

ENEL

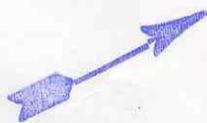
Società per azioni

IM2/FY/006

DIREZIONE COSTRUZIONI
UNITA' LABORATORIO CENTRALE

2767

20 DIC. 1995

Spett.le ENEL SpA
DCO PL
V.le Regina Margherita, 137
00198 ROMASpett.le ENEL SpA
DPT - RIT MC
Loc. Pian dei Gangani
01014 MONTALTO DI CASTRO VT**Oggetto: Montalto di Castro: campagne di misura con TG funzionanti.**

A seguito degli incarichi ricevuti nella riunione del 10.12.93 (punto 2 del verbale MC1.0080.ZL ns. prot. A93 004451 del 22.12.93) inviamo la relazione dal titolo "Caratterizzazione della qualità dell'aria. Indagini effettuate nella primavera ed estate 1994".

Il periodo autunnale sarà valutato utilizzando i dati della rete e sarà riportato nel relativo rapporto trimestrale.

Con i migliori saluti.

ENEL
Società per azioni
DIREZIONE COSTRUZIONI
UNITA' LABORATORIO CENTRALE

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|-----|-----|-----|--------|
| ENEL Società per azioni | | | | | |
| DP: RI MON. ALT. DI CASTRO | | | | | |
| 22.12.95 02392 | | | | | |
| DIR | A T S | | | | C.L.E. |
| | IMP | CEA | GES | PAM | |

All.: Doc. MC00317TSIPE456

LPEA:GaC/In
u\cond\pea\carboni\mont024.doc

ENEL

Società per azioni

DIREZIONE COSTRUZIONI
UNITÀ LABORATORIO CENTRALE

RELAZIONE TECNICA

Documento

MC00317TTSIPE456

Pag. 1

di 53

Impianto:

C.LE DI MONTALTO DI CASTRO

Titolo:

CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITA' DELL'ARIA.
Indagini effettuate nella primavera ed estate 1994.

| SISTEMA | TIPO ELABORATO | DISCIPLINA | | | | | |
|---------|-----------------------------|--------------|----------------|--|-----|----------|----|
| | | | | | | | |
| REV. | DESCRIZIONE DELLE REVISIONI | | | | | SE | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 0 | 20-11-95 | LPEA:AIT, EB | | | | LPEA LPE | |
| REV. | DATA | INCARICATO/I | COLLABORAZIONI | | SDA | REE | SE |

SOMMARIO

Il programma di indagine concordato per la caratterizzazione della qualità dell'aria nel comprensorio circostante la centrale di Montalto di Castro prevedeva l'esecuzione di campagne di rilevamento periodiche durante la fase di costruzione.

Nel rapporto DCO-LP ECL/AA/39/92/F sono illustrati i risultati delle campagne svolte rispettivamente dal 24.05 al 26.06.1990 e dal 22.10 al 16.11.1991 nella fase iniziale della costruzione. Nel presente documento sono riportati i risultati delle campagne eseguite nella primavera ed estate 1994 con i Turbogas in condizioni operative.

Questi dati consentono una valutazione aggiornata dello stato della qualità dell'aria nel comprensorio di interesse nonché l'interpretazione degli andamenti delle concentrazioni al suolo in funzione delle sorgenti locali esistenti e dei parametri meteorologici.

Il comprensorio è risultato interessato da livelli dei parametri indicatori dell'inquinamento molto modesti in rapporto agli standard di qualità dell'aria.

Commessa N°: / Ambito di diffusione: F

LISTA DI DISTRIBUZIONE

| COPIE PER DISTRIBUZIONE INTERNA | | COPIE PER DIFFUSIONE ESTERNA | |
|---------------------------------|----|------------------------------|----|
| Destinatari | N° | Ente / Destinatario | N° |
| Archivio Generale | 1 | RIT MONTALTO | 2 |
| LPE | 1 | DCO AI-TA | 3 |
| LPEA | 3 | | |

INDICE**1. PREMESSA E SCOPI****2. MODALITA' DI INDAGINE****2.1 ASSETTO STRUMENTALE PREDISPOSTO PER LE CAMPAGNE
SPERIMENTALI****2.2 MODALITA' DI MISURA E DI ELABORAZIONE DEI DATI****3. RISULTATI E DISCUSSIONE****3.2 RISULTATI DELLA CAMPAGNA PRIMAVERILE****3.3 RISULTATI DELLA CAMPAGNA ESTIVA****4 CONCLUSIONI**

1. PREMESSA E SCOPI

Il programma di indagine concordato per la caratterizzazione della qualità dell'aria nel comprensorio circostante la centrale di Montalto di Castro prevedeva l'esecuzione di campagne di rilevamento periodiche durante la fase di costruzione.

Nel rapporto DCO-LP ECL/AA/39/92/F sono illustrati i risultati delle campagne svolte rispettivamente dal 24.05 al 26.06.1990 e dal 22.10 al 16.11.1991 nella fase iniziale della costruzione.

Nella primavera e nell'estate 1994, sono state effettuate analoghe indagini con i Turbogas della Centrale in fase operativa, in cui sono state utilizzate le postazioni già funzionanti della Rete di Rilevamento della Qualità dell'aria e postazioni rilocabili.

Nel presente rapporto sono riportati i risultati delle indagini sulla qualità dell'aria con riferimento agli inquinanti convenzionali (SO₂, NO, NO₂, Polveri e O₃) eseguite dal 1.04 al 28.04.94 come periodo freddo e dal 26.07 al 30.09.94 (con l'esclusione del periodo dal 3 al 21.08) come periodo caldo.

Le indagini effettuate hanno consentito un aggiornamento dello stato della qualità dell'aria nel comprensorio in esame nella suddetta fase di approntamento della Centrale.

2. MODALITA' DI INDAGINE

2.1 ASSETTO STRUMENTALE PREDISPOSTO PER LE CAMPAGNE SPERIMENTALI

In conformità al programma è stato realizzato l'assetto strumentale, indicato in fig. 1, che integra opportunamente la strumentazione della rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria (RRQA) con quella appositamente installata per le campagne di rilevamento e costituita da postazioni temporanee appositamente attrezzate per la misura automatica continua degli inquinanti di riferimento.

Nel periodo primaverile in attesa della sistemazione definitiva delle postazioni della rete sono state attivate le seguenti postazioni:

- Campo Scala, collocata a N dell'abitato di Montalto di Castro ad una distanza di circa 1 km da quest'ultimo e a circa 6 km in direzione E dalla Centrale, sulla strada che dall'Aurelia conduce a Castelluccio di Vulci.
- Canino, collocata a S dell'abitato a circa 50 m dalla strada che collega Canino a Montalto. Nella zona sono presenti alcuni frantoi per la produzione dell'olio d'oliva; a NW della postazione è collocato un cementificio. La distanza dalla Centrale è di circa 20 km e risulta sottovento per venti da SW.
- Pescia Romana, collocata ad E dell'abitato e a S della Statale Aurelia (a circa 0.5 km). Si trova a NW dalla Centrale ad una distanza di circa 4 km.
- Riva dei Tarquini, collocata sulla strada che collega Riva dei Tarquini a Tarquinia Lido. Si trova in direzione SE rispetto alla Centrale ad una distanza di circa 12 km; la statale Aurelia passa a circa 1 km di distanza.

- Torre Palazzi, collocata in zona rurale a circa 13 km dalla Centrale in direzione NW.

Nel periodo estivo essendo definitivamente funzionanti le stazioni della rete sono state attivate le sole postazioni aggiuntive di Riva dei Tarquini e Pescia Romana.

Le postazioni della RRQA sono:

- 1 Vulci
- 2 Campo Scala
- 3 Torre Palazzi
- 4 Riserva della Marzola
- 5 Musignano

In entrambe le campagne sono state effettuate misure di SO₂, NO₂, NO, O₃ e Polveri (PTS) in tutte le postazioni. A Campo Scala, in primavera, era attiva la misura del CO al posto di quella delle Polveri.

Nelle postazioni della RRQA risultano attive le misure di SO₂, NO₂, NO e PTS,

In estate, oltre alle stesse misure di base, era attiva la misura di CO a Pescia Romana e di O₃ a Pescia Romana e Riva dei Tarquini.

2.2 MODALITA' DI MISURA E DI ELABORAZIONE DEI DATI

Tutte le postazioni di misura sono state equipaggiate con complessi strumentali automatici conformi alle prescrizioni in legge (DPCM del 28/3/83 e DPR 203/88). Le postazioni della RRQA includono sistemi per la calibrazione automatica temporizzata e per l'acquisizione, le verifiche di plausibilità e la compattazione dei dati elementari come medie orarie.

Esse effettuano calibrazioni automatiche di zero e di span ogni 24 ore. Controlli manuali sono effettuati con frequenza mensile.

Le postazioni rilocabili vengono controllate con calibrazioni manuali di zero e di span con frequenza rispettivamente giornaliera e settimanale.

Gli effetti delle eventuali derive di zero e di span vengono eliminati correggendo i valori misurati in un intervallo temporale delimitato da due calibrazioni, con funzioni lineari del tipo $y=mx+q$, in cui:

y=dato corretto

x=dato acquisito

$$m=[\text{Span rif.} - \text{Zero rif.}/\text{Span letto} - \text{Zero letto}] \cdot \frac{\Delta t}{\Delta T}$$

$$q=(\text{Zero rif} - \text{Zero letto}) \cdot \frac{\Delta t}{\Delta T}$$

Δt indica l'intervallo di tempo tra la calibrazione precedente e la misura generica; ΔT l'intervallo di tempo tra due calibrazioni successive.

I valori di "Span rif." e di "Zero rif." i sono quelli indicati dall'analizzatore quando vi vengono iniettati i rispettivi gas di taratura nella prima calibrazione, mentre quelli di "Span letto" e "Zero letto" si riferiscono alla seconda calibrazione.

Tutti i dati raccolti e validati sono resi disponibili su supporto magnetico nel formato MS-DOS 3.*.

Per compattare l'informazione contenuta nei dati rilevati e consentire di evidenziare i lineamenti principali della qualità dell'aria sono state effettuate le seguenti elaborazioni standard per ciascuna postazione e ciascun inquinante:

a) andamenti temporali delle concentrazioni medie giornaliere di SO₂, NO₂, NO, O₃ e Particelle Totali Sospese (PTS), - limitatamente ai giorni in cui vi sono valori medi orari validi per almeno l'80% del tempo - nelle diverse postazioni e loro interpretazione in funzione dell'evoluzione della situazione meteorologica complessiva.

Per facilitare il confronto con gli standard di qualità dell'aria, oltre alle rispettive medie giornaliere, per NO₂ e O₃, sono riportate nelle stesse figure le concentrazioni medie orarie massime del giorno;

b) "giorno tipico", cioè andamento delle concentrazioni medie degli inquinanti lungo l'arco della giornata per l'intero periodo.

c) "rose di vento-concentrazione", cioè diagrammi polari delle concentrazioni medie per i diversi settori di provenienza del vento; questa presentazione identifica visivamente la direzione da cui proviene l'inquinamento e può permettere, tramite giudizio di esperto, di individuare le sorgenti maggiormente responsabili.

I dati anemologici presi a riferimento per l'elaborazione delle rose di vento - concentrazione sono quelli della postazione di Centrale, in quanto si ritiene rappresentativa delle principali circolazioni sul territorio.

Al fine di descrivere in dettaglio i meccanismi dispersivi che producono i rialzi di concentrazione al suolo si fa riferimento altresì all'analisi fenomenologica di episodi di rialzo significativo rispetto al fondo medio, riportati nei rapporti trimestrali di presentazione dei dati della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (relaz. nr. MC0317TSIPE313 e nr. MC0317TSIPE314). In questi rapporti sono stati infatti individuati i valori orari di SO₂ o di NO₂ che hanno superato la soglia, scelta arbitrariamente, di 50 µg/m³ per almeno uno di questi inquinanti. In essi sono graficati a livello orario i parametri più rappresentativi per l'interpretazione di questi episodi: gli andamenti delle concentrazioni orarie di SO₂, e NO₂; il rapporto volumetrico SO₂/NO_x; la direzione e velocità del vento misurata in Centrale. Il rapporto volumetrico SO₂/NO_x è calcolato quando entrambi i parametri sono presenti con concentrazioni superiori a 3 µg/m³, al fine di evitare errori percentuali molto grandi nei quali si incorre quando i valori sono prossimi alla sensibilità strumentale.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

3.2 RISULTATI DELLA CAMPAGNA PRIMAVERILE

La campagna primaverile si è svolta dal 1 al 28 aprile 1994.

In questo periodo la Centrale ha funzionato saltuariamente con in media due turbogas funzionanti contemporaneamente. In fig. 2 è riportato l'andamento orario della potenza totale erogata. In generale il periodo di funzionamento è diurno dalle 8 alle 20.

L'andamento dei parametri meteorologici è riassunto in fig. 3 dove è riportata l'evoluzione dei tipi di tempo nel periodo di misura, l'andamento della nuvolosità media giornaliera e le giornate con pioggia. Il tempo si è presentato in prevalenza perturbato e coperto (principalmente in associazione con i tipi di tempo 2, 3 e 4); Solo quattro giornate serene si sono riscontrate in tutto l'arco del mese.

In fig. 4 è riportata la rosa dei venti del periodo che mostra una prevalenza da ENE associata a venti deboli; seguono i venti tra WSW e NW associati a venti moderati o forti. La percentuale delle calme di vento è molto bassa (3,4%).

Le concentrazioni medie del periodo primaverile, calcolate sui dati disponibili, espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (e in mg/m^3 per il CO), sono riportate nella seguente tabella:

| | SO2 | NO | NO2 | NO _x | O3 | CO | Polv |
|-------------------|-----|----|-----|-----------------|----|-----|------|
| Campo Scala | 2 | 1 | 9 | 11 | 48 | 0,3 | - |
| Canino | 3 | 3 | 11 | 15 | 52 | - | 26 |
| Pescia Romana | 4 | 1 | 7 | 9 | 64 | - | 18 |
| Riva dei Tarquini | 3 | 2 | 7 | 10 | 64 | - | 18 |
| Torre Palazzi | 2 | 1 | 3 | 5 | 54 | - | 20 |

Gli andamenti temporali delle concentrazioni medie giornaliere dei diversi inquinanti sono riportate nelle figg. 5a-f.

Ogni figura riporta i diversi andamenti di ciascuna postazione per il periodo stagionale di indagine.

Dall'analisi di questi andamenti si è rivelato quanto segue:

- le medie giornaliere di SO₂ (fig. 5a) registrano in tutte le postazioni valori di fondo inferiori a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Modesti rialzi, registrati a Pescia Romana e a Torre Palazzi arrivano a $7\div 8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- le concentrazioni medie di NO_x (fig. 5b) registrate a Pescia Romana e in particolare a Torre Palazzi risultano molto modeste, quasi sempre inferiori a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A Campo Scala e a Riva dei Tarquini l'andamento si colloca mediamente tra 8 e $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre i valori più elevati arrivano a $10\div 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Canino presenta le medie più elevate. Qui il fondo risulta intorno a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre valori di circa $20\div 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ risultano nei giorni

dal 4 al 7, l'11 e il 12, il 15, dal 20 al 22 e il 27 aprile; la media più elevata di $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stata registrata il 22.

- le concentrazioni medie di NO_2 (fig. 5c) risultano molto contenute in quasi tutte le postazioni. A Campo Scala, Pescia Romana, Riva dei Tarquini e a Torre palazzi si riscontrano sempre valori inferiori a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A Canino i valori, leggermente più elevati, risultano comunque contenuti entro $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A livello orario Canino, con alcuni valori intorno a $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e altri intorno a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, presenta le concentrazioni più elevate. Nelle altre postazioni i valori massimi orari non superano i $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- le medie giornaliere di NO (fig. 5d) risultano in tutte le postazioni molto modeste spesso al limite della sensibilità strumentale. La postazione di Canino, che presenta le medie più elevate, è caratterizzata da un valore di quasi $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (un caso) e da altri che raggiungono i $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- le medie giornaliere di O_3 (fig. 5e) presentano andamenti attesi, cioè in rapporto alla radiazione solare del periodo. I valori misurati risultano intorno a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Campo Scala, Canino e a Pescia Romana. A Riva dei Tarquini e a Torre Palazzi pur in presenza di analoghi valori di fondo, talvolta si raggiungono i $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche a livello orario a Campo Scala, Canino, si riscontrano valori più contenuti: in media $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A Pescia Romana e Torre Palazzi si riscontrano valori tra 75 e $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Riva dei Tarquini presenta la distribuzione di valori orari più elevata: tra 75 e $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- l'andamento del CO , misurato solo a Campo Scala (fig. 5f), presenta medie giornaliere inferiori a $0,5 \text{ mg}/\text{m}^3$. Le concentrazioni massime di 8 ore risultano di poco superiori alle rispettive medie giornaliere e solo in pochi casi superano $0,5 \text{ mg}/\text{m}^3$.

- le Polveri (riportate sempre in fig. 5f) presentano in tutte le postazioni, ad eccezione di Campo Scala, dove non era attiva la misura, medie giornaliere che poco si discostano da $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A Canino si riscontrano i valori più elevati.

Gli andamenti del "giorno tipico" sono riportati in figg. 6a-d per tutti gli inquinanti di tutte le postazioni.

Il giorno tipico di SO_2 (fig. 6a) risulta caratterizzato in tutte le postazioni da concentrazioni molto modeste, inferiori a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In conseguenza non sono evidenziabili fenomeni ciclici ad eccezione del grafico di Riva dei Tarquini sul quale risultano modesti rialzi (fino a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto ad un fondo di $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) di mattino, alle ore 10, e di pomeriggio, nelle ore 15-20.

Il giorno tipico degli ossidi di azoto (fig. 6b) presenta andamenti diversi nelle varie postazioni. A Campo Scala si osservano valori modestissimi di NO a tutte le ore della giornata. NO_2 ed NO_x presentano due rialzi (con valori massimi inferiori a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$): alle 9 alle 12, di modesta entità, il primo e dalle 17 alle 21, più consistente, il secondo. A Canino sono presenti due rialzi di cui il primo marcato dalle 5 alle 9 (valori di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_x , 25 di NO_2 e circa $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO); il secondo, più modesto, dalle 17 alle 21 (con $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_x , 15 di NO_2 , e di pochi $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO). Nelle postazioni di Pescia Romana e Riva dei Tarquini si riscontrano due modesti rialzi nell'arco della giornata, entrambi caratterizzati da trascurabili valori di NO , uno al mattino ore 5-9 e l'altro al pomeriggio tra

le 19 e le 23, i cui massimi si collocano tra 10 e 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_x . Torre Palazzi non presenta rialzi; il grafico risulta praticamente piatto su valori prossimi allo zero sia per NO , che per NO_2 , e quindi per NO_x .

L'ozono (fig. 6c) mostra in tutte le postazioni l'andamento caratteristico di periodi con discrete o buone condizioni di tempo. I grafici presentano in tutte le postazioni i valori minimi nelle ore notturne (30÷40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre dalle 9 alle 21 si osserva il caratteristico rialzo ad arco i cui massimi sono registrati alle 15÷16. Questi massimi risultano di circa 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Campo Scala, Canino, e Torre Palazzi; di circa 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Pescia Romana; circa 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Riva dei Tarquini.

Il giorno tipico del CO (fig. 6d) misurato solo a Campo Scala presenta un andamento piatto dovuto alle modeste concentrazioni presenti: circa 0.3 mg/m^3 .

Le Polveri (sempre in fig. 6d) risultano presenti con valori molto contenuti nelle postazioni in cui questa misura era attiva. A Canino i valori di fondo risultano di circa 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; da questi, dalle 6 alle 14 si osservano incrementi che arrivano a quasi 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ alle 8. Incrementi più modesti (di poco oltre i 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di picco) risultano dalle 18 alle 22. Pescia Romana presenta analoghi valori di fondo e un modesto rialzo (circa 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di punta) dalle 16 alle 20. A Riva dei Tarquini e a Torre Palazzi i grafici risultano praticamente piatti con valori inferiori a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La rappresentazione delle rose di vento-concentrazione del periodo di indagine, calcolate con i dati anemologici misurati nella postazione di Centrale, è riportata, per i diversi inquinanti (SO_2 , NO , NO_2 , NO_x , PTS , O_3), nelle figure 7a÷f.

Quelle relative ad SO_2 (fig. 7a) risultano all'incirca circolari e con concentrazioni molto modeste, intorno a 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle postazioni di Torre Palazzi, Pescia Romana e Canino. Nelle postazioni di Campo Scala e Riva dei Tarquini i grafici, pur riportando valori contenuti, risultano decisamente polarizzati verso SE. In particolare a Riva dei Tarquini risultano in questa direzione 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ contro 2÷3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ presenti nei quadranti settentrionali.

Le rose di vento-concentrazione di NO (fig. 7b) riportano valori bassissimi in tutte le postazioni ad eccezione di Canino dove risultano 5÷8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nei settori di NW e NE.

Per NO_2 (fig. 7c) si riscontra a Torre Palazzi un grafico con valori molto contenuti in tutte le direzioni. A Pescia Romana risultano concentrazioni modestissime nei quadranti meridionali e valori di circa 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in quelli settentrionali. Canino presenta un grafico con analoghe distribuzioni, ma con valori leggermente più elevati (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nei quadranti settentrionali). Campo Scala risulta nettamente polarizzata verso SE, dove risultano circa 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ed in misura minore ad W con 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; nelle altre direzioni valori di 5÷10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A Riva dei Tarquini valori di circa 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ si riscontrano a SE e a NE, mentre lievemente inferiori risultano ad E ed a N, trascurabili nelle altre direzioni.

L' NO_x (fig. 7d) presenta praticamente gli stessi grafici di NO_2 in quanto le concentrazioni di NO in tutte le postazioni ad eccezione di Canino sono risultate molto contenute.

L'ozono (fig. 7e) mostra, in tutte le postazioni, concentrazioni più alte nelle direzioni di SW cioè con vento da mare. In particolare per tutti i grafici i quadranti di SW riportano circa 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Torre Palazzi, Canino e a Pescia Romana; 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Campo Scala e

90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Riva dei Tarquini. Con vento da NE i valori calcolati risultano in tutte le postazioni di 20÷30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le Polveri (fig. 7f) presentano a Torre Palazzi un grafico all'incirca equidistribuito con lieve incremento a S dove risultano 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A Pescia Romana valori di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ si riscontrano nel quadrante di SW contro 10÷15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle altre direzioni. Riva dei Tarquini presenta i valori più bassi: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a S e valori minori nelle altre direzioni. A Canino le concentrazioni maggiori si riscontrano a N dove si hanno valori medi di circa 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; concentrazioni lievemente inferiori sono associate alle altre direzioni con il minimo a SW pari a circa 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.3 RISULTATI DELLA CAMPAGNA ESTIVA

La campagna estiva si è svolta in due periodi separati: il primo dal 26.07 al 3.08 e il secondo dal 22.08 al 30.09.94.

In questo periodo la Centrale ha funzionato saltuariamente, con in media due turbogas funzionanti contemporaneamente, nel primo periodo di campagna e con maggiore regolarità (in media con tre gruppi contemporaneamente) nel mese di settembre. In fig. 8 è riportato l'andamento orario della potenza totale erogata. In generale il periodo di funzionamento è quello diurno dalle 8 alle 20.

L'andamento dei parametri meteorologici è riassunto in fig. 9 dove è riportata l'evoluzione dei tipi di tempo nel periodo di misura, l'andamento della nuvolosità media giornaliera e le giornate con pioggia. Il tempo si è presentato in prevalenza sereno o leggermento nuvoloso ma quasi sempre senza precipitazioni (in associazione con i tipi di tempo anticiclonici); Tempo perturbato si è riscontrato nella seconda metà di settembre. La distribuzione dei tipi di tempo pur discostandosi dalla statistica di riferimento nei valori assoluti ripropone comunque un andamento simile se si esclude l'elevata frequenza del tipo 1.

In fig. 10 è riportata la rosa dei venti del periodo che mostra una prevalenza da ENE associata a venti deboli; seguono i venti da SW e da SE associati a venti moderati o forti. La percentuale delle calme di vento è decisamente più elevata che non in primavera raggiungendo il 10.6%.

Le concentrazioni medie del periodo estivo, calcolate sui dati disponibili, espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (il CO in mg/m^3), sono riportate nella seguente tabella:

| | SO ₂ | NO | NO ₂ | NO _x | O ₃ | CO | Polv. |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------|----|-------|
| Vulci | 4.5 | 0.9 | 7.3 | 8.6 | - | - | 32.7 |
| Campo Scala | 3.1 | 0.6 | 7.6 | 8.5 | - | - | 23.4 |
| Torre Palazzi | 3.5 | 0.1 | 2.9 | 3.1 | - | - | 34.9 |
| Riserva d.Marzola | 4.2 | 0.2 | 5.3 | 5.5 | - | - | 47.2 |
| Musignano | 6.8 | 0.6 | 6.6 | 7.5 | - | - | 22.1 |

| | SO2 | NO | NO2 | NOx | O3 | CO | Polv. |
|-------------------|-----|----|-----|-----|----|-----|-------|
| Riva dei Tarquini | 4 | 3 | 17 | 22 | 50 | - | 24 |
| Pescia Romana | 3 | 2 | 10 | 13 | 52 | 0,2 | 25 |

Per quanto concerne gli andamenti temporali, nelle figg. 11a÷f sono rappresentate le medie giornaliere dei diversi inquinanti. Ogni figura riporta i diversi andamenti di ciascuna postazione per l'intero periodo stagionale di indagine.

Dall'analisi di questi andamenti si è rivelato quanto segue:

- le medie giornaliere di SO₂ (fig. 11a) in generale presentano valori molto contenuti se si esclude il primo periodo di campagna dove i valori sono più elevati con particolare riferimento alle postazioni di Musignano e Riserva della Marzola. Il fondo risulta inferiore a 5 µg/m³ nei mesi di agosto e settembre mentre, nel primo periodo supera i 10 µg/m³ e due rialzi che arrivano a 35 µg/m³ si presentano a Musignano.
- le medie di NO_x (fig. 11b) presentano in generale valori bassi. Riva dei Tarquini e Pescia Romana presentano i valori più elevati: 20-25 µg/m³ il primo e 10-20 µg/m³ il secondo. Questi valori più elevati sono entrambi da attribuirsi al traffico veicolare in quanto postazioni nei pressi di strade trafficate per raggiungere le spiagge. A prova di ciò dal 13 al 22 settembre si ritrovano valori decisamente più bassi in concomitanza ad un periodo di cattivo tempo e pioggia.
- I valori medi di NO₂ (fig. 11c) presentano un andamento che poco si discosta da quello di NO_x in quanto le concentrazioni di NO (fig. 11d) risultano molto modeste (quasi sempre inferiori a 5 µg/m³). Le massime medie orarie di NO₂ risultano in gran parte comprese tra 25 e 50 µg/m³ con punte che raggiungono gli 80 µg/m³ a Vulci. Per quanto riguarda l'NO si nota come in tutte le stazioni della rete di hanno valori prossimi allo zero tranne che per Pescia Romana e Riva dei Tarquini a prova della vicinanza della sorgente (traffico veicolare).
- Le medie giornaliere dell'ozono (fig. 11e) presentano a Riva dei Tarquini i valori più elevati nei periodi di maggiore insolazione (luglio, agosto e prima decade di settembre). In luglio i valori risultano tra 75 e 90 µg/m³, tra 50 e 60 µg/m³ in agosto e fino al 10 settembre, 30÷40 µg/m³ dopo tale data. I valori massimi orari presentano un andamento analogo, più elevati in luglio 125÷150 µg/m³, tra 75 e 125 µg/m³ in agosto e nella prima parte di settembre, tra 50 e 100 µg/m³ nella seconda parte di settembre.
- Le medie giornaliere delle Polveri (fig. 11f) in generale presentano un andamento uniforme. A Riva dei Tarquini e a Pesca Romana risultano più variabili perchè maggiormente interessate dal traffico veicolare. I valori elevati riscontrati a Vulci nel primo periodo non sono confrontabili con l'andamento generale e sono quindi da attribuirsi ad eventi locali.
- Il CO, misurato solo a Pescia Romana (fig. 11e), mostra valori medi modesti, 0,3÷0,5 mg/m³ di media giornaliera, mentre le massime di 8 ore risultano comprese tra 0,3 e 0,6 mg/m³.

Gli andamenti del giorno tipico sono riportati in figg. 12a-d per i diversi inquinanti di tutte le postazioni.

Il giorno tipico SO₂ (fig. 12a) risulta caratterizzato da rialzi nelle ore centrali della giornata con valori più marcati a Musignano e Vulci ed in misura decrescente a Campo scala, Riserva della Marzola, Riva dei Tarquini, torre Palazzi e Pescia Romana. Il fenomeno è trascurabile in termini quantitativi ma essendo associato alle condizioni di cielo sereno può essere legato a fenomeni di fumigazione per la rottura dello strato di inversione notturna e la crescita diurna dello strato rimescolato.

Il giorno tipico degli ossidi di azoto (fig. 12b) mostra a Pescia Romana e Riva dei Tarquini un andamento simile caratterizzato da due modesti rialzi nelle ore 7÷9 e 20÷24. Nelle altre postazioni si presentano invece rialzi appena accennati nelle ore centrali della giornata in analogia al comportamento dell'SO₂. Per NO₂ e NO il comportamento è identico ma con valori decisamente bassi per quest'ultimo.

Le Polveri (fig. 12c) presentano in tutte le postazioni un andamento analogo appiattito su valori di circa 25 µg/m³. Un lieve rialzo (fino a 30 µg/m³) è osservabile sia a Pescia Romana che a Riva dei Tarquini intorno alle 20÷22, mentre una flessione delle concentrazioni si osserva alle 4÷6 del mattino. Riserva della Marzola presenta valori medi relativamente più elevati ma con andamento simile a quello delle altre postazioni; Vulci presenta invece gli stessi valori medi ma con oscillazioni in relazione al già descritto fenomeno relativamente agli andamenti temporali.

L'ozono (fig. 12d) presenta in entrambe le postazioni in cui è misurato curve praticamente identiche caratterizzate dal tipico rialzo nelle ore centrali della giornata (9÷21), rialzo funzione della radiazione solare. I minimi notturni risultano di circa 25 µg/m³, i massimi (calcolati per le 14) di 80 µg/m³.

Il giorno tipico del CO (fig. 12d), misurato solo a Pescia Romana, mostra un grafico appiattito su valori di 0,2÷0,3 mg/m³.

La rappresentazione delle rose di vento-concentrazione del periodo di indagine, calcolate con i dati anemologici misurati nella postazione meteo, è riportata per i diversi inquinanti (SO₂, NO, NO₂, NO_x, PTS, O₃), nelle figure 13a-f.

Il grafico per SO₂ (fig. 13a), anche se per concentrazioni molto modeste, mette in evidenza una provenienza prevalente dai quadranti SE, S e SW sia pure con caratteristiche specifiche di ciascuna postazione.

Gli andamenti per NO_x (fig. 13b) confermano quanto detto per SO₂ nelle stazioni della rete. Un comportamento diverso si riscontra a Pescia Romana e a Riva dei Tarquini con prevalenza delle provenienze dai quadranti orientali invece che da quelli meridionali. Questo è legato alla posizione della capannina rispetto alle direttrici di traffico locale come già detto in precedenza. Il comportamento dell'NO₂ (fig. 13c) è analogo a quello dell'NO_x mentre quello di NO (fig. 13d) peraltro quasi assente mostra anch'esso un provenienza da E a Riva dei Tarquini.

L'ozono (fig. 13e) si mostra con andamenti molto simili in entrambe le postazioni in cui è misurato. Dai quadranti occidentali risultano concentrazioni sensibilmente più elevate che da quelli orientali. I valori più alti, sono di circa 80 µg/m³ a Pescia Romana e di circa 100 a Riva dei Tarquini risultano per venti da W.

Le Polveri (fig. 13f) presentano andamenti pressochè circolari e non si evidenziano direzioni particolari di maggiore provenienza.

4 CONCLUSIONI

I dati acquisiti durante le due campagne (primaverile ed estiva) eseguite nel 1994 (con i Turbogas in fase operativa) dimostrano che i livelli dei parametri dell'inquinamento sono molto modesti, in rapporto agli standard di qualità dell'aria. Le medie stagionali di SO₂ sono risultate inferiori a 5 µg/m³, quelle giornaliere più alte arrivano a soli 10 µg/m³. Per confronto si osservi che lo standard di qualità dell'aria cui questi valori vanno riferiti sono rispettivamente di 80 µg/m³ (mediana delle medie giornaliere) e 250 µg/m³ (98° percentile delle medie giornaliere).

Per quanto attiene agli ossidi di azoto le medie di NO_x risultano in entrambi i periodi intorno a 10 µg/m³ con un massimo di 22 µg/m³ a Riva dei Tarquini in estate. Quelle giornaliere massime si collocano intorno a 30 µg/m³ a Canino, e 10÷20 nelle altre postazioni. La massima concentrazione oraria di NO₂ (riscontrate a Canino) risulta di 80 µg/m³. Valori nettamente inferiori risultano nelle altre postazioni. Si ricorda che quest'ultimo parametro va confrontato con lo standard di 200 µg/m³ (98° percentile delle medie orarie).

Campo Scala e Riva dei Tarquini in presenza di venti da SE risultano interessate da emittenti probabilmente lontane poste su quella direttrice; in regime di brezza gli stessi inquinanti arrivano sulle postazioni in modo più distribuito trasportati dalla brezza di mare.

A Canino, in primavera, e a Musignano, in estate, si osservano anche gli effetti di modeste emissioni da sorgenti locali; a Riva dei Tarquini, in estate, si riscontra un maggiore effetto del traffico locale.

Dal confronto tra i risultati qui presentati e quelli delle precedenti campagne non si rilevano variazioni significative della qualità dell'aria.

Alcuni episodi di breve durata con superamento del valore di 50 µg/m³ delle medie orarie di SO₂ o NO_x (presentati nei rapporti trimestrali citati) si sono riscontrati con condizioni meteorologiche prefrontali e/o perturbate (direzione di provenienza del vento tra 135 e 180 °N) e in condizioni di brezza (direzione di provenienza tra 200 e 250 °N). Nel primo caso, date anche le condizioni di intensità del vento più elevata, si reputa probabilmente una influenza del polo energetico Civitavecchiese. Nel secondo, dato il presentarsi degli eventi con turbogas di Montalto di Castro fermi, si constata un contributo da mare dovuto o al rientro di masse d'aria inquinate spostate in precedenza dalle condizioni di brezza notturna o da sorgenti non identificate (locali, navi, ecc...).

BIBLIOGRAFIA

ENEL DCO LP (1992): "CENTRALE POLICOMBUSTIBILE DI MONTALTO DI CASTRO. INDAGINE SULLA QUALITA' DELL'ARIA NELLA ZONA CIRCOSTANTE L'IMPIANTO IN FASE PREOPERAZIONALE." Piacenza, 7.08.92, Nr. ECL/AA/39/92/F.

ENEL DCO LP (1994): " C.LE MONTALTO DI CASTRO. RETE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA:PRESENTAZIONE E ANALISI PRELIMINARE DEI DATI. Ottobre 1993 - Marzo 1994. " Piacenza, 15.07.94, Nr. MC0317TSIPE235.

ENEL DCO LP (1995): " C.LE MONTALTO DI CASTRO. RETE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA:PRESENTAZIONE E ANALISI PRELIMINARE DEI DATI. Aprile-Giugno 1994. " Piacenza, 10.01.95, Nr. MC0317TSIPE313.

ENEL DCO LP (1995): " C.LE MONTALTO DI CASTRO. RETE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA:PRESENTAZIONE E ANALISI PRELIMINARE DEI DATI. Luglio-Settembre 1994. " Piacenza, 17.01.95, Nr. MC0317TSIPE314.

Fig. 1 Postazioni di misura (da 1 a 5 postazioni RRQA).

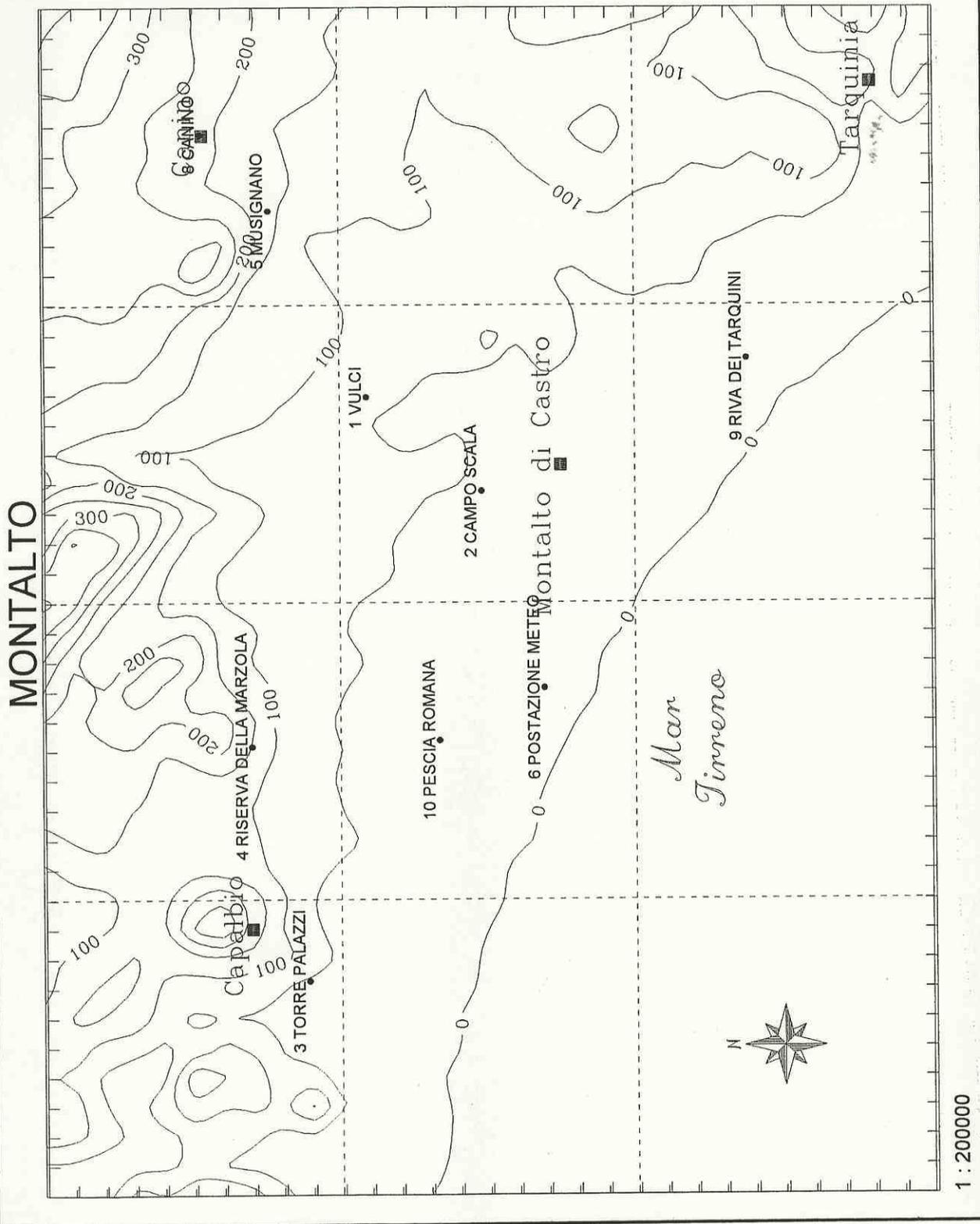


Fig. 2 Primavera '94. Andamento orario di funzionamento dei Turbogas: potenza complessiva.

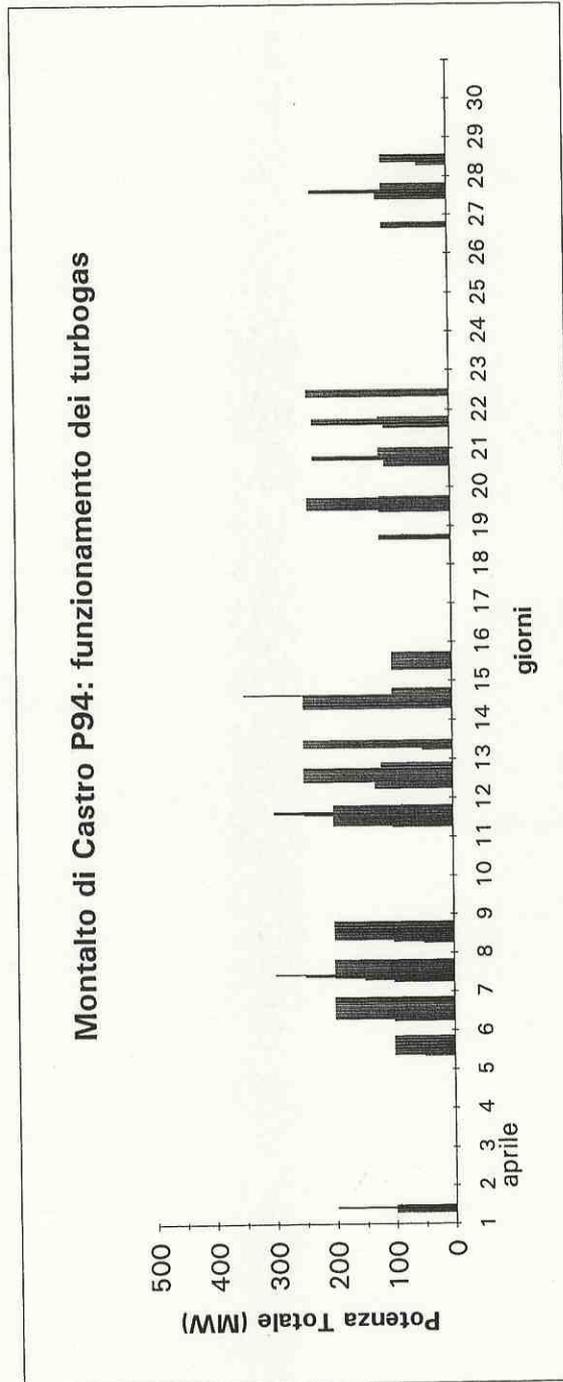


Fig. 3 Primavera '94. Condizioni meteorologiche del periodo di campagna: tipi di tempo, nuvolosità e giorni con pioggia.

| tipi tempo | frequenza | % | Statistica di riferimento (%) |
|--------------|-----------|------|-------------------------------|
| 1 | 1 | 3.6 | 7.6 |
| 2.1 | 0 | 0.0 | 4.3 |
| 2.2 | 4 | 14.3 | 4.3 |
| 2.3 | 2 | 7.1 | 3.3 |
| 3 | 4 | 14.3 | 8.1 |
| 4 | 7 | 25.0 | 10.9 |
| 5 | 0 | 0.0 | 13 |
| 6 | 1 | 3.6 | 1.6 |
| 7 | 2 | 7.1 | 11.4 |
| 8 | 4 | 14.3 | 9.8 |
| 9 | 3 | 10.7 | 18.5 |
| 10 | 0 | 0.0 | 7.1 |
| Nr. casi: 28 | | | |

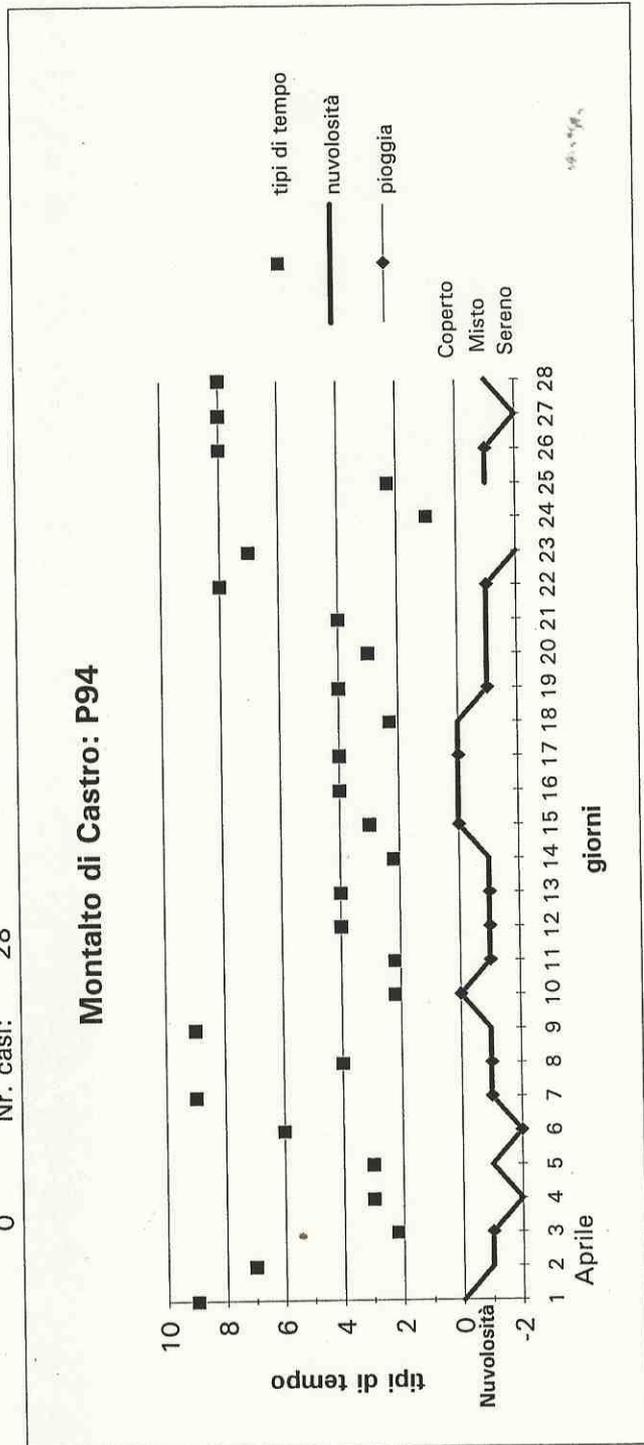


Fig. 4 Primavera '94. Rosa dei venti nel periodo di campagna: rappresentazione per classi di velocità e per velocità media.

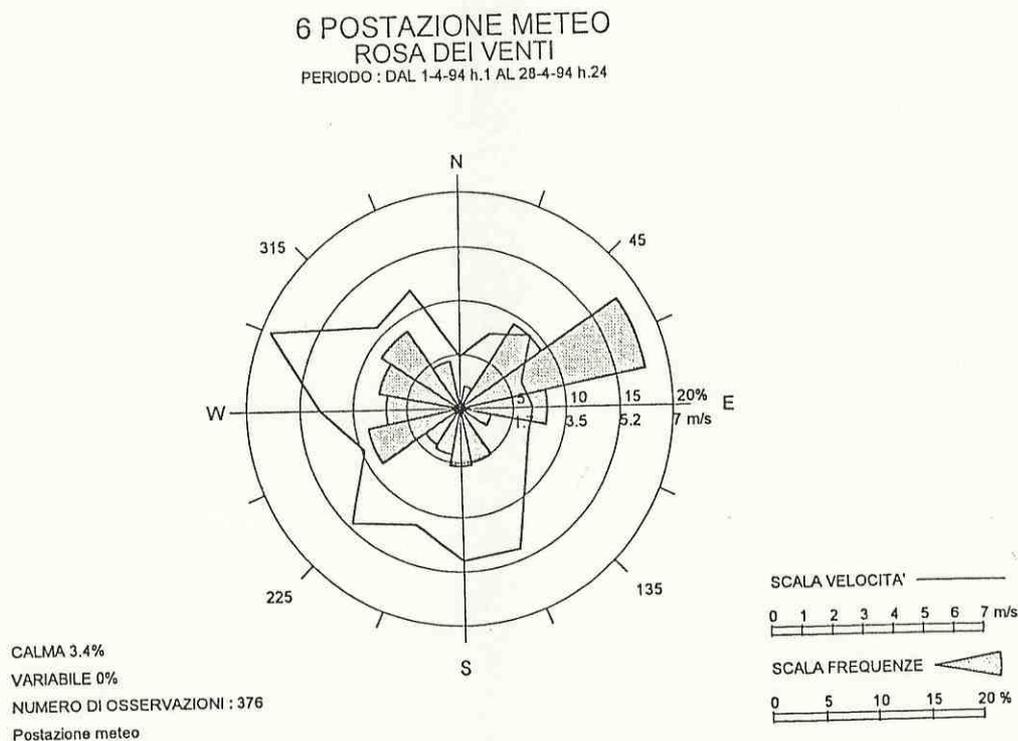
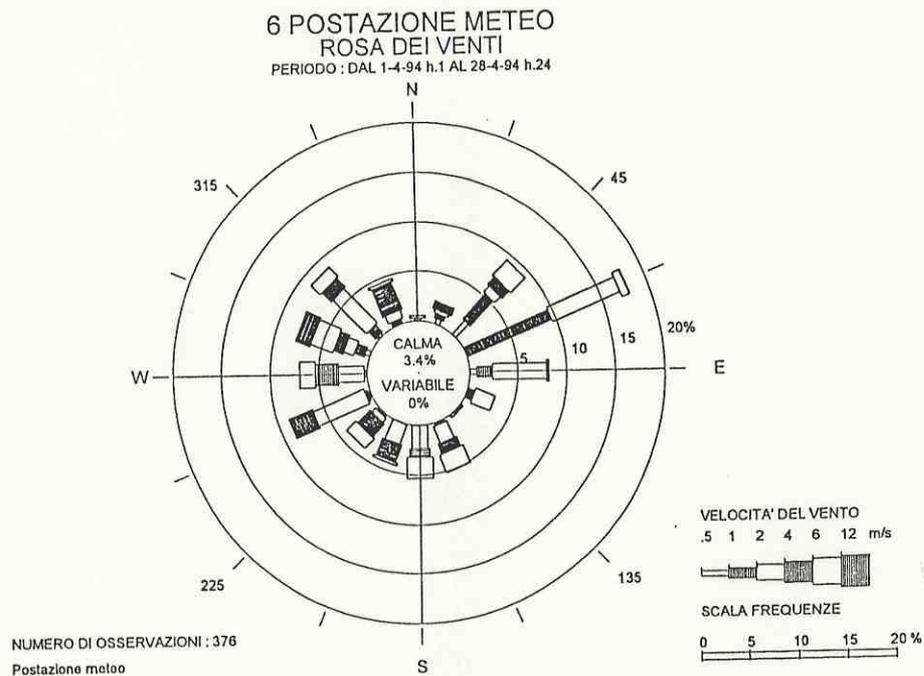


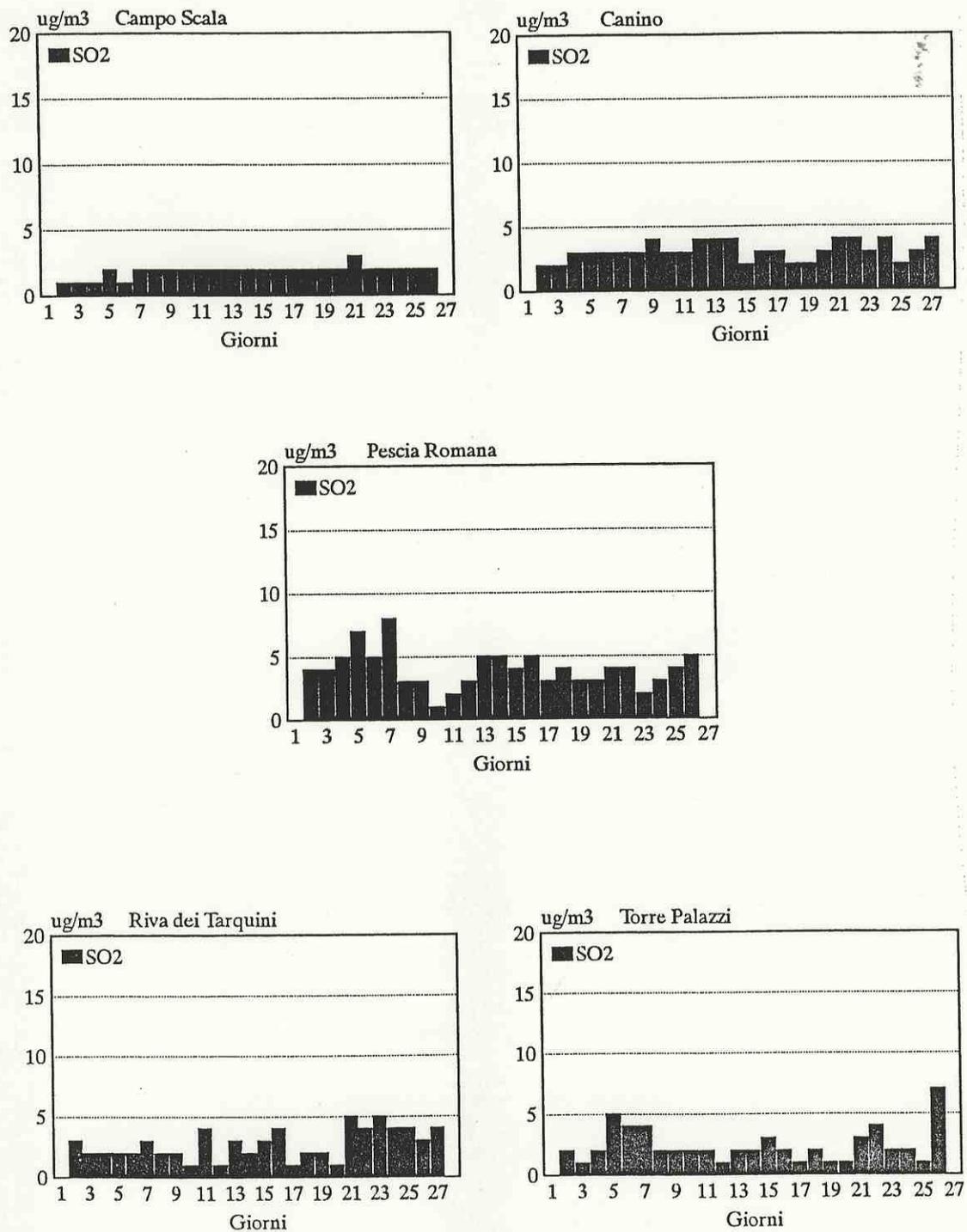
Fig. 5a Primavera '94. Andamento delle medie giornaliere di SO₂.

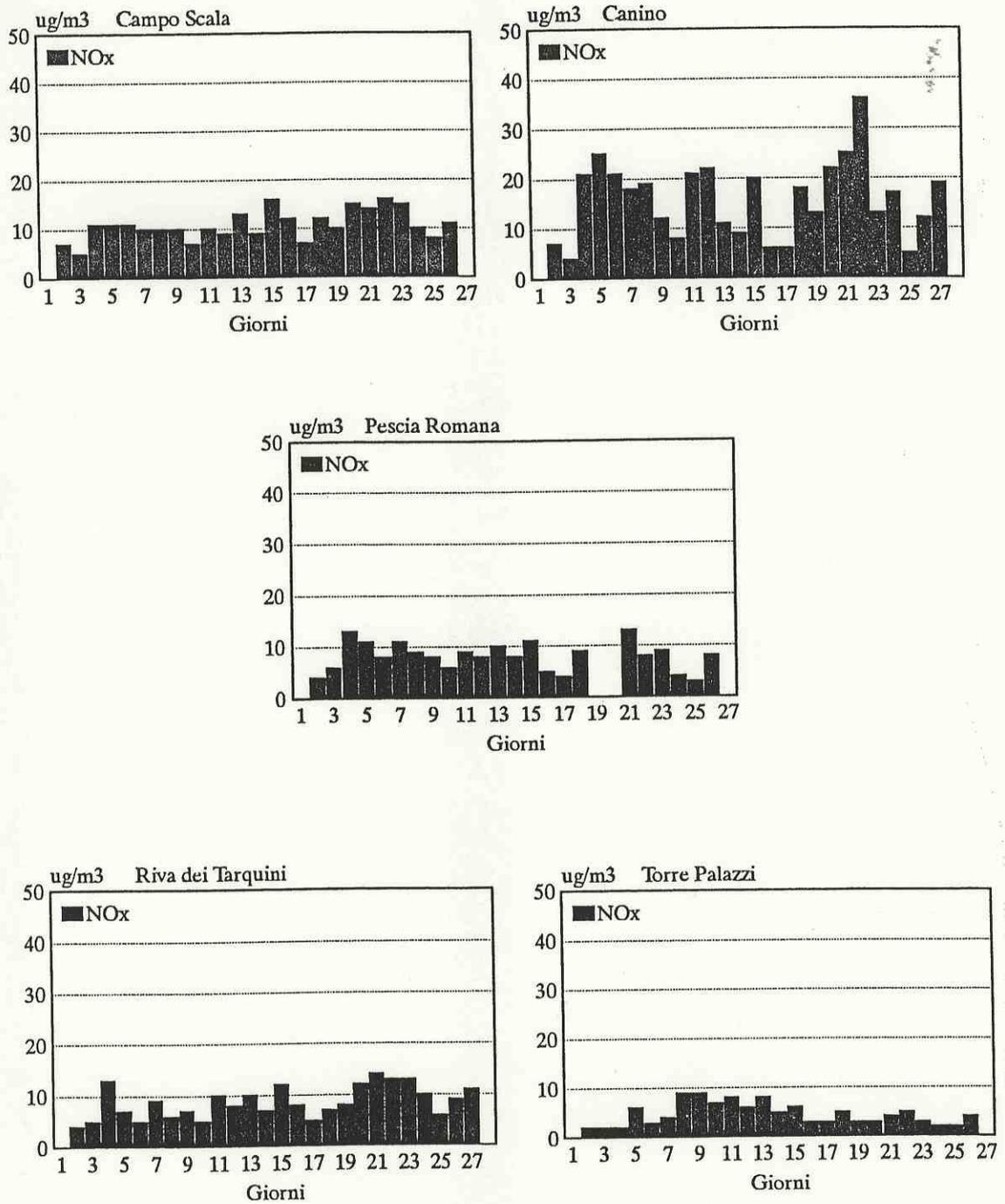
Fig. 5b Primavera '94. Andamento delle medie giornaliere di NO_x.

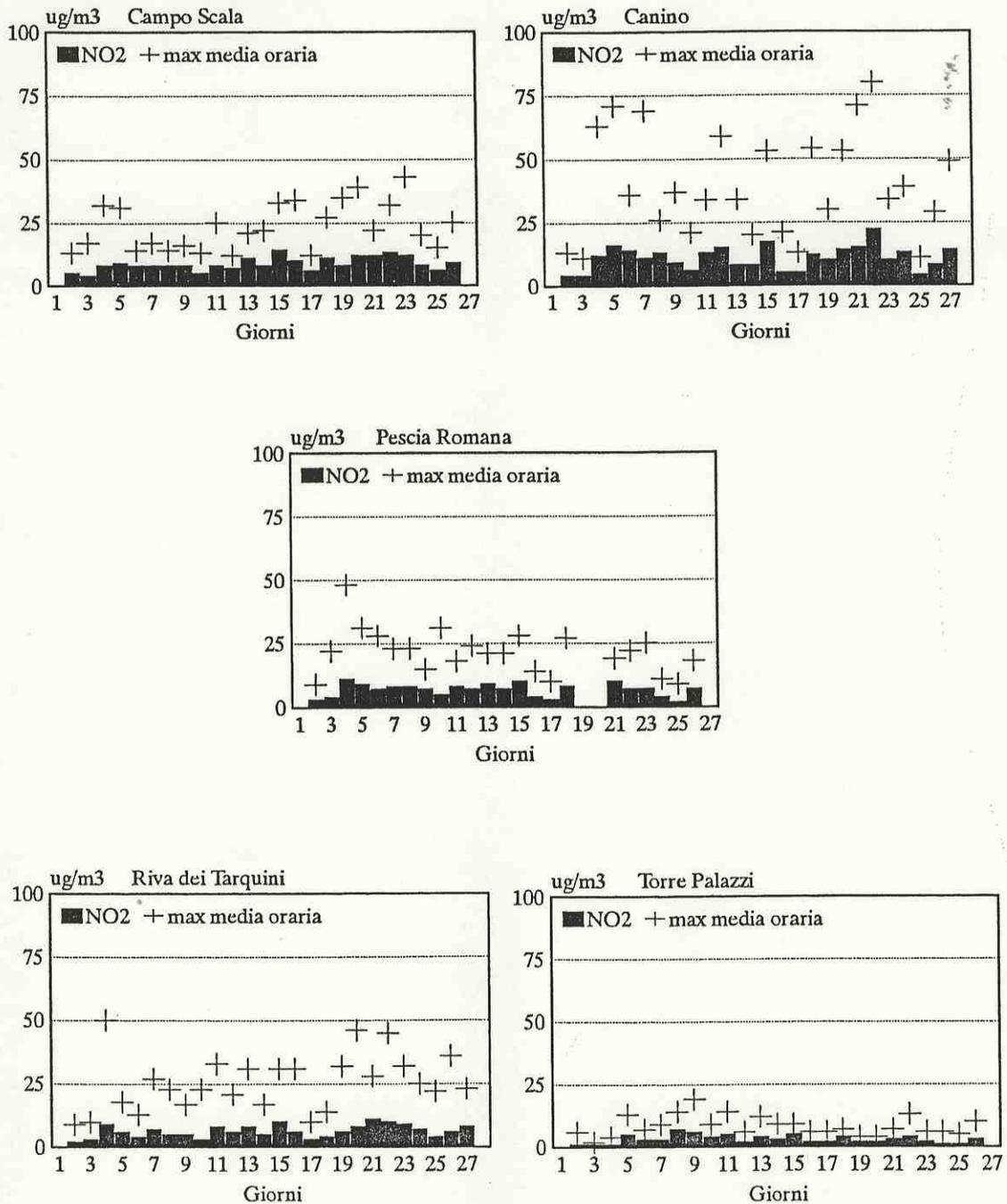
Fig. 5c Primavera '94. Andamento delle medie giornaliere di NO₂.

Fig. 5d Primavera '94. Andamento delle medie giornaliere di NO.

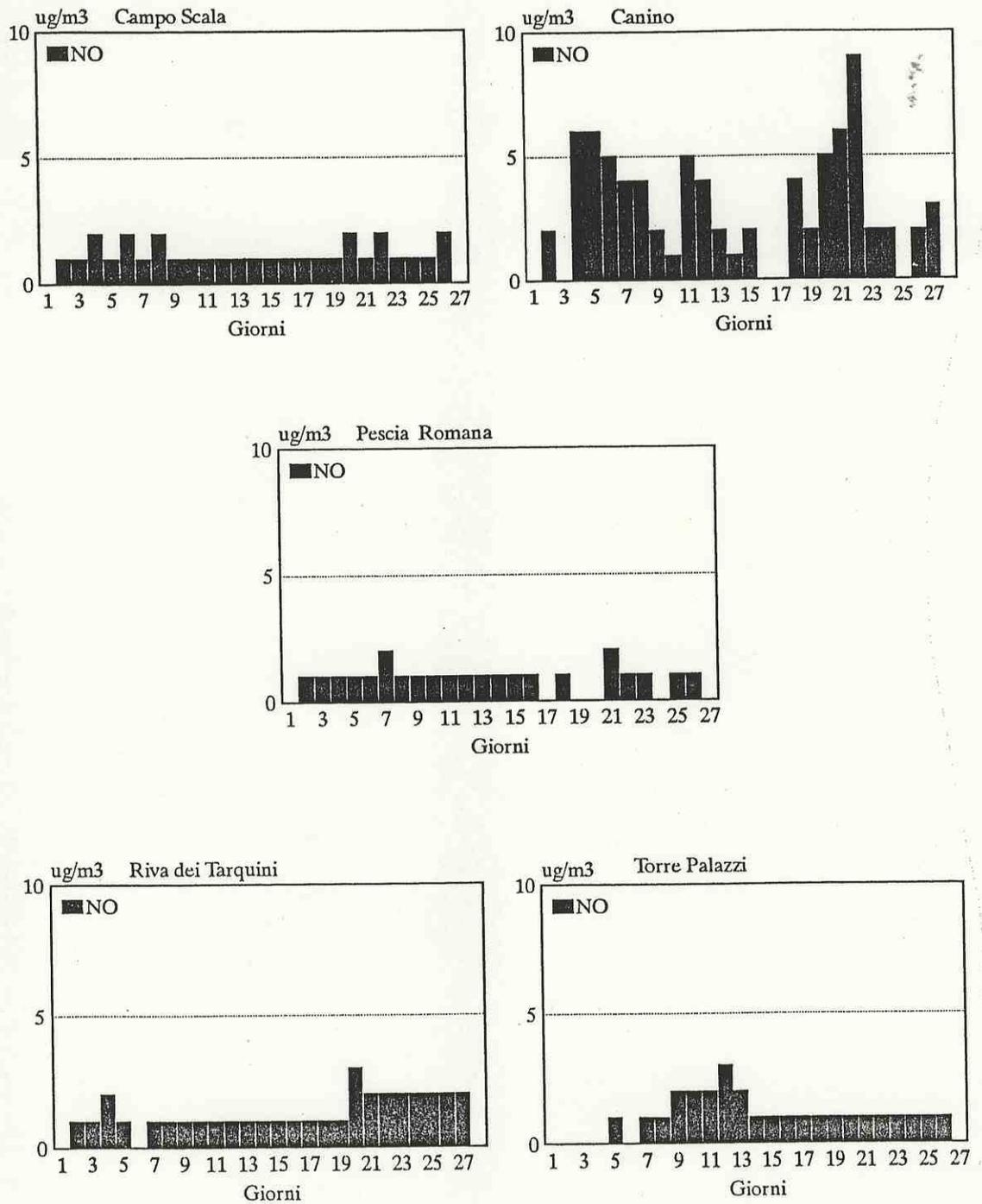


Fig. 5e Primavera '94. Andamento delle medie giornaliere di O₃.

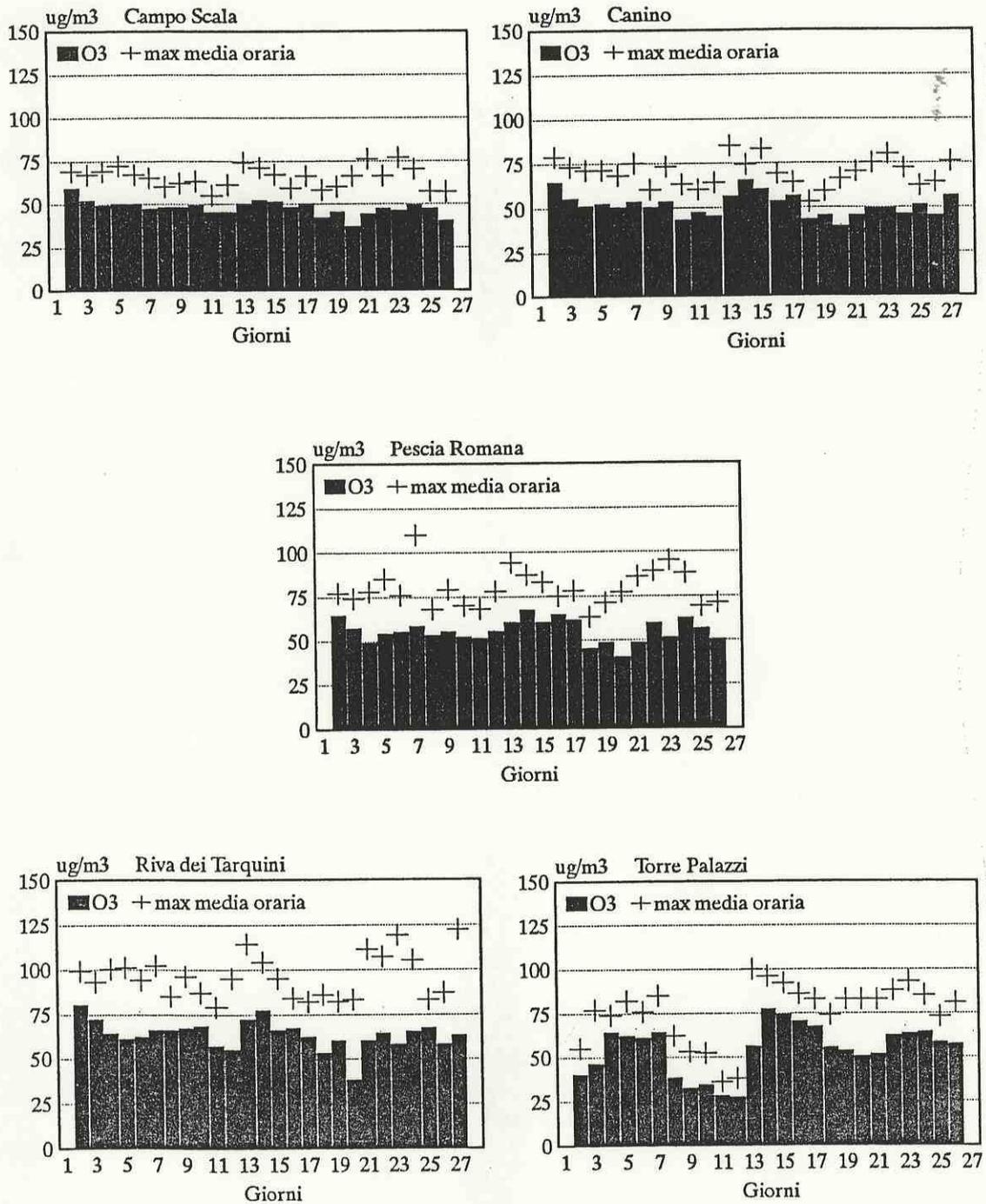


Fig. 5f Primavera '94. Andamento delle medie giornaliere di CO e Polveri.

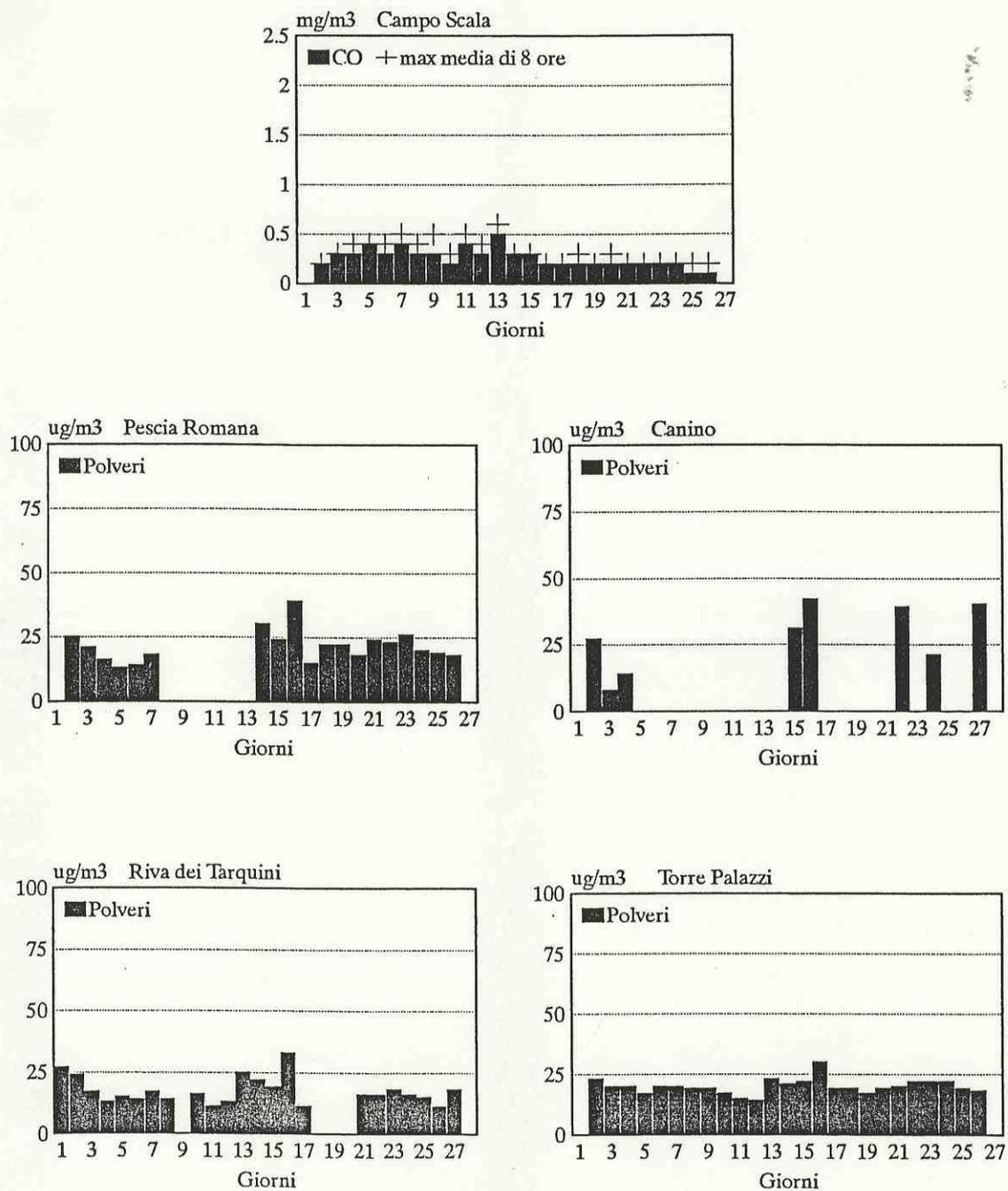


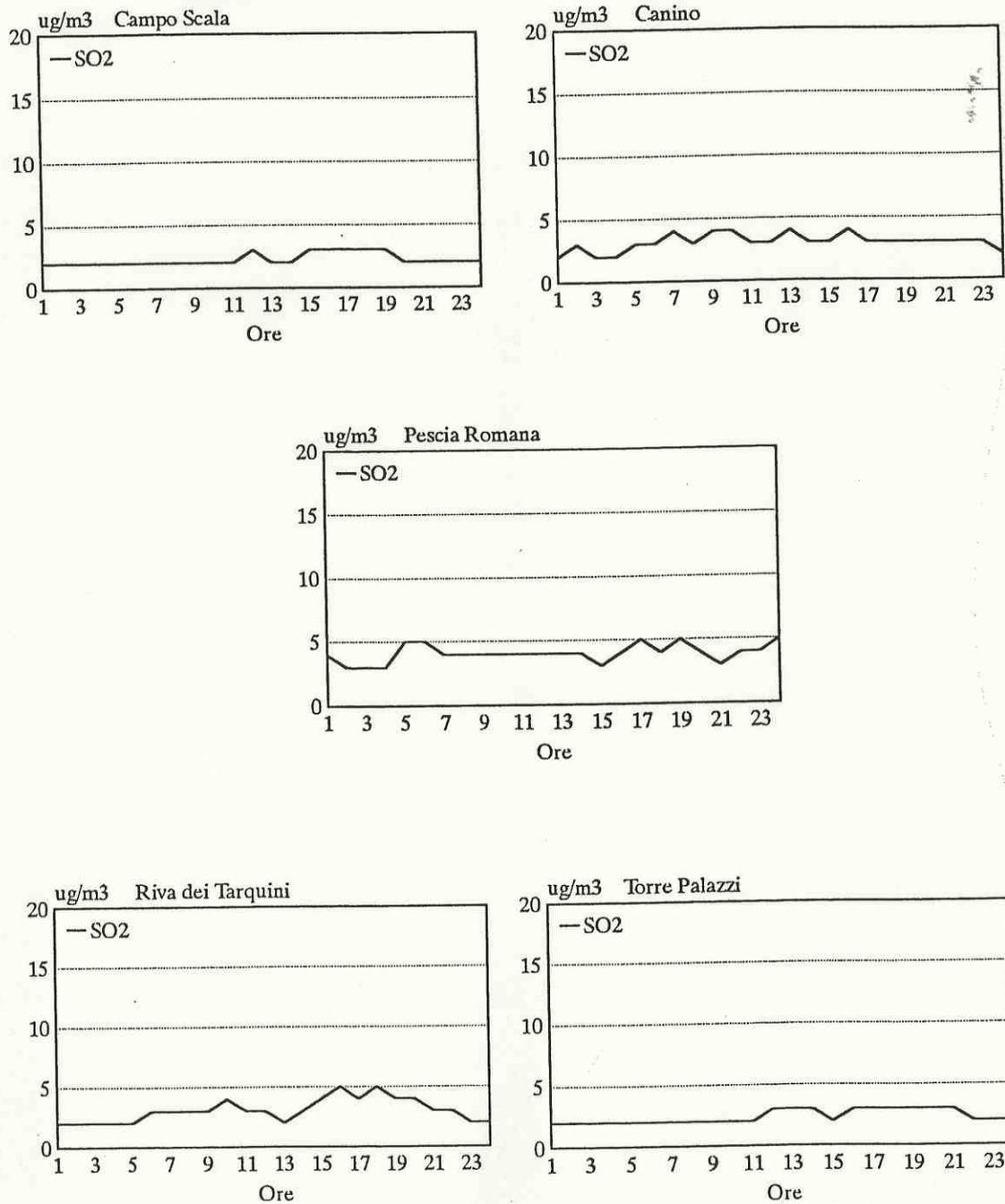
Fig. 6a Primavera '94. Giorno tipico per SO₂.

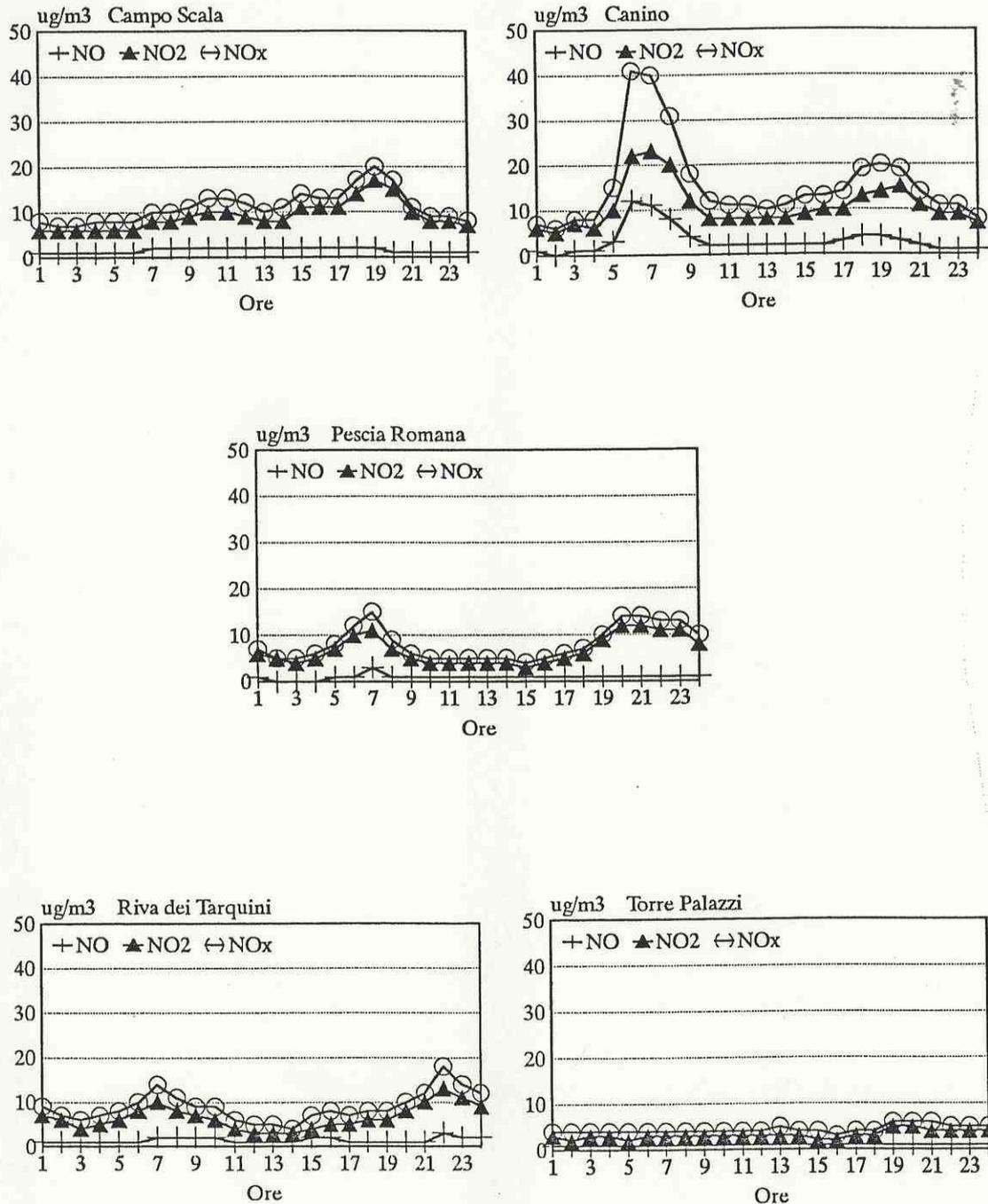
Fig. 6b Primavera '94. Giorno tipico per di NO_x , NO_2 e NO .

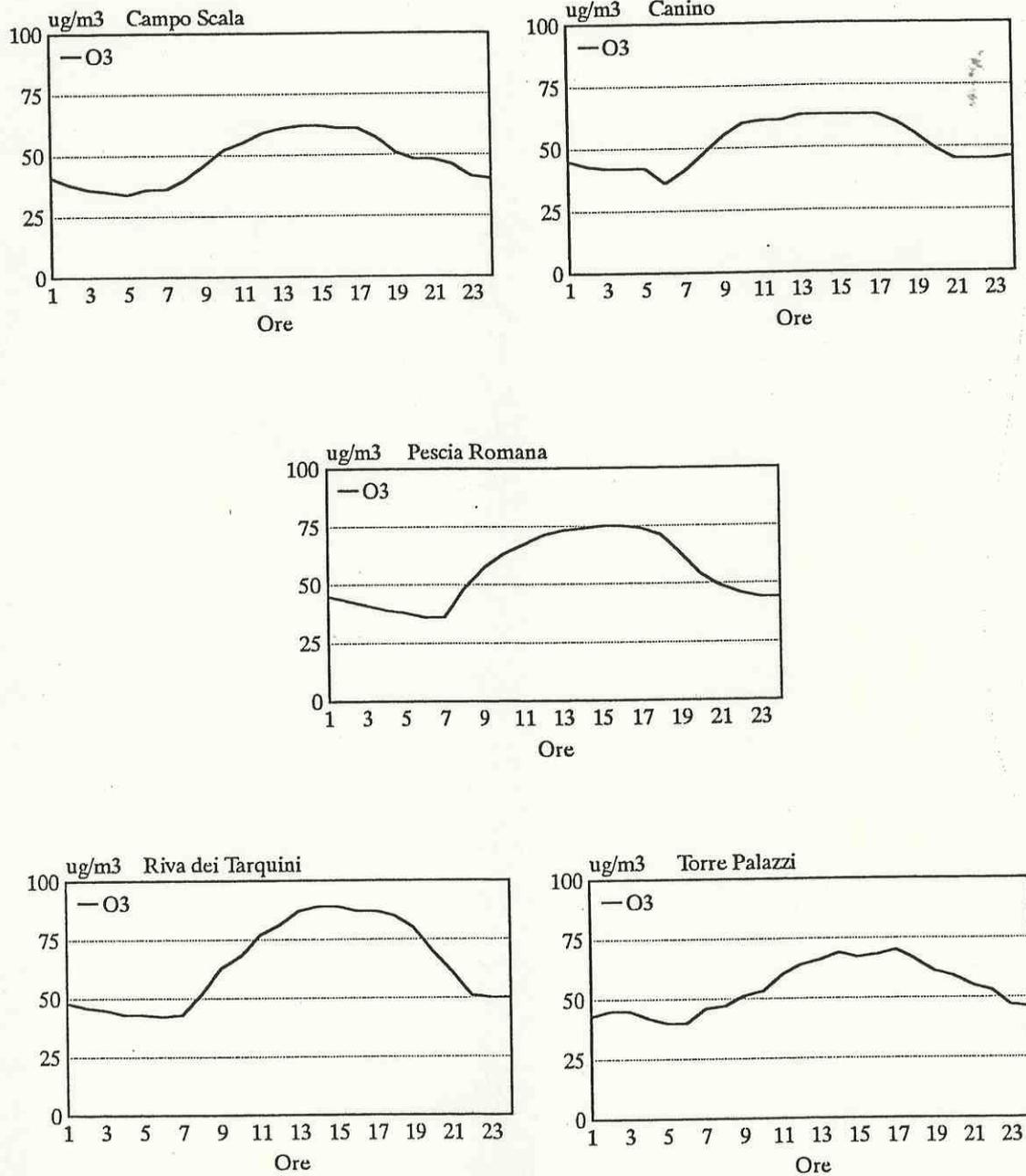
Fig. 6c Primavera '94. Giorno tipico per di O₃.

Fig. 6d Primavera '94. Giorno tipico per di CO e Polveri.

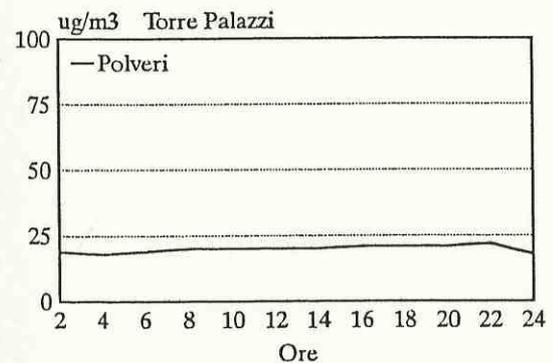
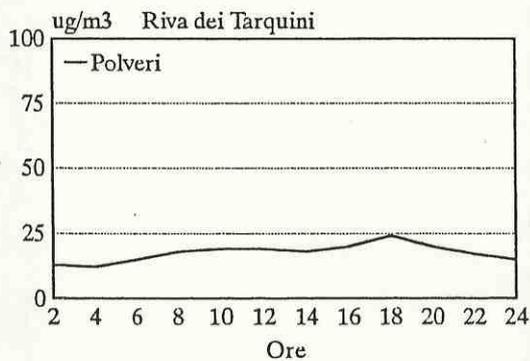
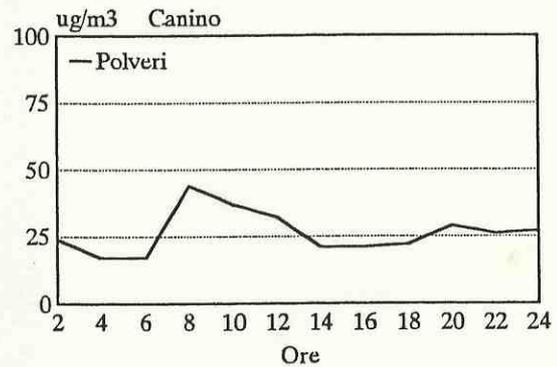
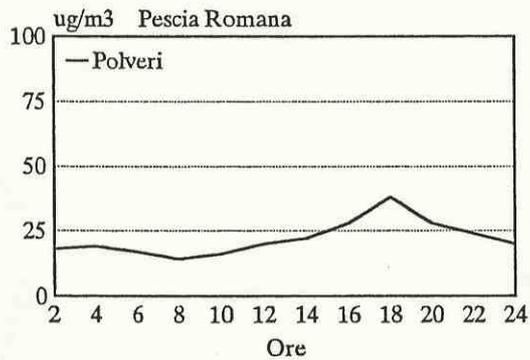
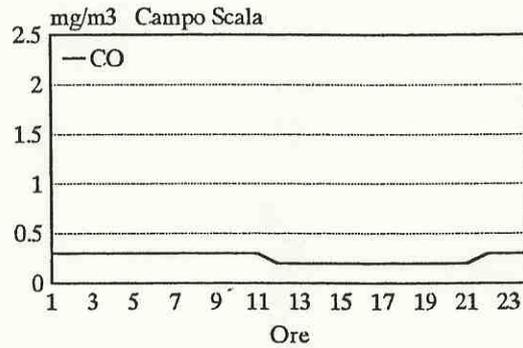


Fig. 7a Primavera '94. Rose di vento e concentrazione di SO₂.

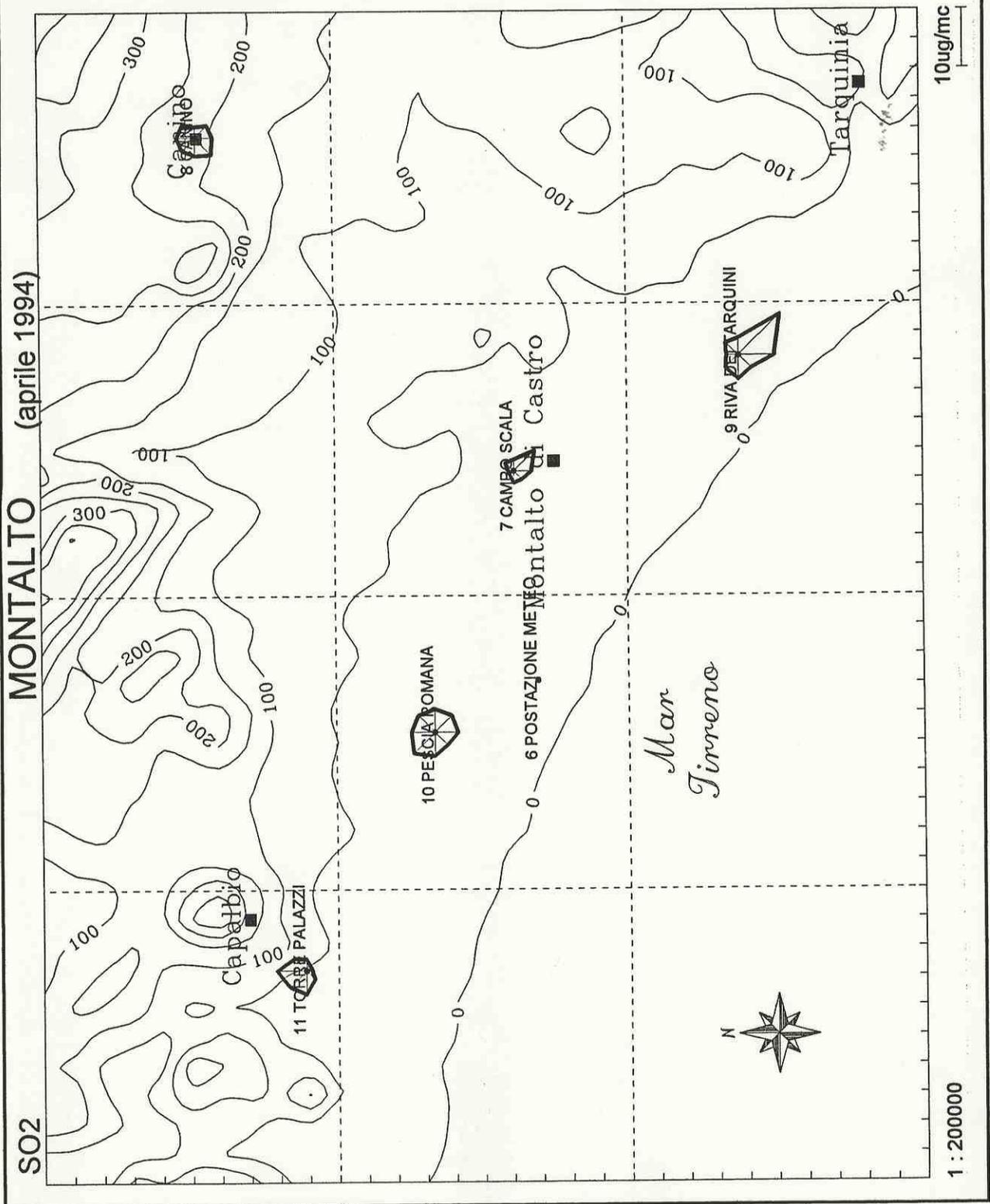


Fig. 7b Primavera '94. Rose di vento e concentrazione di NO.

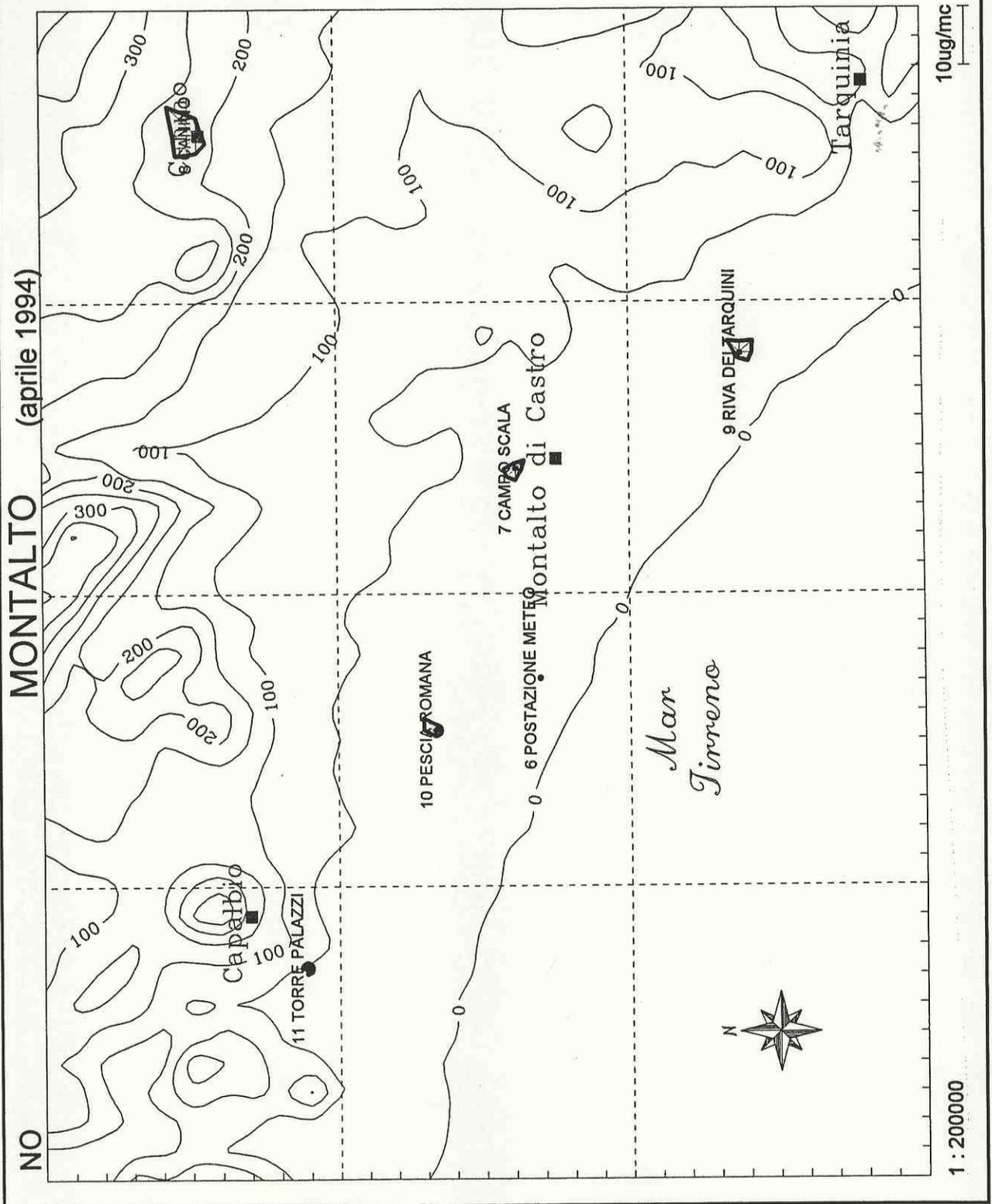


Fig. 7c Primavera '94. Rose di vento e concentrazione di NO₂.

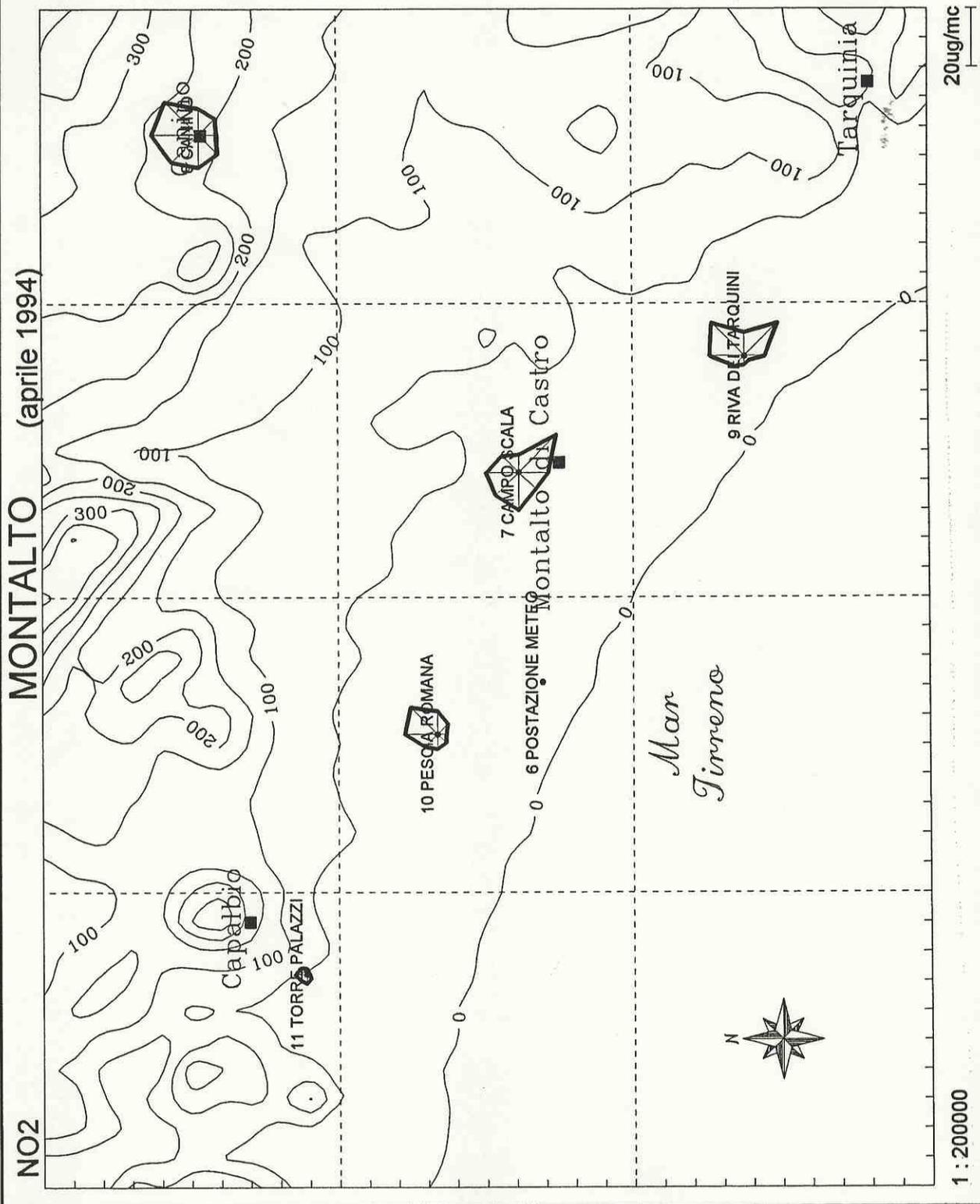


Fig. 7d Primavera '94. Rose di vento e concentrazione di NO_x

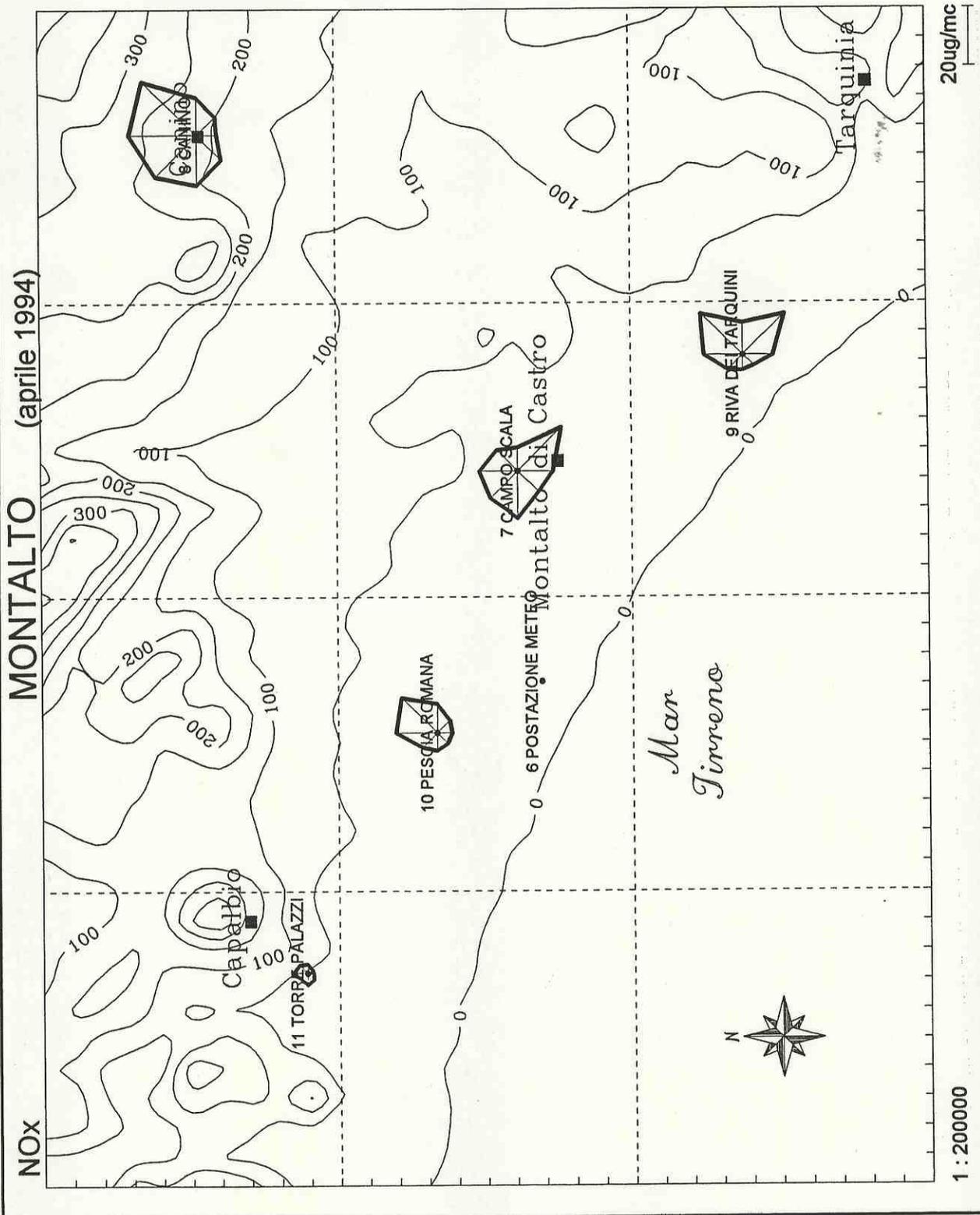


Fig. 7e Primavera '94. Rose di vento e concentrazione di O₃.

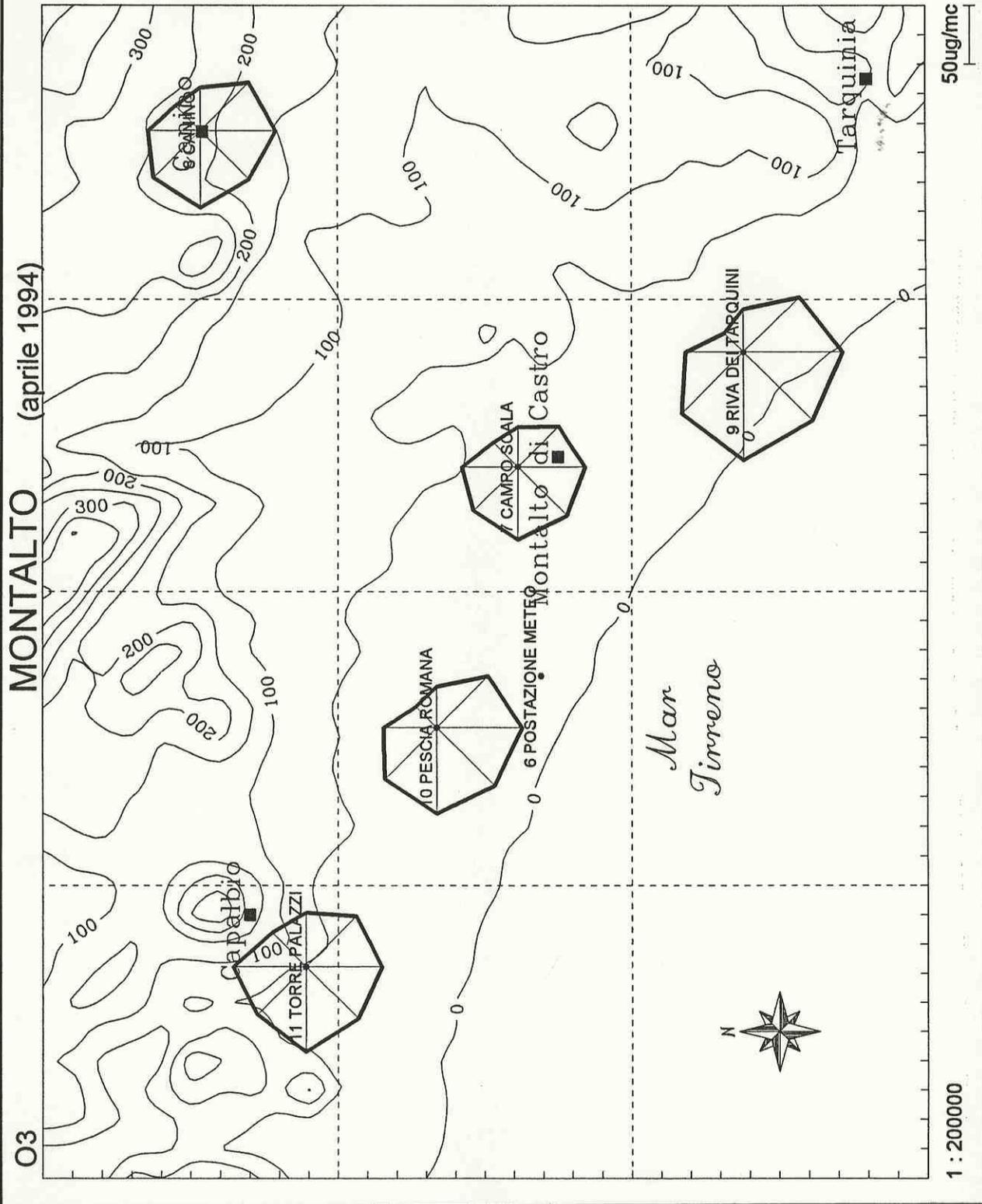


Fig. 7f Primavera '94. Rose di vento e concentrazione di Polveri.

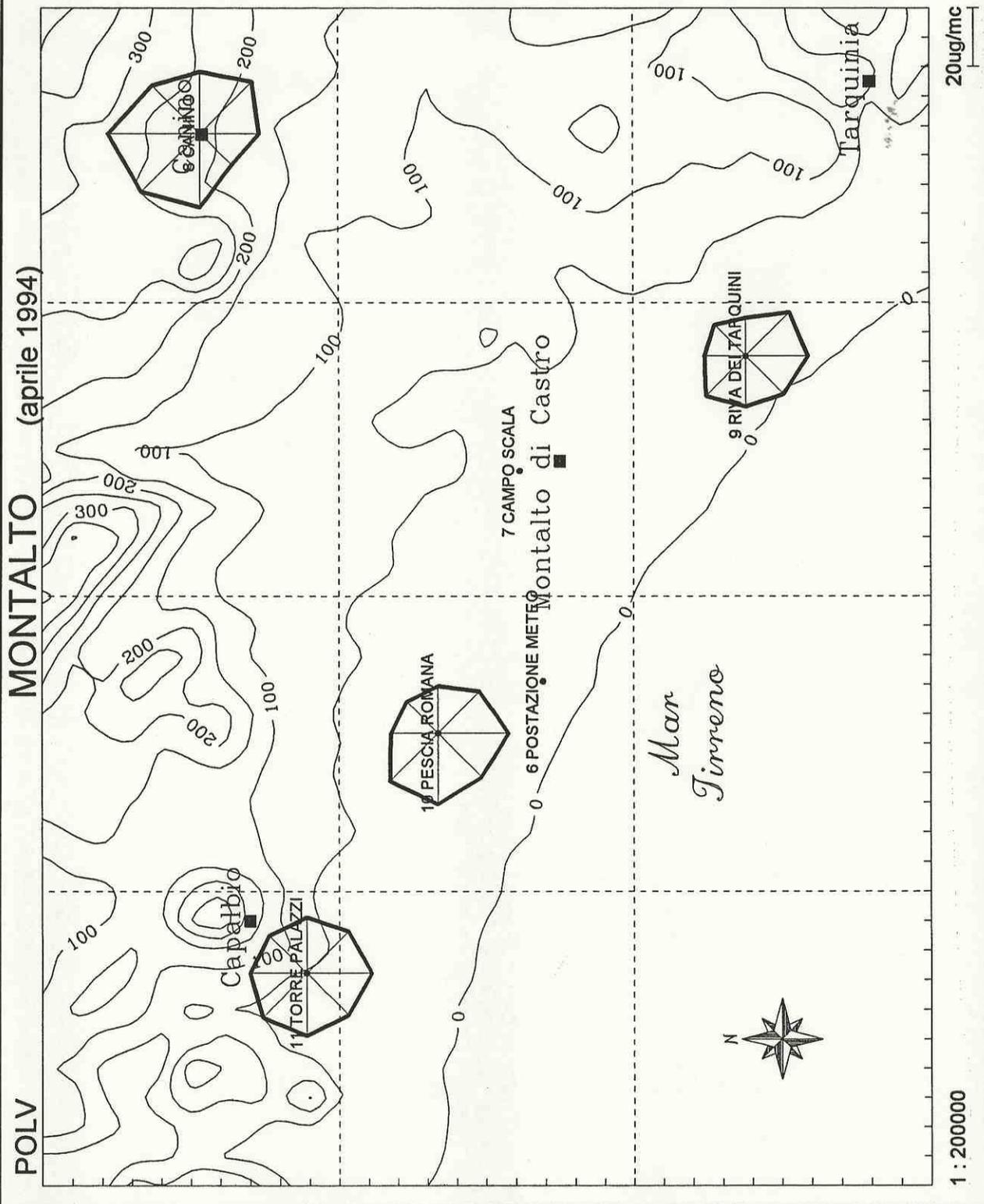


Fig. 8 Estate '94. Andamento orario di funzionamento dei Turbogas: potenza complessiva.

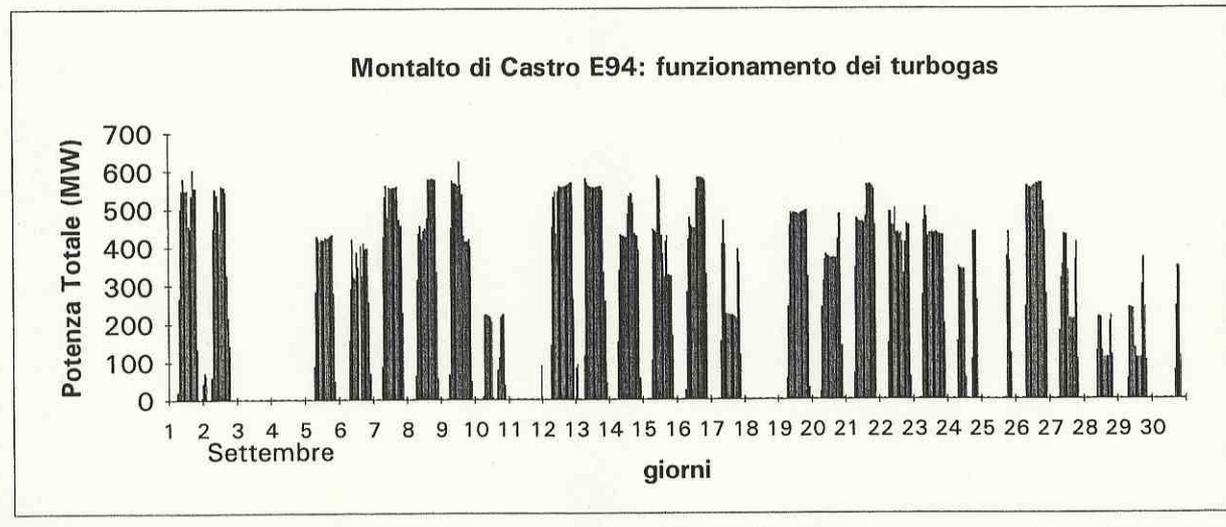
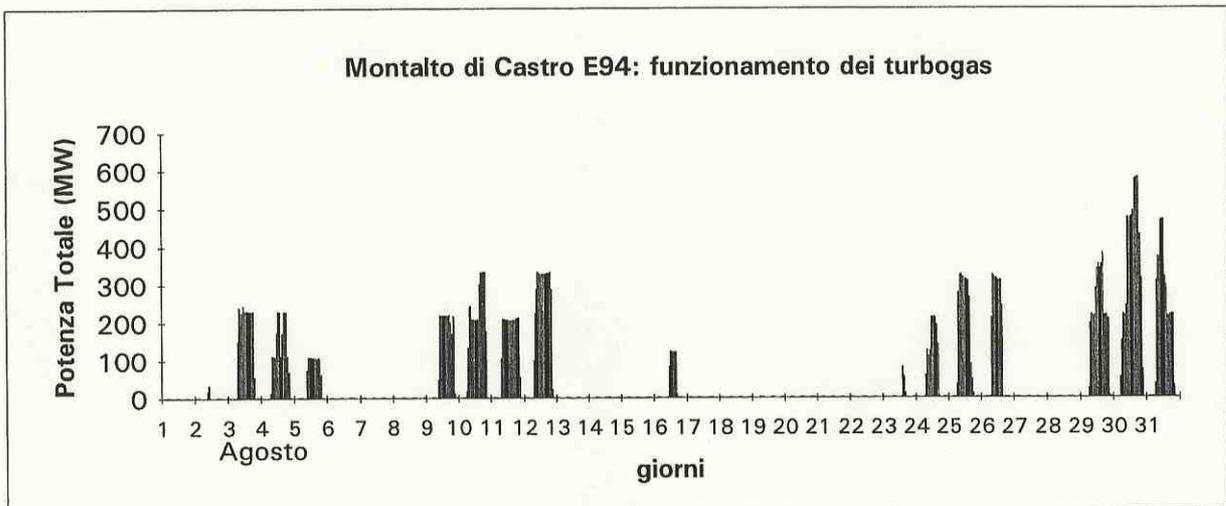
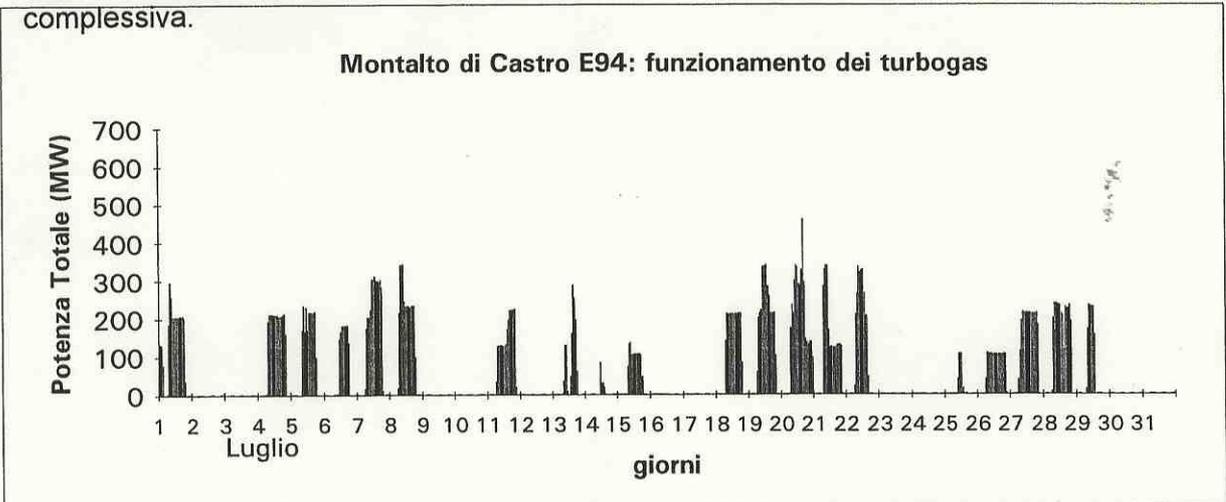


Fig. 9 Estate '94. Condizioni meteorologiche del periodo di campagna: tipi di tempo, nuvolosità e giorni con pioggia.

| tipi tempo | frequenza | % | Statistica di riferimento (%) |
|------------|-----------|------|-------------------------------|
| 1 | 16 | 33.3 | 6.5 |
| 2.1 | 3 | 6.3 | 1.1 |
| 2.2 | 2 | 4.2 | 1.6 |
| 2.3 | 2 | 4.2 | 5.4 |
| 3 | 0 | 0.0 | 0.5 |
| 4 | 3 | 6.3 | 7.6 |
| 5 | 10 | 20.8 | 29.9 |
| 6 | 0 | 0.0 | 1.6 |
| 7 | 3 | 6.3 | 14.7 |
| 8 | 1 | 2.1 | 7.1 |
| 9 | 4 | 8.3 | 14.1 |
| 10 | 4 | 8.3 | 9.8 |
| | | | Nr. casi: 48 |

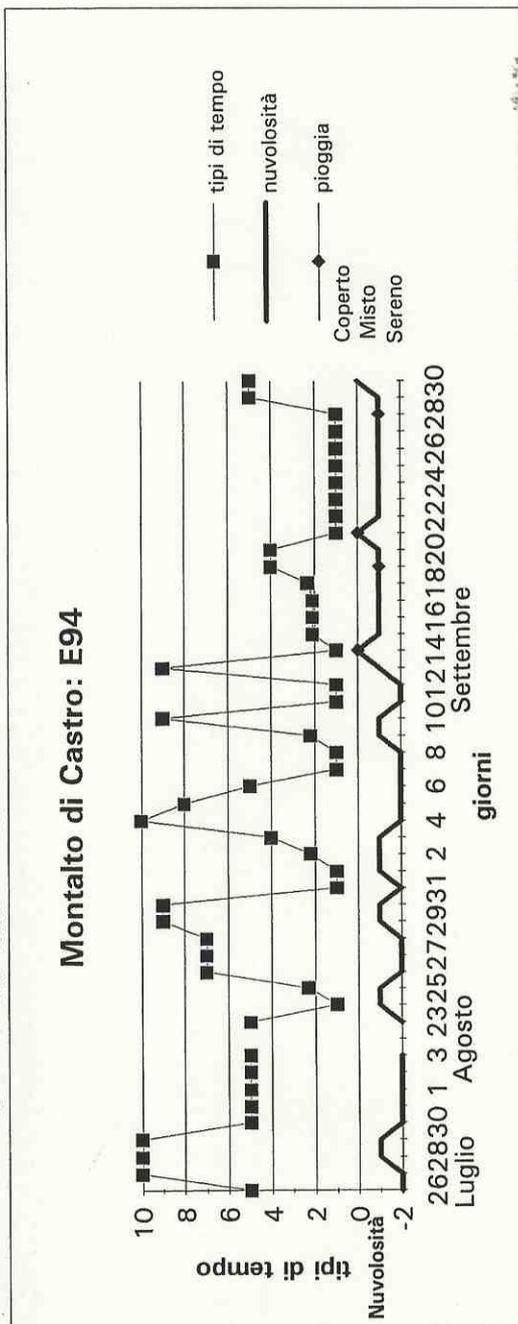


Fig. 10 Estate '94. Rosa dei venti nel periodo di campagna: rappresentazione per classi di velocità e per velocità media.

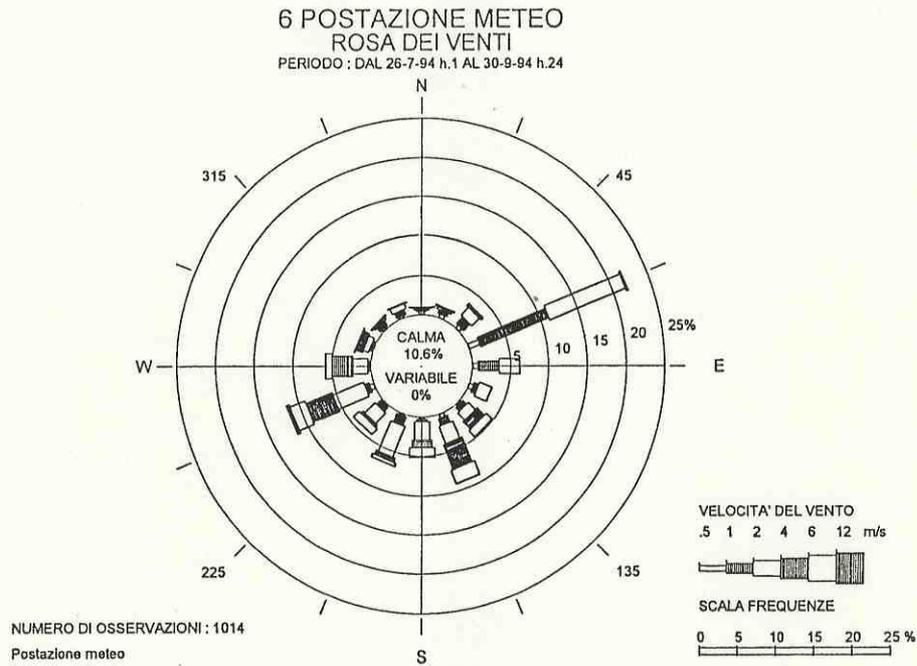


Fig. 11a Estate '94. Andamento delle medie giornaliere di SO₂.

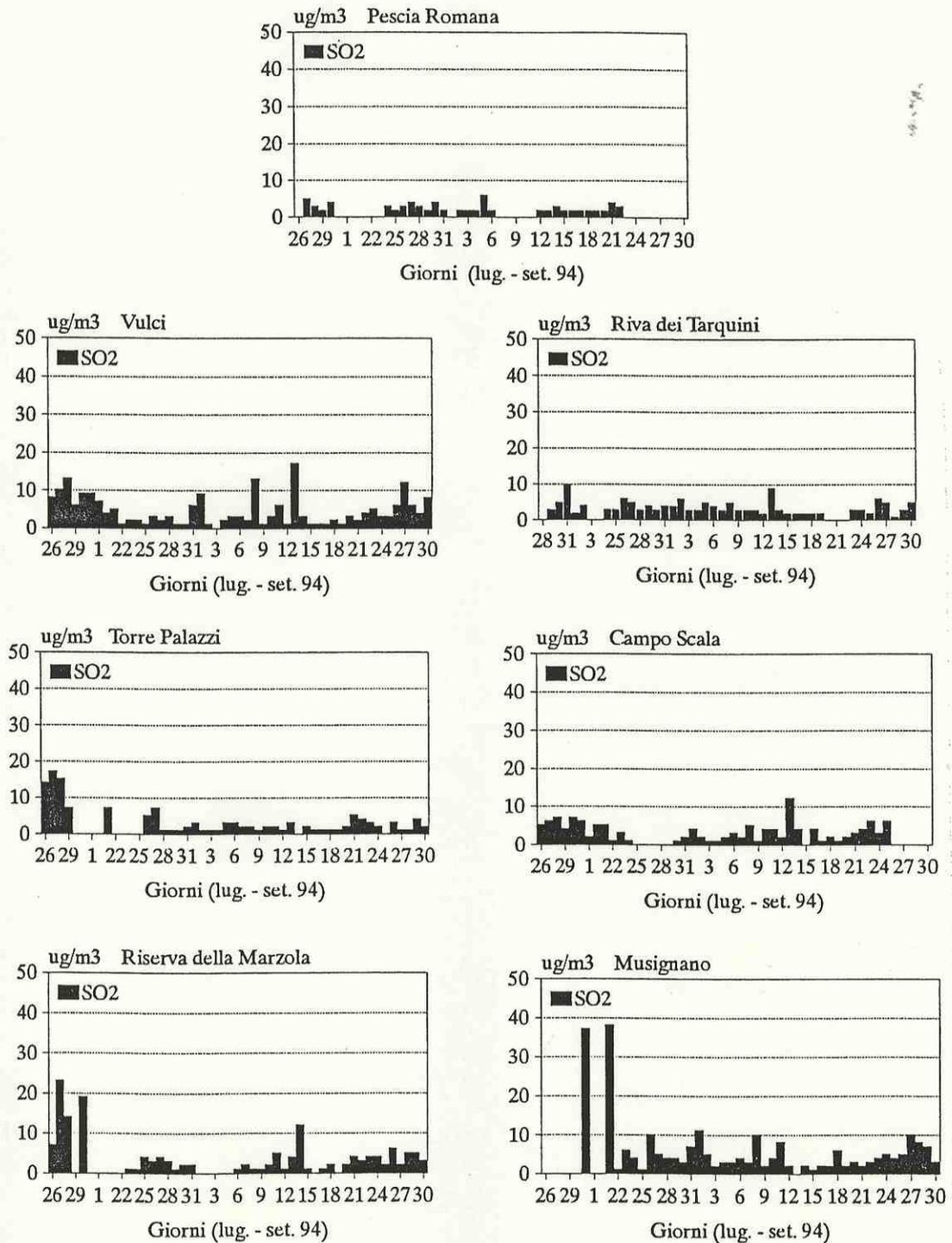


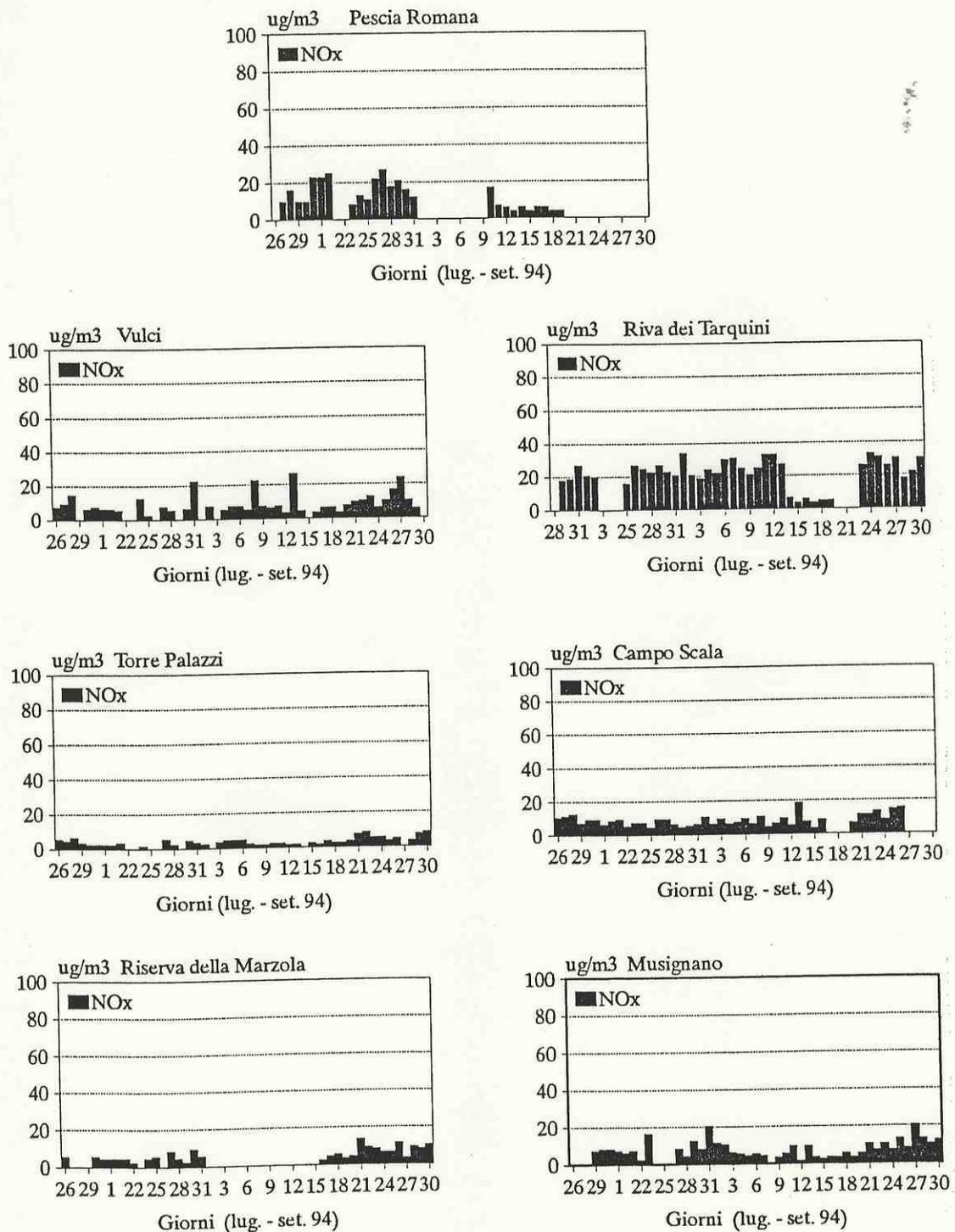
Fig. 11b Estate '94. Andamento delle medie giornaliere di NO_x.

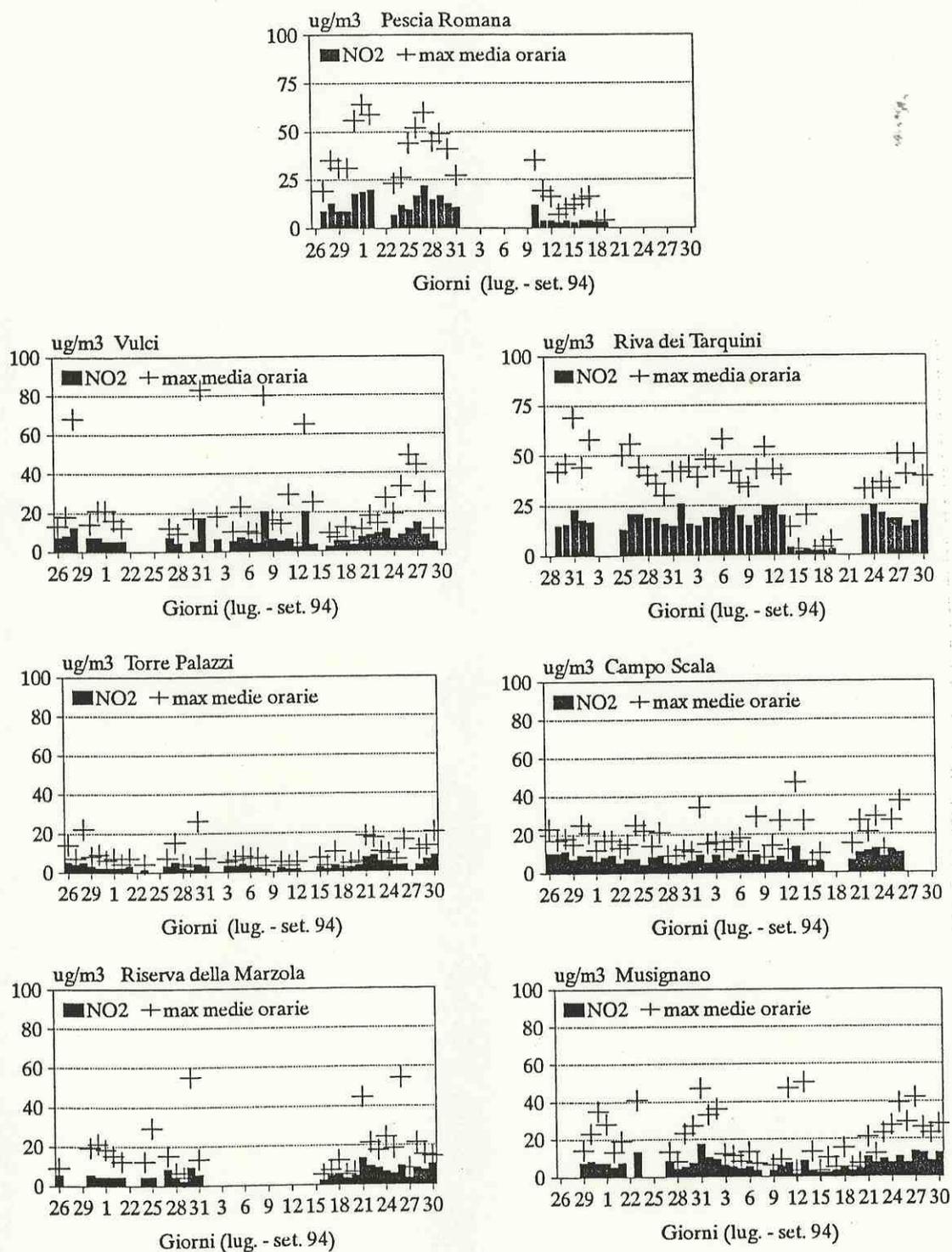
Fig. 11c Estate '94. Andamento delle medie giornaliere di NO₂.

Fig. 11d Estate '94. Andamento delle medie giornaliere di NO.

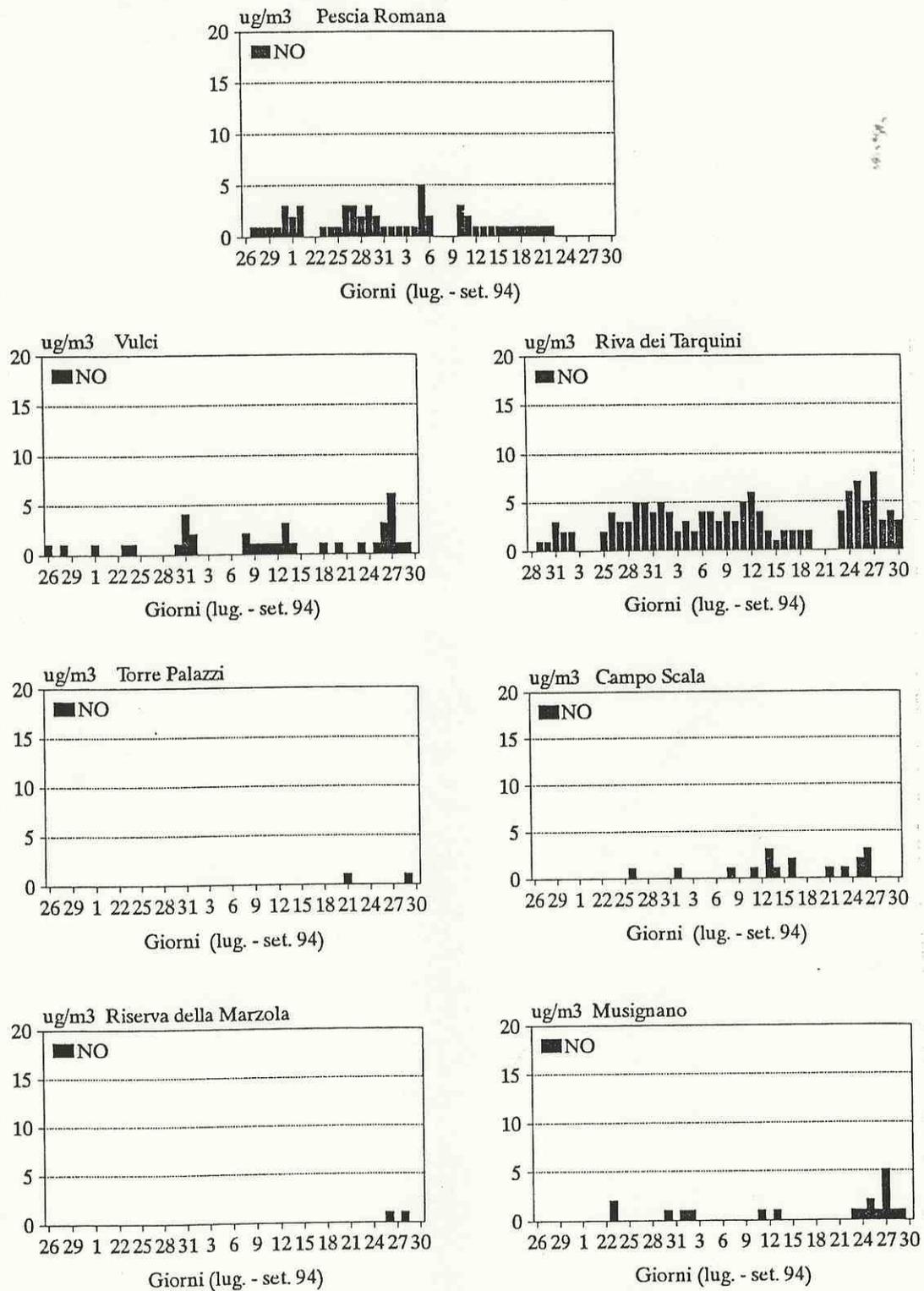


Fig. 11e Estate '94. Andamento delle medie giornaliere di O₃.

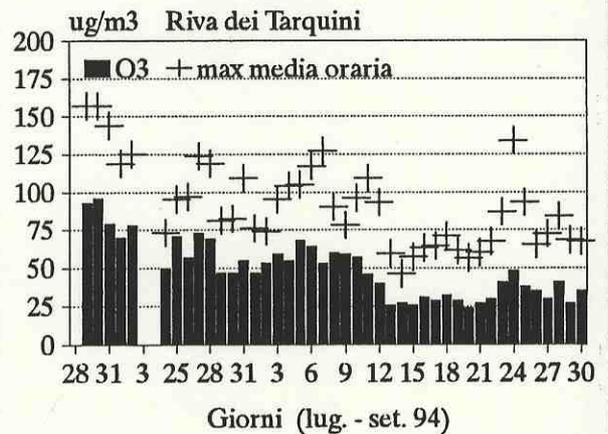
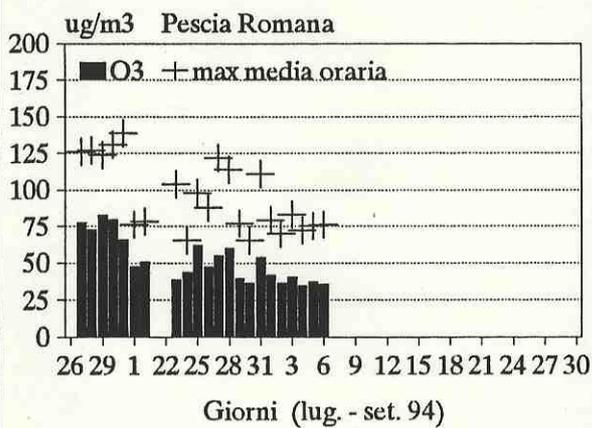
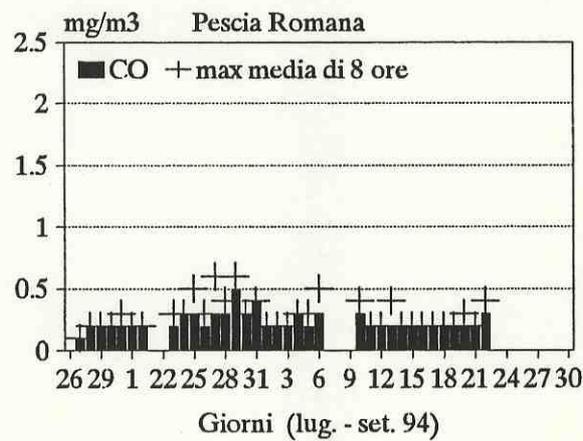


Fig. 11f Estate '94. Andamento delle medie giornaliere di CO e Polveri.

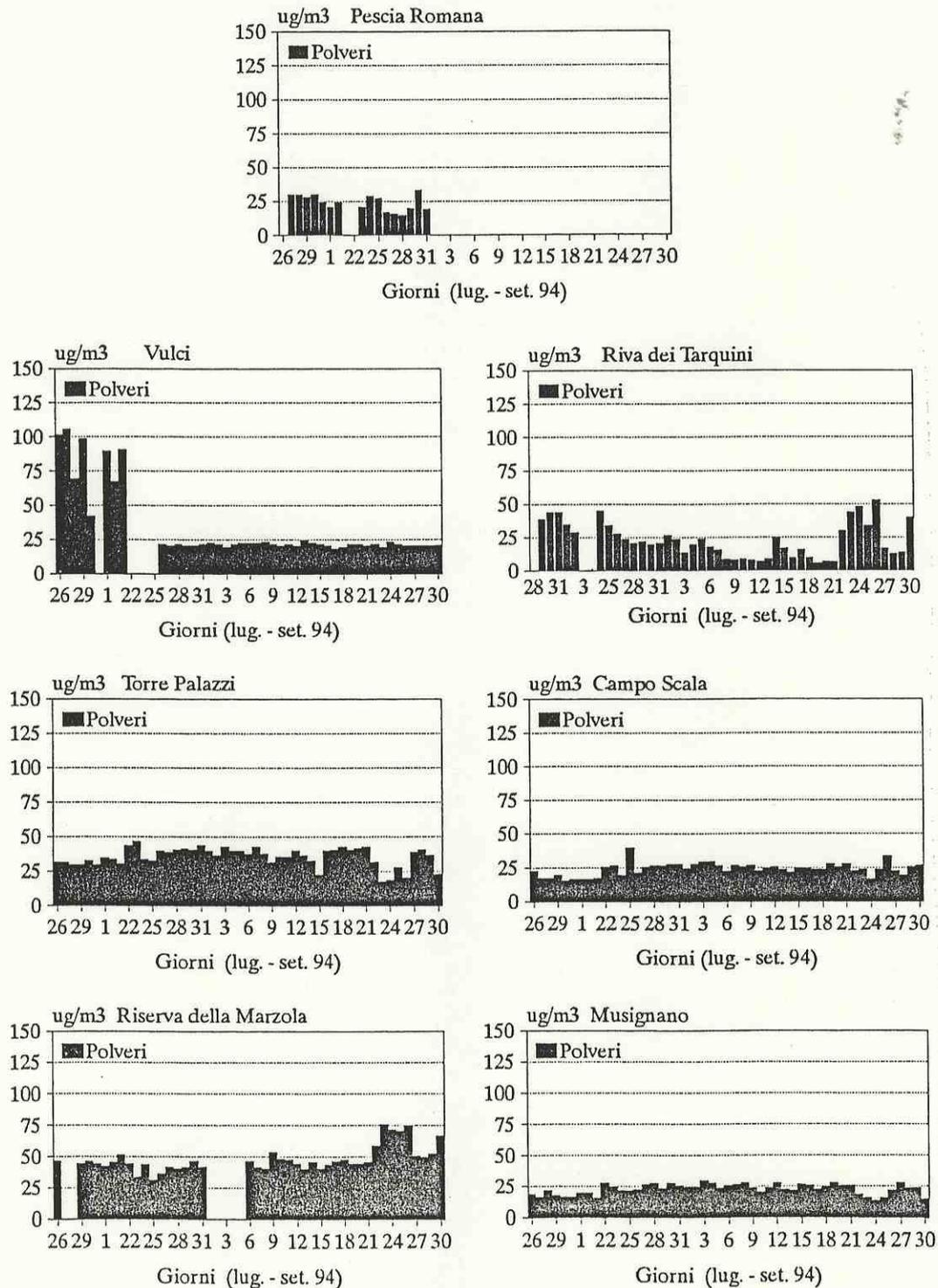


Fig. 12a Estate '94. Giorno tipico per SO₂.

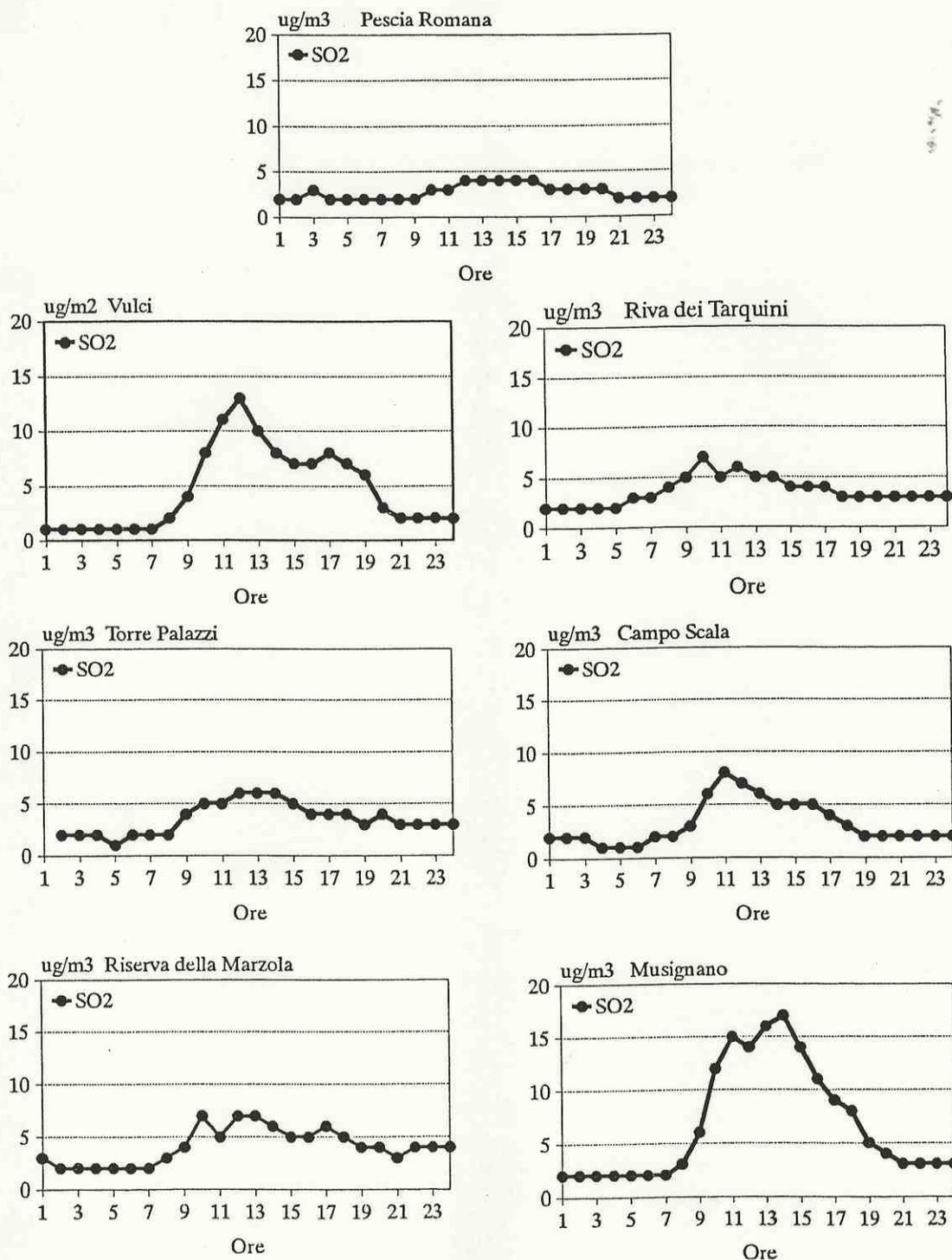


Fig. 12b Estate '94. Giorno tipico per NO_x , NO_2 e NO .

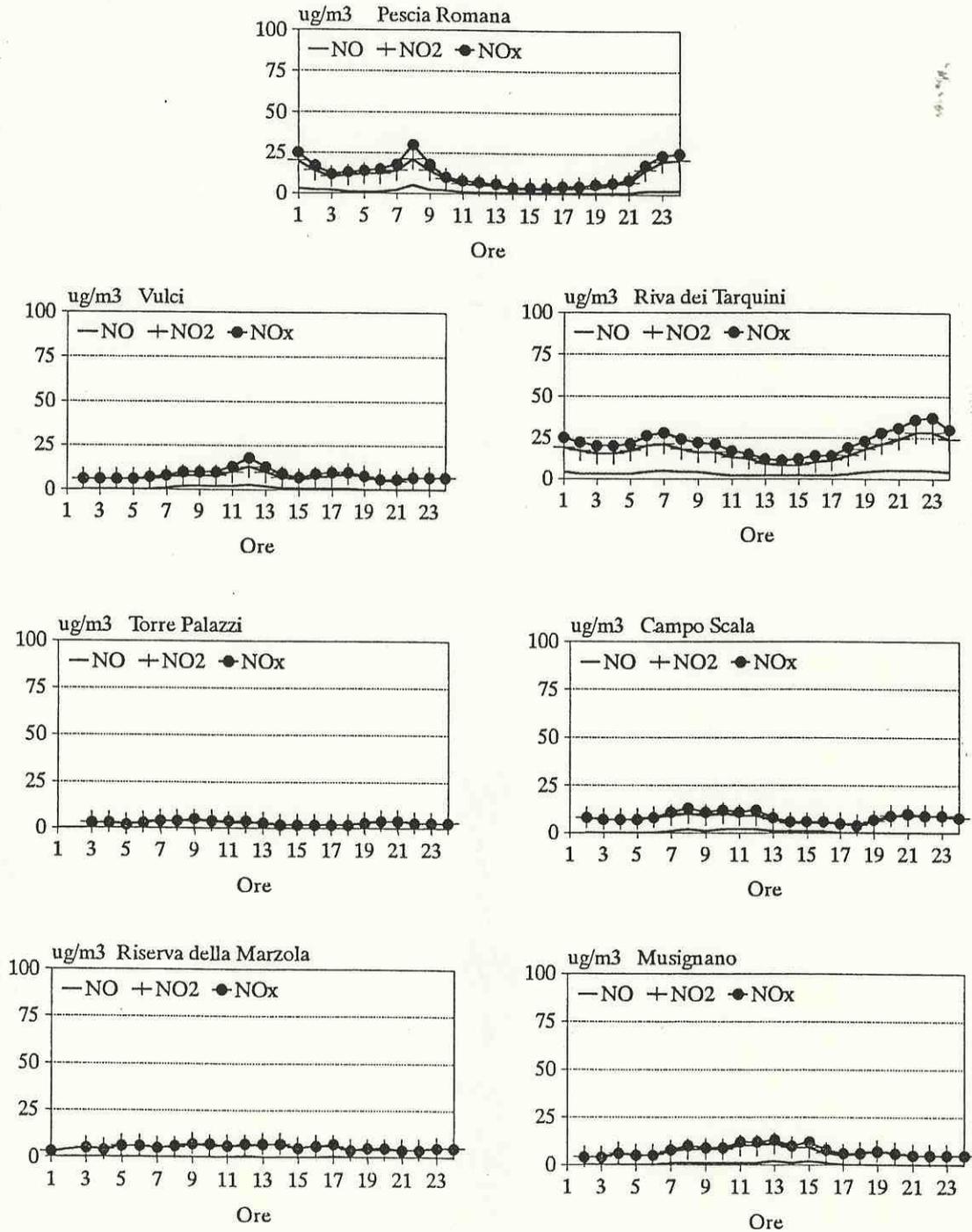


Fig. 12c Estate '94. Giorno tipico per Polveri.

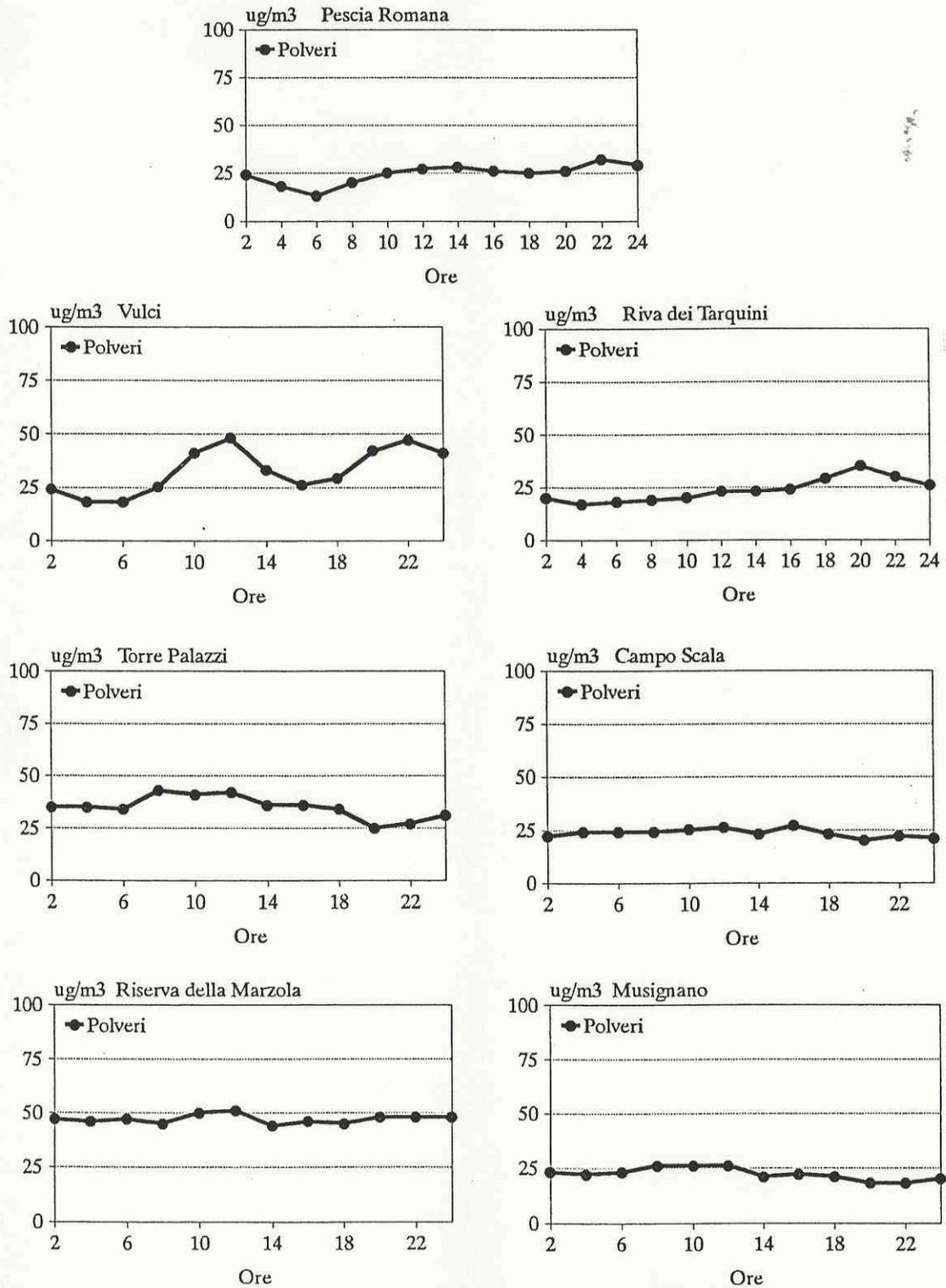


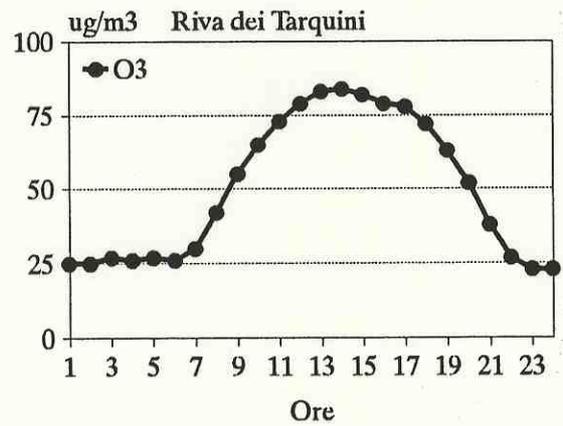
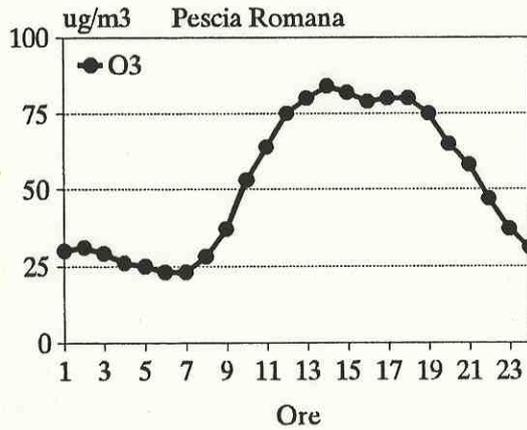
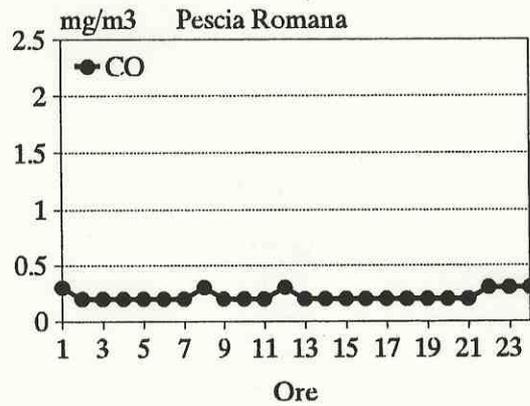
Fig. 12d Estate '94. Giorno tipico per CO e O₃.

Fig. 13d Estate '94. Rose di vento e concentrazione di NO.

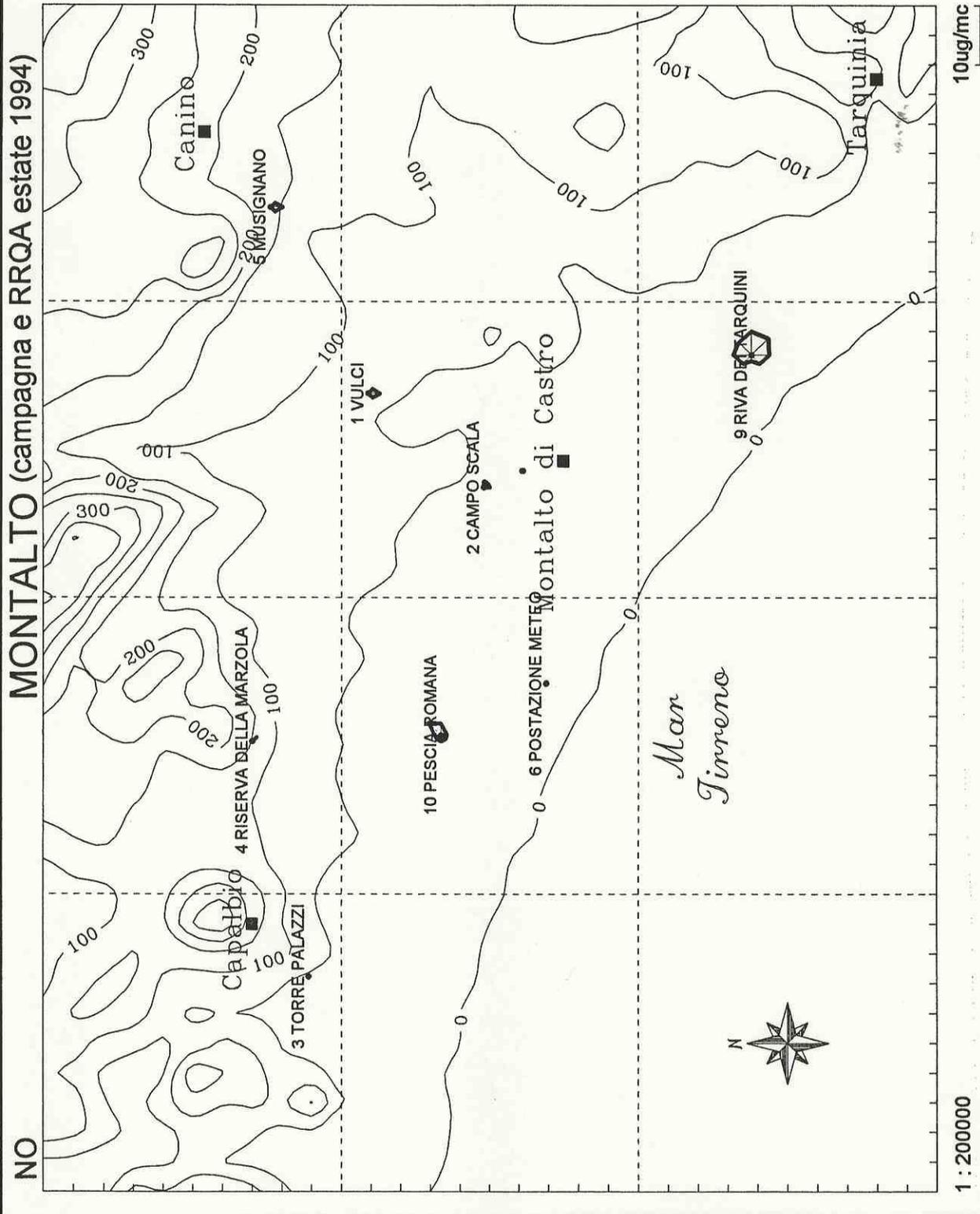


Fig. 13e Estate '94. Rose di vento e concentrazione di O₃.

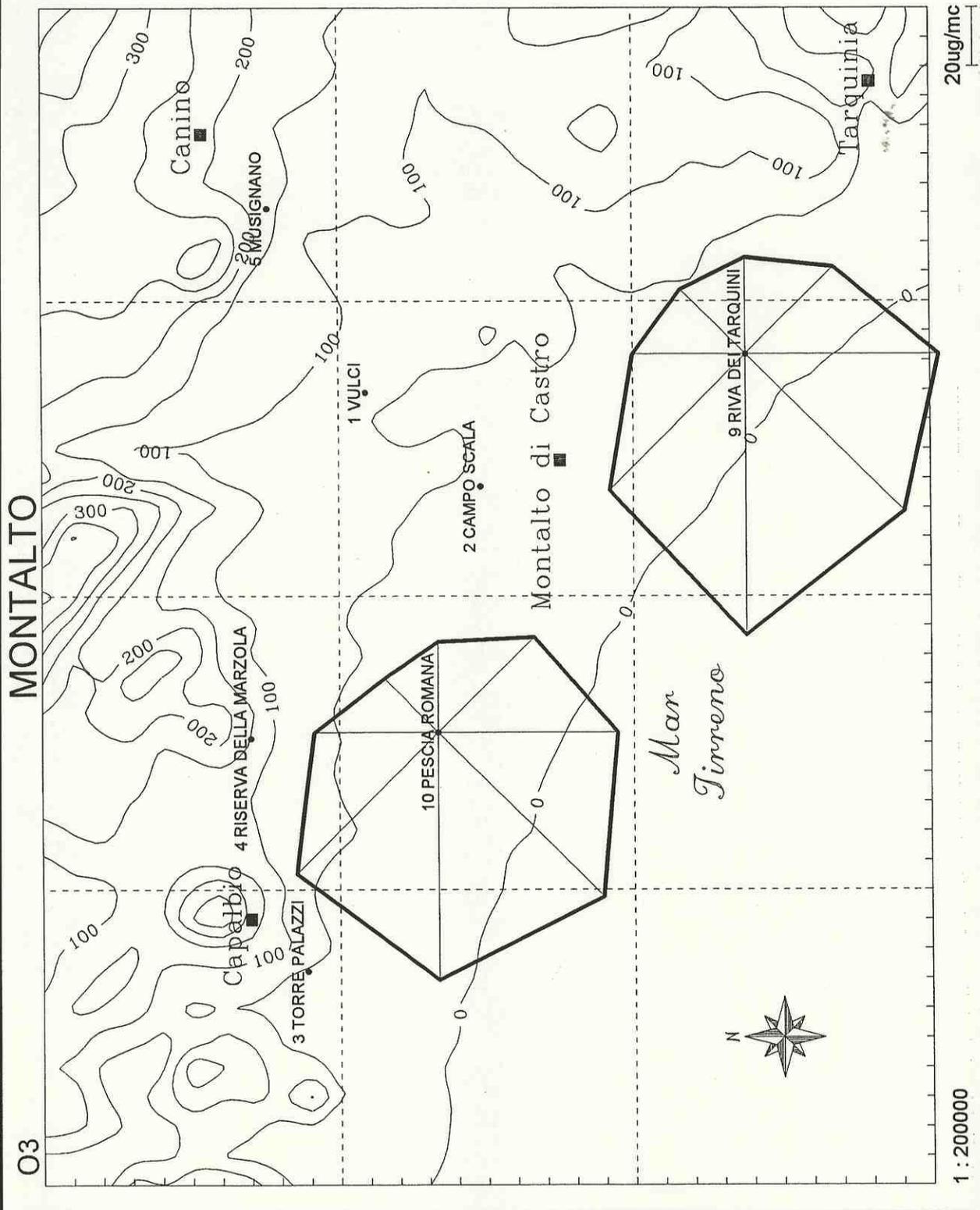
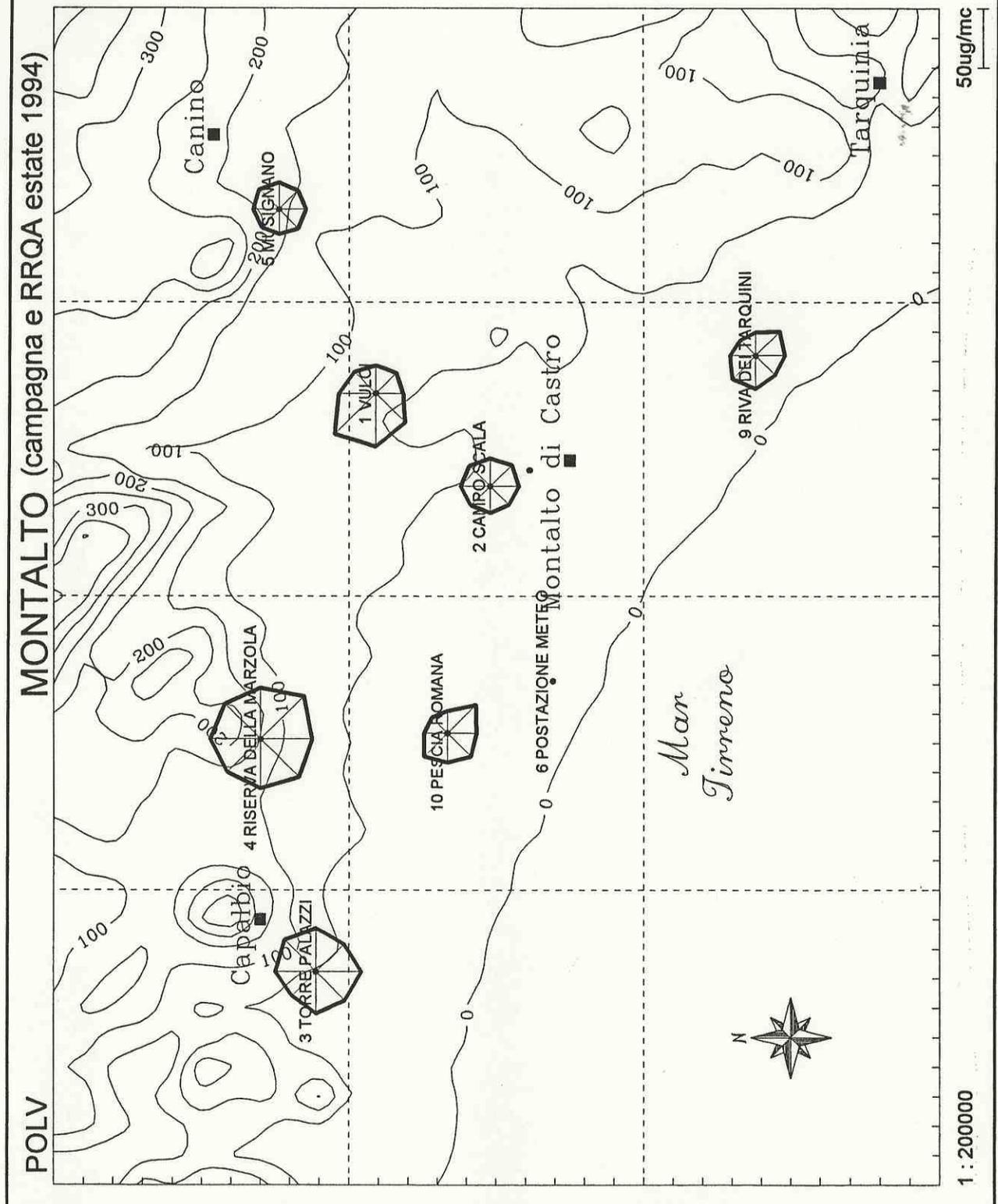


Fig. 13f Estate '94. Rose di vento e concentrazione di Polveri.



1000

1000

1000

1000