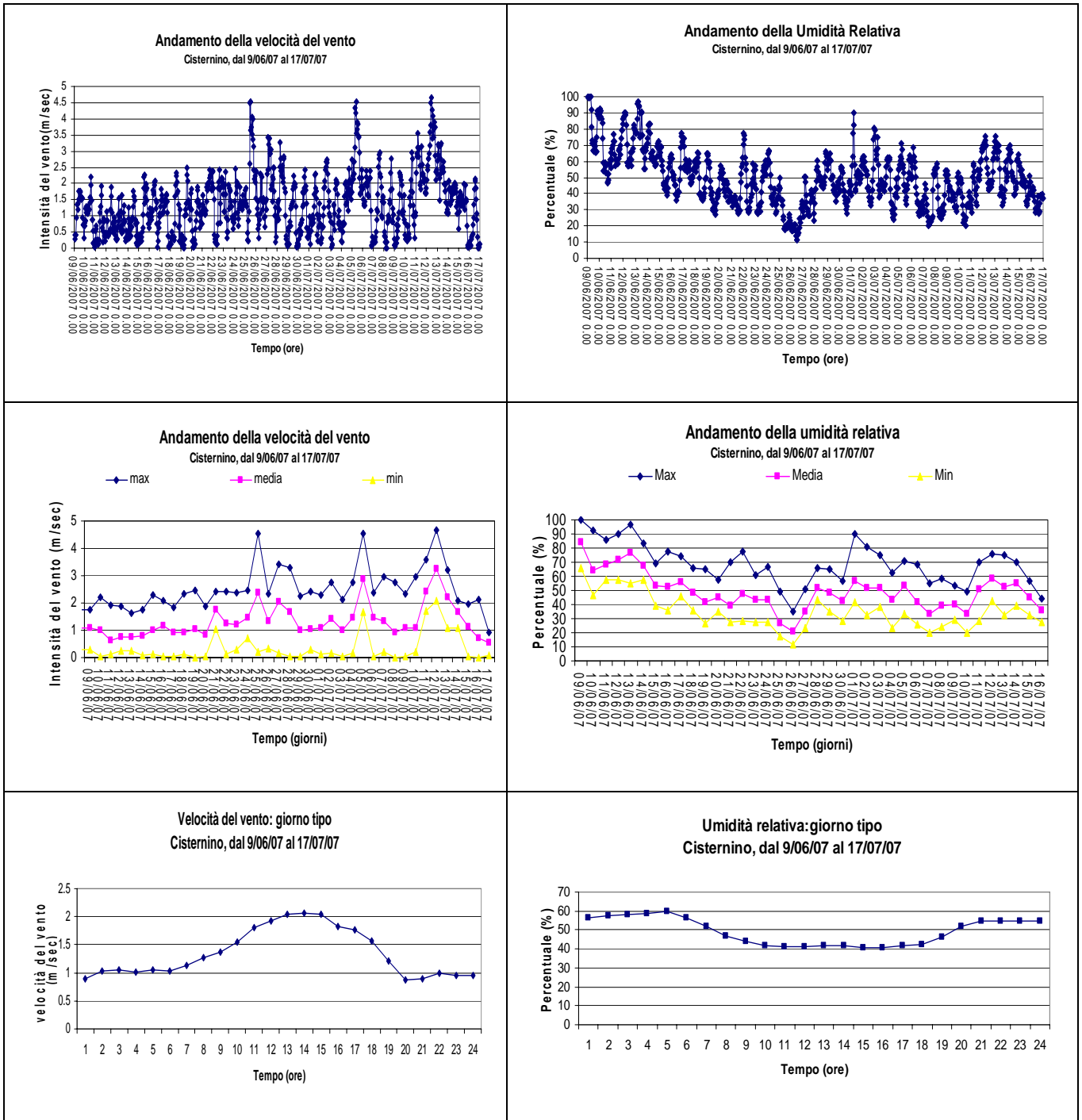
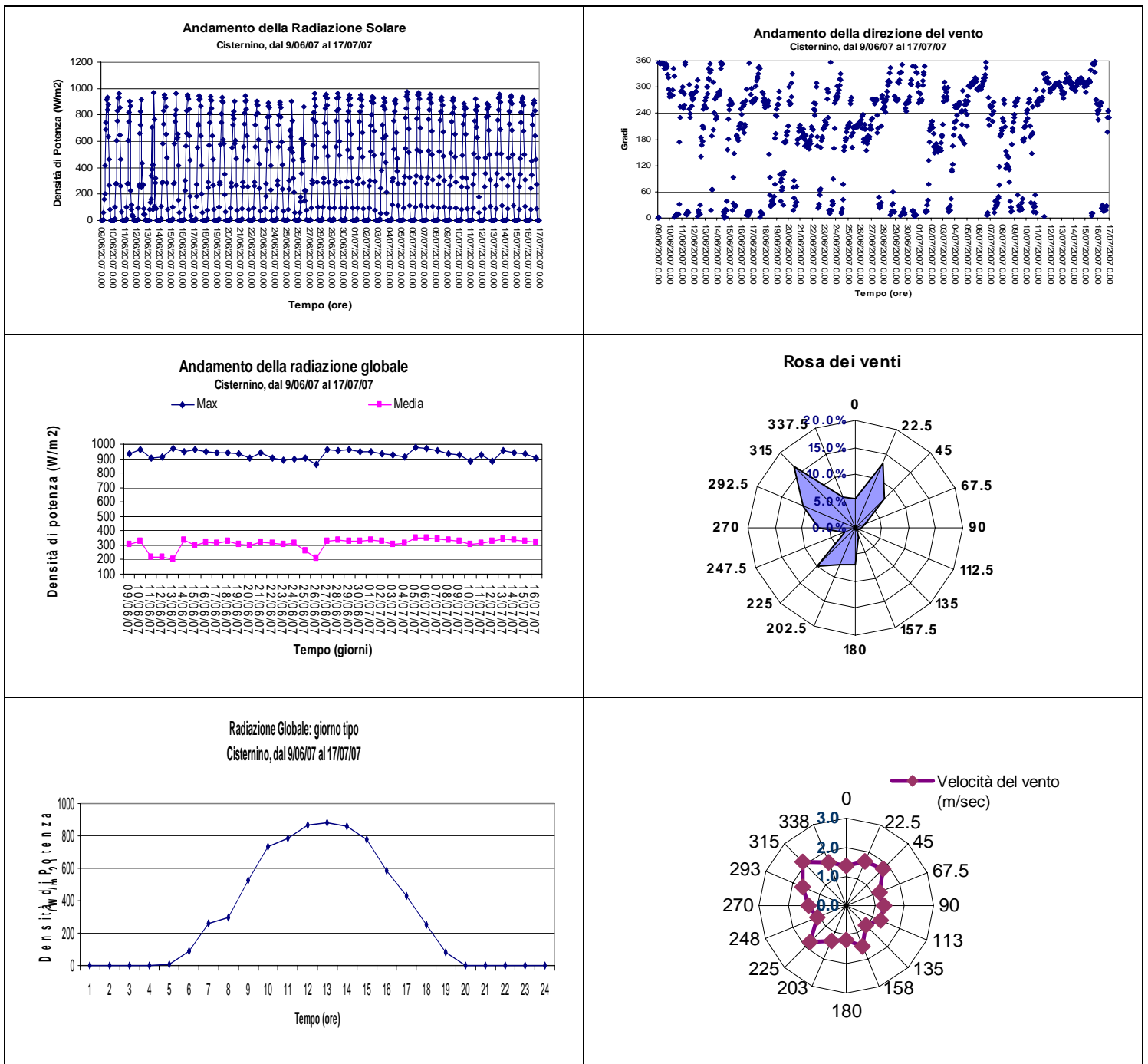


Figura 4.3 Medie orarie, giornaliere e andamento del giorno tipo per l'intensità del vento (m/sec) e l'umidità relativa (%)



**Figura 4.4** Medie orarie, giornaliere e andamento del giorno tipo per la radiazione solare totale ( $W/m^2$ ); andamento della direzione oraria prevalente (gradi da Nord), rosa dei venti relativa all'intero periodo di monitoraggio.

## 5 Riferimenti normativi

Nelle tabelle seguenti vengono indicati i valori limite per la protezione della salute umana stabiliti dalla recente normativa europea e recepiti dalla normativa italiana con il D.M. 60/02 ed il D. Lgs. 183/04.

### DM 60/02

<b>Biossido di azoto</b>	
<b>Valore limite orario per la protezione della salute umana</b>	<b>230 µg/Nm<sup>3</sup></b> (da non superare più di 18 volte per anno civile)
<b>Valore limite annuale per la protezione della salute umana</b>	<b>46 µg/Nm<sup>3</sup></b>
<b>Soglia di allarme</b>	<b>400 µg/Nm<sup>3</sup></b> (il superamento della suddetta soglia deve avvenire per almeno tre ore consecutive)

<b>Biossido di zolfo</b>	
<b>Valore limite orario per la protezione della salute umana</b>	<b>350 µg/m<sup>3</sup></b> (da non superare più di 24 volte in un anno)
<b>Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana</b>	<b>125 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Soglia di allarme</b>	<b>500 µg/m<sup>3</sup></b> (il superamento della suddetta soglia deve avvenire per almeno tre ore consecutive)

<b>Monossido di Carbonio</b>		
<b>Valore limite per la protezione della salute umana</b>	<b>Media massima giornaliera su 8 ore</b>	<b>10 mg/Nm<sup>3</sup></b>

<b>Benzene</b>	
<b>Valore limite annuale per la protezione della salute umana</b>	<b>8 µg/Nm<sup>3</sup></b>

<b>PM10</b> <b>(particolato fine – frazione inalabile)</b>	
<b>Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana</b>	<b>50 µg/Nm<sup>3</sup></b> (da non superare più di 35 volte in un anno)
<b>Valore limite annuale per la protezione della salute umana</b>	<b>40 µg/Nm<sup>3</sup></b>

**D.Lgvo. 183/04**

<b>Ozono</b>		
<b>Valore bersaglio per la protezione della salute umana</b>	<b>Massimo sulla Media mobile di 8 ore</b>	<b>120 µg/Nm<sup>3</sup></b> (da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni)
<b>Soglia di informazione</b>	<b>Ora</b>	<b>180µg/Nm<sup>3</sup></b>
<b>Soglia di Allarme</b>	<b>Ora</b>	<b>240µg/Nm<sup>3</sup></b>

## 6 Stato della qualità dell'aria presso Cisternino

Per valutare la qualità dell'aria ambiente nel sito di monitoraggio, in cui è stato collocato il laboratorio mobile, i dati chimici (orari e biorari), acquisiti dagli analizzatori, sono stati elaborati e confrontati con i limiti di riferimento e le soglie, stabiliti dal D.M. Ambiente n.60/02 e dal Decreto Legislativo n.183/04 ed elencati nel precedente paragrafo.

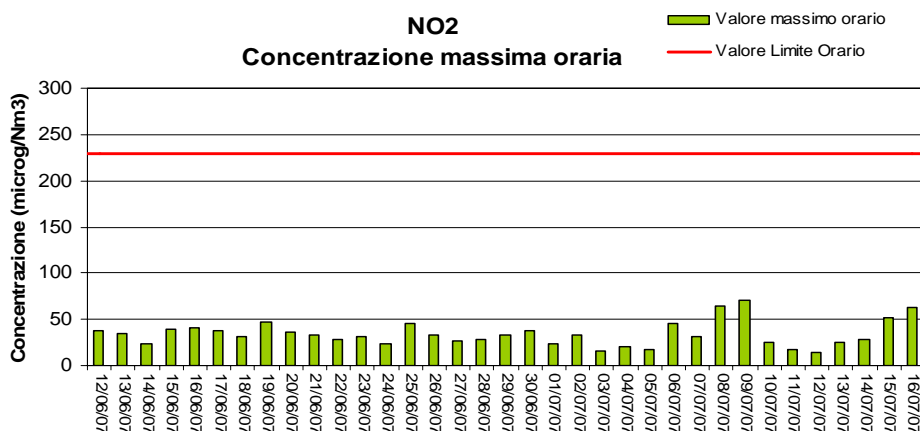
Nelle successive tabelle verranno indicati, per ogni inquinante normato, il numero di superamenti riscontrati e le massime concentrazioni osservate (orarie e/o giornaliere a seconda della tipologia di media prescritta dal valore limite di riferimento). Data la limitatezza del periodo di monitoraggio la verifica del rispetto dei limiti annuali imposti dalla normativa non può essere rigorosamente valutata. Al fine di effettuare un confronto puramente indicativo, di seguito viene comunque riportata, per gli inquinanti per i quali la normativa prevede un limite annuale, la concentrazione media misurata sul periodo di monitoraggio.

### Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

	Sito Cisternino
<b>Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana</b>	<b>0</b>
<b>Max media oraria rilevata nel periodo in esame (µg/Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>70</b>
<b>Media del periodo (µg/Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>12</b>

Durante l'intero periodo di monitoraggio per il biossido di azoto risulta ampiamente rispettato il limite di riferimento orario vigente.

Nella figura sottostante si riporta l'andamento della massima concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> rilevato durante il periodo di monitoraggio.



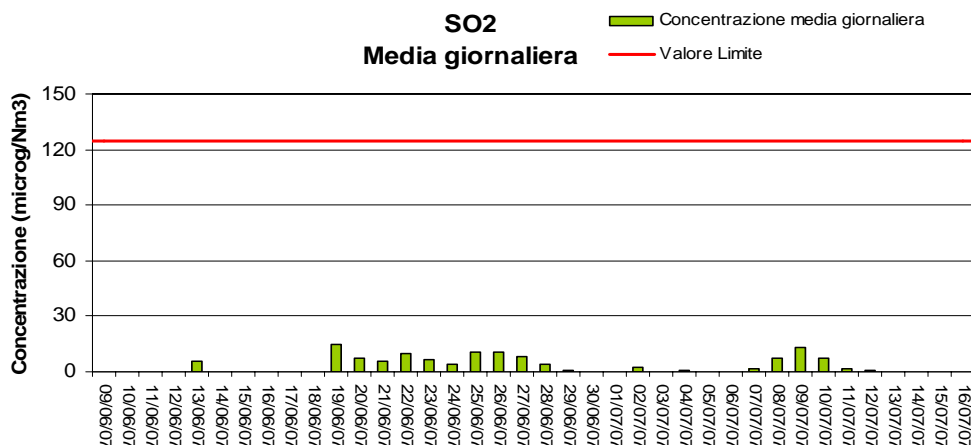
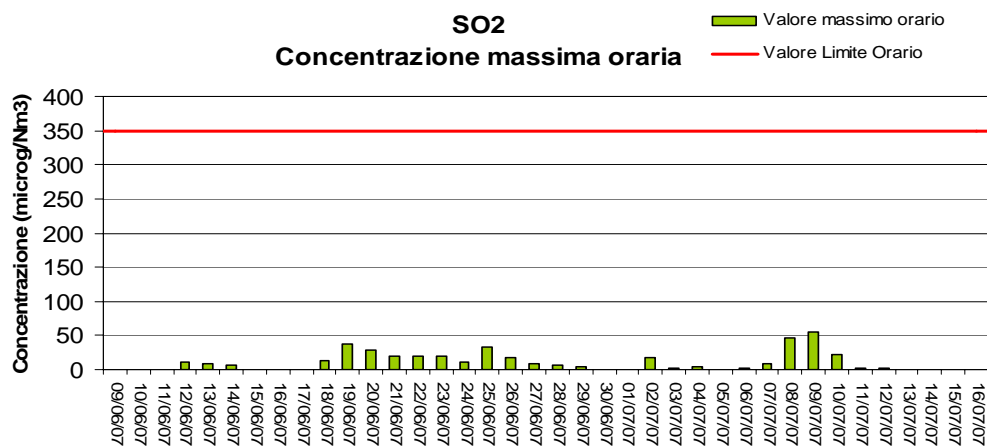
Inoltre la concentrazione media di biossido di azoto, valutata sull'intero periodo di monitoraggio, è risultata pari a 12 µg/Nm<sup>3</sup>. Tale media, pur essendo relativa ad un periodo temporale non rappresentativo dell'intero anno, rispetta ampiamente il limite annuale vigente.

### Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

	Sito Cisternino
<b>Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana</b>	<b>0</b>
<b>Max media oraria rilevata nel periodo in esame (µg/Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>56</b>
<b>Numero di superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana</b>	<b>0</b>
<b>Massima media giornaliera rilevata nel mese (µg/Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>15</b>

Per il biossido di zolfo i limiti di riferimento orario e giornaliero risultano ampiamente rispettati durante l'intero periodo di monitoraggio.

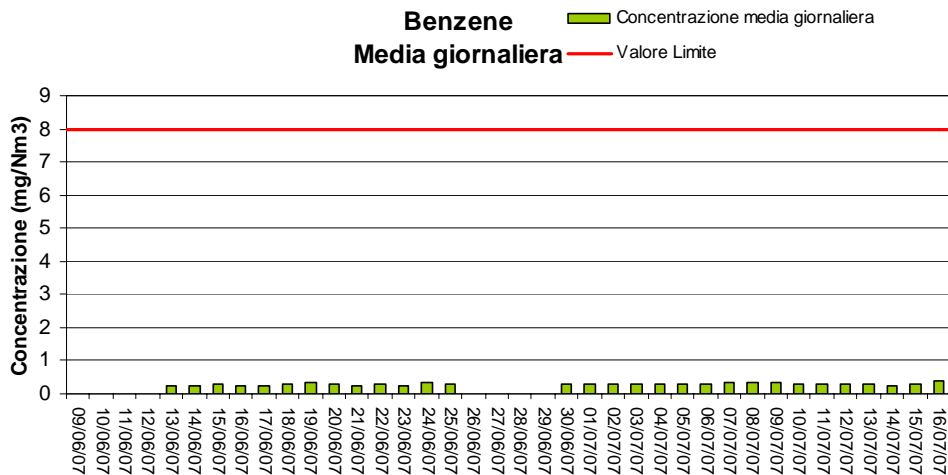
Nelle figure sottostanti si riportano gli andamenti della massima concentrazione oraria e della media giornaliera di SO<sub>2</sub> registrati durante il monitoraggio.



## BENZENE

	<b>Sito Cisternino</b>
<b>Media del periodo (<math>\mu\text{g}/\text{Nm}^3</math>)</b>	<b>0.3</b>

La media, calcolata sull'intero periodo di monitoraggio, è ampiamente inferiore al valore limite annuale vigente per il benzene.

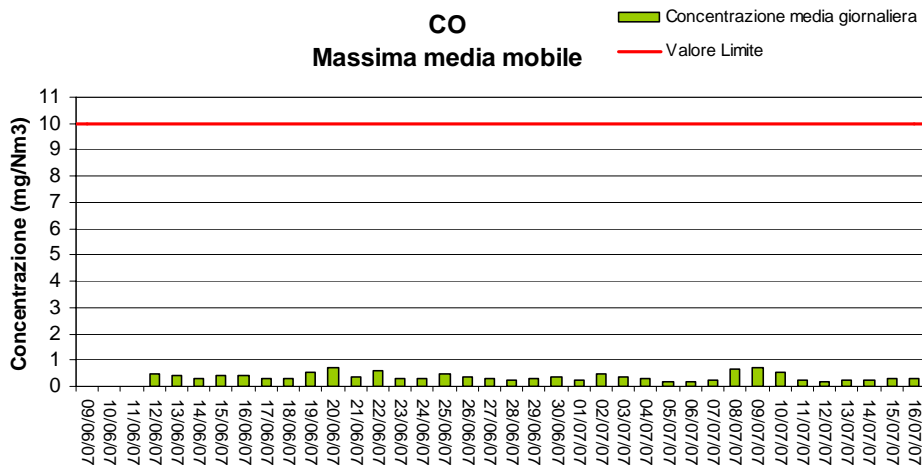


## Monossido di carbonio (CO)

	<b>Sito Cisternino</b>
<b>Massima Media mobile su 8 ore (<math>\text{mg}/\text{Nm}^3</math>)</b>	<b>0.7</b>

Per il monossido di carbonio risulta ampiamente rispettato durante l'intero periodo di monitoraggio il valore limite per la protezione della salute umana prescritto dal DM60/02.

Nella figura sottostante si riporta il grafico delle medie massime giornaliere su 8 ore calcolate a partire dalle concentrazioni orarie di CO.

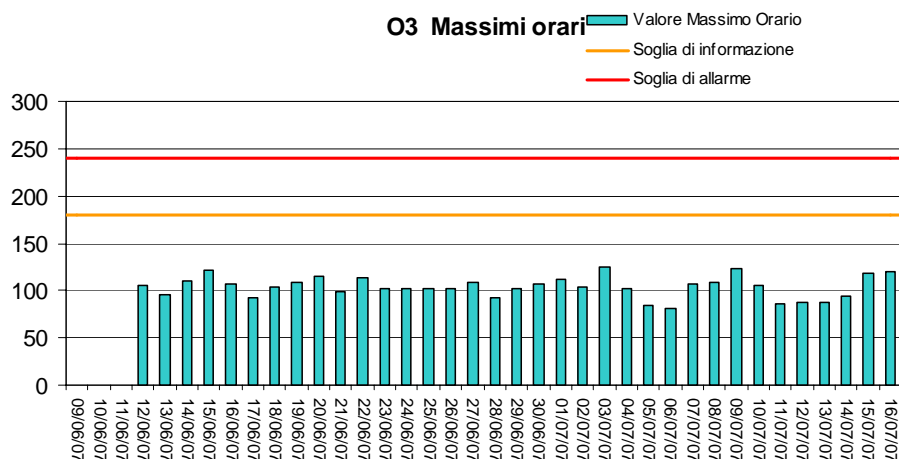
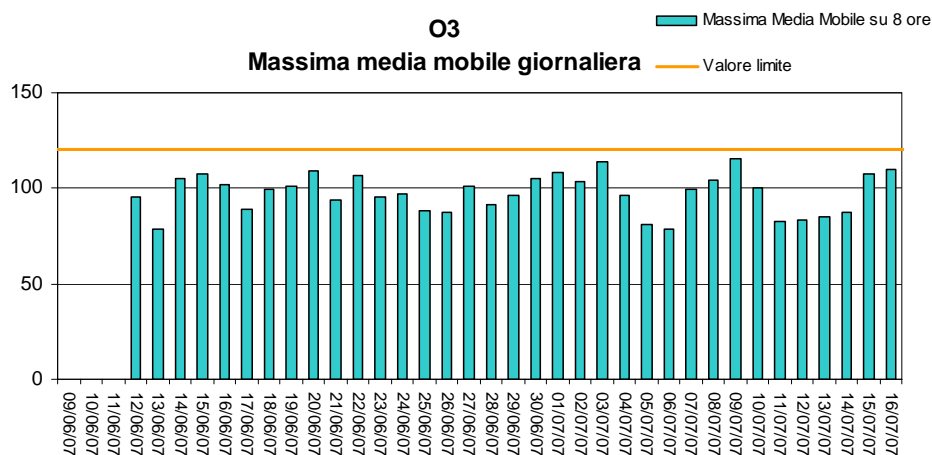


## Ozono (O<sub>3</sub>)

Numero superamenti (Numero medie massime giornaliere su 8 ore >120 µg/m <sup>3</sup> )	0
Massima media giornaliera su 8 ore del periodo in esame (µg/m <sup>3</sup> )	116

Come mostrato in tabella durante il periodo in esame non sono stati osservati superamenti del valore bersaglio per le concentrazioni di ozono nell'aria.

Nelle figure sottostanti si riporta il grafico delle medie massime giornaliere su 8 ore calcolate a partire dalle concentrazioni orarie di O<sub>3</sub> e delle massime concentrazioni orarie rilevate giornalmente.





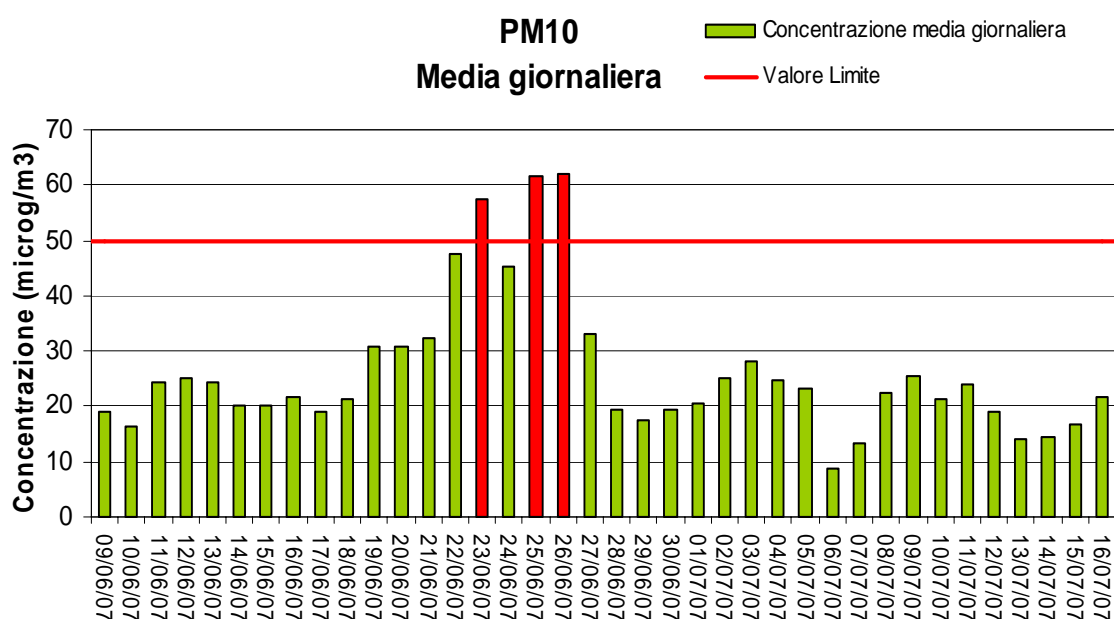
## PM10

<b>Numero di superamenti del valore limite 24 ore per la protezione della salute umana</b>	<b>3</b>
<b>Max media giornaliera rilevata nel mese (<math>\mu\text{g}/\text{Nm}^3</math>)</b>	<b>62</b>
<b>Media del periodo (<math>\mu\text{g}/\text{Nm}^3</math>)</b>	<b>26</b>

Come mostrato in tabella, durante il periodo di monitoraggio sono stati registrati 3 superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana.

Al fine di effettuare un confronto con il valore limite annuale prescritto dalla normativa per il PM10 (pari a  $40 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ), è stata valutata la concentrazione media di PM10 sull'intero periodo di campionamento. Tale media parziale, pari a  $26 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , rispetta, almeno per il periodo considerato, il suddetto valore limite annuale.

Nella figura sottostante si riporta l'andamento della concentrazione media giornaliera di PM10 osservato durante il monitoraggio.

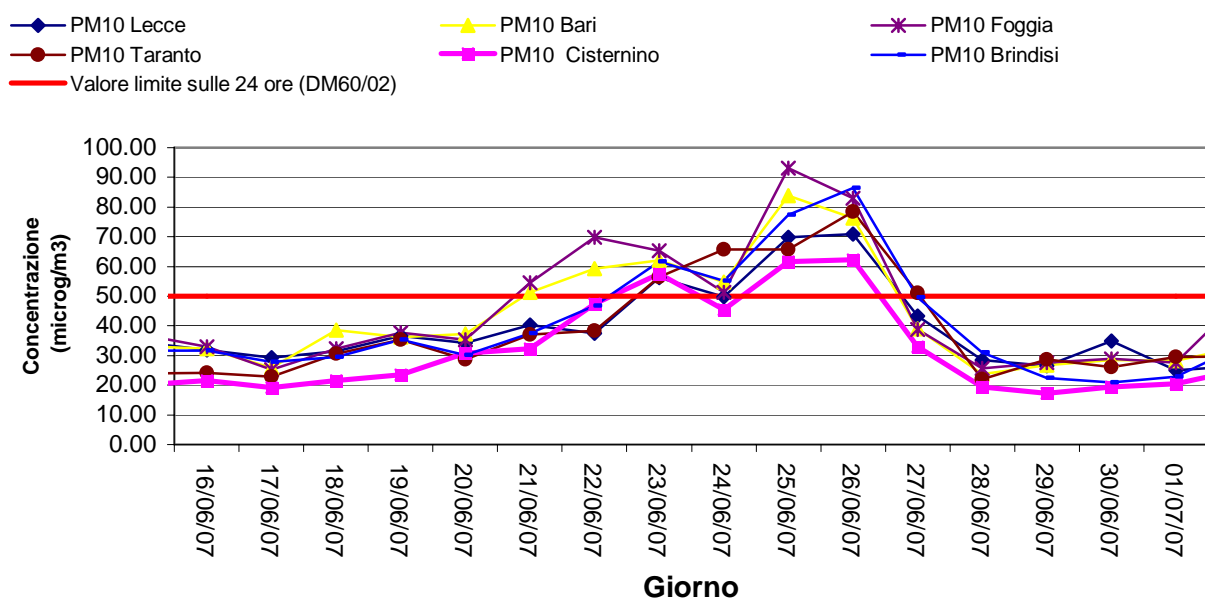


I superamenti per il PM10 rilevati presso il sito di monitoraggio nelle giornate tra il 23 ed il 26 giugno sono stati analogamente registrati dalle centraline gestite da Arpa Puglia, installate sul territorio regionale. Al fine di evidenziare il carattere regionale del fenomeno in esame e l'elevato grado di correlazione tra gli andamenti dei valori giornalieri di PM10, registrati in siti anche molto distanti tra loro, di seguito si riporta il grafico delle concentrazioni giornaliere di PM10 rilevate presso Cisternino e presso alcune centraline fisse di tipo suburbano o urbano (una per provincia).

Come affermato nei paragrafi precedenti il periodo in esame è stato caratterizzato dalla persistenza di un'alta pressione di origine africana, che può aver favorito il trasporto di sabbia sahariana. Non si

esclude quindi che alle elevate concentrazioni di PM10 abbia potuto contribuire anche una componente primaria di origine naturale.

Il deserto sahariano rappresenta per il bacino del Mediterraneo la sorgente naturale dominante di particolato atmosferico. Tali polveri, caratterizzate da un diametro compreso tra i 0.1µm ed i 20 µm (con una dimensione media intorno ai 2µm) e da una composizione costituita in gran parte da minerali naturali (Al, Fe, Mg, Ti, Sr, Ca), vengono catturate in superficie dal vento, innalzate nella troposfera grazie agli intensi regimi convettivi, trasportate per alcune centinaia di chilometri (raggiungendo in alcuni episodi particolarmente intensi persino il Nord Europa ed il Sud America) e deposte al suolo attraverso i processi di rimozione secca ed umida.



Riguardo al particolato sospeso totale (PTS) di origine sahariana si segnala che sul web sono disponibili alcuni strumenti modellistici utili alla previsione e conseguentemente alla identificazione di quei fenomeni di inquinamento acuto da polveri sottili, dove si può ritenere essere presente un contributo di tipo naturale. In particolare si segnala il sistema modellistico previsionale spagnolo DREAM ([www.bsc.es/projects/earthscience/DREAM](http://www.bsc.es/projects/earthscience/DREAM)) che fornisce giornalmente previsioni a 72 ore di PTS di origine sahariana su tutta l'Europa con una risoluzione pari a circa 100 Km.

Nei grafici successivi si riportano, per necessità di sintesi, le mappe di concentrazione di PTS<sup>5</sup> previste dal modello alle ore 12 UTC dal 18/06 al 26/06, dalle quali si rileva la presenza a bassa quota di sabbia sahariana.

<sup>5</sup> Si tratta di concentrazioni di PTS relative al livello verticale più basso (prossimo al suolo) utilizzato dal modello.

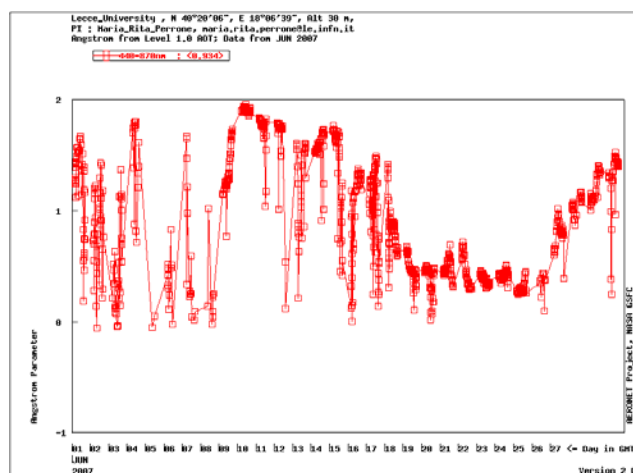


Le traiettorie verde ed azzurra che giungono sul sito di Cisternino rispettivamente intorno alle ore 00UTC e alle ore 12 UTC del 26/06 sono transitate, sia pur ad una quota leggermente più elevata, ma pur sempre entro lo strato limite, sul deserto libico, confermando nuovamente un contributo al PM10 di sabbia sahariana.

Infine si riporta di seguito l'andamento del coefficiente di Angstrom, elaborato a partire dalle misure di spessore ottico spettrale, effettuate dal fotometro solare della rete AERONET installato presso l'Università degli Studi di Lecce (<http://aeronet.gsfc.nasa.gov>) .

Tale coefficiente fornisce indicazioni sulla dimensione delle particelle della colonna atmosferica (quanto maggiore è il coefficiente, tanto minori sono le dimensioni delle particelle atmosferiche contenute nella colonna d'aria). Valori del parametro di Angstrom compresi tra 1 e 2 indicano particelle submicrometriche (nitrati, solfati, carbone); valori piccoli, prossimi allo zero, indicano la presenza di particelle più grandi, come quelle sahariane.

La figura evidenzia nel periodo compreso tra il 18 ed il 26 una riduzione del parametro di Angstrom, che avvalorava ancora una volta l'ipotesi di intrusione di sabbia sahariana.



### Superamento delle soglie di informazione e di allarme: casi rilevati

Inquinante	Indicatore di soglia	Casi rilevati
SO2	<b>SOGLIA DI ALLARME</b> (Concentrazione oraria > 500 µg/Nm <sup>3</sup> per 3 h consecutive)	Nessuno
NO2	<b>SOGLIA DI ALLARME</b> (Concentrazione oraria > 400 µg/Nm <sup>3</sup> per 3 h consecutive)	Nessuno
O3	<b>SOGLIA DI ALLARME</b> (Concentrazione oraria > 240 µg/Nm <sup>3</sup> )	Nessuno
O3	<b>SOGLIA DI INFORMAZIONE</b> (Concentrazione oraria > 180 µg/Nm <sup>3</sup> )	Nessuno

Durante l'intero periodo di monitoraggio non è stato osservato alcun superamento delle soglie di allarme e di informazione prescritte dal D.M. 60/02 e dal D.Lgvo. n.183/04.

## **7 Efficienza di campionamento**

Il D.M. 60/02 (allegato X) stabilisce che la raccolta minima di dati di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, benzene e CO necessaria per raggiungere gli obiettivi per la valutazione della qualità dell'aria, per misurazioni in continuo, debba essere del 90% del periodo di tempo di riferimento (ora, giorno, anno), escludendo le perdite di dati dovute alla calibrazione o alla normale manutenzione degli strumenti.

Il D. Lgs. 183/04 (allegato VII) stabilisce che, per l'ozono, la raccolta minima di dati necessaria per raggiungere gli obiettivi per la valutazione della qualità dell'aria, per misurazioni in continuo, debba essere almeno del 75% nel periodo invernale e almeno del 90% nel periodo estivo.

Al fine di fornire una stima indicativa del livello di efficienza della strumentazione utilizzata nel corso della campagna di monitoraggio, nella tabella successiva si riporta per ogni analizzatore la percentuale di dati orari validi.

<b>ANALIZZATORE</b>	<b>Percentuale dati validi</b>
SO <sub>2</sub>	87%
NO <sub>x</sub>	99%
PM <sub>10</sub>	100%
CO	99%
BTX	90%
O <sub>3</sub>	100%

## 8 Confronto con alto volume

Al laboratorio mobile è stato affiancato un campionatore ad alto volume (Fig. 8.1 e 8.2) al fine di effettuare una valutazione dell'accuratezza delle misure automatiche di PM10 tramite l'analisi ponderale dei campioni raccolti. Il campionamento con alto volume presso il sito di monitoraggio è stato effettuato nel periodo compreso tra il 13/06 ed il 29/06 per un totale di 12 filtri. Nella tabella successiva e nel grafico 8.3 si confrontano le misure delle concentrazioni di PM10 effettuate dall'analizzatore a raggi beta MP101M e quelle valutate tramite metodo gravimetrico (attraverso campionamento con alto volume).



Figura 8.1 : Laboratorio mobile e campionatore ad alto volume collocati presso la Cantina Upal



Figura 8.2 Campionatore ad alto volume

PERIODO DI CAMPIONAMENTO	PM10 ALTO VOLUME (µg/m3)	PM10 MP101M (µg/m3)	BIAS= PM10 MP101M - PM10 ALTO VOLUME (µg/m3)	Scarto quadratico= (PM10 MP101M - PM10 ALTO VOLUME) <sup>2</sup>
13 giugno ore 10 - 14 giugno ore 10	27.4	21.1	-6.3	39.69
14 giugno ore 10 - 15 giugno ore 10	29.4	20.8	-8.6	73.96
15 giugno ore 10 - 18 giugno ore 10	26	20.9	-5.1	26.01
18 giugno ore 10 - 19 giugno ore 11	29.7	21.6	-8.1	65.61
19 giugno ore 11 - 20 giugno ore 10	39.2	26.7	-12.5	156.25
20 giugno ore 10 - 21 giugno ore 10	39.3	27.5	-11.8	139.24
21 giugno ore 10 - 22 giugno ore 10	52.5	41.6	-10.9	118.81
22 giugno ore 10 - 25 giugno ore 10	56.4	51.5	-4.9	24.01
25 giugno ore 10 - 26 giugno ore 11	68.6	60.9	-7.7	59.29
26 giugno ore 11 - 27 giugno ore 11	61.0	58.3	-2.7	7.29
27 giugno ore 11 - 28 giugno ore 11	22.5	22.4	-0.1	0.01
28 giugno ore 11 - 29 giugno ore 11	21.4	20.4	-1	1
				RMSE=Radice dello scarto quadratico medio
<b>MEDIA</b>	<b>39.4</b>	<b>32.8</b>	<b>-6.6</b>	<b>7.7</b>

Il confronto statistico è effettuato attraverso il calcolo dei seguenti indicatori: il BIAS e l'RMSE.

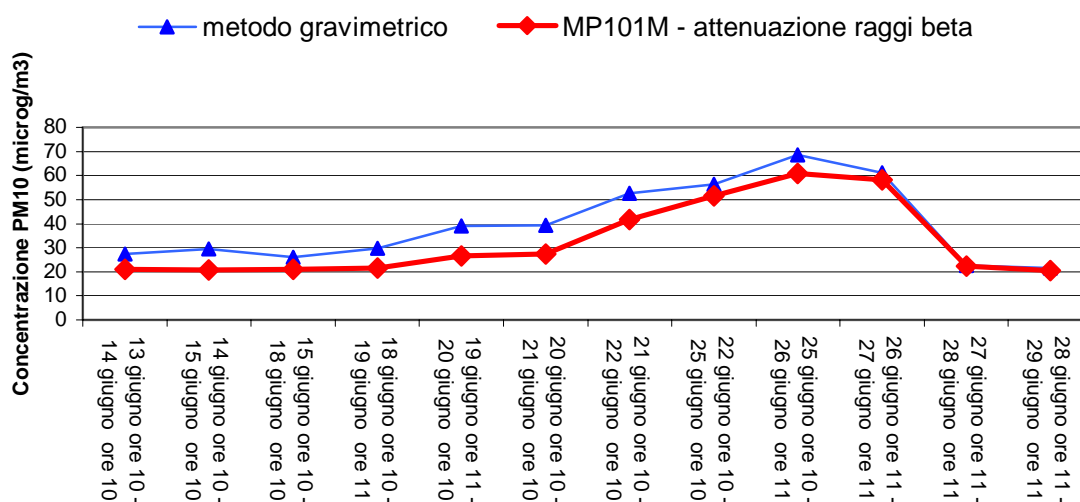
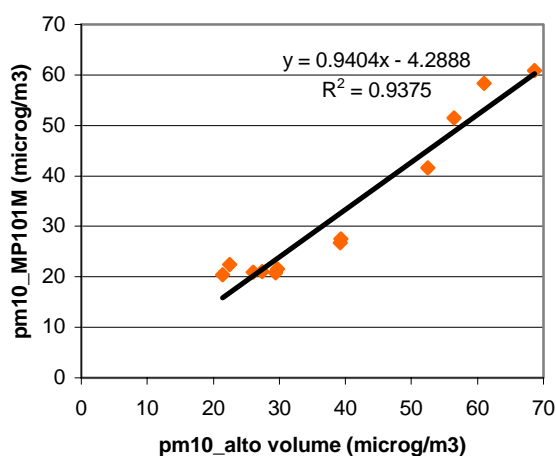


Fig. 8.3 Confronto tra le concentrazioni misurate dall'analizzatore in continuo MP101M e le concentrazioni stimate con il metodo gravimetrico

Il confronto statistico tra il metodo di attenuazione a raggi beta ed il metodo gravimetrico (attraverso campionamento con alto volume) evidenzia una tendenza generale alla sottostima da parte dell'MP101M (pari mediamente a circa  $7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  ovvero al 17% della concentrazione media stimata tramite alto volume). L'ampiezza media dell'errore in valore assoluto espressa tramite l'RMSE è pari a circa  $8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  (ovvero al 20% della concentrazione media stimata tramite alto volume). L'errore risulta inferiore all'incertezza massima indicata nell'allegato X del DM60/02 pari al 25%.

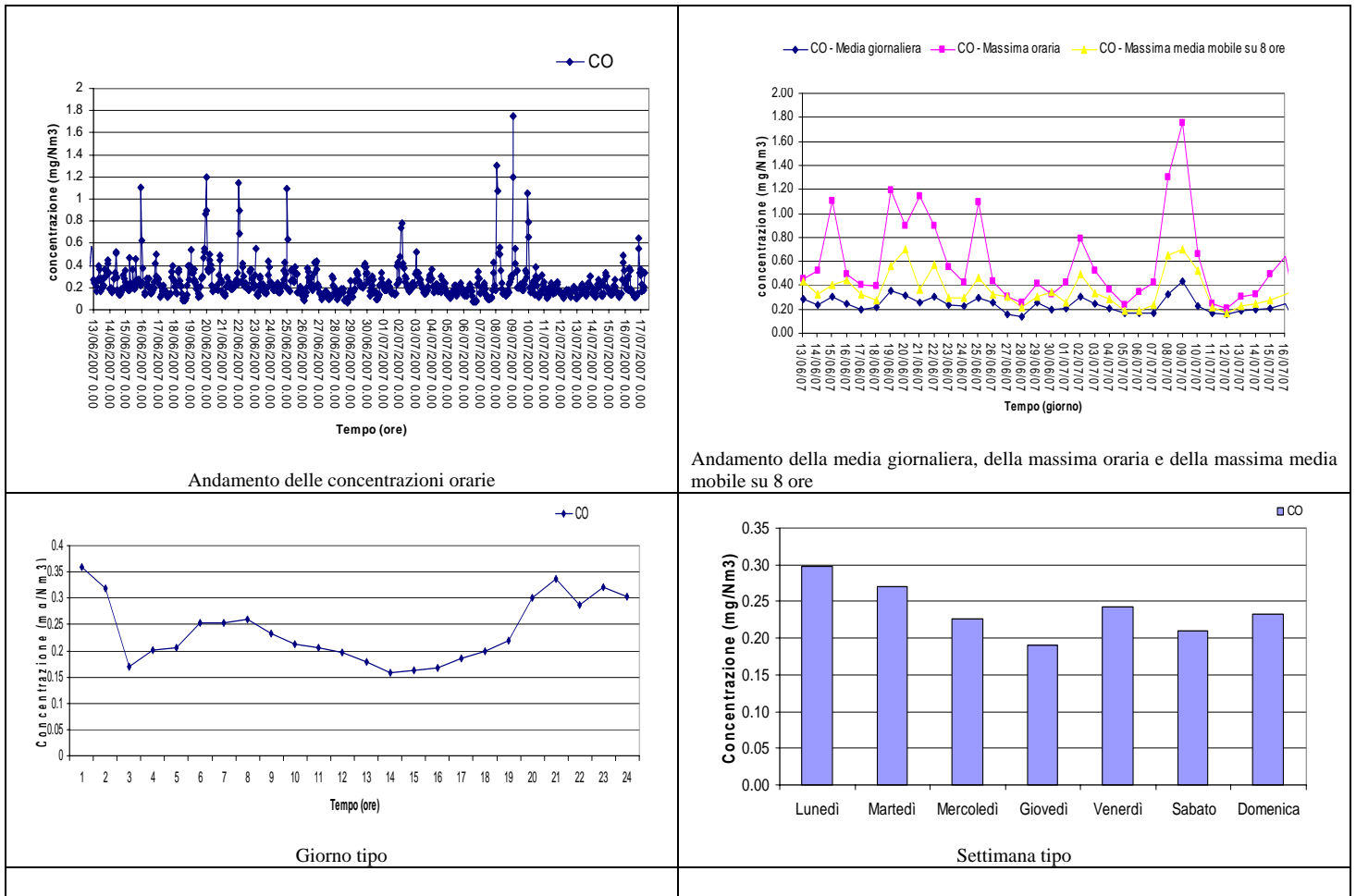
L'elevato valore di  $R^2$  ( $>0.9$ ), riportato nella figura successiva, evidenzia infine un grado di correlazione molto soddisfacente tra le suddette serie di dati.



## 9 Elaborazioni statistiche: giorno tipo, settimana tipo, rosa dell'inquinamento e correlazioni.

Di seguito si riportano alcuni grafici ed elaborazioni statistiche per inquinanti, come CO, SO<sub>2</sub>, NO, PM<sub>10</sub> e benzene, per i quali si ritiene potenzialmente rilevante il contributo della componente primaria antropogenica locale. In particolare le elaborazioni statistiche riguardano il calcolo degli andamenti del giorno tipo<sup>6</sup>, della settimana tipo e delle rose dell'inquinamento<sup>7</sup>.

### CO (monossido di carbonio)



<sup>6</sup> Si precisa che il giorno tipo rappresenta l'andamento giornaliero medio.

<sup>7</sup> La rosa dell'inquinamento è un'elaborazione ottenuta calcolando il valore medio delle concentrazioni di un dato inquinante in funzione della direzione del vento, ovvero controllando la direzione del vento in corrispondenza ad ogni dato orario e facendo la media di tutti i valori in una stessa direzione. I risultati ottenuti indicano le direzioni da cui un determinato inquinante raggiunge il punto di ricezione.





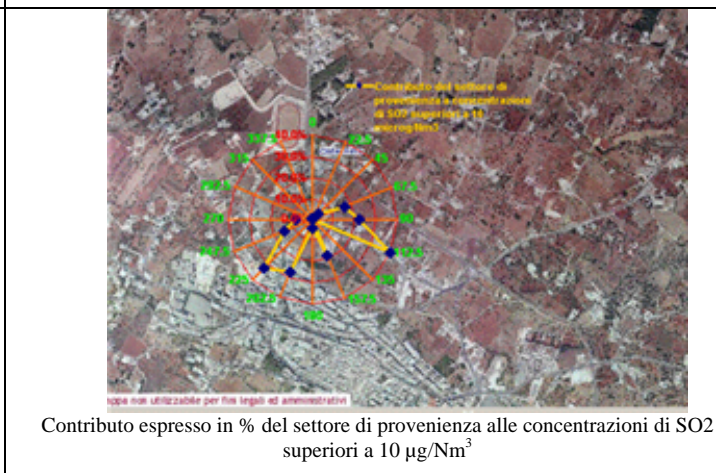
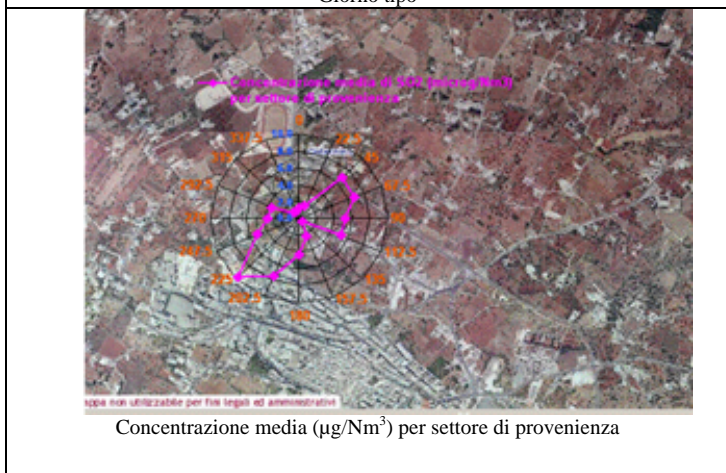
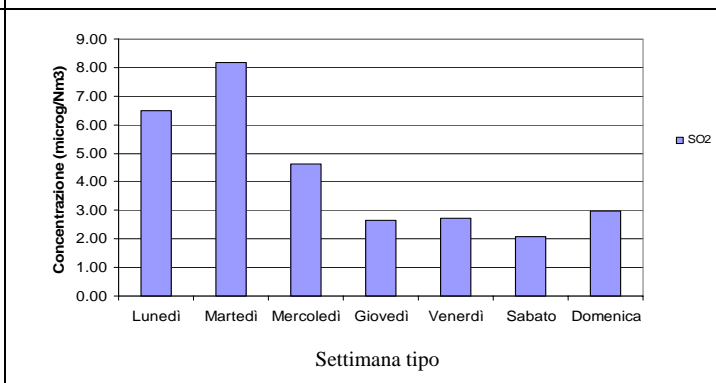
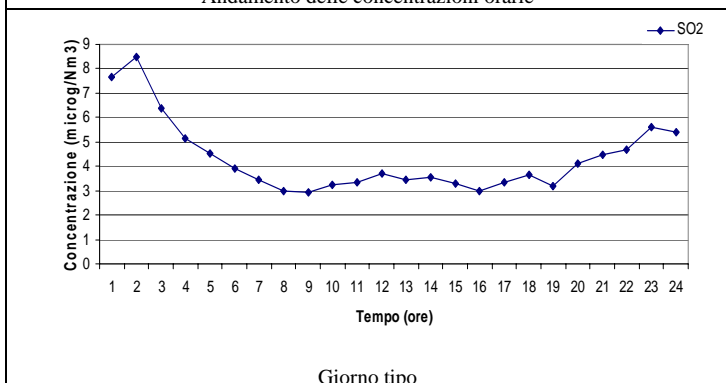
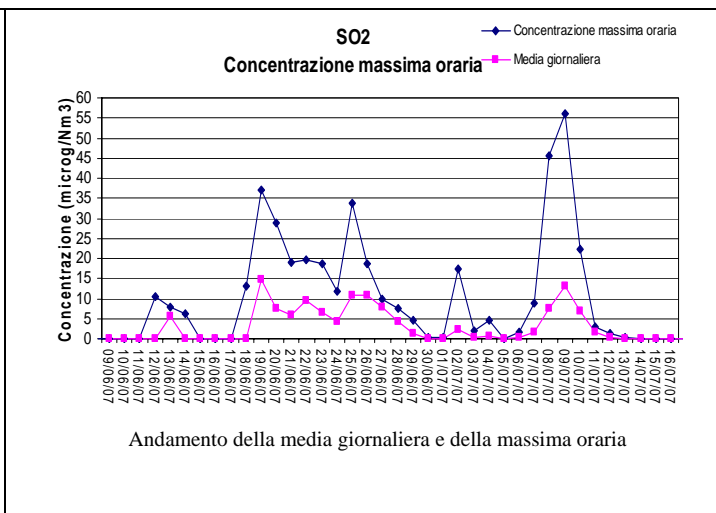
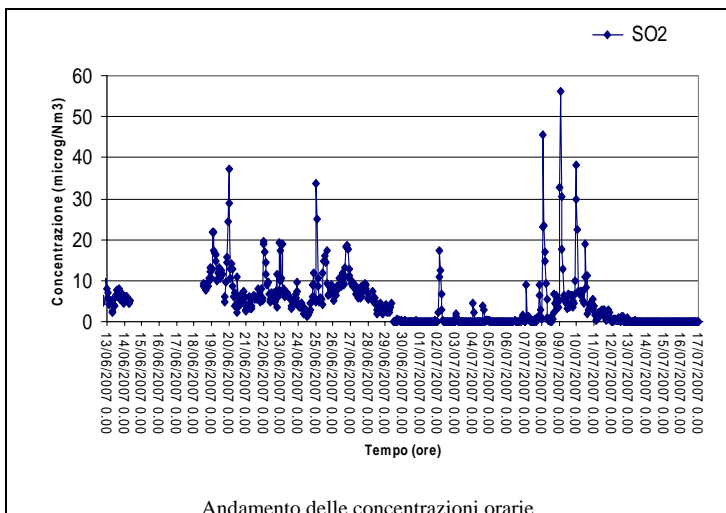
Rosa di inquinamento: concentrazione media ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ ) per settore di provenienza



Contributo espresso in % del settore di provenienza alle concentrazioni di CO superiori a  $0.5\text{mg}/\text{Nm}^3$

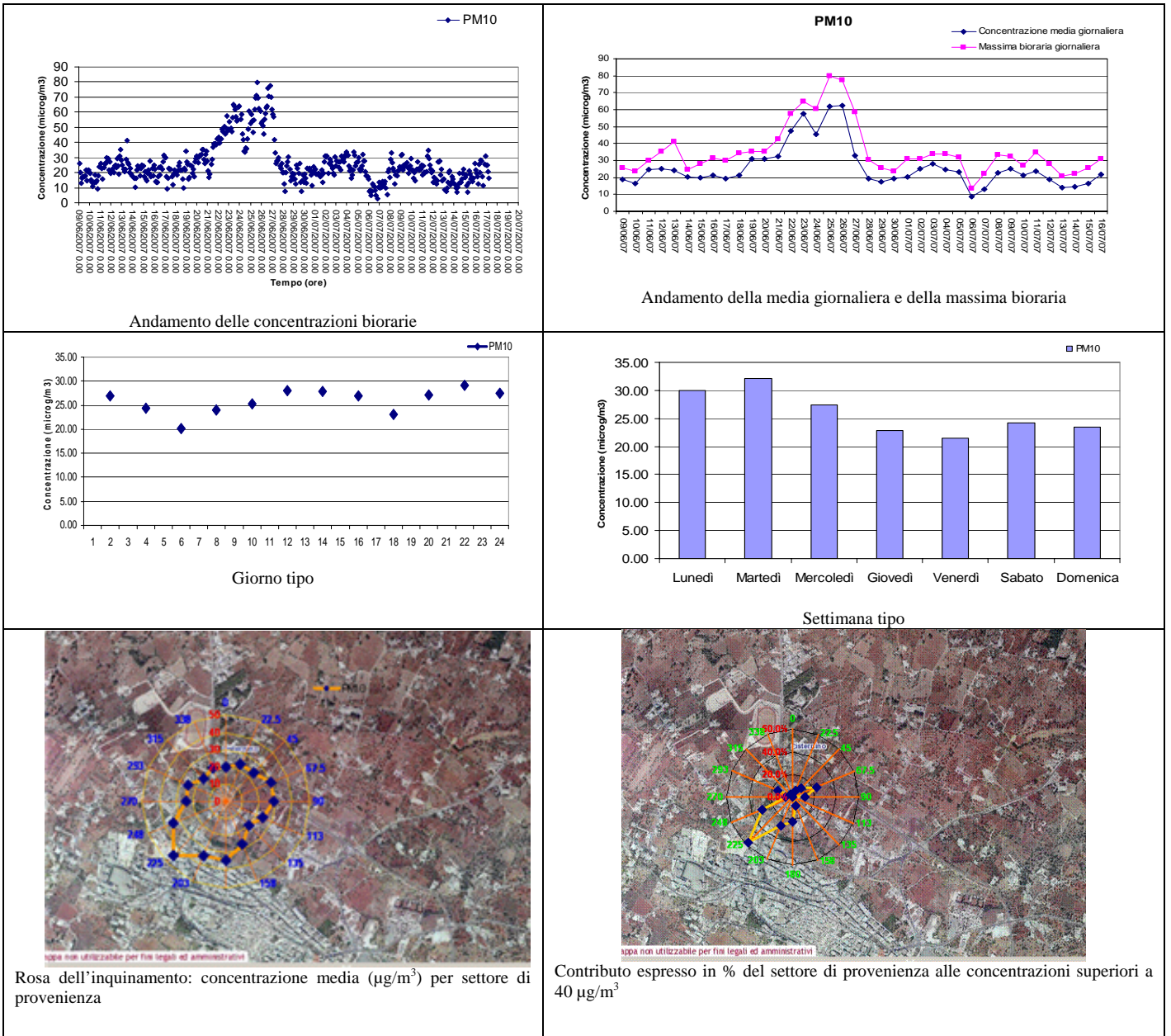
I valori orari di monossido di carbonio sono risultati particolarmente bassi, innalzandosi solo in particolari condizioni di scarso rimescolamento atmosferico. L'andamento giornaliero tipo presenta un generale innalzamento serale e notturno, un picco nelle prime ore del mattino (tra le 6 e le 8) ed una riduzione fino alle ore 16. Si noti che il 14% delle concentrazioni provenienti dai settori SO sono risultate superiori a  $0.5\text{ mg}/\text{Nm}^3$ . L'andamento della settimana tipo mostra una lieve riduzione delle concentrazioni nella giornata di giovedì.

## SO2 (anidride solforosa)



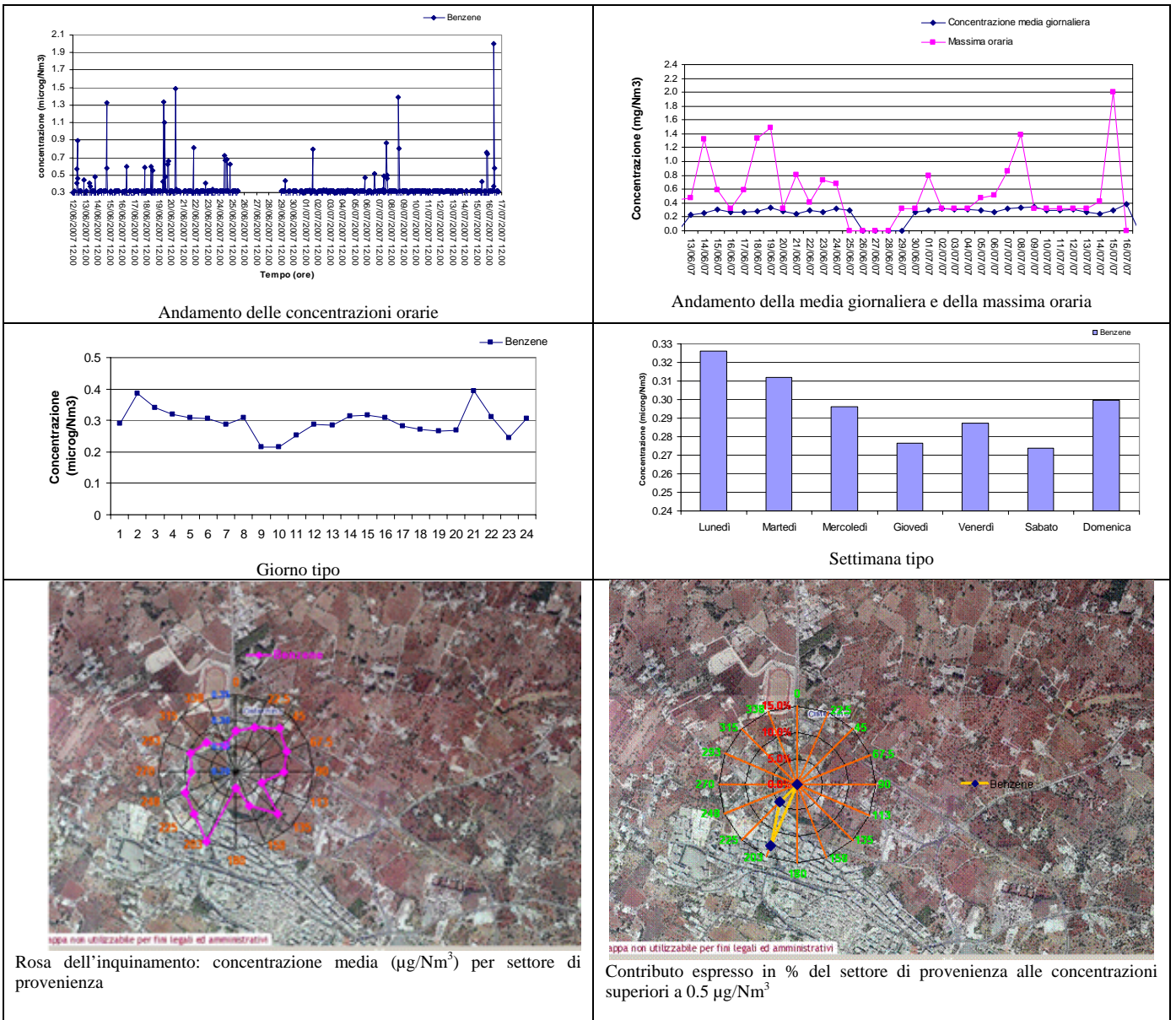
L'andamento giornaliero tipo presenta per questo inquinante un generale innalzamento serale e notturno ed un leggero aumento nelle ore centrali della giornata. Si noti che il 40% ed il 30% delle concentrazioni provenienti rispettivamente dai settori SO e ESE sono risultate superiori a  $10 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . L'andamento della settimana tipo mostra che mediamente le concentrazioni maggiori si rilevano nei primi tre giorni della settimana.

## PM10



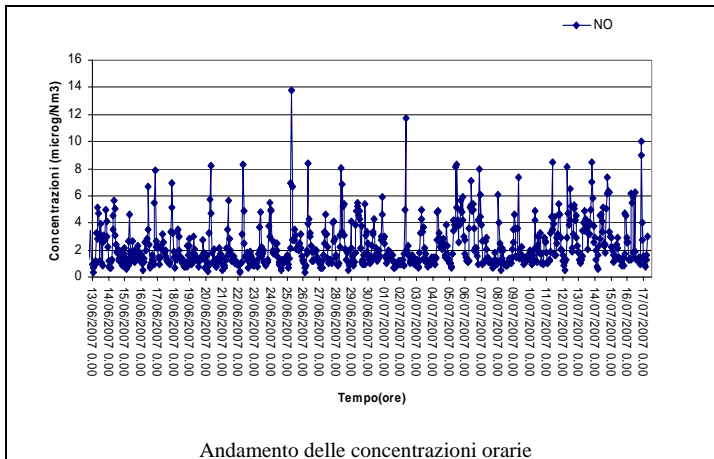
Le concentrazioni medie biorarie di PM10 risultano per lo più comprese tra i 20 ed i 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , eccetto che nel periodo, esaminato nei paragrafi precedenti, compreso tra il 21 /06 ed il 28/06. L'andamento giornaliero tipo mostra un innalzamento globale delle concentrazioni nelle ore serali e notturne e nelle ore centrali della giornata. La settimana tipo mostra una riduzione delle concentrazioni medie dal lunedì al venerdì ed un lieve incremento nel week-end. Si noti che il 57% delle concentrazioni provenienti dai settori SO sono risultate superiori ai 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

## Benzene

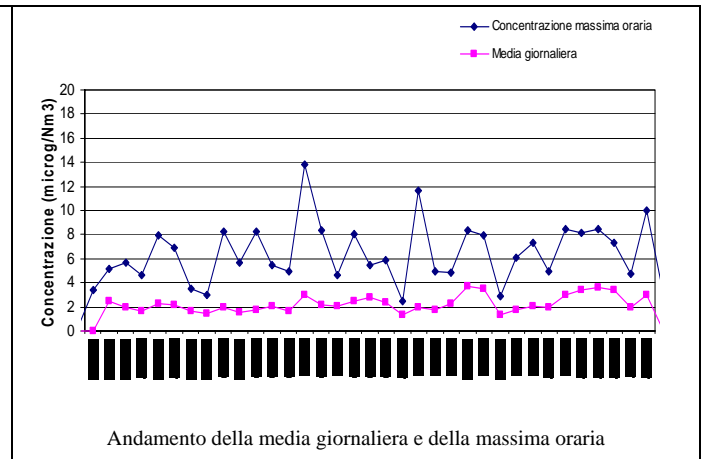


I valori orari di benzene sono risultati particolarmente bassi superando solo in particolari condizioni di scarso rimescolamento atmosferico la soglia di rilevabilità dello strumento. Pertanto per questo inquinante l'andamento giornaliero tipo è risultato particolarmente piatto, evidenziando mediamente un leggero aumento serale e notturno; si noti che il 13% delle concentrazioni provenienti dai settori SSE sono risultate superiori a 0.5  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . L'andamento della settimana tipo mostra una riduzione delle concentrazioni di benzene nel week-end, in particolare nella giornata di sabato.

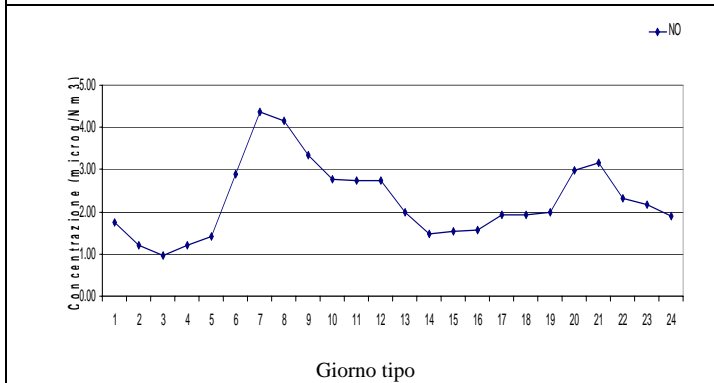
## NO (monossido di azoto)



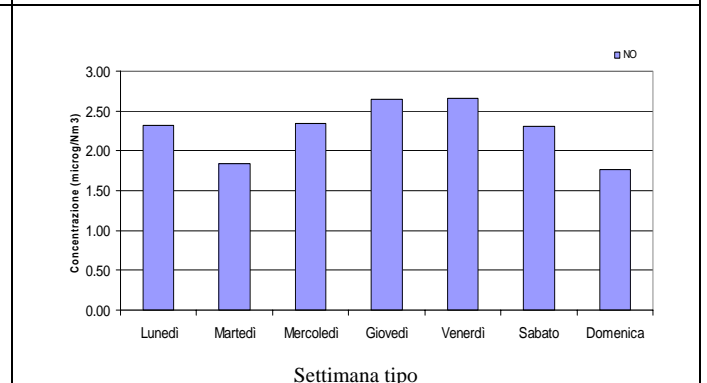
Andamento delle concentrazioni orarie



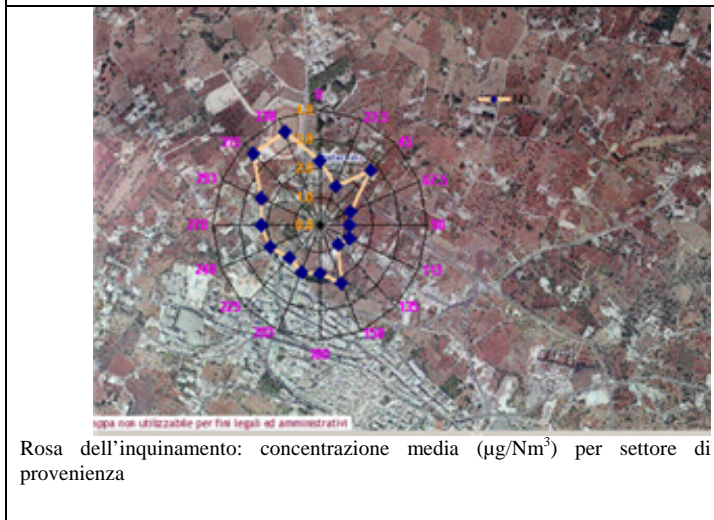
Andamento della media giornaliera e della massima oraria



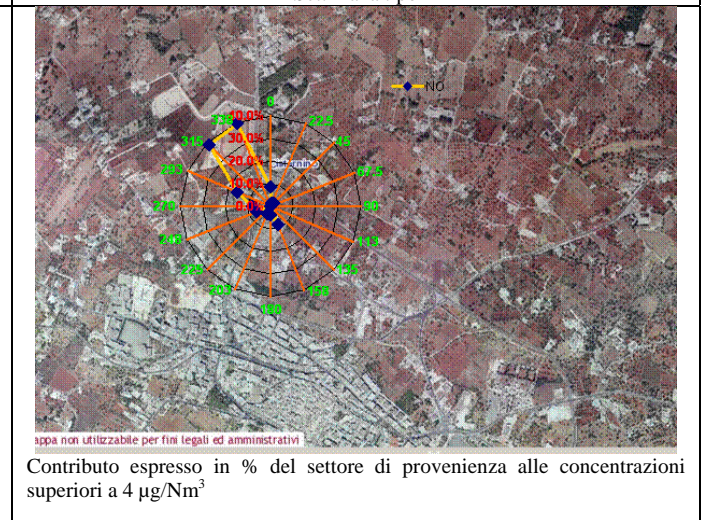
Giorno tipo



Settimana tipo



Rosa dell'inquinamento: concentrazione media ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ) per settore di provenienza



Contributo espresso in % del settore di provenienza alle concentrazioni superiori a  $4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Differentemente da tutti gli altri inquinanti l'andamento giornaliero tipo dell'NO presenta un picco nelle prime ore del mattino (tra le 7 e le 8), una diminuzione nella parte centrale della giornata, un lieve picco in serata tra le 20 e le 21 ed una riduzione notturna. Si noti che il 40% delle concentrazioni provenienti dai settori NO - NNO sono risultate superiori a  $4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . L'andamento della settimana tipo mostra un andamento abbastanza uniforme delle concentrazioni; mediamente le concentrazioni più basse si rilevano nelle giornate di martedì e di domenica.

Nella tabella successiva si riporta la matrice di correlazione calcolata tra i valori giornalieri degli inquinanti SO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, Benzene e NO.

	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO</b>	<b>CO</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>Benzene</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	1.0	-0.4	0.7	0.6	0.2
<b>NO</b>		1.0	-0.4	-0.2	-0.1
<b>CO</b>			1.0	0.3	0.3
<b>PM<sub>10</sub></b>				1.0	0.1
<b>Benzene</b>					1.0

Significativa è la correlazione tra il CO, il PM<sub>10</sub> e l'SO<sub>2</sub>: ciò permette di ipotizzare che i suddetti inquinanti possano provenire da una medesima sorgente.

## 10 Confronto con le centraline della Provincia di Brindisi e di Martina Franca

Nei grafici successivi si confrontano per gli inquinanti normati gli andamenti giornalieri rilevati dal laboratorio mobile, collocato a Cisternino, con quelli rilevati da alcune centraline fisse della rete di monitoraggio gestita da ARPA Puglia, installate in Provincia di Brindisi e a Martina Franca<sup>8</sup>, comune limitrofo a Cisternino. Le centraline fisse utilizzate nel suddetto confronto sono state selezionate in funzione sia del grado di rappresentatività del territorio sia della percentuale di dati validi disponibili nel periodo di monitoraggio.

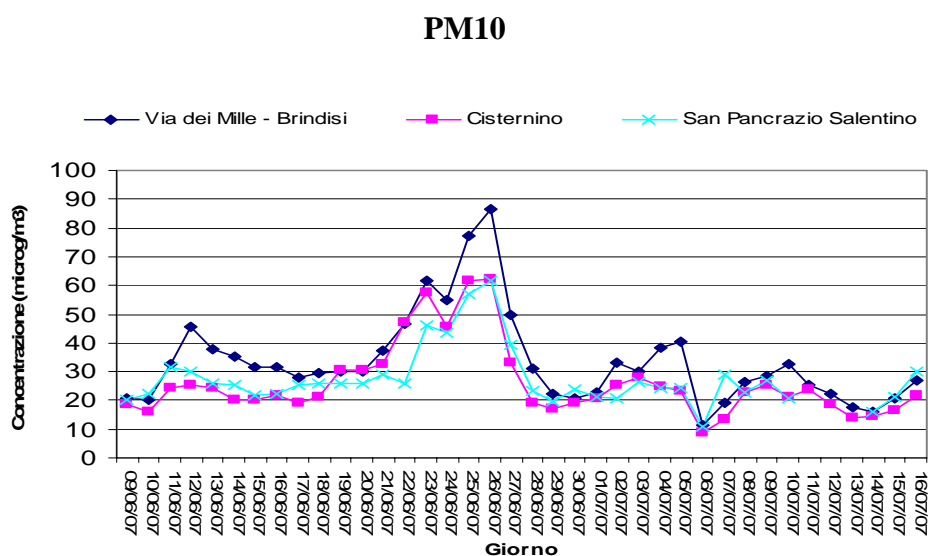


Fig. 10.1 Andamento giornaliero per il PM10 rilevato dalle centraline “Via dei Mille”- Brindisi, San Pancrazio Salentino e dal laboratorio mobile.

Nella fig. 10.1 si confrontano gli andamenti giornalieri per il PM10 rilevati a Cisternino con quelli rilevati dalla centralina, di tipo urbano, denominata “Via dei Mille”, sita presso il comune di Brindisi, e la centralina, di tipo suburbano, sita a San Pancrazio Salentino, comune posto a Sud-Ovest di Brindisi.

Dal grafico è evidente l'estrema somiglianza tra gli andamenti, confermata dagli elevati valori dei relativi indici di correlazione, riportati nella tabella 10.1. L'andamento delle concentrazioni di PM10 risulta in generale fortemente condizionato e modulato dalle variabili meteorologiche, diversamente dai valori delle concentrazioni di PM10 che possono dipendere dalla presenza di sorgenti locali. Nella tabella 10.2 si riportano i valori medi delle concentrazioni di PM10 nei 3 siti. Come atteso, le concentrazioni di PM10 nell'area brindisina urbana risultano essere superiori a quelle rilevate a Cisternino e a San Pancrazio Salentino.

<sup>8</sup> Gli inquinanti normati, monitorati dalla centralina della rete RRQA installata a Martina Franca, sono CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> ed il benzene.

	Cisternino	Via dei Mille - Brindisi	San Pancrazio Salentino
Cisternino	1	0.93	0.88
Via dei Mille - Brindisi		1	0.91
San Pancrazio Salentino			1

Tab 10.1 Correlazioni tra gli andamenti giornalieri di PM10

Concentrazione Media di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	26	34	28

Tab. 10.2 Concentrazioni medie di PM10 sul periodo di monitoraggio

### CO (monossido di carbonio)

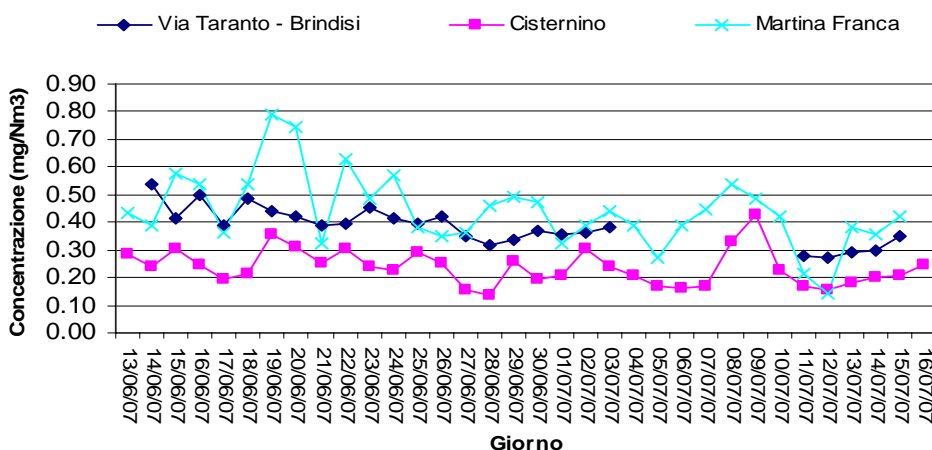


Fig. 10.2 Andamento giornaliero del monossido di carbonio rilevato dalle centraline site a Brindisi e a Martina Franca e dal laboratorio mobile

Nella fig. 10.2 si confrontano gli andamenti giornalieri per il CO rilevati a Cisternino con quelli rilevati dalla centralina, di tipo urbano, denominata “Via Taranto”, sita presso il comune di Brindisi, e dalla centralina, di tipo urbano, sita a Martina Franca. Come atteso, le concentrazioni di CO rilevate dalle centraline urbane risultano essere superiori a quelle rilevate dal laboratorio mobile, collocato in contesto suburbano.

### NO<sub>2</sub> (biossido di azoto)

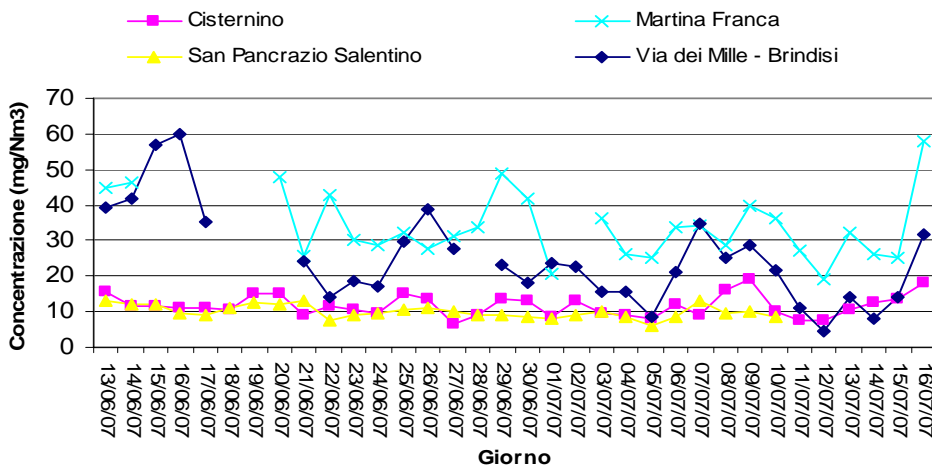


Fig. 10.3 Andamento giornaliero del biossido di azoto rilevato dalle centraline site in Via dei Mille, a Brindisi, a Martina Franca e a San Pancrazio Salentino e dal laboratorio mobile



Nella fig. 10.3 si confrontano gli andamenti giornalieri per l'NO<sub>2</sub> rilevati a Cisternino con quelli rilevati dalle centraline, di tipo urbano, denominata "Via Taranto", sita presso il comune di Brindisi, dalla centralina, di tipo urbano, sita a Martina Franca e dalla centralina di tipo suburbano collocata presso il comune di San Pancrazio Salentino. Come atteso, le concentrazioni di NO<sub>2</sub> rilevate dalle centraline urbane risultano essere superiori a quelle rilevate dal laboratorio mobile, collocato in contesto suburbano, e dalla centralina sita a San Pancrazio Salentino.

### O<sub>3</sub> (ozono)

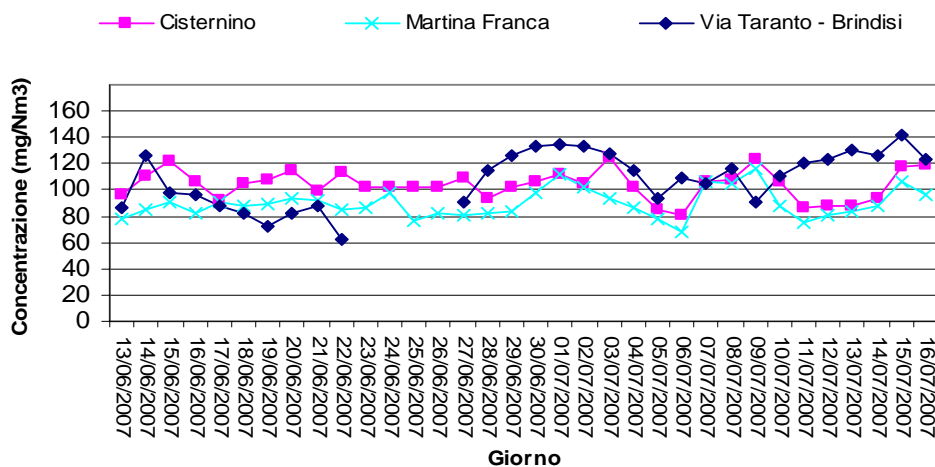


Fig. 10.4 Andamento giornaliero delle concentrazioni di ozono, rilevato dalle centraline site in Via Taranto, a Brindisi, a Martina Franca e dal laboratorio mobile collocato a Costernino.

Nella fig. 10.4 si confrontano gli andamenti giornalieri per l'ozono rilevati a Cisternino con quelli rilevati dalla centralina, di tipo urbano, denominata "Via Taranto", sita presso il comune di Brindisi, e dalla centralina, di tipo urbano, sita a Martina Franca. Le concentrazioni di O<sub>3</sub> risultano abbastanza omogenee nei 3 siti. Al fine di evidenziare il carattere regionale di tale inquinante di seguito si riporta il grafico delle concentrazioni giornalieri di Ozono rilevate presso Cisternino e presso alcune centraline fisse di tipo suburbano o urbano (una per provincia).

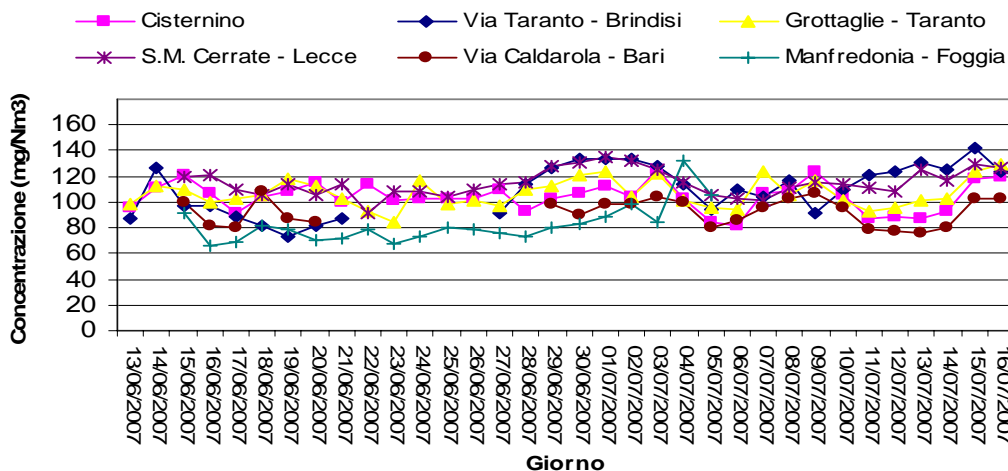


Fig. 10.5 Andamento giornaliero delle concentrazioni di ozono, rilevate dal laboratorio mobile e dalle centraline site nelle 5 province pugliesi.

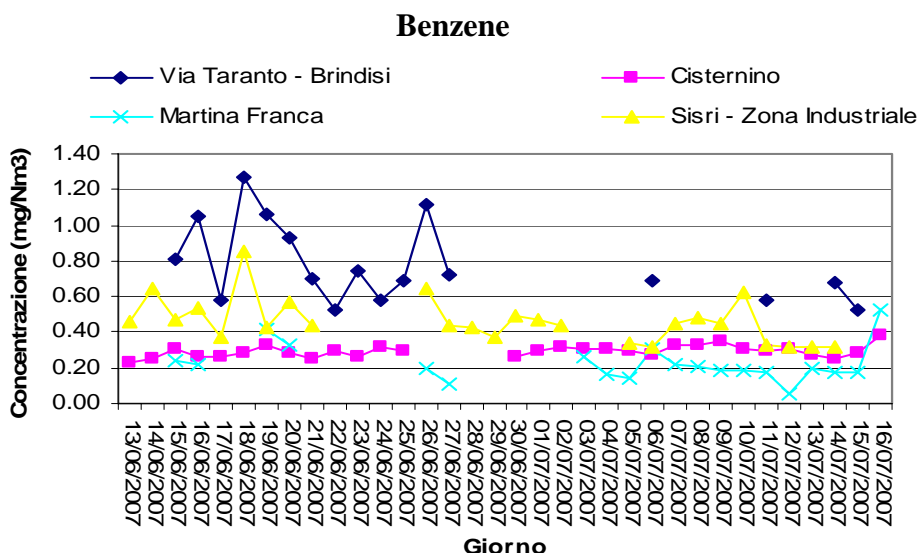


Fig 10.6 Andamento giornaliero delle concentrazioni di benzene, rilevate dal laboratorio mobile e dalle centraline “Via Taranto”, “Sisri” e “Martina Franca”

Nella fig. 10.6 si confrontano gli andamenti giornalieri per il benzene rilevati a Cisternino con quelli rilevati dalla centralina, di tipo urbano, denominata “Via Taranto”, sita presso il comune di Brindisi, dalla centralina, di tipo urbano, sita a Martina Franca, dalla centralina “Sisri”, collocata nella zona industriale brindisina. Le concentrazioni di benzene rilevate a Cisternino sono confrontabili con quelle rilevate nel comune di Martina Franca, ma inferiori a quelle rilevate nel comune di Brindisi, in particolare dalla centralina “Via Taranto”.

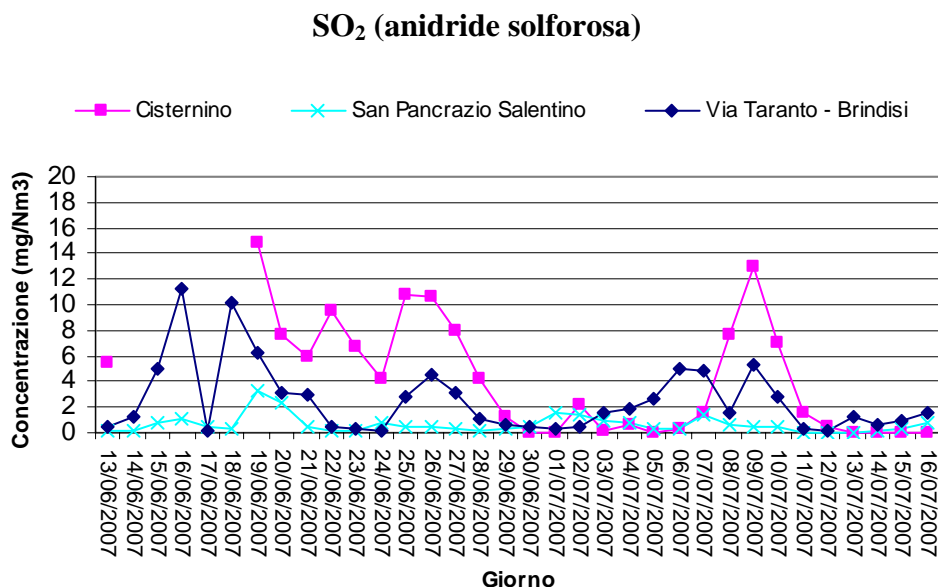


Fig 10.7 Andamento giornaliero delle concentrazioni di anidride solforosa, rilevate dal laboratorio mobile e dalle centraline “Via Taranto” e San Pancrazio Salentino.

Nella fig. 10.7 si confrontano gli andamenti giornalieri per l’anidride solforosa rilevati a Cisternino con quelli rilevati dalla centralina, di tipo urbano, denominata “Via dei Mille”, sita presso il comune di Brindisi, e dalla centralina, di tipo suburbano, sita a San Pancrazio Salentino, collocata a SO rispetto a Brindisi. Le concentrazioni di anidride solforosa rilevate a Cisternino, pur essendo molto al di sotto dei limiti normativi, risultano superiori a quelle rilevate dalle suddette centraline fisse. L’analisi dei dati non permette di definire quale possa essere l’esatta origine di tali concentrazioni. Il fatto che i valori di SO<sub>2</sub> aumentino in corrispondenza delle calme di vento, fa ritenere plausibile l’influenza di sorgenti locali. D’altro canto l’analisi delle concentrazioni in funzione dei settori di provenienza (fig. 10.8) non consente di escludere la presenza di un contributo da parte delle aree industriali tarantina e brindisina.



Fig. 10.8 Contributo espresso in % del settore di provenienza alle concentrazioni di SO<sub>2</sub> superiori a 10 µg/Nm<sup>3</sup>

## Conclusioni

Le misure effettuate con il laboratorio mobile sul territorio del comune di Cisternino hanno consentito una caratterizzazione generale della qualità dell'aria circostante.

Non sono state rilevate particolari criticità legate alla situazione locale per quanto riguarda il superamento di soglie di attenzione e di allarme da parte degli inquinanti monitorati. Durante il periodo di monitoraggio per gli inquinanti SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> e benzene non sono stati registrati superamenti dei limiti normativi. Il PM<sub>10</sub> ha superato il valore limite di legge per 3 giorni su 38 di monitoraggio. La frequenza e l'intensità dei superamenti è risultata però confrontabile con quanto osservato presso le altre postazioni fisse della provincia e della regione Puglia. Il carattere regionale di tali episodi di inquinamento, unito ad alcune considerazioni ed elaborazioni presentate, fa ritenere che alle concentrazioni di PM<sub>10</sub> abbia contribuito l'avvezione di sabbia sahariana.

In particolare il confronto tra gli andamenti rilevati a Cisternino con quelli rilevati dalle centraline fisse installate in provincia di Brindisi e presso il comune di Martina Franca ha evidenziato che:

- i valori di NO<sub>2</sub> mostrano andamenti e livelli medi di concentrazione inferiori a quelli misurati presso le postazioni urbane della provincia e di Martina Franca, ma confrontabili con quelle suburbane;
- i valori medi di CO sono inferiori a quelli misurati nelle postazioni fisse;
- per quanto riguarda l'SO<sub>2</sub>, i valori e gli andamenti sono risultati superiori rispetto a quelli rilevati dalle centraline della rete fissa; l'analisi statistica e meteorologica non consente di escludere l'influenza sia di sorgenti locali che delle sorgenti industriali dell'area brindisina e tarantina;
- i valori e gli andamenti dell'O<sub>3</sub> sono paragonabili a quelli rilevati presso le centraline della Regione Puglia;
- il PM<sub>10</sub> mostra un andamento del tutto sovrapponibile a quanto rilevato nelle postazioni di Brindisi, con valori medi giornalieri leggermente inferiori.