

411.3 IM2/F1/003

ENEL DCO - ROMA

ENEL - DCO
UNITA' LABORATORIO CENTRALE 01.09.92

ECL/AA/39/92/F

CENTRALE POLICOMBUSTIBILE DI MONTALTO DI CASTRO

INDAGINE SULLA QUALITA' DELL'ARIA
NELLA ZONA CIRCOSTANTE L'IMPIANTO
IN FASE PREOPERAZIONALE

SOMMARIO

DCO-Sede di Roma ha richiesto all'ULC un'indagine finalizzata a descrivere ed interpretare gli andamenti spazio-temporali della qualità dell'aria nella zona circostante la centrale di Montalto di Castro.

Il programma di indagine concordato prevede l'esecuzione di due campagne di rilevamento in fase preoperazionale e due campagne in fase operativa, della durata di circa un mese ciascuna, rispettivamente nella stagione calda e nella stagione fredda.

Nel presente rapporto sono illustrati i risultati delle campagne preoperazionali, svolte rispettivamente dal 24.05 al 26.06.1990 e dal 22.10 al 16.11.1991. Essi consentono una esauriente valutazione 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 di inquinamento molto modesti in rapporto agli standard di qualità dell'aria.

Piacenza, 07.08.1992

ECL/AA:EB/IGar/GMa/WS/Alt/sf

1. PREMESSA E SCOPI

DCO-Sede di Roma ha richiesto all'ULC un'indagine finalizzata a descrivere ed interpretare gli andamenti spazio-temporali della qualità dell'aria nella zona circostante la centrale di Montalto di Castro.

Il programma di indagine concordato prevede l'esecuzione di due campagne di rilevamento in fase preoperazionale e due campagne in fase operativa, della durata di circa un mese ciascuna, rispettivamente nella stagione calda e nella stagione fredda.

Le campagne preoperazionali hanno lo scopo di caratterizzare il fondo dovuto alle sorgenti attualmente esistenti, in funzione della situazione meteorologica e delle condizioni stagionali; gli andamenti dei parametri indicatori dell'inquinamento così ottenuti verranno messi a confronto con quelli che si produrranno a centrale funzionante.

Nel presente rapporto sono illustrati i risultati delle campagne preoperazionali, svolte rispettivamente dal 24.05 al 26.06.1990 e dal 22.10 al 16.11.1991.

L'indagine effettuata ha consentito una esauriente valutazione 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.

2. PIANO SPERIMENTALE

Le campagne sperimentali preoperazionali hanno lo scopo di caratterizzare il "fondo", in considerazione della distribuzione e tipologia delle

sorgenti esistenti e della meteorologia locale, in particolare nelle aree in cui si prevedono le ricadute delle emissioni della Centrale.

Sono state pertanto localizzate con questi criteri cinque postazioni di misura, presso le quali sono stati installati complessi strumentali automatici di tipo trasportabile.

Questi complessi sono dotati di strumentazione conforme alle prescrizioni di legge (DPCM 28.3.83 e DPR 203/88) e includono sistemi per la calibrazione automatica temporizzata e per l'acquisizione ed elaborazione dei dati.

Nel microposizionamento delle postazioni di misura si è prestata particolare attenzione a che queste non fossero influenzate da sorgenti locali non controllate.

Gli analizzatori sono stati controllati in campo sia attraverso le calibrazioni automatiche interne (con cadenza giornaliera) non modificanti la curva taratura, sia con altre manuali esterne (con cadenza circa settimanale).

Tutti i dati raccolti sono resi disponibili su supporti magnetici MS-DOS 3.* dopo opportuni controlli e validazioni fuori linea.

2.1. CAMPAGNA IN STAGIONE "CALDA"

Le postazioni prescelte per la campagna, indicate in fig. 2.1/I, sono:

- Carige (Post. 1) collocata a circa 0.5 Km a N della statale Aurelia, in direzione N-W rispetto al sito dell'impianto proposto, ad una distanza di 10 Km in prossimità dell'area artigianale di Capalbio.
- Vulci Castello (Post. 2) collocata sulla strada dell'Abbadia ad un centinaio di metri dal Castello

di Vulci, in direzione N-E a 11 Km circa dal sito. L'area circostante la postazione è rurale o solo parzialmente abitata

- Canino (Post. 3) collocata a Sud dell'abitato a 50 metri dalla strada che collega Canino a Montalto; nella zona sono presenti alcuni frantoi per la produzione di olio d'oliva, a Nord-Ovest della postazione è dislocato un cementificio. La distanza dal sito è all'incirca di 20 Km in direzione N-E.
- Le Cascine (Post. 4) collocata ad Est a 100 metri circa dalla strada che collega Canino a Montalto, a 11 Km dal sito in direzione E. Zona prevalentemente agricola distante da sorgenti urbane o industriali.
- Riva dei Tarquini (Post. 5) situata sulla strada che collega Riva dei Tarquini a Tarquinia Lido, a 12 Km dal sito in direzione SE e a circa 1 Km dalla statale Aurelia.

Le misure effettuate sono:

- Anidride solforosa (SO_2) in tutte le postazioni;
- Ossidi di azoto ($NO - NO_2$) in tutte le postazioni;
- Ozono (O_3) nelle postazioni 1, 3, 4 e 5;
- Polveri totali sospese in tutte le postazioni;
- Ossidi di carbonio (CO) solo nella postazione 5.

I parametri meteorologici presi in considerazione sono: velocità e direzione del vento a quota 10 m rilevati presso la postazione 1, 2, 3 e 4 e parametri standard della torre meteorologica della centrale, quelli anemologici rilevati a 57 m.

La dislocazione delle postazioni e la loro dotazione strumentale permettono di individuare i contributi delle sorgenti attualmente esistenti: traffico veicolare (principalmente le postazioni 1 e 5), zone

urbanizzate (principalmente le postazioni 1, 3 e 4), immissioni di tipo artigianale ed industriale (postazioni 1, 3, e 4), contributo di emissioni esterne all'area in esame (postazioni 1 e 5), e del fondo rurale in aree di probabile ricaduta della centrale futura in condizioni di brezza (postazioni 2 e 4).

2.2. CAMPAGNA IN STAGIONE "FREDDA"

Per la stagione "fredda" due delle cinque postazioni sono state posizionate in località diverse rispetto all'indagine condotta durante la stagione calda in modo da tener conto, da una parte delle emissioni del riscaldamento domestico dei maggiori centri abitati della zona, dall'altra delle più scarse frequenze di brezza e delle condizioni meteorologiche tipiche della stagione fredda (blocco invernale e perturbazioni con venti da SE).

Le postazioni utilizzate, indicate in fig 2.2/I sono:

- Carige (post. n°1) invariata
- Pescia Romana (post. n°2) ricollocata a E dell'abitato e a S della statale Aurelia (a circa 0.5 Km), in direzione N-W a circa 4 Km dal sito.
- Canino (post n° 3) invariata
- Campo Scala. (post. n°4) ricollocata a N dell'abitato di Montalto di Castro ad una distanza di circa 6 Km dalla Centrale.
- Riva dei Tarquini (post. n°5). invariata

Le misure effettuate sono:

- anidride solforosa (SO₂) in tutte le postazioni;
- ossidi di azoto (NO - NO₂) in tutte le postazioni;
- ozono (O₃) nelle postazioni n° 1-3-4-5
- polveri sospese totali in tutte le postazioni;

- ossidi di carbonio (CO) nella postazione n° 4
I parametri meteorologici presi in considerazione sono quelli standard della torre meteorologica della centrale; i dati anemologici sono rilevati a 57 m.

2.3. TRATTAMENTO ED ELABORAZIONE DEI DATI

2.3.1. Validazione

Le calibrazioni automatiche e manuali eseguite in campo con frequenza periodica permettono l'attuazione di procedure di validazione e la eventuale correzione dei dati acquisiti.

La calibrazione del valore di zero, attuata manualmente con frequenza giornaliera, viene eseguita utilizzando appositi filtri inseriti direttamente sulla presa campione; in tal modo lo zero viene determinato utilizzando gli effettivi circuiti di misura dell'analizzatore (pneumatici ed elettronici), evitando errori dovuti a componenti strumentali secondari quali: filtri interni non facilmente controllabili, vie di flusso del campione non perfettamente inerti ecc.

Le calibrazioni del valore di "span" sono eseguite manualmente con frequenza settimanale; al fine di evitare gli stessi inconvenienti, descritti per la determinazione dello zero, sono effettuate iniettando standards controllati in laboratorio attraverso l'effettivo circuito di misura dell'analizzatore.

I valori di zero e di "span" così determinati consentono di:

- calibrare l'analizzatore sui valori delle standard di riferimento

- verificare le corrispondenti calibrazioni automatiche, attuate con frequenza giornaliera dal sistema
 - stabilire dei sicuri riferimenti per le eventuali correzioni dei dati
 - individuare eventuali anomalie dell'analizzatore.
- La validazione fuori linea dei dati avviene sulla base di queste tarature.

L'analisi di tali informazioni riportate sui tracciati analogici e su "ceck-list" consente di introdurre i fattori di correzione necessari.

Tali correzioni consistono nell'eliminare le eventuali derive dello zero e gli errori percentuale riscontrati tramite lo "span".

2.3.2. Elaborazioni statistiche ed interpretazione dei dati

I dati raccolti sono elaborati in termini statistici per ricavarne indici significativi della situazione di inquinamento da confrontare con gli opportuni standard o valori di riferimento legati ad effetti igienico-sanitari o ambientali in genere.

Le elaborazioni standard e le relative interpretazioni consistono in:

- a) descrizione degli andamenti temporali nelle diverse stazioni e la loro interpretazione in funzione dell'evoluzione della situazione meteorologica complessiva
- b) descrizione del "giorno tipico", cioè l'andamento medio alle singole ore di rilevamento dell'inquinamento lungo l'arco della giornata dei parametri di inquinamento e dell'indice di fotostazionarietà P (Appendice I)
- c) costruzione delle "rose di vento concentrazione", cioè i diagrammi polari delle concentrazioni per i diversi settori di provenienza del vento; questa presentazione identifica visivamente la

direzione da cui proviene l'inquinamento e può permettere di identificare le sorgenti maggiormente responsabili.

2.3.3. Analisi di episodi particolari

Per individuare le sorgenti più significative ed i meccanismi di ricaduta degli inquinanti al suolo si è proceduto all'analisi fenomenologica degli eventi di marcato rialzo degli inquinanti presi come riferimento (SO₂, NO_x).

La selezione degli episodi si è basata sul superamento di una soglia di concentrazione arbitrariamente fissata per SO₂ e NO_x a 100 µg/m³, tale da evidenziare i fenomeni più significativi.

Gli eventi sono analizzati tramite i seguenti elaborati:

- Andamenti delle concentrazioni di SO₂ e NO_x relativi ai periodi di rialzo di almeno uno dei due parametri. Sugli stessi grafici sono riportati i contemporanei dati di direzione e velocità del vento rilevati dalla locale torre meteorologica.
- Andamento del rapporto molare SO₂/NO_x.
Questo rapporto è significativo per attribuire l'inquinamento ad emissioni urbane (per le quali esso vale circa 0.2 in media annua e 0.5÷0.6 in inverno) o a combustione di oli pesanti (valore atteso 1÷2).
- Andamento dell'indice di fotostazionarietà P (vedi Appendice I).

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1. CAMPAGNA IN PERIODO CALDO

3.1.1. Analisi situazione meteo sinottica

Il periodo di misura, dal 24/5/1990 al 26/6/1990, ha visto il susseguirsi di situazioni perturbate nelle prime tre settimane e l'instaurarsi di tempo bello con possibilità di sviluppo della circolazione di brezza nell'ultima settimana.

In Tab. I è riportato in modo dettagliato l'andamento della situazione in quota (500 hPa), definendo su questa base periodi omogenei di comportamento del tempo. In fig. 3.1.1/I è riportata la rosa dei venti del periodo di campagna.

3.1.2. Andamenti delle concentrazioni al suolo

Di seguito si riportano alcuni elaborati sintetici in grado di mettere in evidenza entità e natura dell'inquinamento esistente; in particolare:

a) Andamento delle concentrazioni medie giornaliere di SO_2 , NO_x , NO_2 , NO , O_3 , CO e PARTICOLATO SOSPESO TOTALE, limitatamente ai giorni in cui vi sono valori medi orari validi per almeno l'80% del tempo (figg.3.1.2/Ia÷If).

Per facilitare il confronto con gli standards di qualità dell'aria, oltre alle rispettive medie giornaliere sono riportate nelle stesse figure, le concentrazioni medie orarie massime del giorno per NO_2 e O_3 , la concentrazione media di otto ore massima del giorno per l'ossido di carbonio.

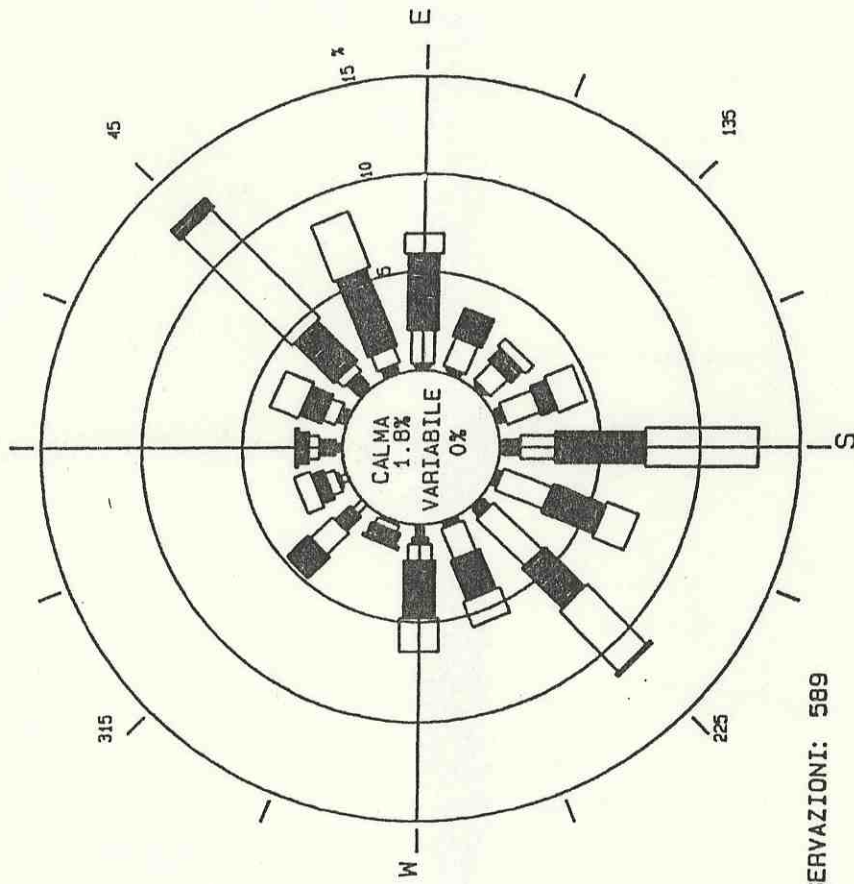
b) Andamenti del "giorno tipico"; si tratta dell'andamento dei valori medi dei parametri sopra indicati nelle diverse ore del giorno per tutto il periodo di campagna (figg.3.1.2/IIa÷IIe).

TABELLA I

Periodo		SITUAZIONE
dal	al	
24.05	29.05	Una profonda saccatura, associata al minimo presente sul Nord Europa determina il passaggio di varie perturbazioni sulle nostre regioni. I venti sono variabili prevalentemente da S o SE nella prima parte del periodo e da NE-E negli ultimi tre giorni.
30.05	2.06	Lo spostamento verso E del centro di minima e l'instaurarsi di un promontorio su Spagna e Inghilterra determinano un miglioramento e favoriscono inizialmente correnti da N. I due giorni centrali del periodo possono presentare circolazioni locali di brezza.
3.06	5.06	L'area di alta pressione presente sull'Africa settentrionale prevale sul formarsi di una saccatura associata al minimo presente sul Mare del Nord. Correnti moderatamente instabili di origine atlantica confluiscono con aria umida di origine africana determinando al suolo ancora residui di instabilità. I venti sono variabili con prevalenza intorno S.
6.06	10.06	Il minimo presente inizialmente sul Mare del Nord si va intensificando e spostando sull'Europa centrale determinando il passaggio di una perturbazione e generando un'area di minimo sottovento alle Alpi. I venti al suolo sono variabili prevalentemente intorno S.
11.06	16.06	Sull'Europa centrale e sull'Italia si stabiliscono correnti zonali. Il gradiente barico si presenta moderato e non si ha una chiara prevalenza dell'area di alta pressione presente sull'Africa settentrionale. Linee di instabilità attraversano le nostre regioni determinando condizioni di cielo nuvoloso e variabile. I venti al suolo sono variabili.
17.06	20.06	L'area anticiclonica prende ora il sopravvento e si determinano situazioni di tempo bello con possibili sviluppi di circolazione di brezza.
21.06	23.06	La saccatura associata al minimo sull'Inghilterra si approfondisce portando correnti da SW in quota ed il passaggio di una perturbazione che interessa principalmente le regioni settentrionali italiane. I venti al suolo sono variabili con prevalenza dai quadranti S.
24.06	26.06	Si ristabiliscono condizioni di alta pressione in quota ed al suolo con cielo sereno e circolazioni di brezza nei bassi strati.

TORRE METEO ROSA DEI VENTI

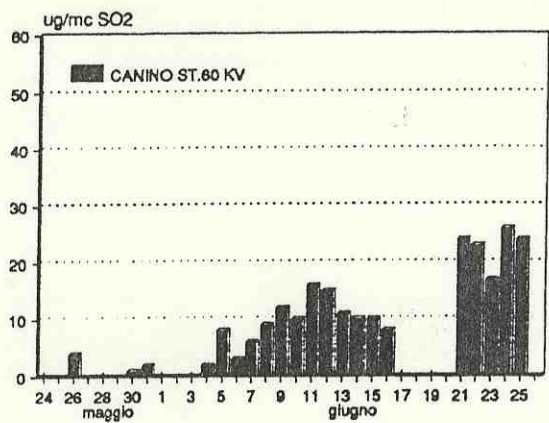
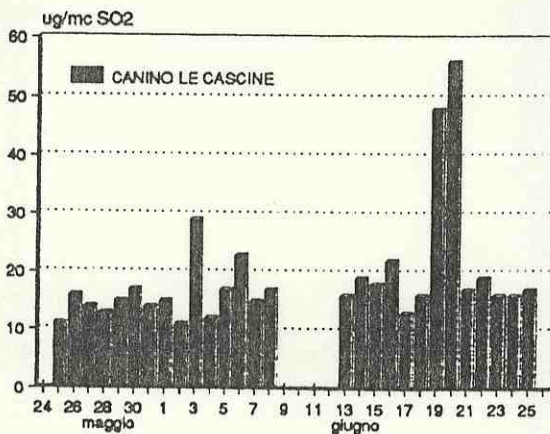
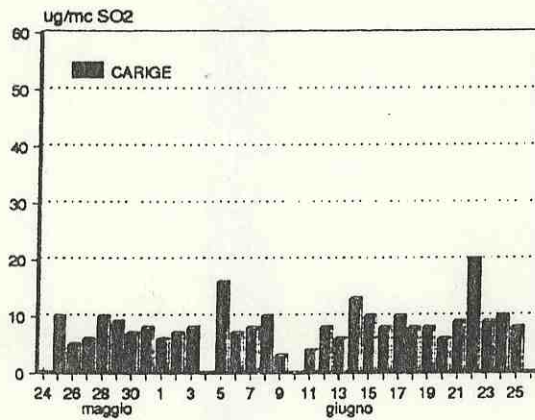
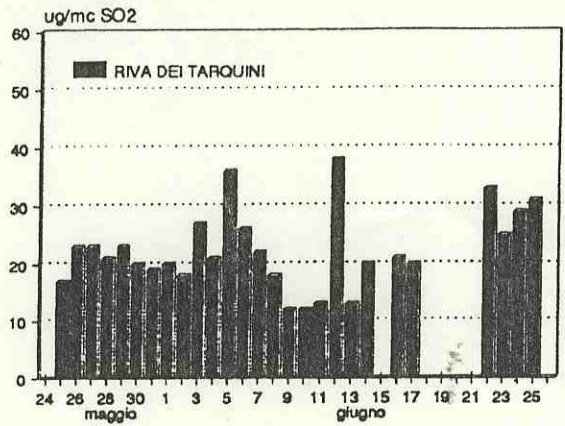
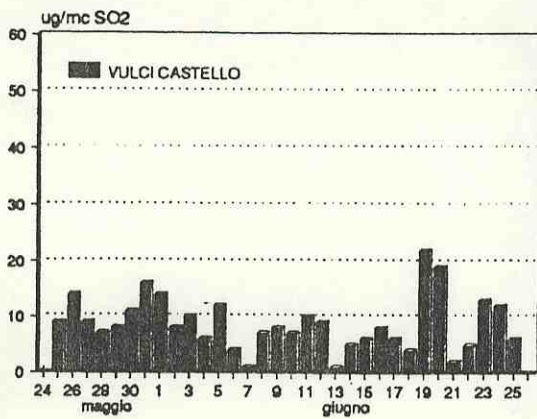
PERIODO : DAL 23-5-90 h.0 AL 21-6-90 h.23



NUMERO DI OSSERVAZIONI: 589

CAMPAGNA PRIM.90

RAPPORTO		SEZIONE		FIGURA 3.1.1/I	
Rosa dei Venti in periodo caldo					
ENEL ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA		A CURA DI DCO		DATA	
		ULC-ECL/AA		REV	
			DISEGNO		SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.1.2/Ia

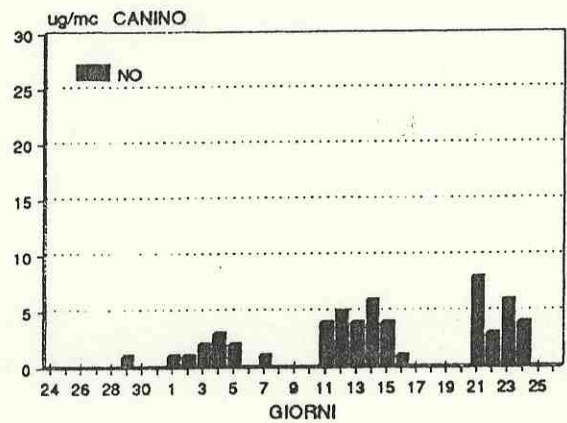
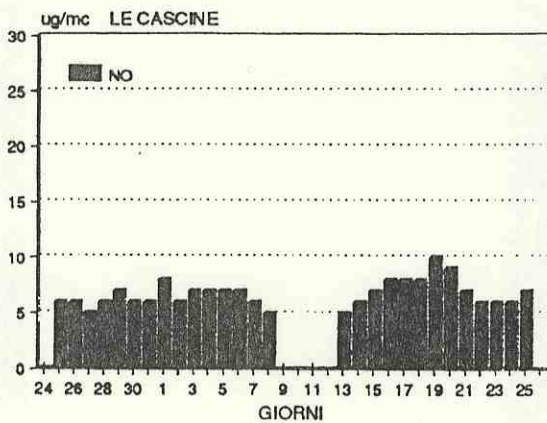
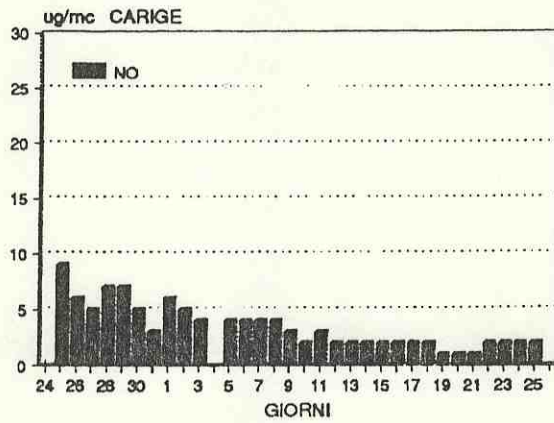
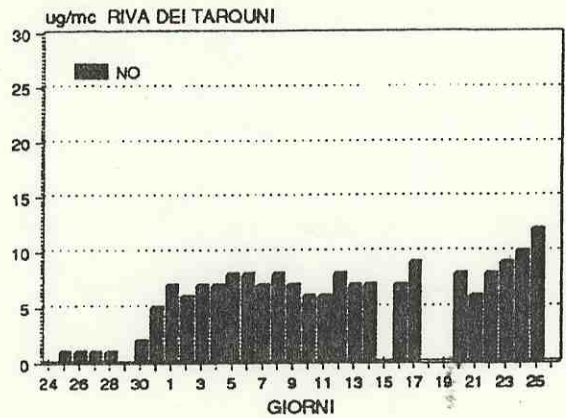
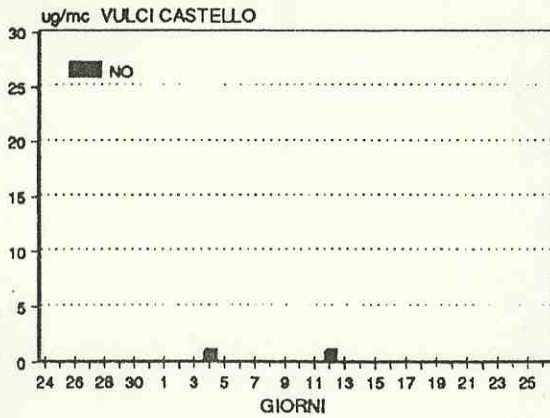
Andamenti temporali delle concentrazioni medie giornaliere di SO₂ nelle diverse postazioni

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.1.2/Ib

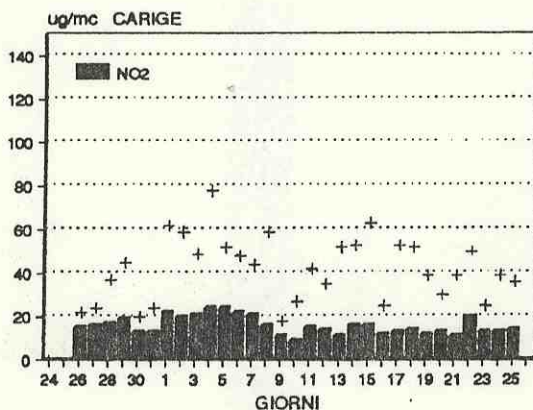
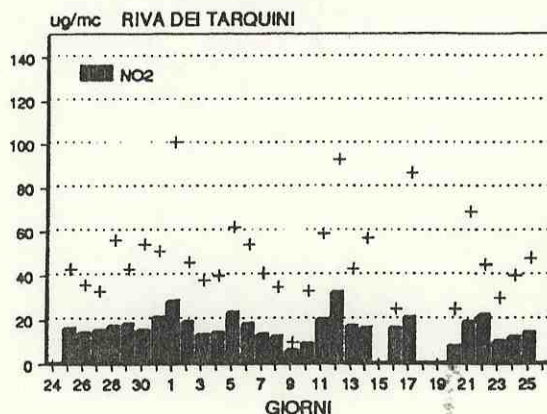
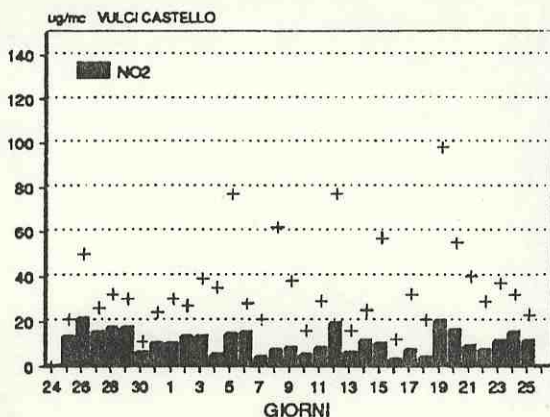
Andamenti temporali delle concentrazioni medie giornaliere di NO nelle diverse postazioni

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

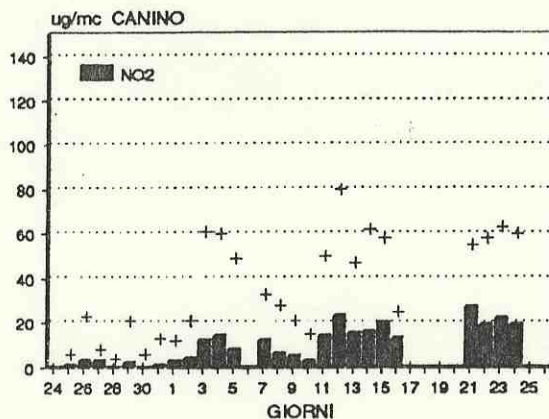
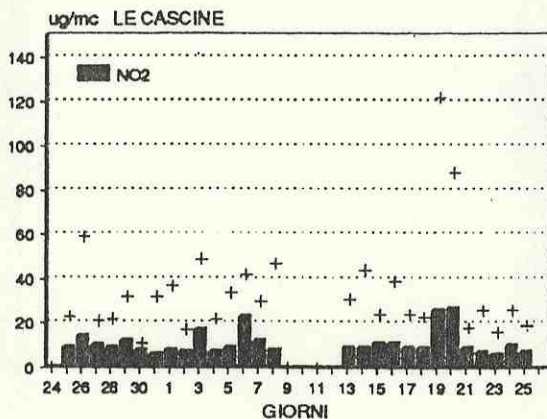
DATA
REV

DISEGNO

SCALA



(+) max media oraria



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.1.2/Ic

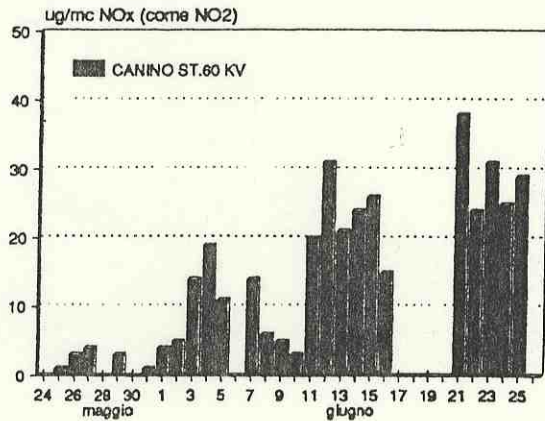
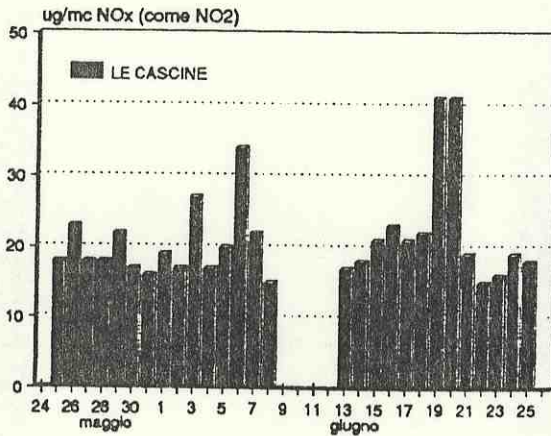
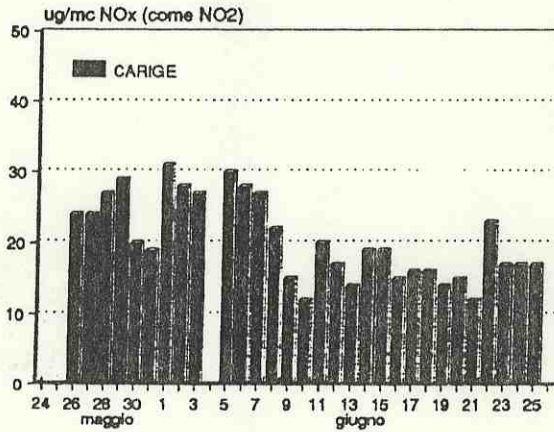
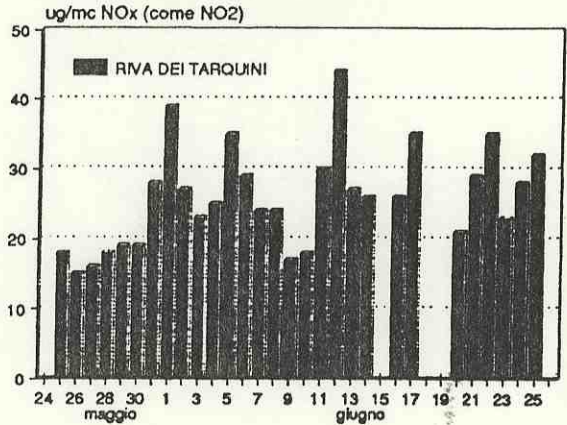
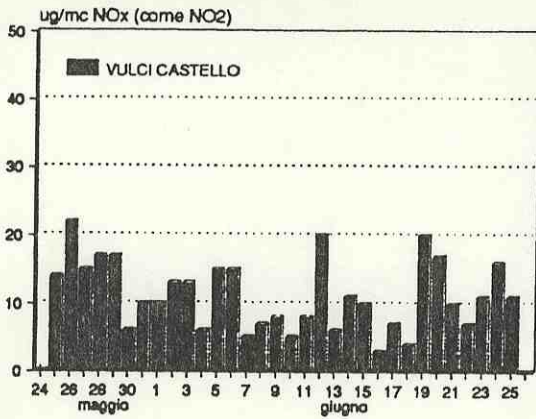
Andamenti temporali delle concentrazioni medie giornaliere di NO₂ nelle diverse postazioni

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

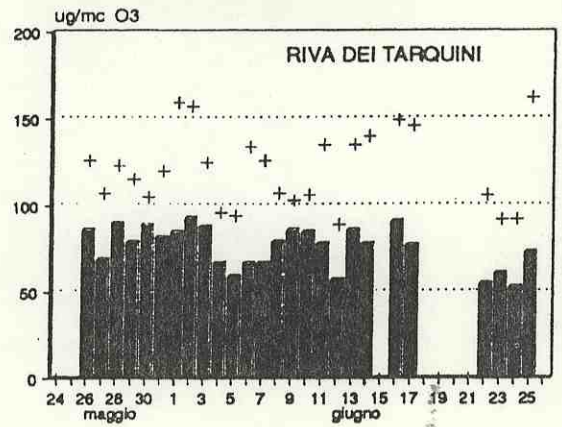
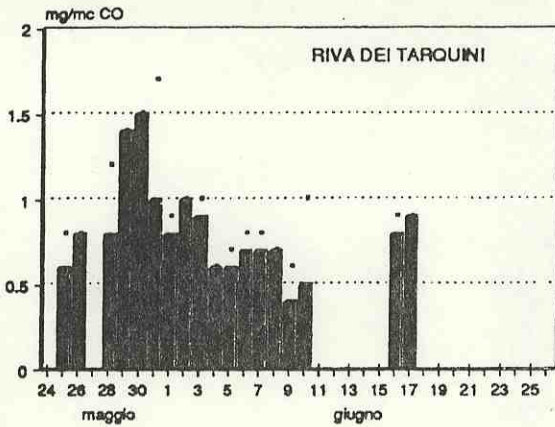
DATA
REV

DISEGNO

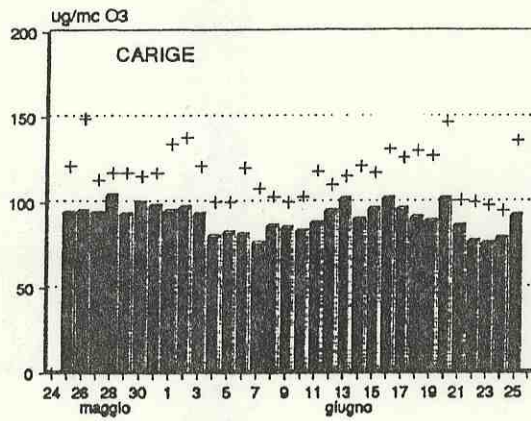
SCALA



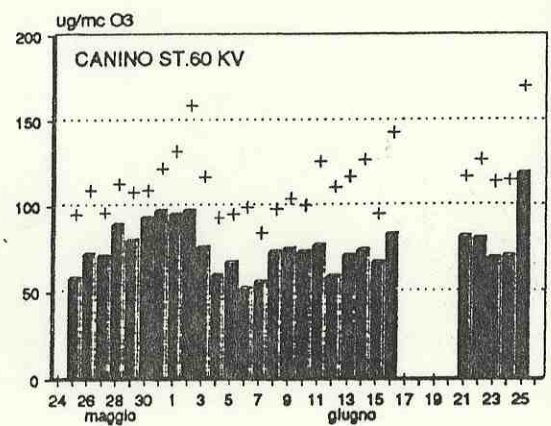
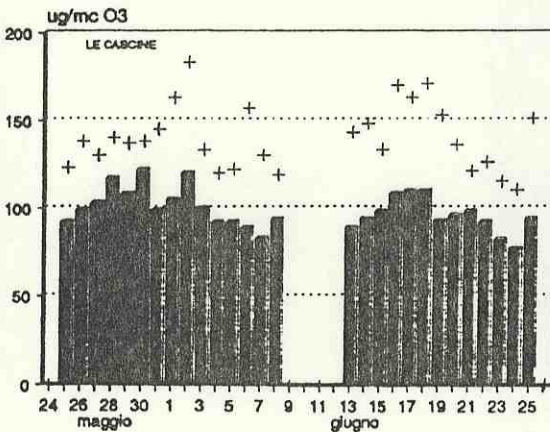
<p>ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA</p>	RAPPORTO	SEZIONE	FIGURA 3.1.2/Id
	<p>Andamenti temporali delle concentrazioni medie giornaliere di NOx nelle diverse postazioni</p>		
	A CURA DI DCO ULC-ECL/AA	DATA REV	DISEGNO SCALA



(.) max media di 8 ore



(+) max. media oraria



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA

3.1.2/Ie

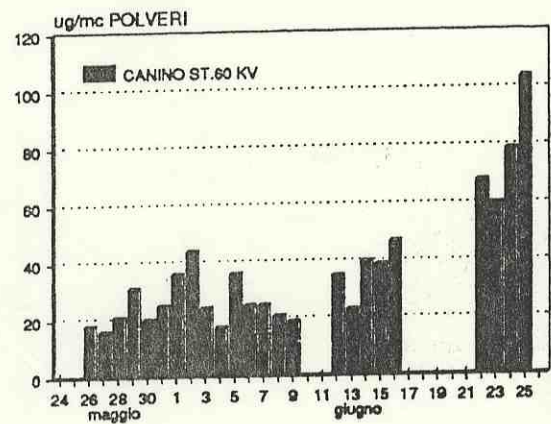
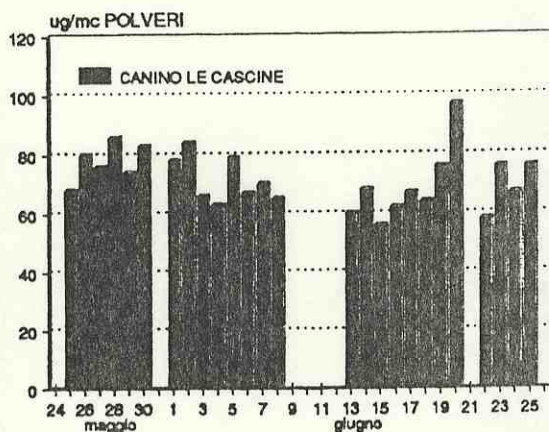
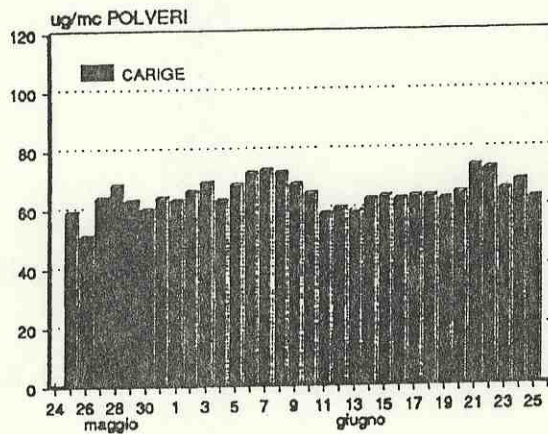
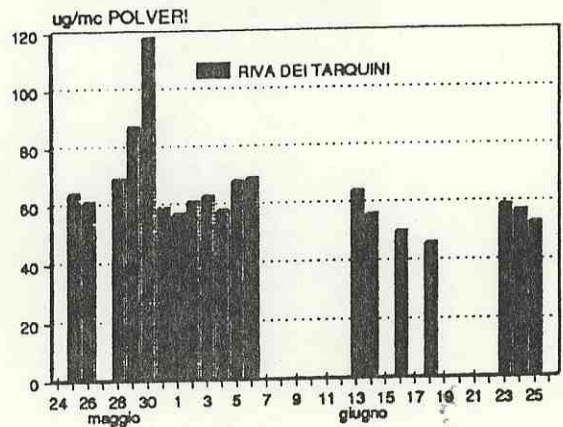
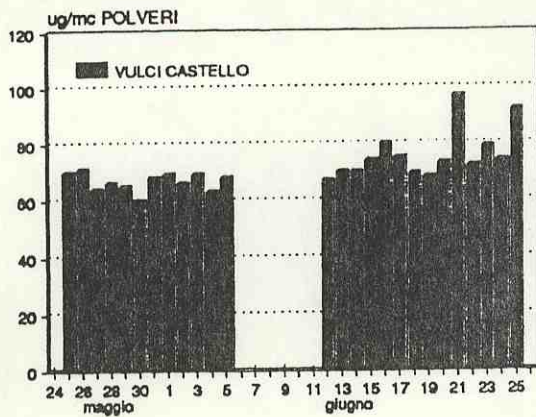
Andamenti temporali delle concentrazioni medie giornaliere di O₃ e CO nelle diverse postazioni

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.1.2/If

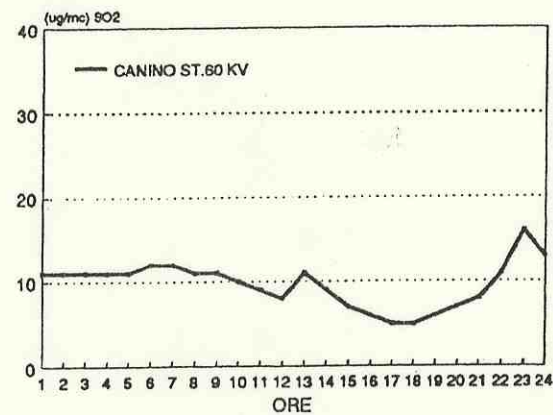
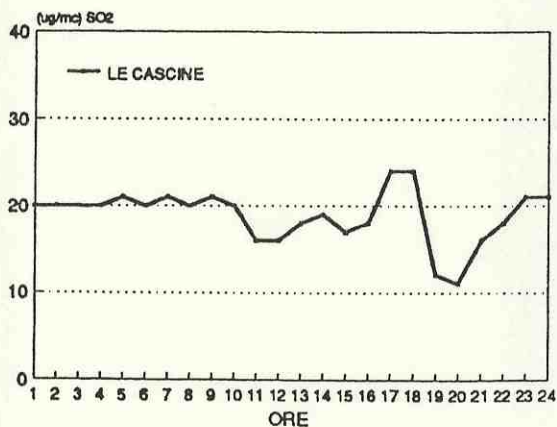
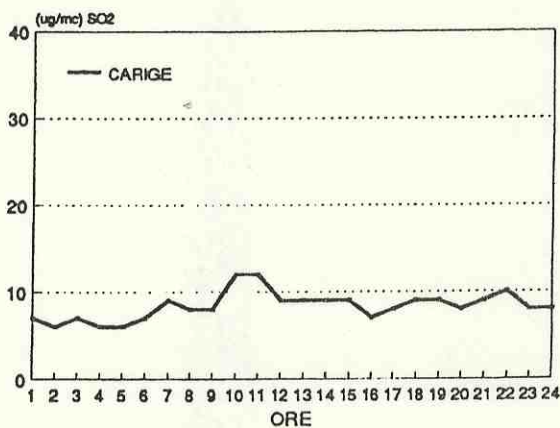
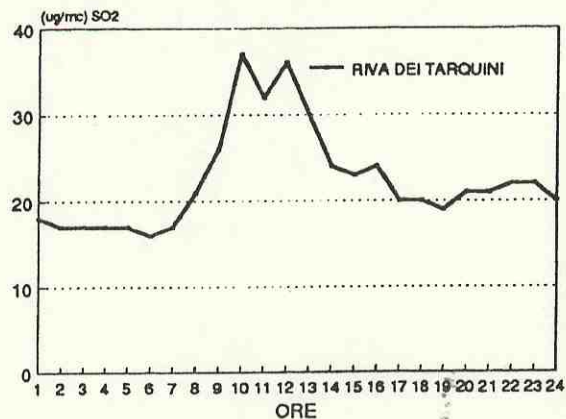
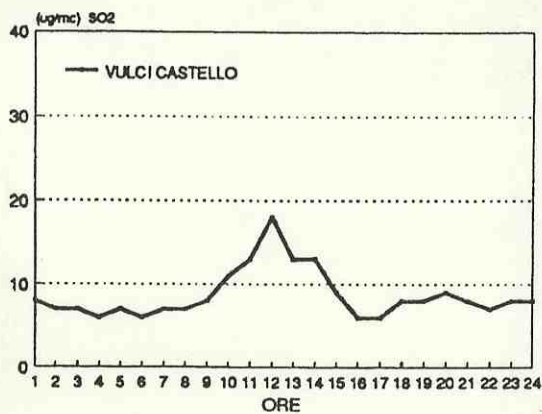
Andamenti temporali delle concentrazioni medie giornaliere di polveri totali sospese nelle diverse postazioni

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.1.2/IIa

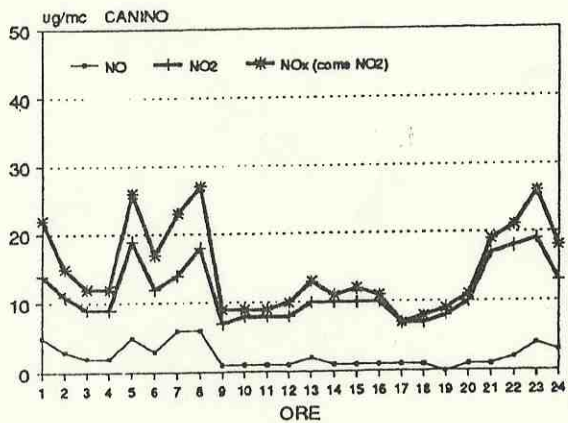
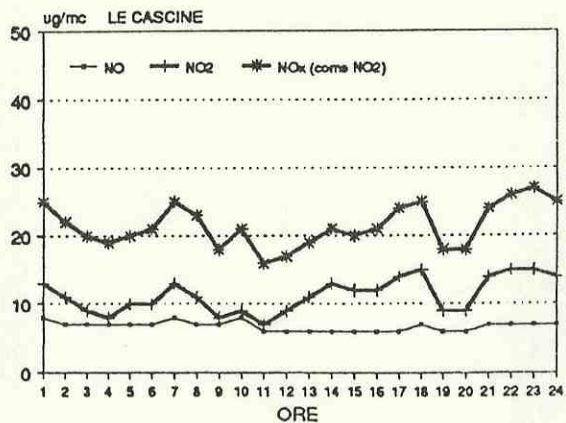
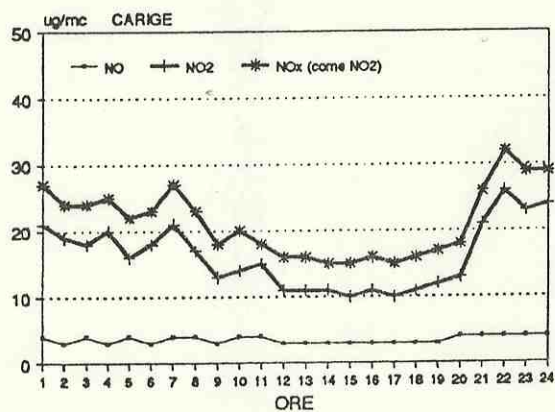
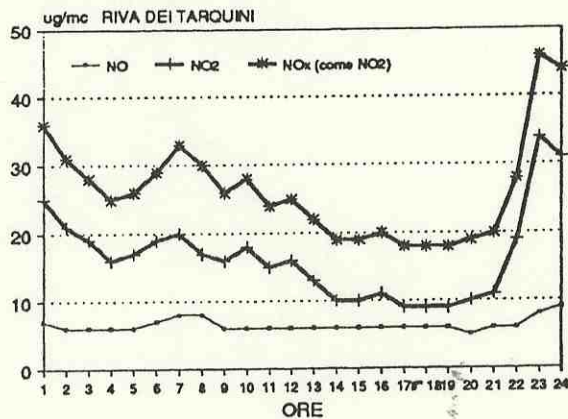
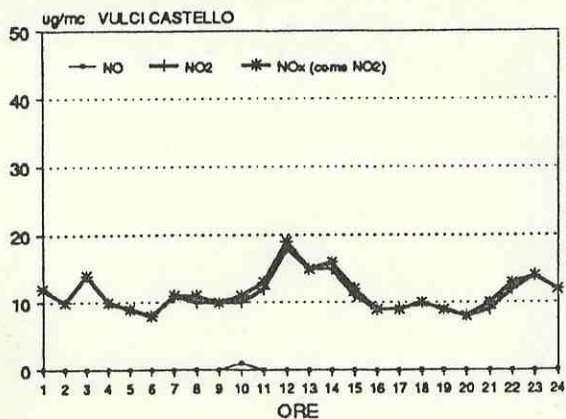
Periodo caldo. Andamenti del "giorno tipico" delle concentrazioni di SO₂, nelle diverse postazioni

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.1.2/IIb

Periodo caldo. Andamenti del "giorno tipico" delle concentrazioni di NO-NO₂-NO_x, nelle diverse postazioni

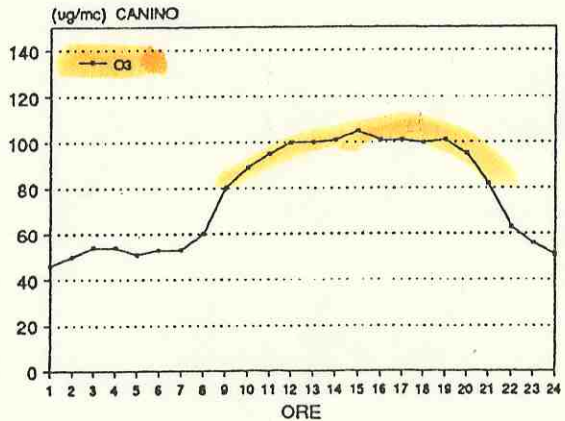
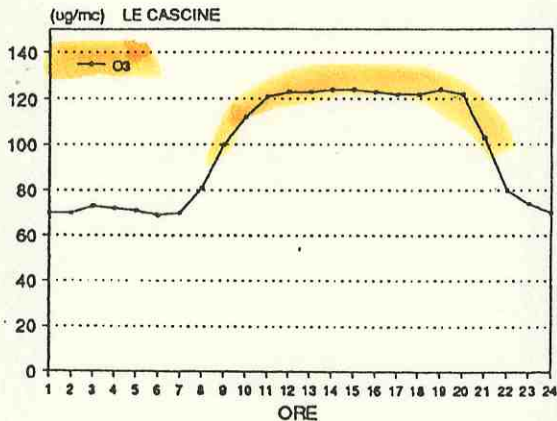
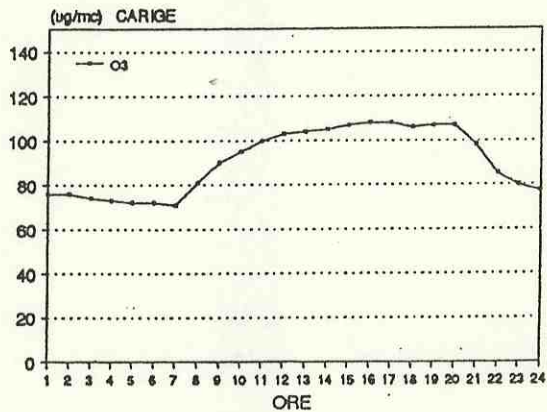
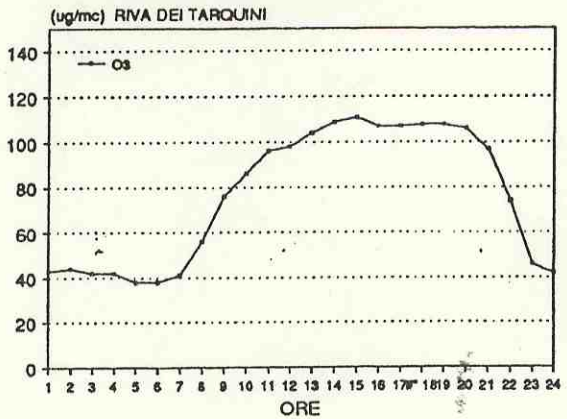
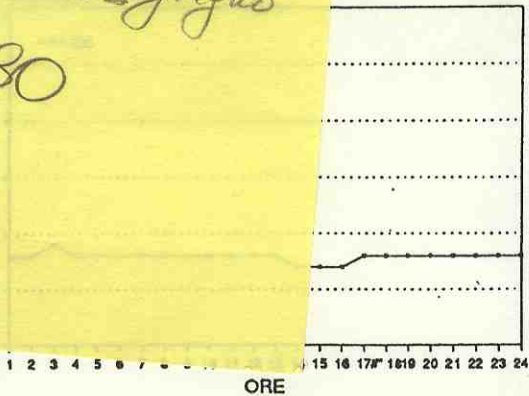
A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

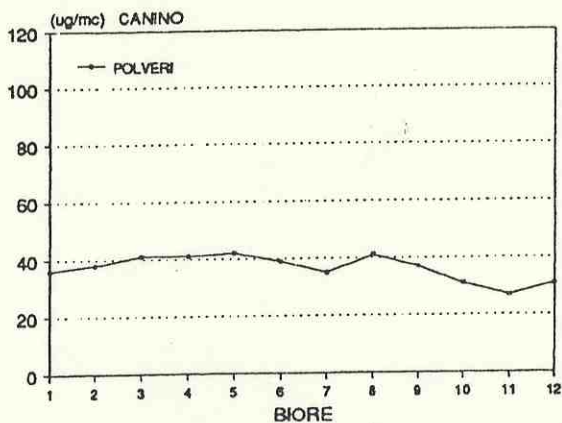
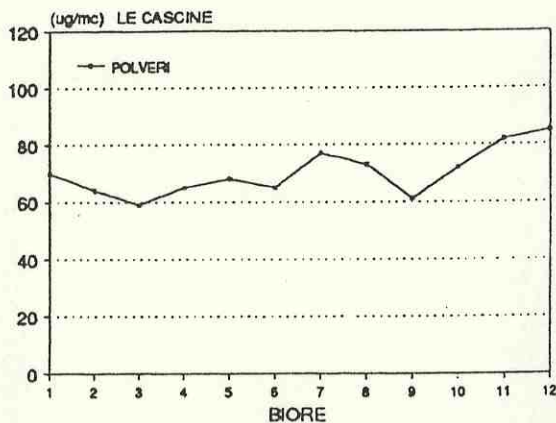
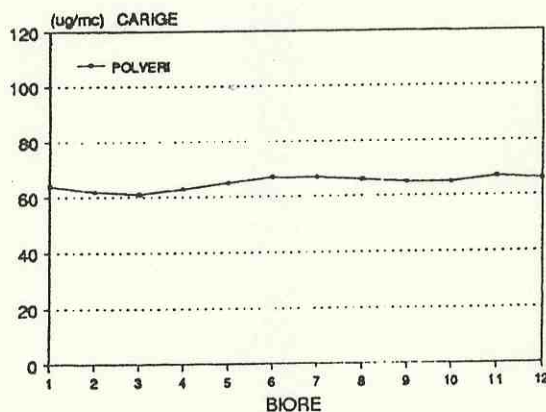
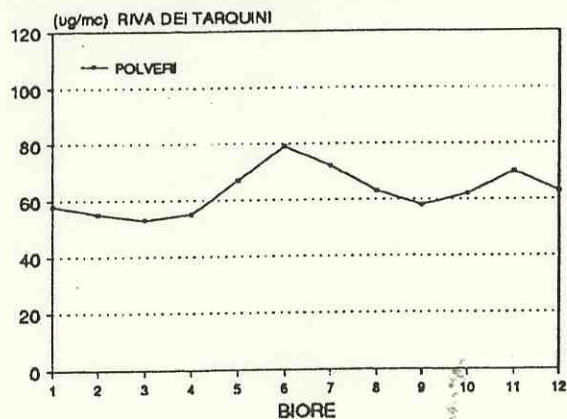
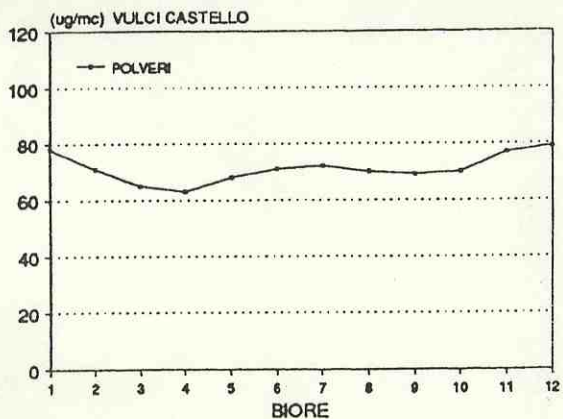
DISEGNO

SCALA

OZONO
 periodo CALDO
 29 Maggio - 21 Giugno
 1990



ENEL ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA	RAPPORTO	SEZIONE	FIGURA 3.1.2/IIc
	Periodo caldo. Andamenti del "giorno tipico" delle concentrazioni di CO e O ₃ nelle diverse postazioni		
A CURA DI ULC-ECL/AA	DCO	DATA REV	DISEGNO
			SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.1.2/IIId

Periodo caldo. Andamenti del "giorno tipico" delle concentrazioni di polveri totali sospese nelle diverse postazioni

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA

Nella fig. 3.1.2/IIe è riportato anche il giorno tipico del parametro P indice di fotostazionarietà, che dà una misura del grado di equilibrio tra la fotossidazione del NO_2 e la ossidazione da parte dell'ozono del NO; una descrizione dettagliata del significato e del metodo di calcolo del parametri P è riportata in appendice I.

- c) "Rose di vento-concentrazione"; si tratta di diagrammi polari riportanti le medie delle concentrazioni per le diverse direzioni di provenienza del vento (figg.3.1.2/IIIa+IIIId).

3.1.2.1. Concentrazioni medie del periodo

Le concentrazioni medie nel periodo di indagine (24.05÷26.06.1990) risultano dal seguente prospetto:

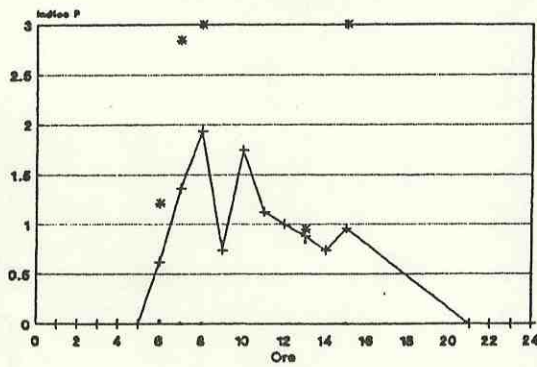
Parametro	SO_2	NO_x (come NO_2)	NO_2	O_3	CO	Parti- celle sospese
Postazione	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	mg/m^3	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Carige	8.3	21.2	16.1	90.3	-	64.9
Vulci Castello	8.6	11.4	11.1	-	-	71.1
Canino	9.8	14.9	11.5	76.4	-	36.6
Le Cascine	18.9	21.5	11.3	97.5	-	70.3
Riva dei Tarquini	22.4	26.3	16.6	76.1	0.8	63.2

Le concentrazioni misurate sono generalmente contenute; la concentrazione media di SO_2 più alta del periodo si è avuta a Riva dei Tarquini con $22.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

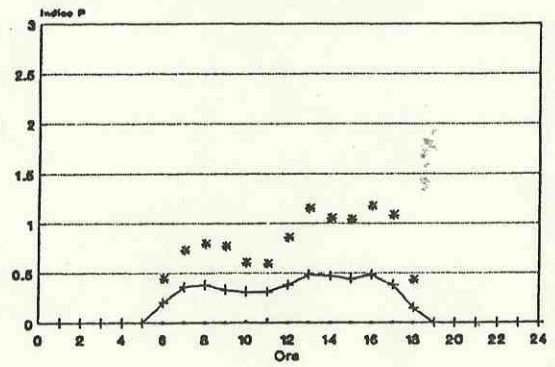
MONTALTO DI CASTRO - Campagna in periodo caldo

Giorno tipico dell'indice di fotostazionarietà P

Post. CANINO
Campagna 24.05.90 - 26.06.90

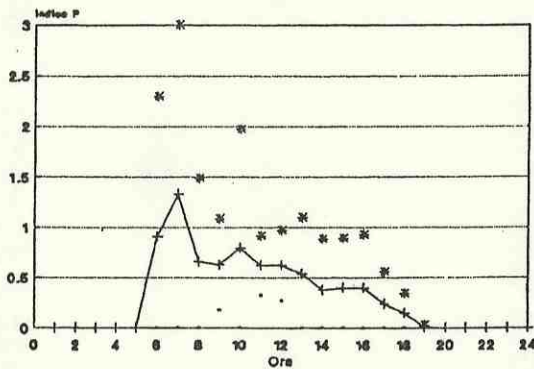


Post. LE CASCINE
Campagna 24.05.90 - 26.06.90

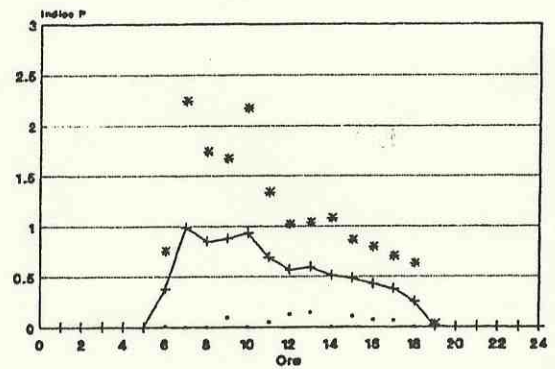


P_m = P medio alle singole ore
 ds = deviazione standard di P
 \cdot = $P_m - t_{90} \cdot ds$
 \ast = $P_m + t_{90} \cdot ds$
 $+$ = P_m

Post. RIVA DEI TARQUINI
Campagna 24.05.90 - 26.06.90



Post. CARIGE
Campagna 24.05.90 - 26.06.90



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.1.2/IIe

Periodo caldo. "Giorno tipico" dell'indice di fotostazionarietà P

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA

I valori di NO_x , sono risultati contenuti, in alcuni casi sono leggermente più elevati rispetto ai corrispondenti di SO_2 .

La concentrazione media più alta nel periodo è stata di $26.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (espressi come NO_2) nella postazione di Riva dei Tarquini.

Le concentrazioni di O_3 sono in linea con quanto atteso per zone non particolarmente inquinate in stagione calda.

Per le particelle sospese la concentrazione media più elevata si è avuta a Vulci con $71.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La media del periodo della concentrazione del CO , misurata a Riva dei Tarquini, è stata di $0.8 \text{mg}/\text{m}^3$.

3.1.2.2. Andamenti temporali delle concentrazioni medie giornaliere

- Le concentrazioni medie giornaliere di SO_2 sono risultate ovunque molto contenute; esse si collocano in generale al di sotto di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soltanto in alcuni casi si sono avuti valori relativamente più elevati. La concentrazione media giornaliera massima è stata di $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verificatasi il giorno 20/6/'90 nella postazione Le Cascine.

- Le concentrazioni medie giornaliere degli NO_x sono, in generale, leggermente maggiori rispetto alle corrispondenti di SO_2 e correlate con queste ultime. La massima media giornaliera di NO_x si è avuta nella postazione di Riva dei Tarquini con $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il giorno 12/6/'90.

I massimi orari di NO_2 sono intorno $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e si verificano più frequentemente a Riva dei Tarquini.

- I valori delle particelle sospese (fig. 3.1.2/If) sono nella norma; la concentrazione media giornaliera più alta si è avuta nella postazione

di Riva dei Tarquini con $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il giorno 30/5/'90.

- Le concentrazioni medie giornaliere di O_3 sono risultate comprese tra 52 e $122 \mu\text{g}/\text{m}^3$, i massimi orari su base giornaliera sono compresi in tutte le postazioni in prevalenza tra $100 \div 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quello assoluto è di $182 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Le Cascine.
- L'ossido di carbonio è risultato in concentrazioni molto basse, con media giornaliera da 0.4 a $1.5 \text{mg}/\text{m}^3$, intorno alla sensibilità dello strumento utilizzato. Il massimo come media di otto ore è stato di $1.7 \text{mg}/\text{m}^3$.

Dall'analisi generale delle medie giornaliere degli inquinanti misurati risulta che l'andamento è abbastanza correlato con le condizioni meteorologiche riscontrate (incrementi in condizioni di tempo bello).

3.1.2.3 Giorno tipico

- L'andamento del "giorno tipico" della concentrazione di SO_2 non appare uniforme nelle diverse postazioni: per Riva dei Tarquini e Vulci Castello si evidenzia un chiaro incremento nelle ore centrali del giorno; nelle stesse ore, anche nella postazione di Carige si osserva un incremento seppure in misura nettamente inferiore. A Canino e Le Cascine risulta un andamento con valori più elevati nelle ore notturne, con tendenza a ridursi nelle ore del giorno ma con incrementi in alcune ore.
- L'andamento del "giorno tipico" degli ossidi di azoto (NO ed NO_2) non mostra valori nettamente differenziati nell'arco della giornata, anche a causa della modestia dei valori assoluti. Solo nella postazione di Vulci l'andamento dell' NO_2 evidenzia l'incremento maggiore nelle ore

centrali del giorno mentre nelle restanti postazioni si osservano i picchi più elevati al mattino e alla sera.

- Il "giorno tipico" delle polveri non mostra andamenti particolarmente evidenti, ad eccezione di deboli incrementi notturni (probabile accumulo di emissioni da sorgenti al suolo nello strato di inversione termica) e nelle ore centrali.
- Per l'ozono l'andamento del "giorno tipico" evidenzia il classico incremento nelle ore che vanno dalla tarda mattinata al tardo pomeriggio rispetto alle ore notturne e mattutine.
- L'andamento del "giorno tipico" del CO, misurato soltanto a Riva dei Tarquini, è risultato molto uniforme, con valore massimo di 0.9 mg/m^3 .
- I valori dell'indice di fotostazionarietà "P" per l'intero periodo di campagna sono riportati nelle tabelle dell'Appendice I, dove è riportato anche il significato ed il metodo di calcolo del suddetto indice.

Dalla fig. 3.1.2/IIe si osserva che nelle ore notturne P tende ad assumere il valore zero per tutte le postazioni. Ciò significherebbe che non si verifica di fatto l'annullamento delle concentrazioni di NO (o di O_3), atteso per radiazione solare nulla. Peraltro, date le basse concentrazioni misurate di NO e la conseguente imprecisione delle misure, non si attribuisce un significato pratico a tale reperto.

Nelle ore centrali della giornata, l'indice tende ad assumere valori non significativamente diversi da 1, ad eccezione della stazione di Le Cascine, dove risulta significativamente inferiore a 1; tale peculiarità potrebbe essere collegata alla vicinanza della stazione alla provinciale Canino-Montalto.

3.1.2.4 Rose di vento-concentrazione

Le figure (3.1.2/IIIa+IIIId), riportano sulla mappa del sito le "rose di vento-concentrazione" per SO_2 , NO_x , O_3 e particolato sospeso totale (calcolate utilizzando i dati meteorologici rilevati dai sensori delle capannine di misura).

Le "rose di vento-concentrazione" relative a NO_x e a SO_2 evidenziano: incrementi nel settore da S-E nelle postazioni di Carige e Vulci; una probabile influenza del traffico veicolare sulle concentrazioni misurate a Riva dei Tarquini e Carige, postazioni collocate rispettivamente a 1 e 0,5 Km dalla statale Aurelia; a Canino una omogeneità di incrementi per i settori da NE a S ed un analogo rialzo per venti da NW, in particolare per questo ultimo si ha correlazione tra le due rose di vento concentrazione di SO_2 ed NO_x .

Le "rose di vento-concentrazione" del particolato solido sospeso (fig.3.1.2/IIIId) non evidenziano polarizzazioni spiccate; ciò conferma che il contributo maggiore deriva da risospensione eolica, in linea con le considerazioni sopra evidenziate.

Le "rose di vento-concentrazione" dell'ozono mostrano un incremento generalizzato nei settori di W-SW e S interessati al vento da mare; ciò è conseguenza del fatto che si ha prevalenza di vento da mare nelle ore centrali della giornata favorevoli alla formazione di ozono.

3.1.3. Analisi fenomenologica di episodi particolari

Gli eventi riscontrati di superamento della soglia di $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sono riportati nel seguente prospetto:

n°	data/ora	post.	SO2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NOx $\mu\text{g}/\text{m}^3$	V.Vento m/sec	D.Vento (°N) quota 57m
1	03.06.90					
	8-12	R.TAR.	120	50	m.d.	m.d.
	12-20	CASCI.	130	60	m.d.	m.d.
2	05.06.90					
	14-18	R.TAR.	150	80	10	180
3	14.06.90					
	6-9	CANINO	15	120	3	60
4	14.06.90					
	11-15	R.TAR.	180	75	5	225
5	15.06.90					
	6-8	CANINO	15	110	5	90
6	19.06.90					
	9-15	VULCI	160	100	3-4	220
	15-19	CASCI.	275	160	4	225
7	20.06.90					
	13-19	CASCI.	180	110	6-7	180

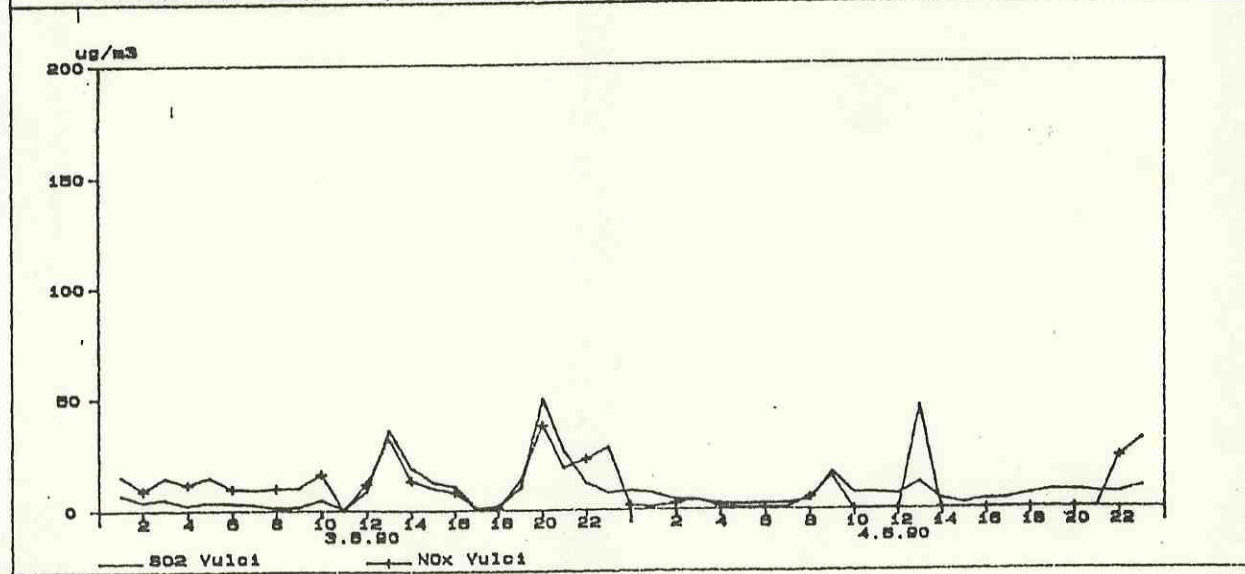
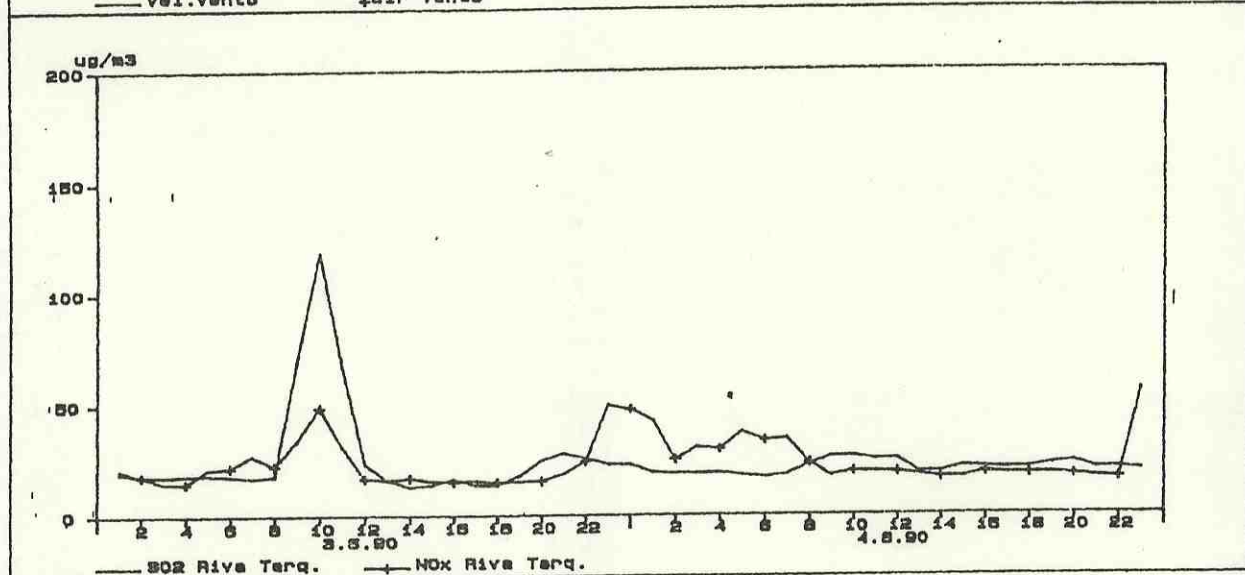
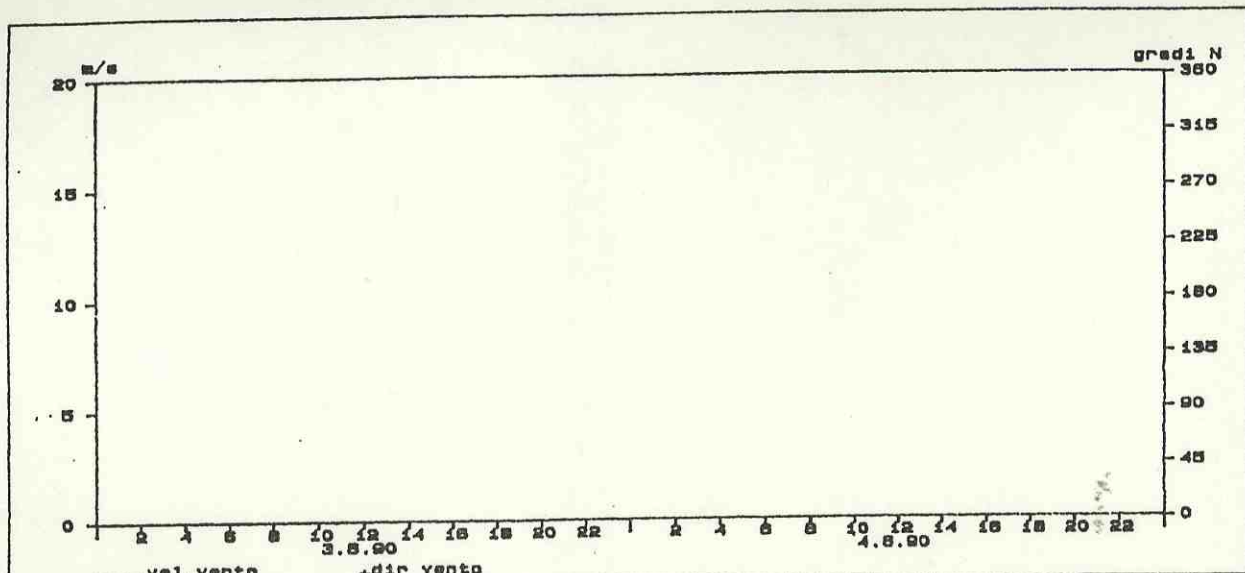
m.d.=manca dato


Per ciascuno degli episodi sopra elencati, i grafici di fig.3.1.3/Ia+II riportano, per le cinque postazioni, gli andamenti delle concentrazioni medie orarie di SO₂, NO_x, delle corrispondenti velocità e direzione del vento.

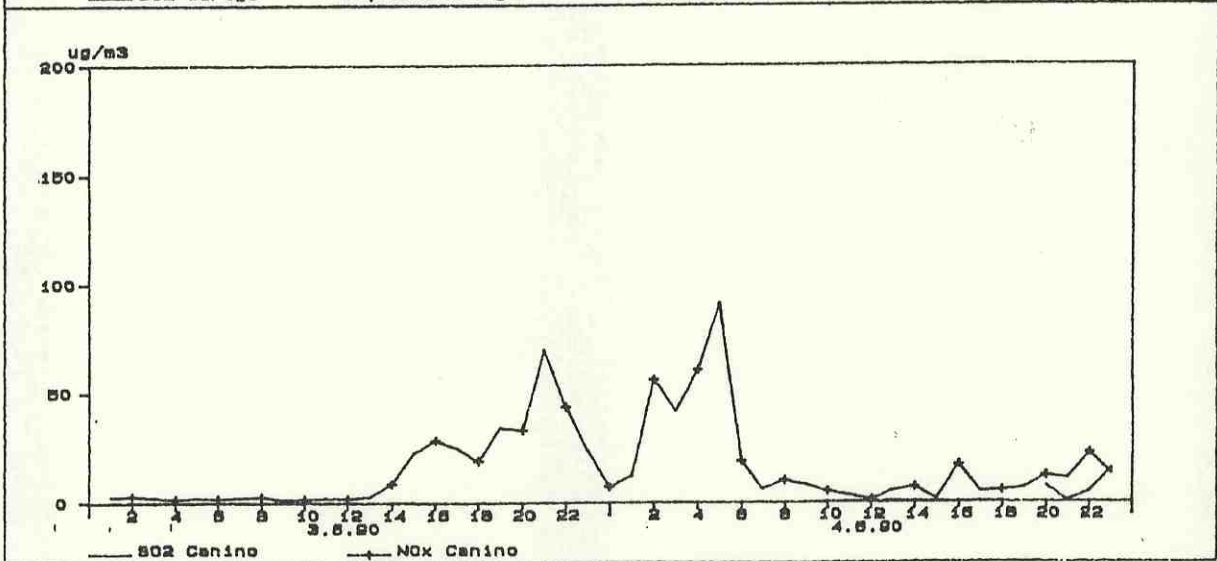
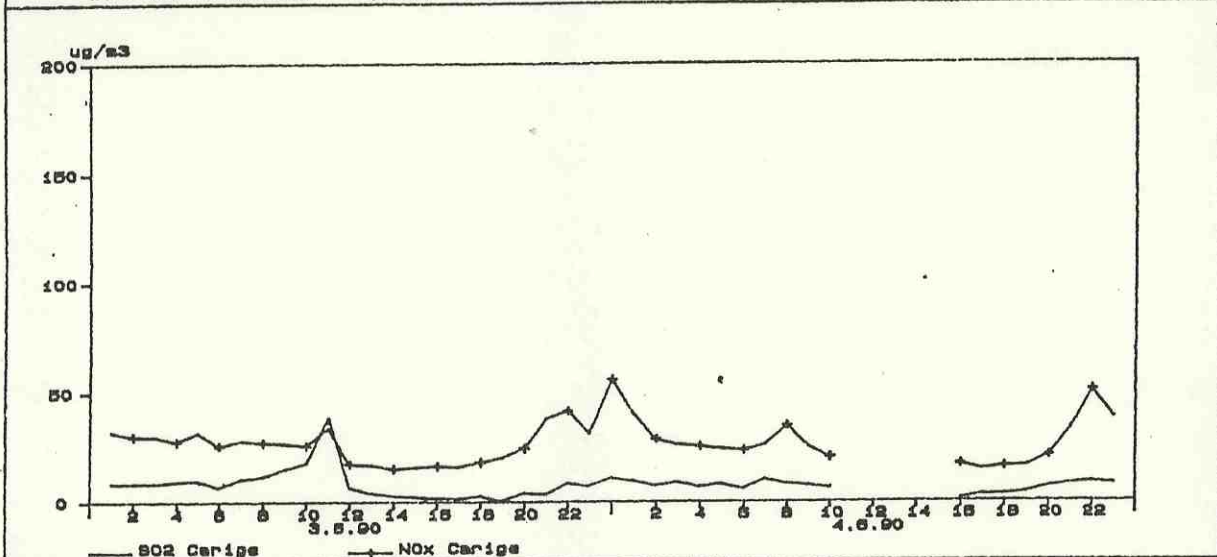
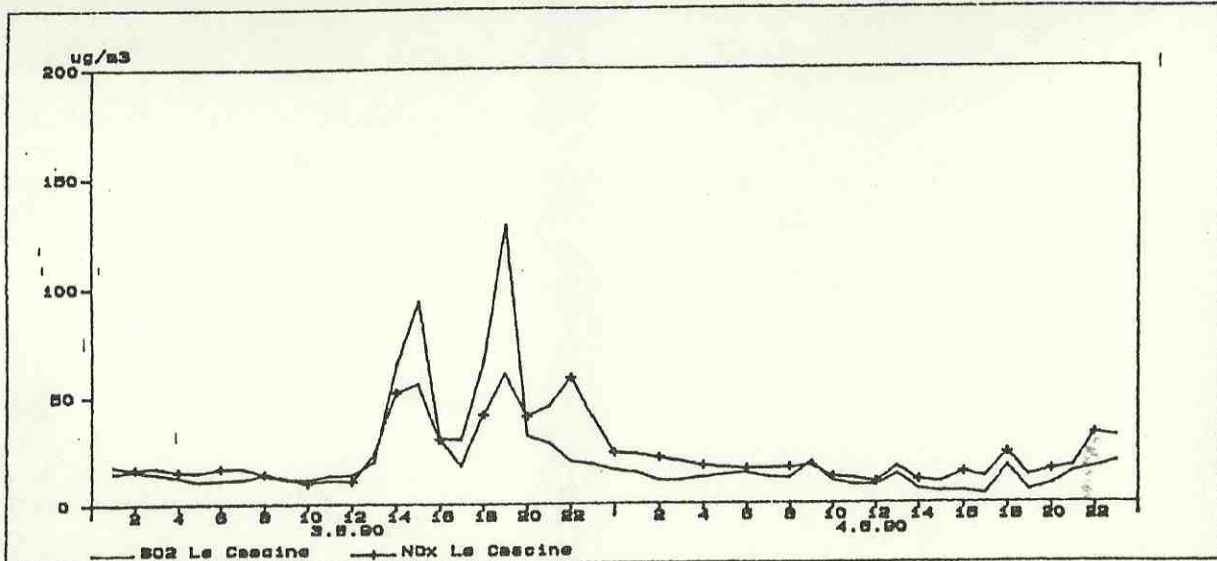
Nei grafici di fig.3.1.3/IIa+IIe sono riportati, per le cinque postazioni e per gli stessi periodi, gli andamenti del rapporto molare fra [SO₂] ed [NO_x].

Analisi dei singoli episodi

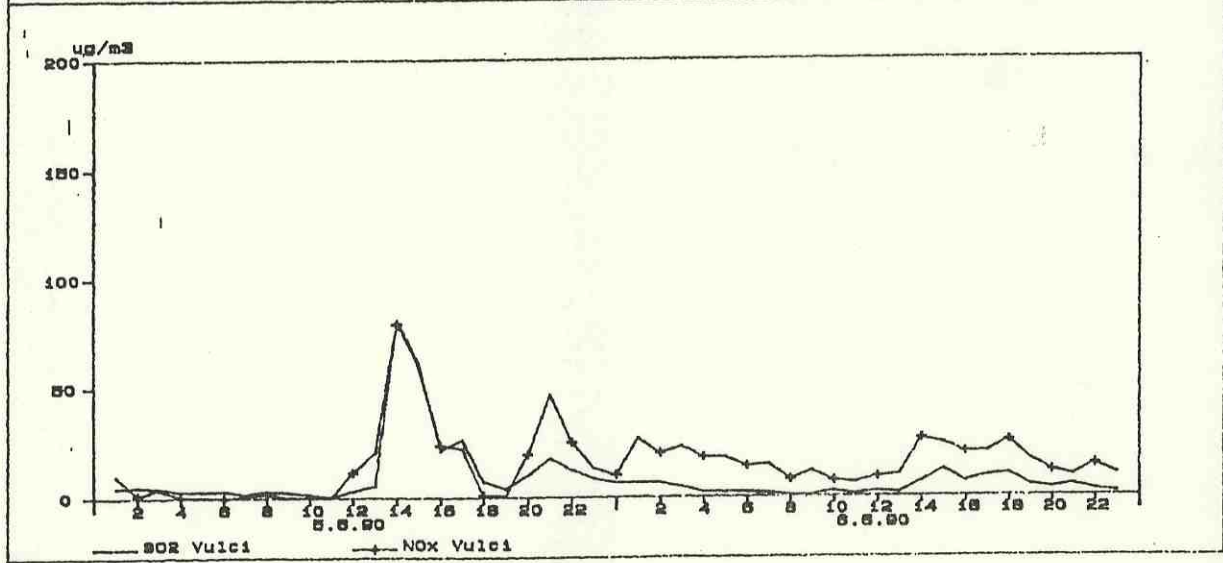
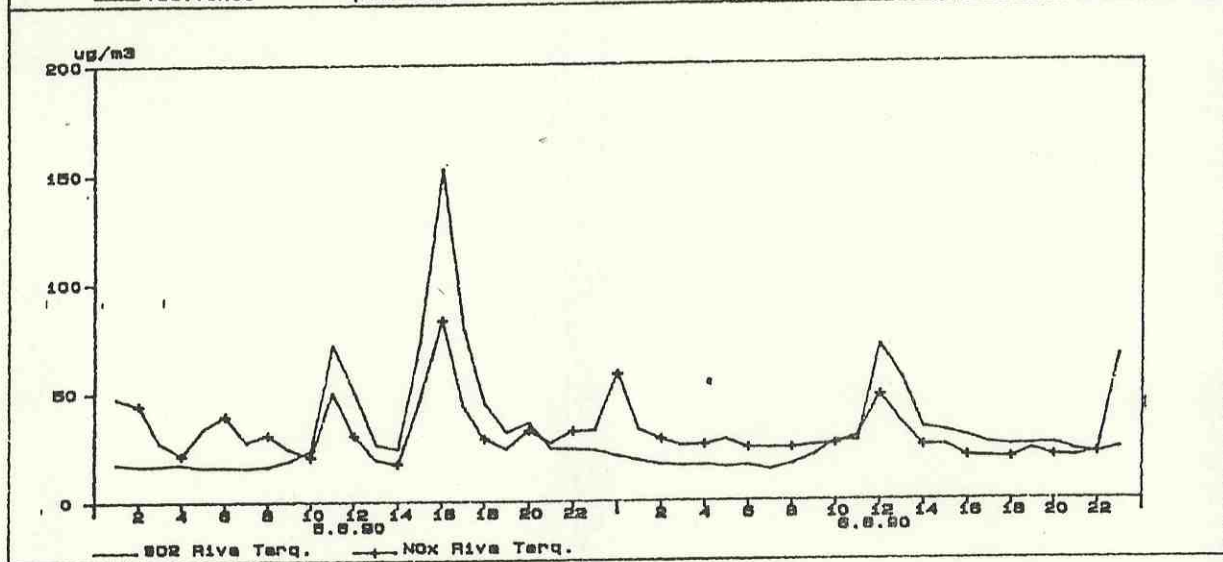
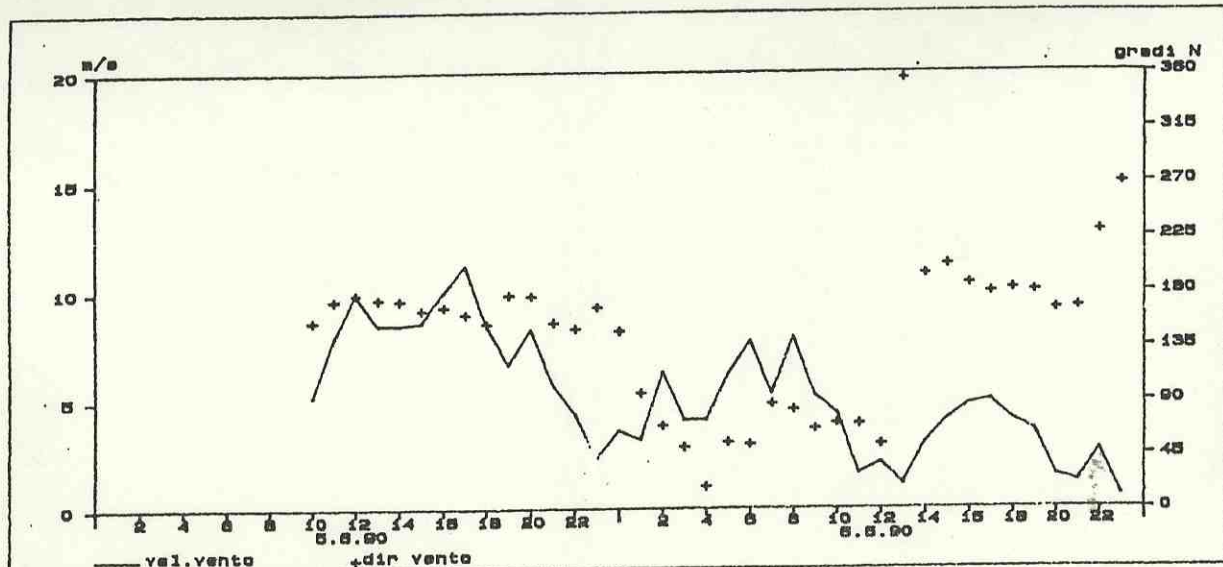
- L'episodio n°1 è stato riscontrato il 3.06.90 dalle ore 8 alle ore 12 a Riva dei Tarquini, e dalle 12 alle 20 a Le Cascine. A Riva dei Tarquini esso è caratterizzato da un picco di circa 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO₂ e da un rapporto molare SO₂/NO_x



 ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA	RAPPORTO	SEZIONE	FIGURA 3.1.3/Ia
	Andamenti delle concentrazioni medie di SO ₂ , NO _x e parametri meteorologici durante episodi particolari di rialzo		
	A CURA DI DCO ULC-ECL/AA	DATA REV	DISEGNO SCALA



ENEL ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA	RAPPORTO	SEZIONE	FIGURA
	Andamenti delle concentrazioni medie di SO ₂ , NO _x e parametri meteorologici durante episodi particolari di rialzo		
	A CURA DI DCO OLC-ECL/AA	DATA REV	DISEGNO SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA

3.1.3/Ic

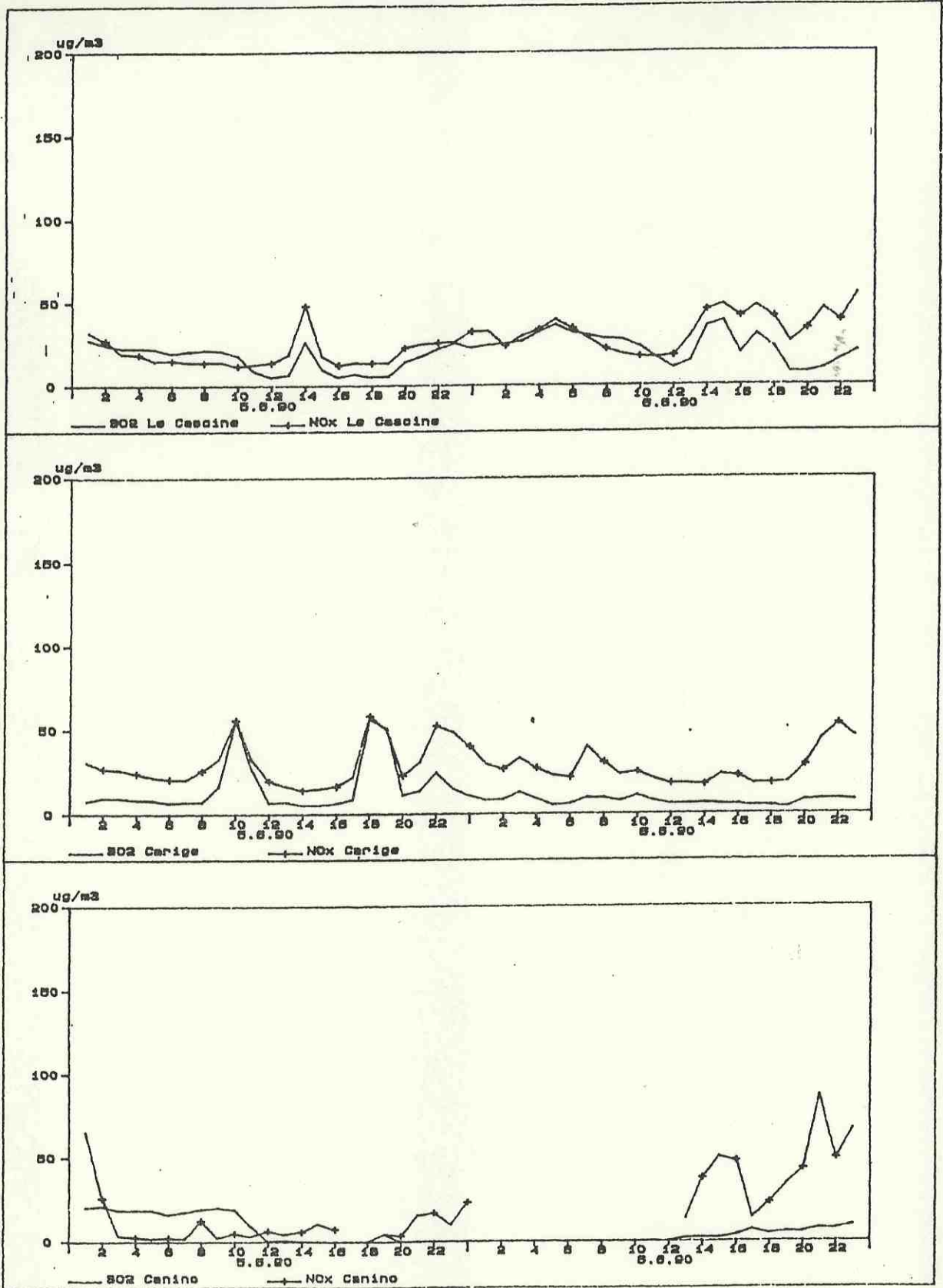
Andamenti delle concentrazioni medie di SO₂, NO_x e parametri meteorologici durante episodi particolari di rialzo

A CURA DI DCO

DATA

DISEGNO

SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA

3.1.3/Id

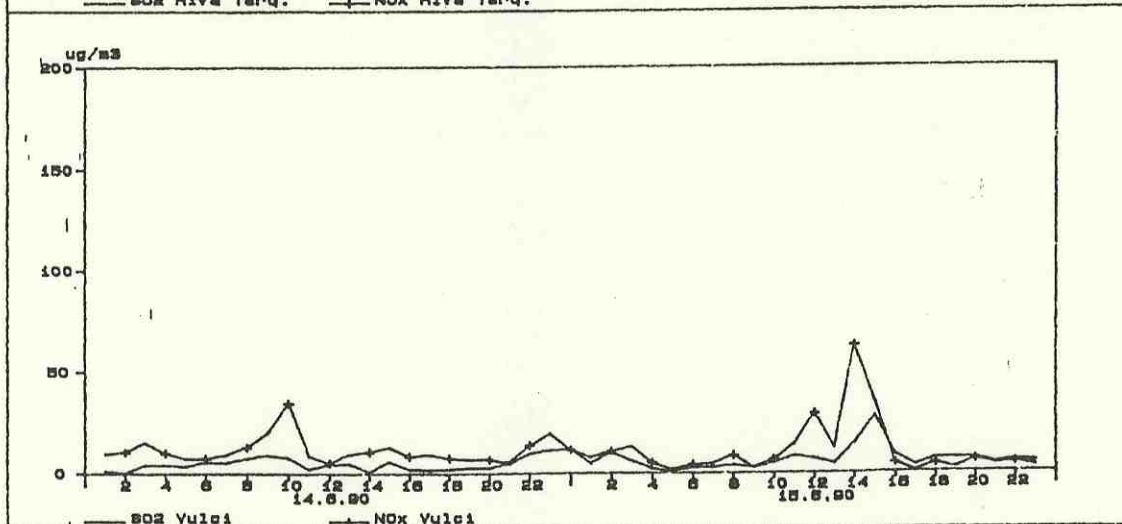
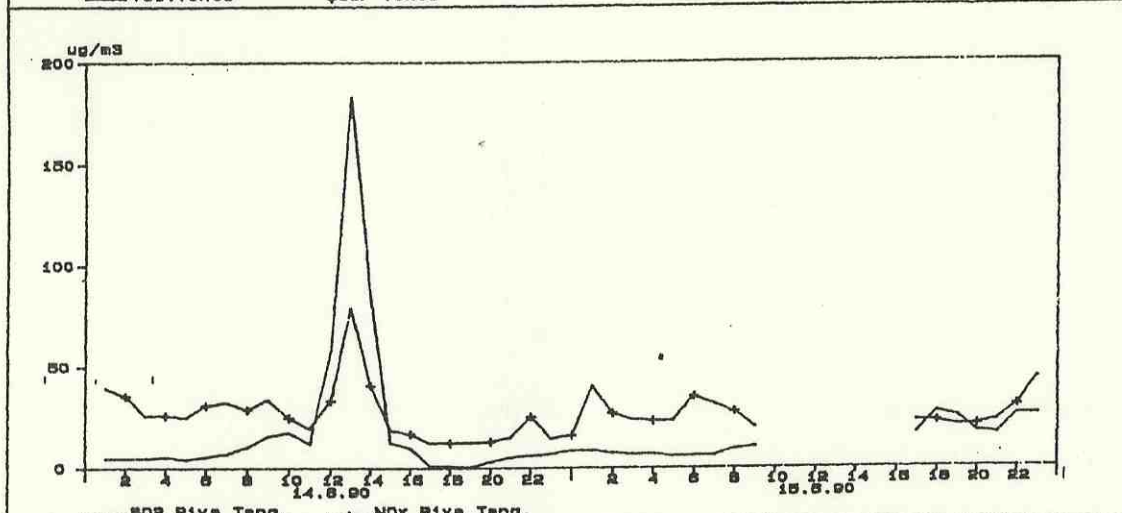
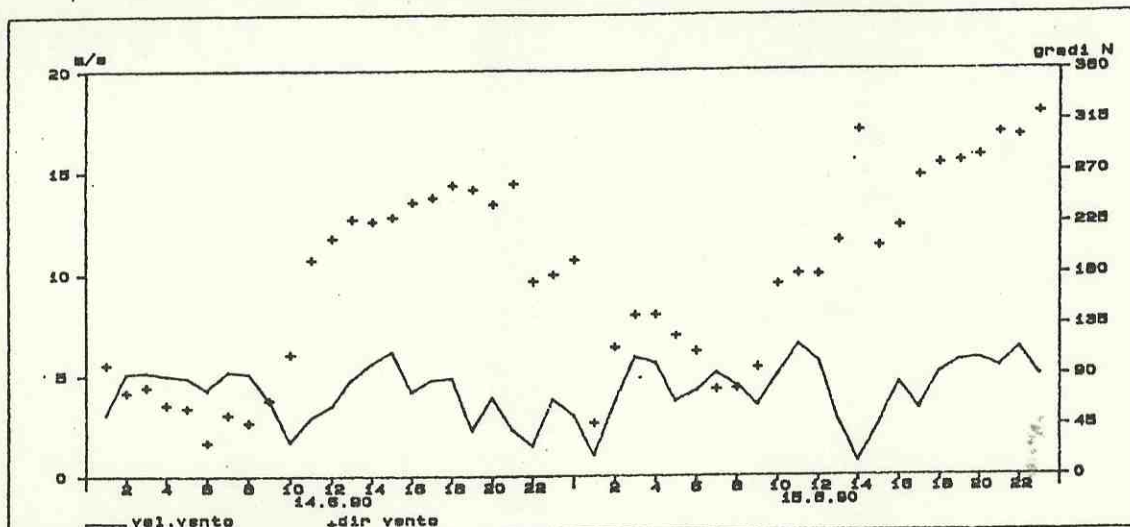
Andamenti delle concentrazioni medie di SO₂, NO_x e parametri meteorologici durante episodi particolari di rialzo

A CURA DI DCO
MIG. ECI / AA

DATA
REV.

DISEGNO

SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA

3.1.3./Ie

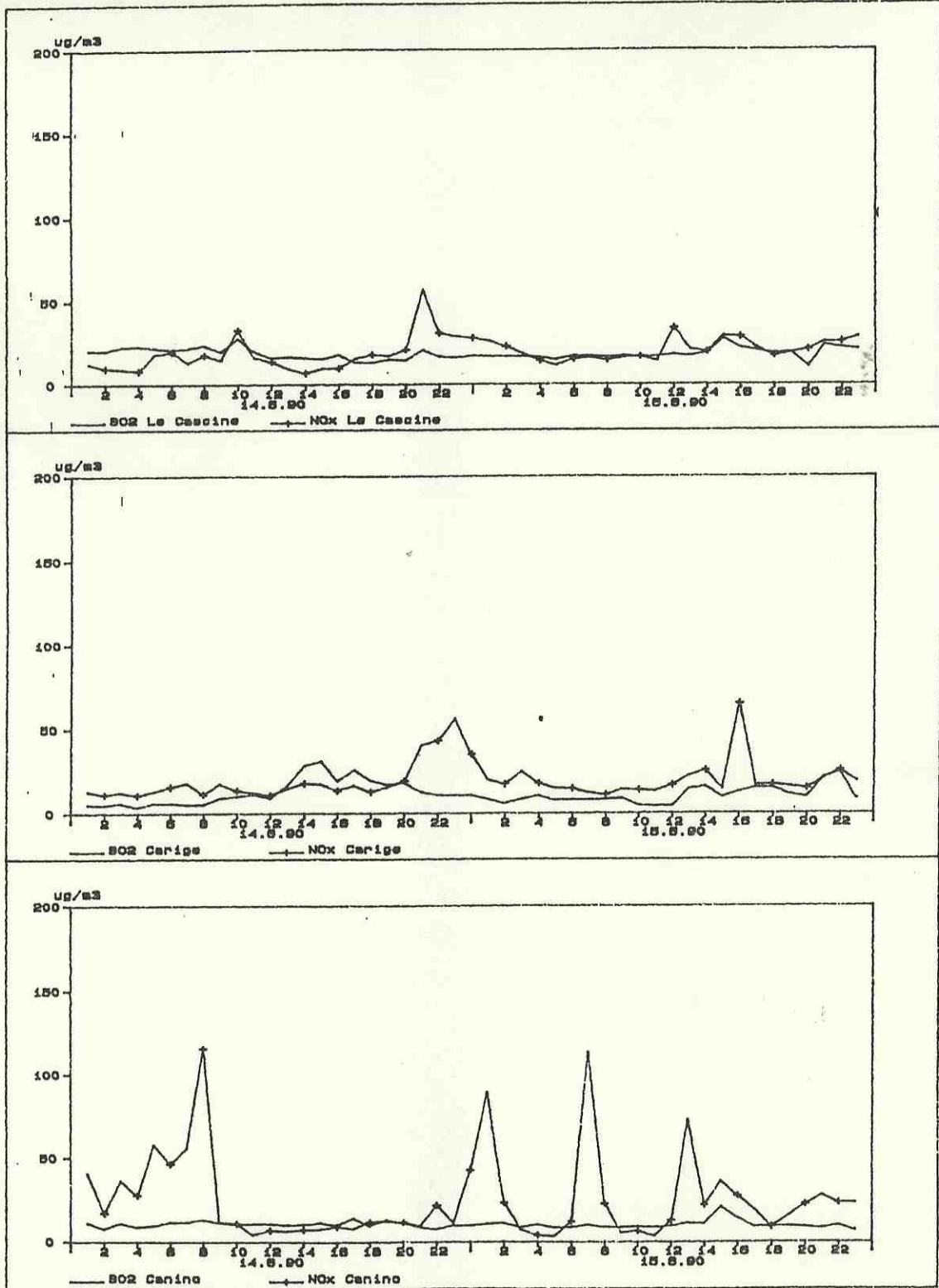
Andamenti delle concentrazioni medie di SO₂, NO_x e parametri meteorologici durante episodi particolari di rialzo

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.1.3./If

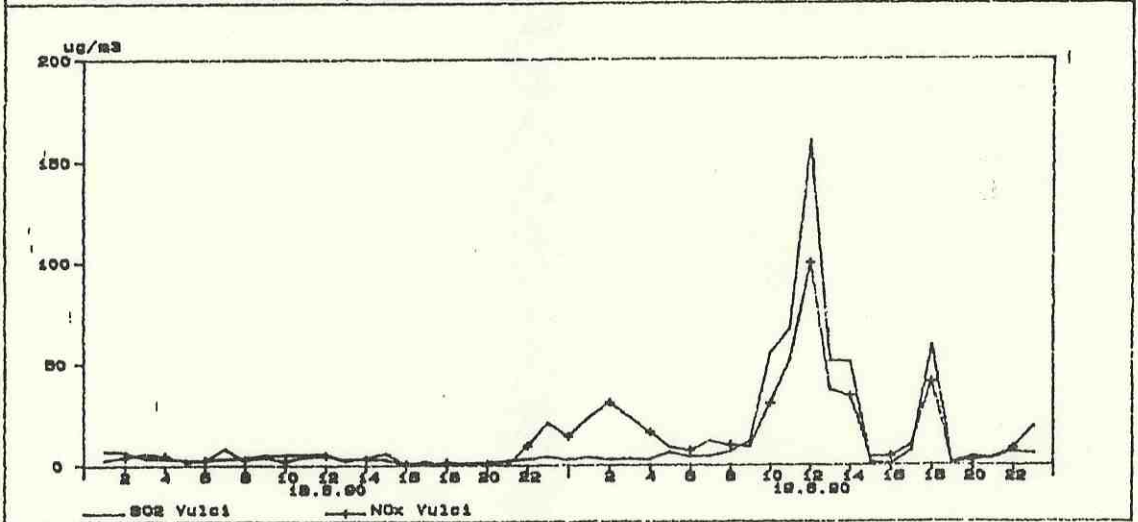
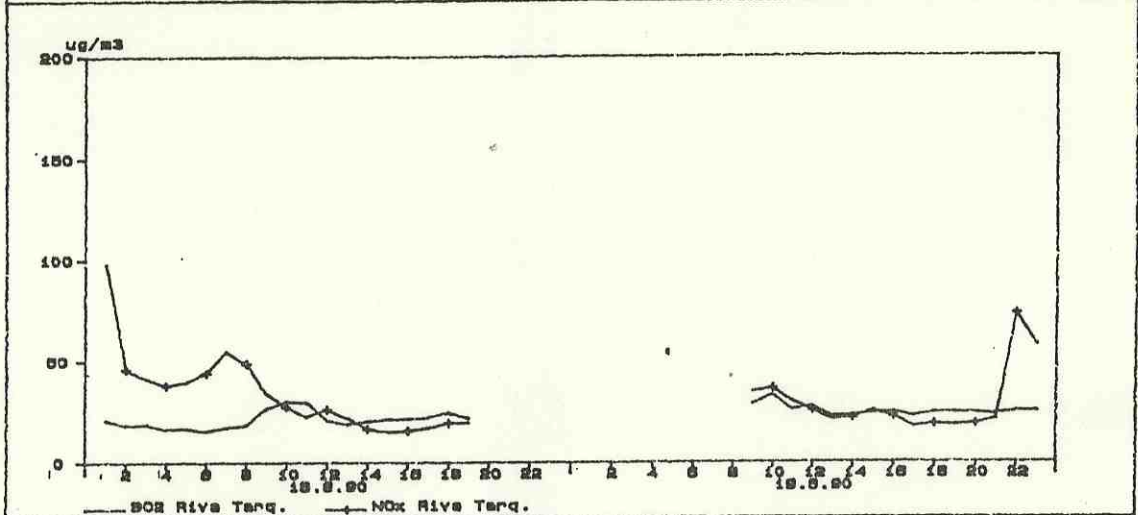
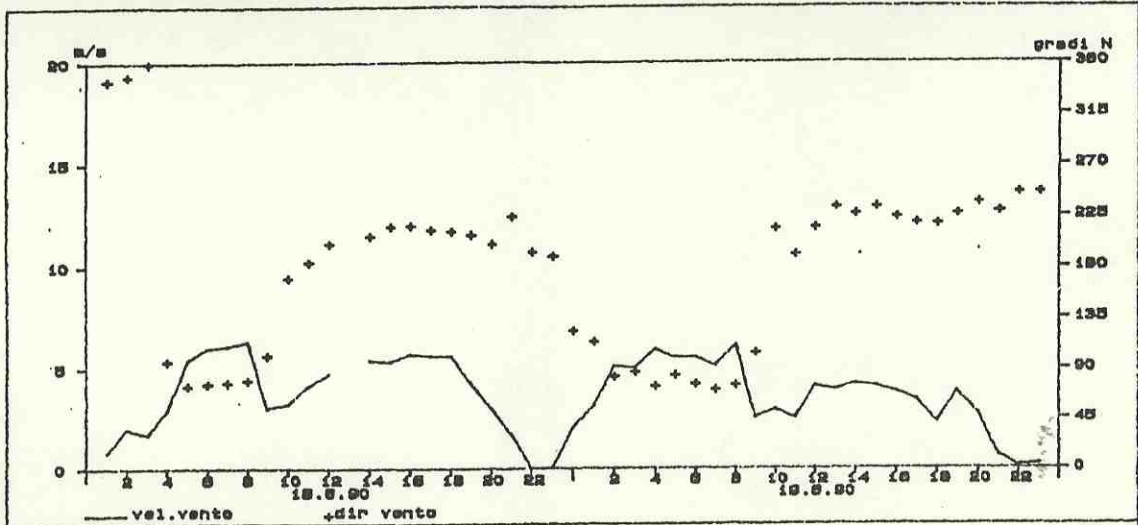
Andamenti delle concentrazioni medie di SO₂, NO_x e parametri meteorologici durante episodi particolari di rialzo

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA

3.1.3/Ig

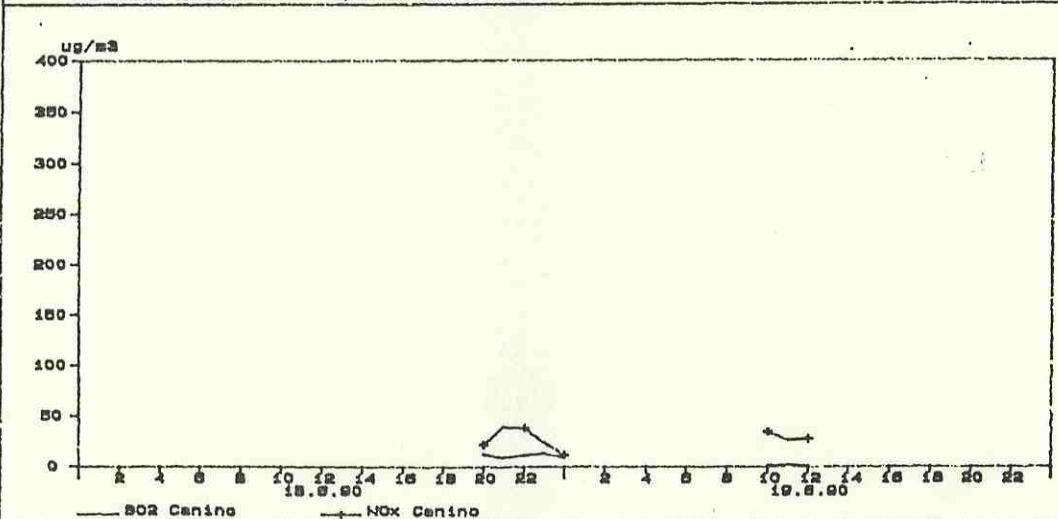
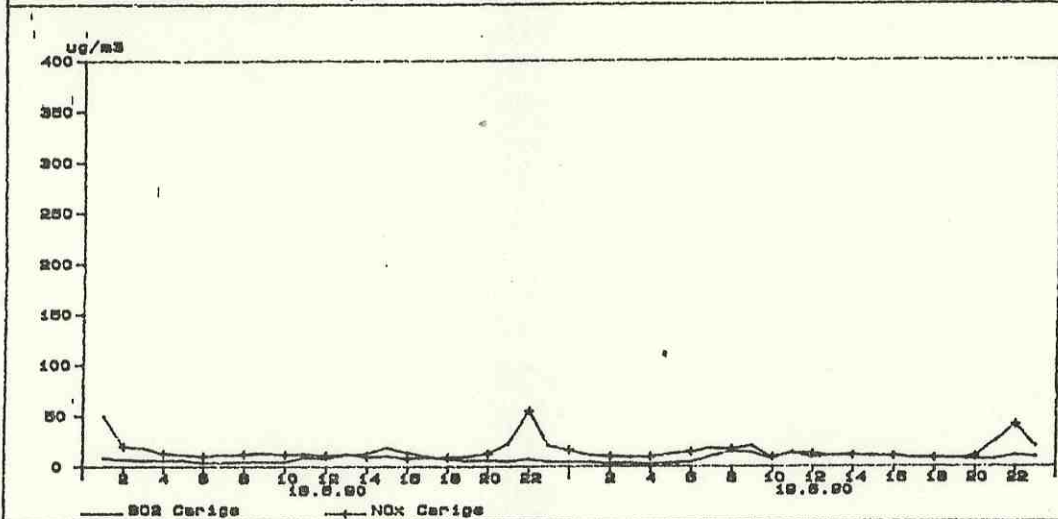
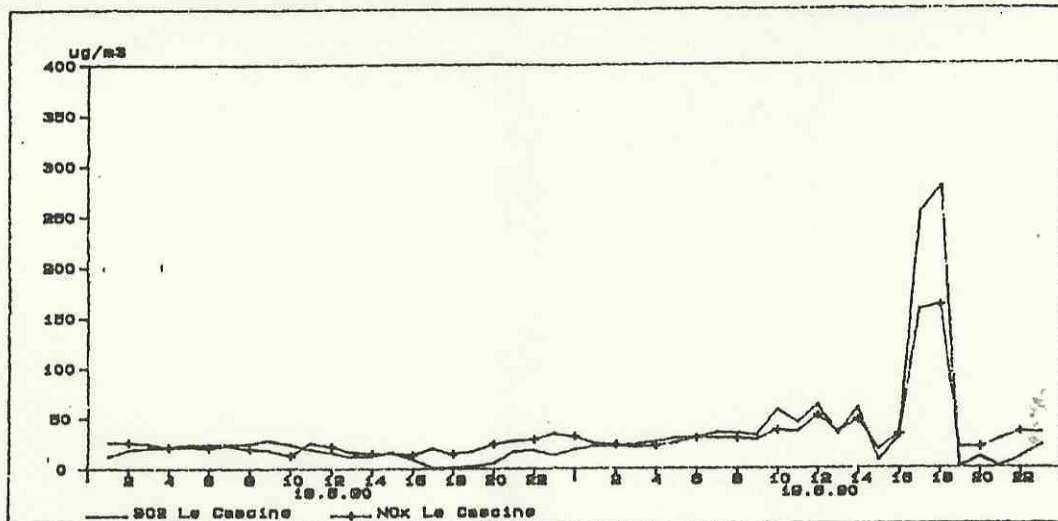
Andamenti delle concentrazioni medie di SO₂, NO_x e parametri meteorologici durante episodi particolari di rialzo.

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA

3.1.3/1h

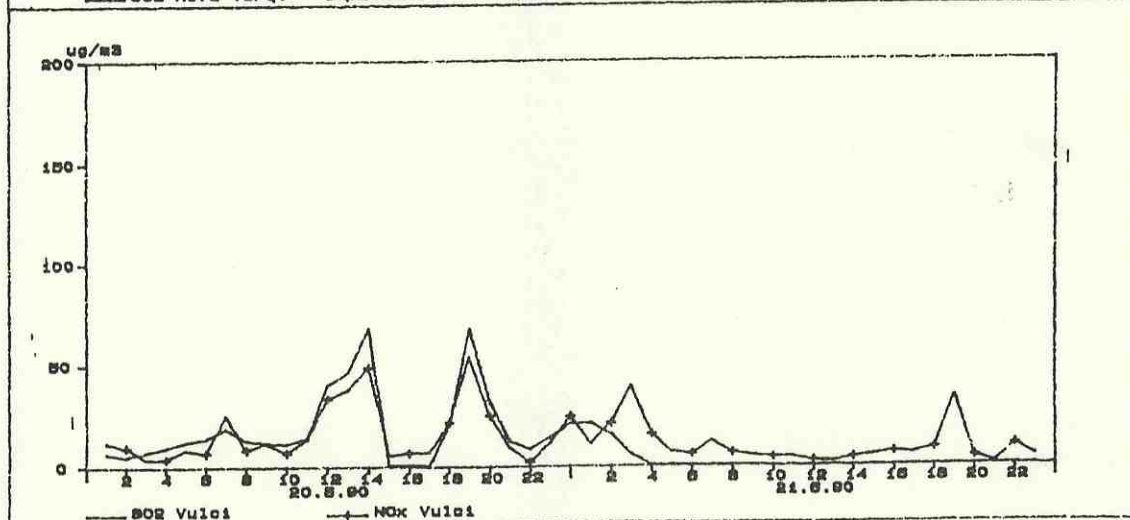
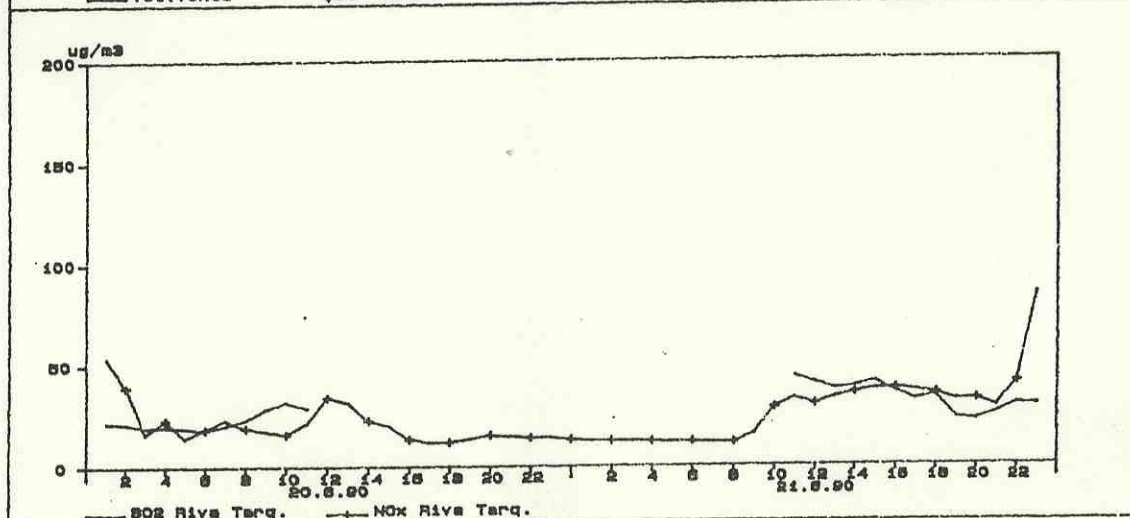
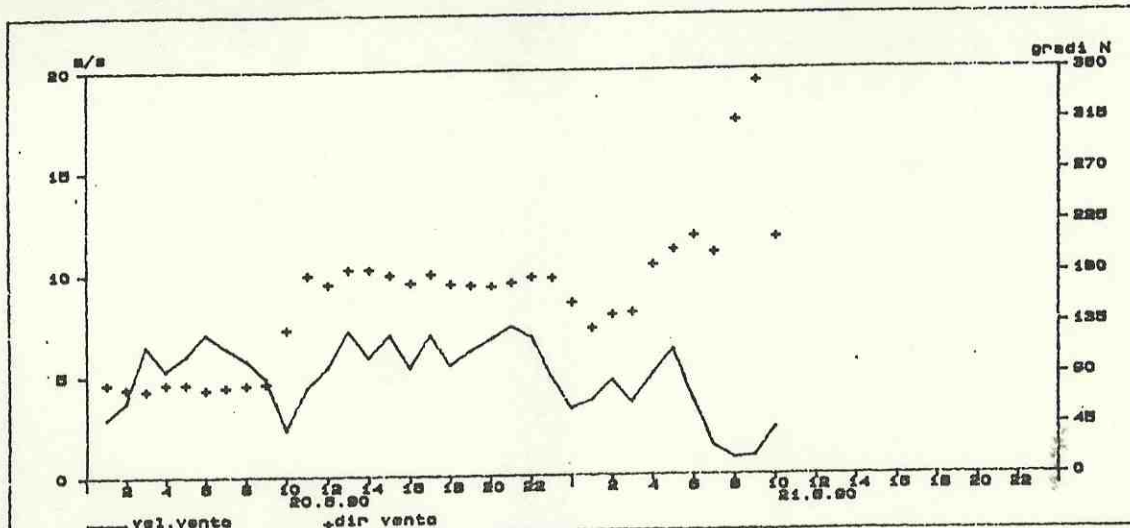
Andamenti delle concentrazioni medie di SO₂, NO_x e parametri meteorologici durante episodi particolari di rialzo

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA

3.1.3/Ii

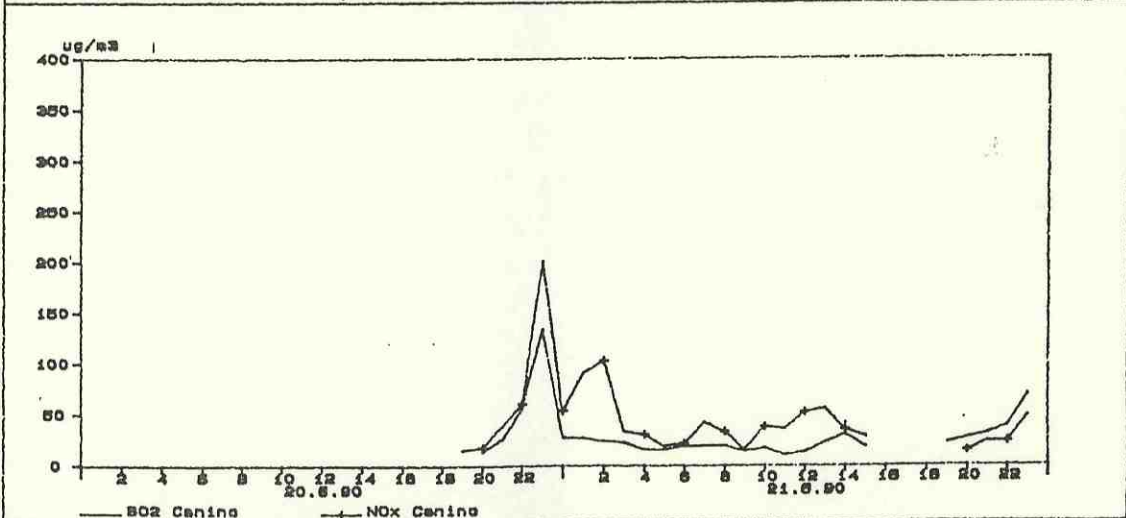
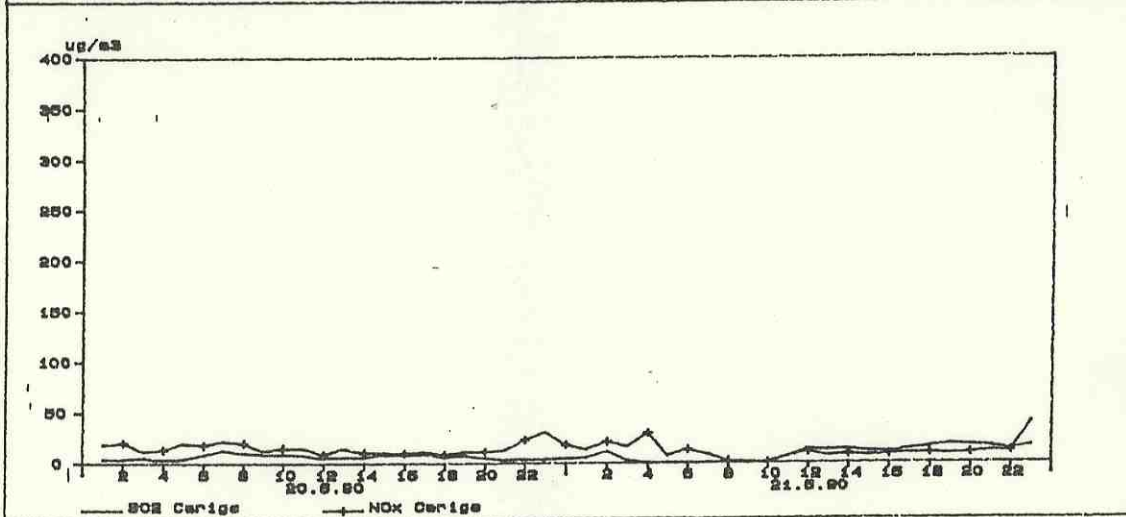
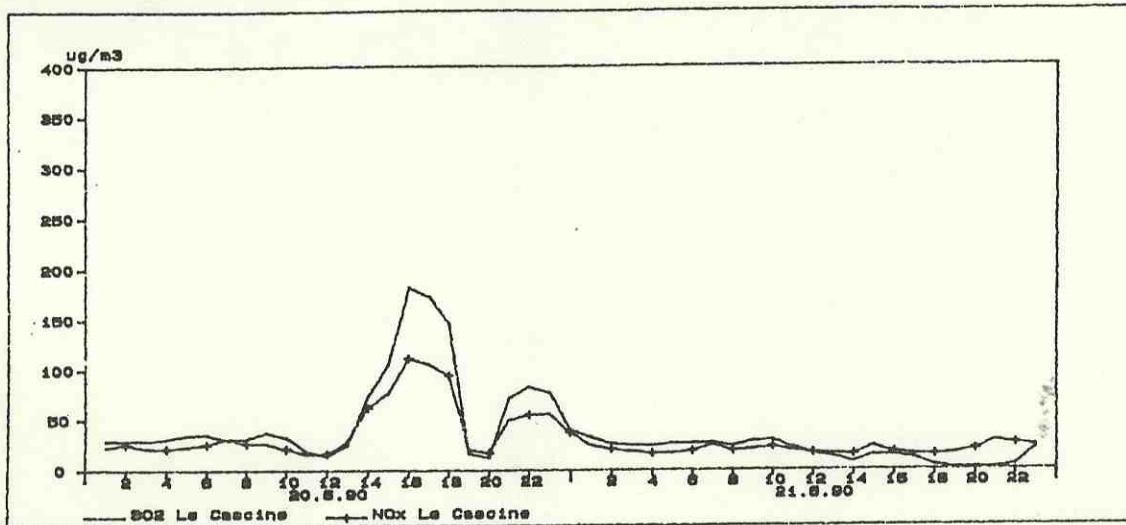
Andamenti delle concentrazioni medie di SO₂, NO_x e parametri meteorologici durante episodi particolari di rialzo

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA

3.1.3./I1

Andamenti delle concentrazioni medie di SO₂, NOx e parametri meteorologici durante episodi particolari di rialzo

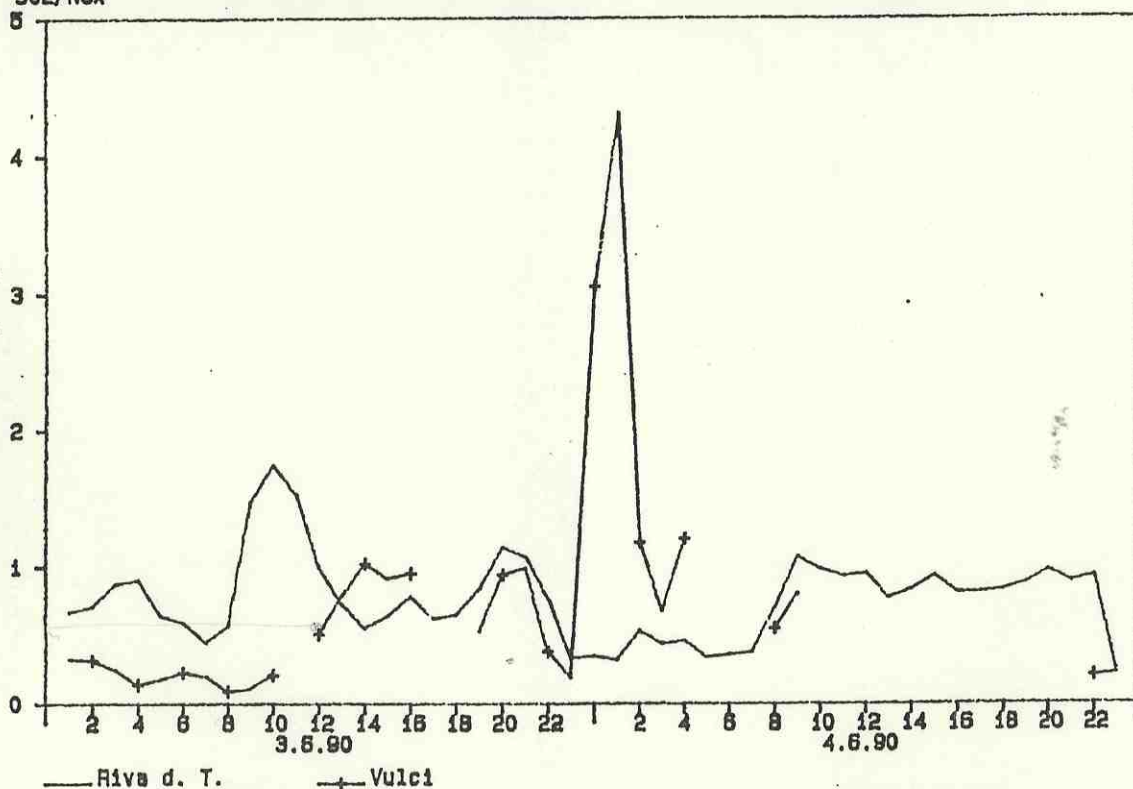
A CURA DI DCO

DATA

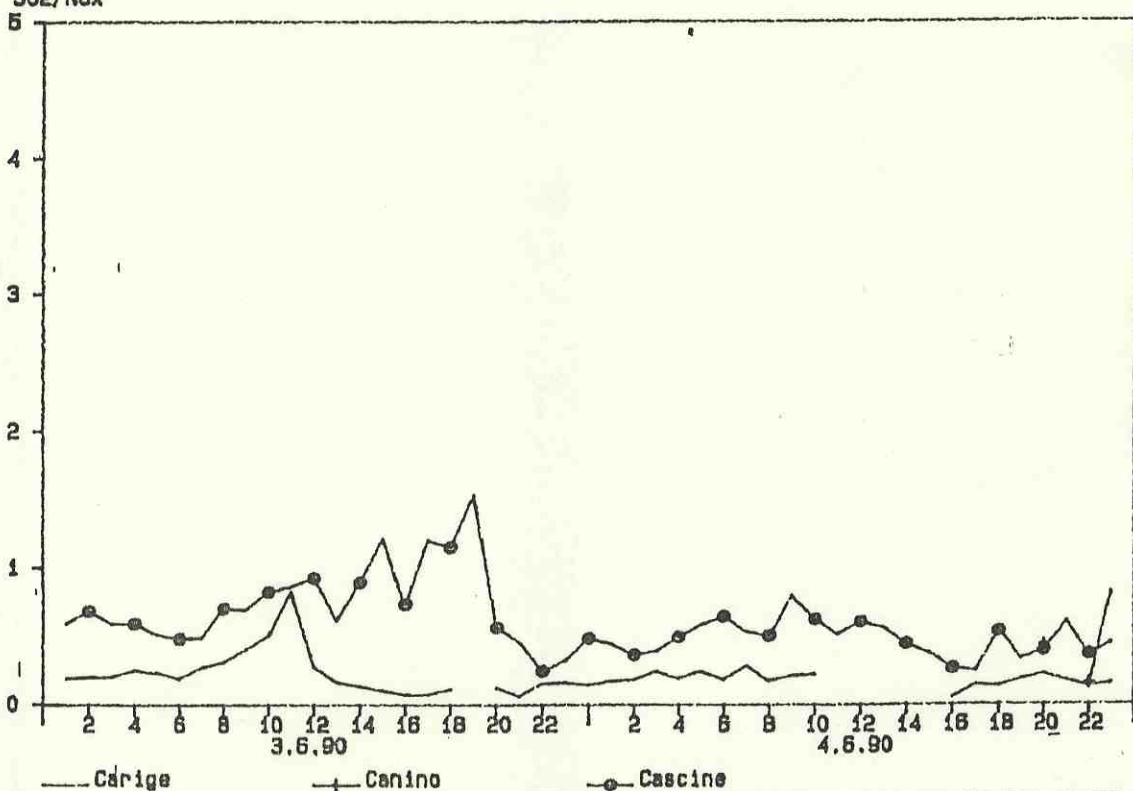
DISEGNO

SCALA

SO₂/NO_x



SO₂/NO_x



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.1.3/IIa

Andamento del rapporto molare SO₂/NO_x durante
episodi particolari di rialzo

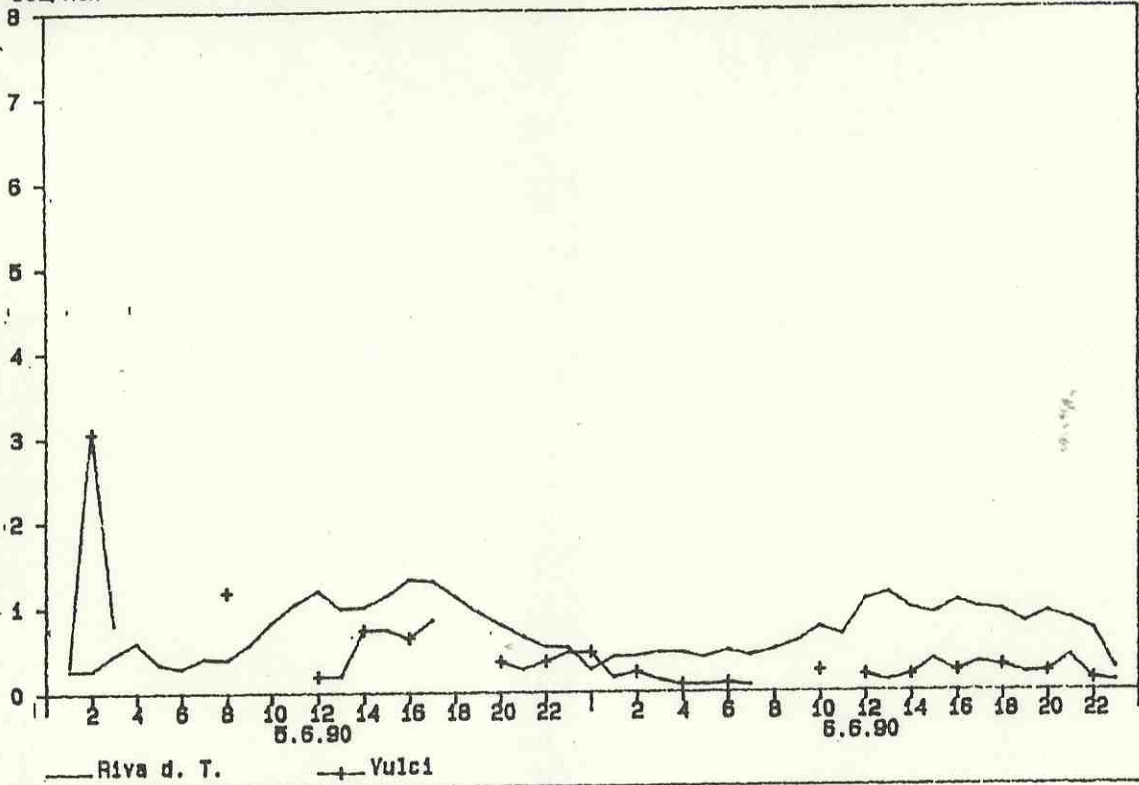
A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

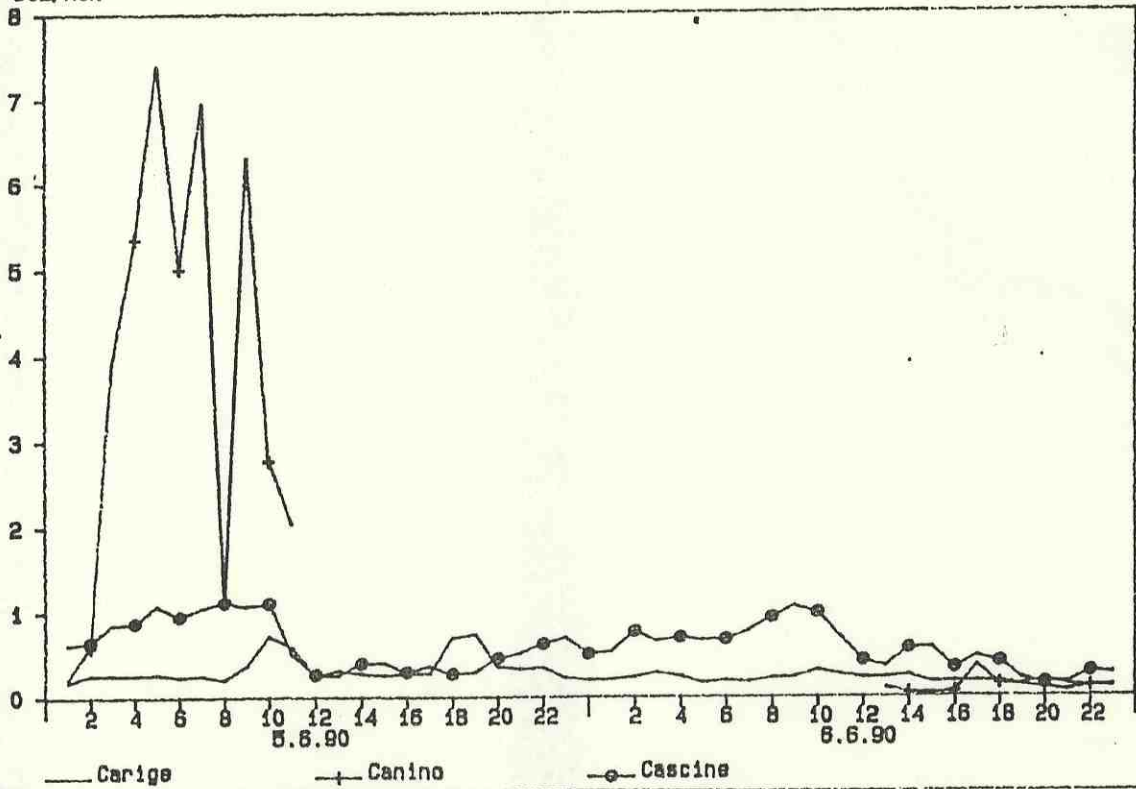
DISEGNO

SCALA

SO₂/NO_x



SO₂/NO_x



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA

3.1.3/IIb

Andamento del rapporto molare SO₂/NO_x durante
episodi particolari di rialzo

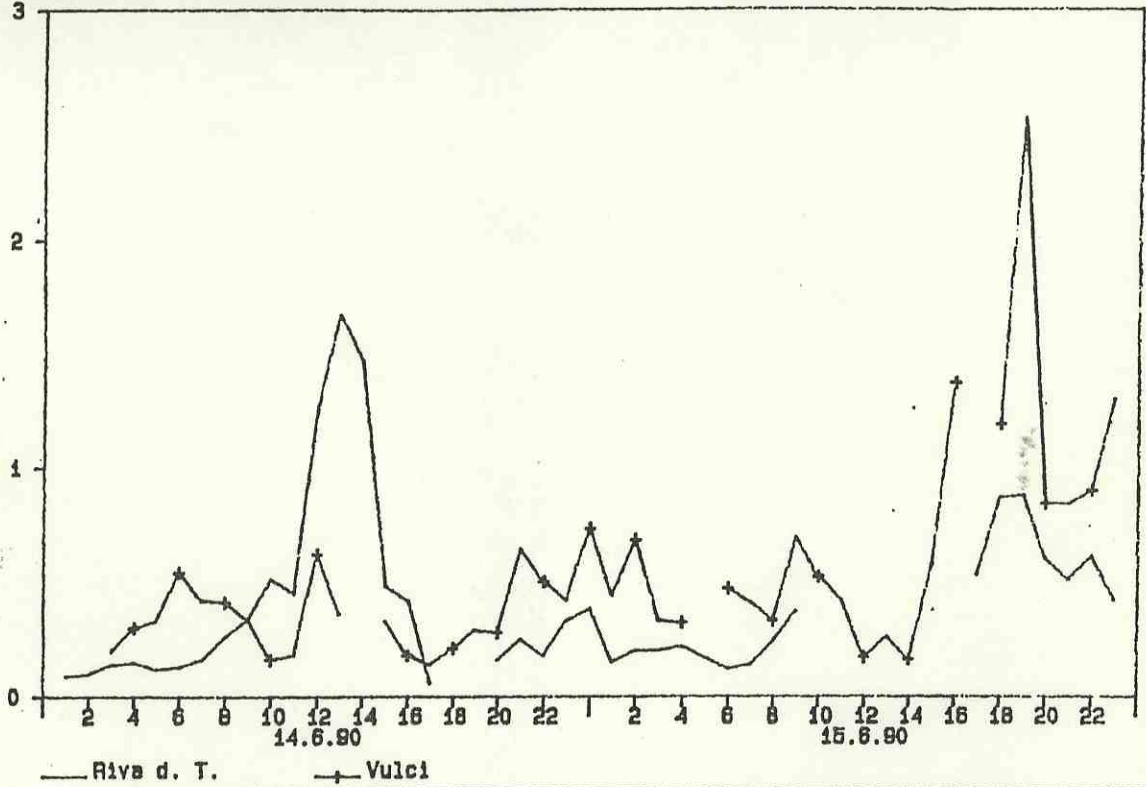
A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

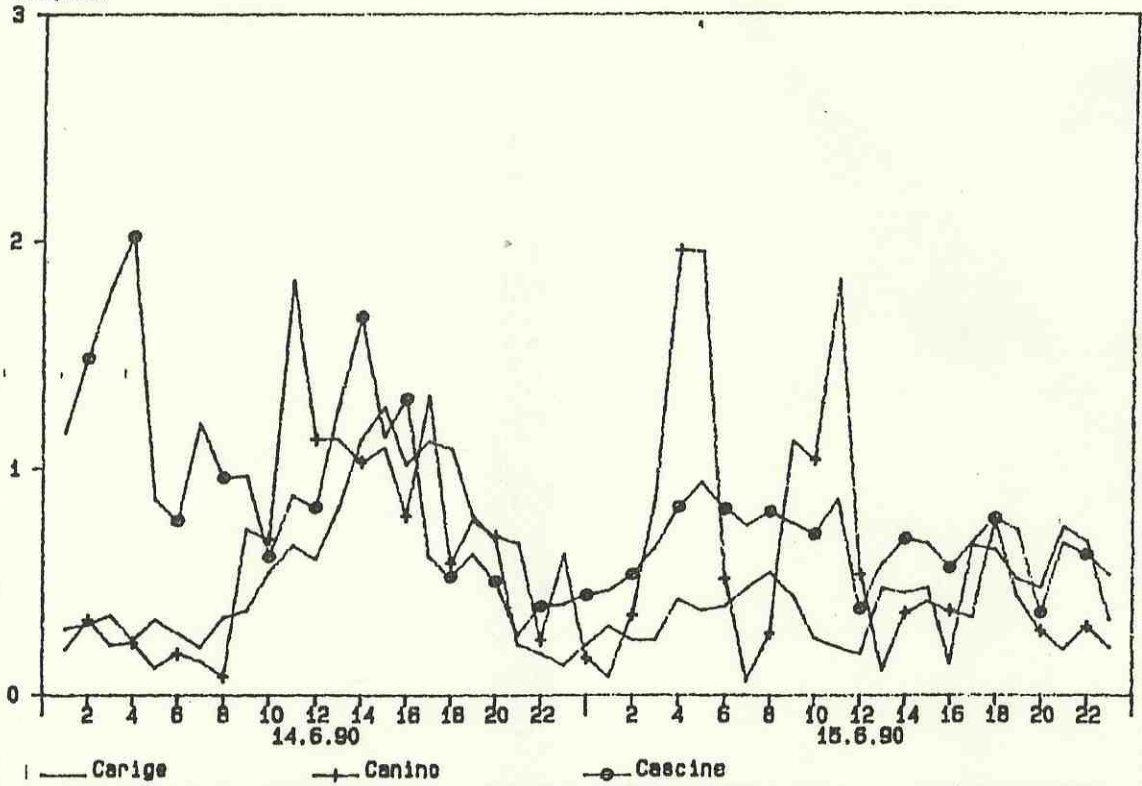
DISEGNO

SCALA

SO₂/NO_x



SO₂/NO_x



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.1.3/IIc

Andamento del rapporto molare SO₂/NO_x durante
episodi particolari di rialzo

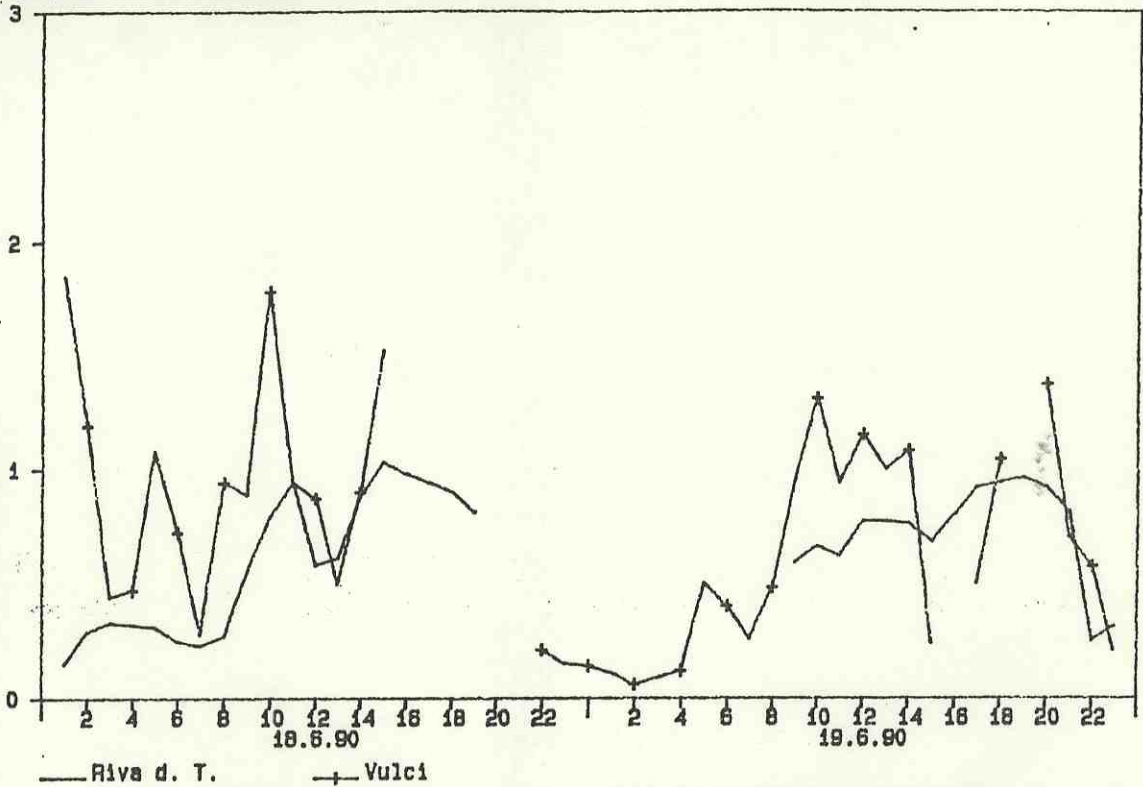
A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

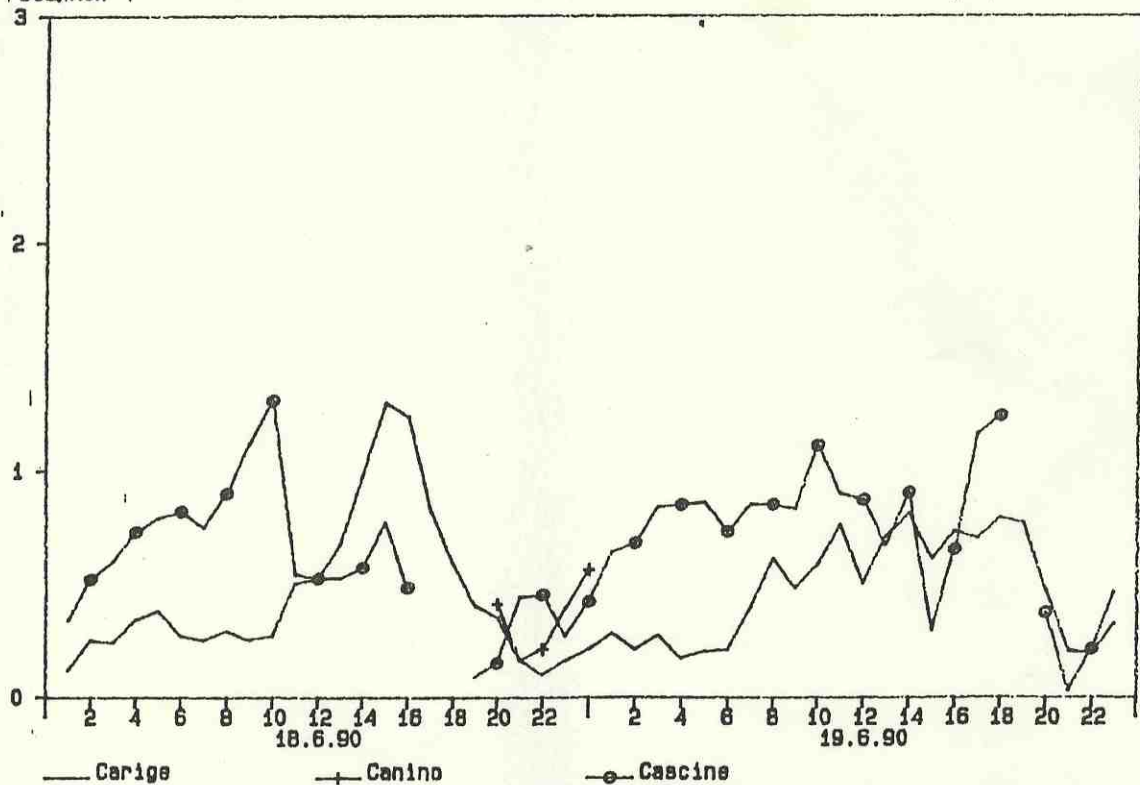
DISEGNO

SCALA

SO₂/NO_x



SO₂/NO_x



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.1.3/IIId

Andamento del rapporto molare SO₂/NO_x durante
episodi particolari di rialzo

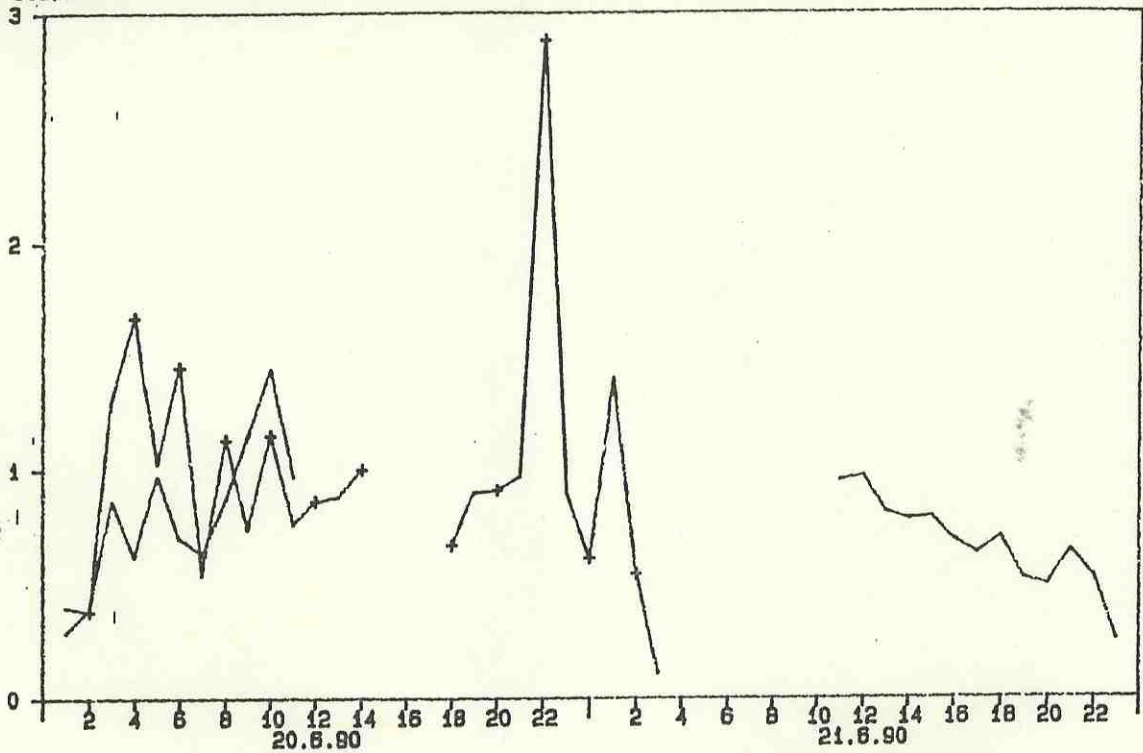
A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

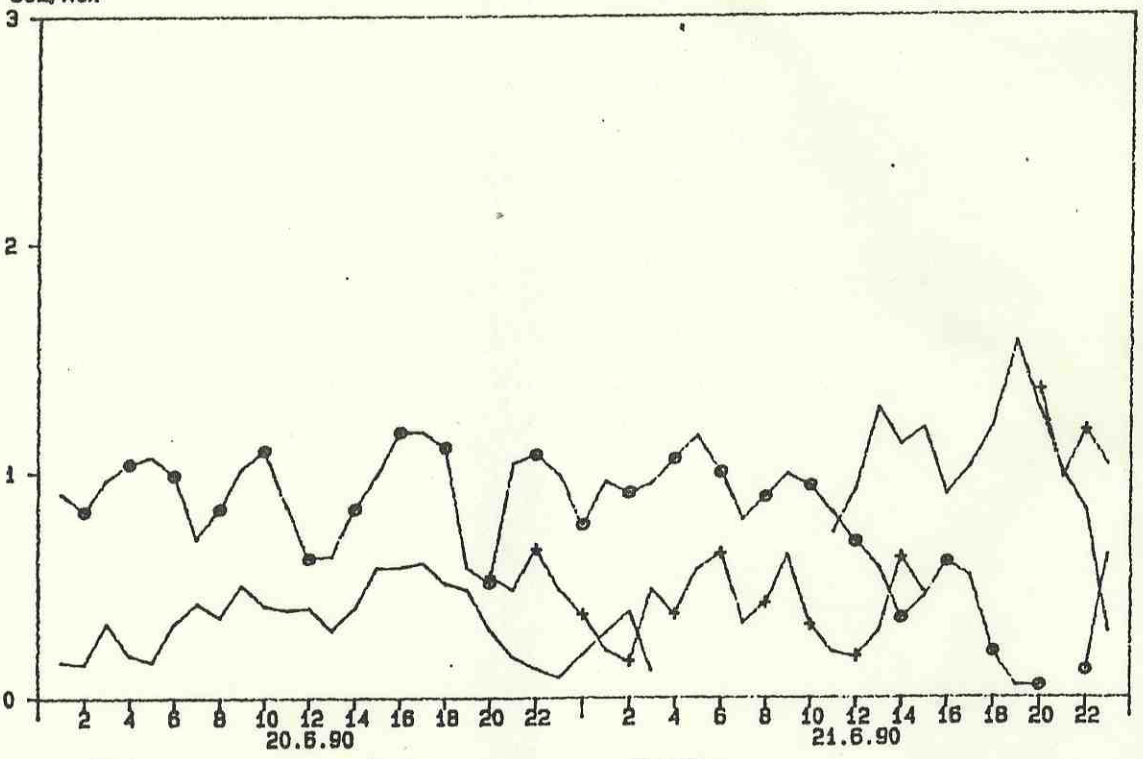
SCALA

SO₂/NO_x



— Riva d. T. + Vulci

SO₂/NO_x



— Carigo + Canino o Cascine

ENEL
ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA

RAPPORTO SEZIONE FIGURA 3.1.3/IIe

Andamento del rapporto molare SO₂/NO_x durante episodi particolari di rialzo

A CURA DI DCO ULC-ECL/AA DATA REV DISEGNO SCALA

(fig.3.1.3/IIa) che si porta da un valore base di circa $0.5 \div 0.8$, riscontrato prima dell'episodio, a valori prossimi a 2 durante il picco di concentrazione di SO_2 .

I rialzi riscontrati a Le Cascine fra le 12 e le 20 (fig.3.1.3/Ib) sono caratterizzati da un rapporto SO_2/NO_x che passa da 0.9 (valore misurato prima dell'episodio), a 1.6 con oscillazioni intorno ad 1. Per entrambe le postazioni non sono disponibili i dati necessari per poter calcolare l'indice "P".

Il rapporto SO_2/NO_x indicherebbe che l'episodio è attribuibile a sorgenti di combustione di tipo industriale.

- L'episodio n°2 riscontrato a Riva dei Tarquini il 5.06.90 dalle ore 14 alle 18 (fig.3.1.3/Ic), si è manifestato con un picco di SO_2 di circa $150 \mu g/m^3$ alle ore 16; le condizioni meteo erano caratterizzate da vento da $180^\circ N$ con intensità di circa 10 m/sec.

Il rapporto SO_2/NO_x (fig.3.1.3/IIb) mostra aumenti, da 0.5 a 1.3, in corrispondenza dei picchi di concentrazione di SO_2 e NO_x .

L'indice di fotostazionarietà P (Tabella di Canino - Appendice I) mostra alle 16, in corrispondenza del picco di concentrazione, un valore di circa 0.7; prima e dopo l'indice assumeva valori inferiori.

Probabilmente le emissioni locali presenti, che determinano un eccesso di NO rispetto alla situazione fotostazionaria, diventano trascurabili rispetto all'inquinamento contenuto nella massa d'aria in arrivo sulla postazione. E' probabile che i rialzi riscontrati siano da attribuire ad

emittenti di tipo industriale, situate a sud della postazione di misura e lontano da essa.

- L'episodio n°3 riscontrato a Canino il 14.06.90 fra le ore 6 e le 9 mostra un picco di NOx (fig. 3.1.3./If) di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in corrispondenza del quale si riscontra un minimo del rapporto SO2/NOx; quest'ultimo assume in corrispondenza del picco di NOx un valore di circa 0.2 (fig.3.1.3/IIc) per portarsi successivamente su valori superiori all'unità.

In corrispondenza del picco di concentrazione il vento proveniva da 60 °N con velocità di 3 m/sec. Il rapporto SO2/NOx mostra oscillazioni su valori di circa 0.2 durante l'episodio per risalire successivamente; infine l'indice P assume valore 1.6 in corrispondenza del picco di concentrazione, significativamente maggiore di 1. Tale quadro indica che la zona è interessata da masse d'aria inquinate da scarichi autoveicolari.

- L'episodio n° 4 riscontrato a Riva dei Tarquini il 14.06.90 dalle 11 alle 15 con un picco alle 13 di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO2, si verifica dopo un ora da una rotazione del vento da 90 a circa 220 °N.

Il rapporto SO2/NOx mostra un valore concomitante al picco di concentrazione (fig3.1.3/IIc) di circa 1.8, mentre prima e dopo l'episodio è di circa $0.2 \div 0.3$.

L'indice di fotostazionarietà non risente sensibilmente dell'arrivo della massa d'aria inquinata permanendo (statisticamente) intorno all'unità.

I dati rilevati, in particolare il rapporto SO_2/NO_x , indicano che l'episodio è probabilmente attribuibile a combustione di tipo industriale.

- L'episodio n°5 riscontrato a Canino il 15.06.90 dalle 6 alle 8 con un picco di $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_x alle 8, si verifica con vento da circa 60°N di 5 m/sec; il rapporto SO_2/NO_x scende durante l'episodio a valori inferiori a 0.2, mentre l'indice P indica, durante il rialzo, condizioni fotostazionarie.

Questi dati indicano come responsabili dell'episodio sorgenti a basso tenore di SO_2 probabilmente di tipo veicolare urbano, poste a N-E della postazione (abitato di Canino).

- L'episodio n° 6 riscontrato a Vulci e a Le Cascine il 19.06.90 si verifica a Vulci fra le 9 e le 15, con $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO_2 alle 12. Esso si manifesta dopo 1 ora rispetto ad una rotazione del vento da circa 90° a 220°N . In questa postazione il rapporto SO_2/NO_x (fig 3.1.3/IIId) si porta da valori di circa 0.2 prima dell'episodio a valori superiori all'unità mantenuti durante tutto l'episodio; il valore di P non è stato calcolato per l'assenza della misura di O_3 .

Il rialzo misurato a Le Cascine dalle 16 alle 19, con $275 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO_2 alle 18, ha avuto inizio in corrispondenza della fine del rialzo di Vulci.

Questo episodio era caratterizzato dalla presenza di vento stabile da 220°N di 4 m/s.

Il rapporto SO_2/NO_x di valore $0.2 \div 0.3$ prima del picco di concentrazione, oscilla durante il rialzo intorno ad 1; l'indice P, inferiore all'unità prima del rialzo, si porta su valori intorno ad 1 (fotostazionari) durante lo stesso.

Questi dati indicano come da una situazione di fondo dovuta a sorgenti locali si passi, durante l'episodio ad un contributo di altre sorgenti, probabilmente localizzate nei settori meridionali ed in prevalenza costituite da combustioni di tipo industriale.

La disponibilità a Le Cascine dell'indice fotostazionario P rafforza questa ipotesi in quanto da una situazione pre-episodio tipica di emittenti locali mobili ($P < 1$ e basse concentrazioni di inquinanti) si passa ad una situazione fotostazionaria con picchi elevati di inquinanti.

- L'episodio n° 7 riscontrato a Le Cascine il 20.06.90 dalle 13 alle 19 con un picco di SO_2 di $180 \mu g/m^3$ alle 16 (fig. 3.1.3/II), si verifica dopo 2 ore circa rispetto ad una rotazione del vento da circa 90 a 180 °N, con velocità di 6-7 m/s.

Il rapporto SO_2/NO_x oscilla intorno a valori di poco inferiori ad 1 prima dell'episodio e sale a 1.2 durante lo stesso; l'indice fotostazionario P si porta, da valori inferiori all'unità, a valori superiori in corrispondenza del picco di concentrazione.

Si può considerare questo episodio originato da sorgenti industriali lontane poste a sud della postazione.

Sintesi dell'analisi degli episodi

Complessivamente l'analisi mostra la concomitanza fra i rialzi di concentrazioni di SO_2 e NO_x e la presenza di venti da S, S-W ($180 \div 225$ °N). In particolare per le postazioni di Riva dei Tarquini, Vulci, Le Cascine, gli eventi si verificano in

condizioni di quasi fotostazionarietà e con rapporti SO₂/NO_x compresi tra 1 e 2, poche ore dopo (1÷3) rotazioni del vento da 90 a circa 220 gradi. Eventi di rialzo di solo NO_x si sono riscontrati invece con venti da 60÷90 °N a Canino.

3.2. CAMPAGNA IN PERIODO FREDDO

3.2.1. Analisi situazione meteo sinottica

Il periodo di misura, dal 22.10.91 al 16.11.91 ha visto l'alternarsi di situazioni perturbate con altre caratterizzate da tempo bello con venti deboli o moderati.

In Tab.II è riportato in modo dettagliato l'andamento della situazione in quota (500 hPa) definendo su questa base periodi omogenei di comportamento del tempo.

In fig.3.2.1/I è riportata la rosa dei venti del periodo di campagna

3.2.2. Andamento delle concentrazioni al suolo

Le misure e le elaborazioni effettuate sono analoghe a quanto riportato per la campagna invernale, e cioè:

- a) andamento delle concentrazioni medie giornaliere (fig.3.2.2/Ia÷If)
- b) andamenti del "giorno tipico" per i diversi inquinanti e per l'indice di fotostazionarietà (fig.3.2.2/IIa÷IIe)
- c) "rose di vento concentrazione" (fig.3.2.2/IIIa÷IIIId)

3.2.2.1. Concentrazioni medie del periodo

Le concentrazioni medie del periodo di indagine (22.10÷16.11.1991) risultano dal seguente prospetto:

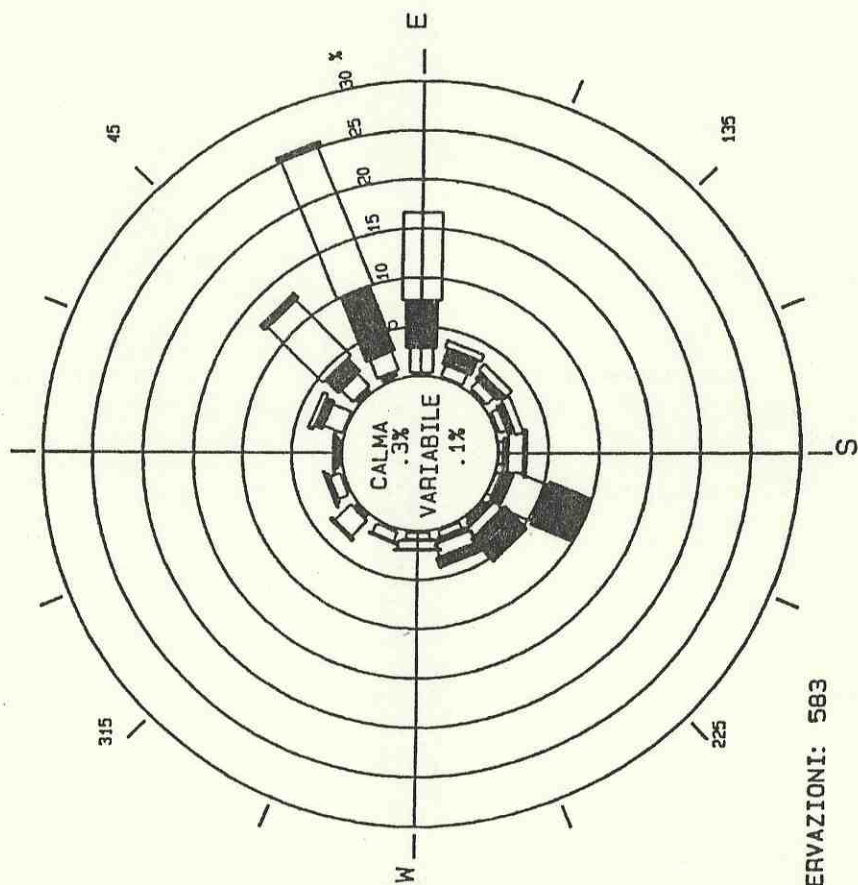
TABELLA II

PERIODO		SITUAZIONE
DAL	AL	
21	25.10	Una massa d'aria fredda ed instabile proveniente dalla penisola scandinava confluisce sull'Italia meridionale con aria più temperata ed umida di origine afro-mediterranea determinando il passaggio di varie perturbazioni sulle nostre regioni. I venti sono prevalentemente dai quadranti settentrionali.
26	27.10	Sul Mediterraneo centrale è presente un'area di alta pressione che subisce una flessione sulle regioni tirreniche per il sopraggiungere di una perturbazione dalla penisola iberica. I venti al suolo sono variabili prevalentemente intorno sud.
28	31.10	L'Italia è interessata da una circolazione depressionaria che si muove lentamente verso S-E. Linee di instabilità attraversano le nostre regioni determinando condizioni di cielo nuvoloso e variabile con precipitazioni prevalentemente a carattere temporalesco. I venti sono prevalentemente intorno S-E.
01	02.11	Situazione variabile con cielo poco nuvoloso. Venti deboli orientali.
03	06.11	Sul Mediterraneo centrale la pressione diminuisce rapidamente a causa di un sistema frontale freddo che si muove lentamente dalle regioni settentrionali a quelle meridionali. Ciò comporta una intensificazione della nuvolosità con precipitazioni estese, anche nevose, al di sopra di 900 m. I venti al suolo sono forti da S-W.
07	08.11	L'afflusso di aria fredda ed instabile che interessa ancora le regioni meridionali, si attenua gradualmente. Sulle altre zone la pressione è in aumento. I venti sono moderati settentrionali.
09	10.11	Una perturbazione proveniente dall'Europa settentrionale tende ad interessare la nostra penisola determinando una intensificazione della nuvolosità con precipitazioni. I venti sono moderati occidentali.
11	12.11	L'instabilità presente sulle nostre regioni è in graduale attenuazione. La pressione è in temporaneo aumento con prevalenza di cielo sereno. I venti sono deboli variabili con prevalenza occidentali.
13	16.11	Sul mediterraneo centrale la pressione è in diminuzione per l'approssimarsi di una intensa perturbazione atlantica. Nuvolosità intensa con precipitazioni estese e localmente intense sulle regioni centro meridionali. I venti al suolo sono moderati o forti meridionali.

TORRE METEO

ROSA DEI VENTI

PERIODO : DAL 23-10-91 h.0 AL 16-11-91 h.23

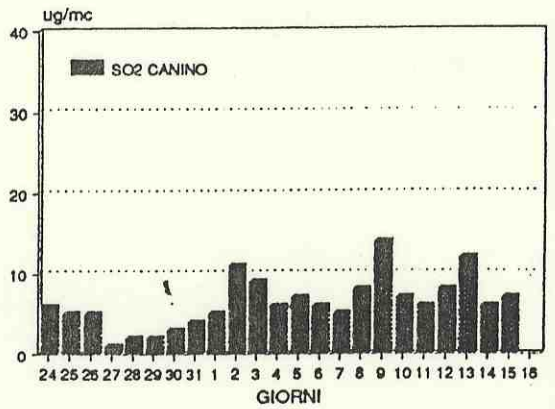
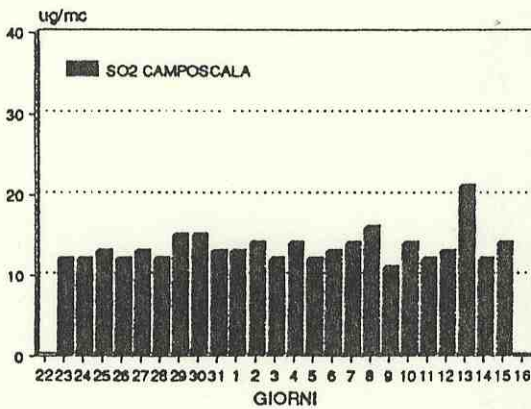
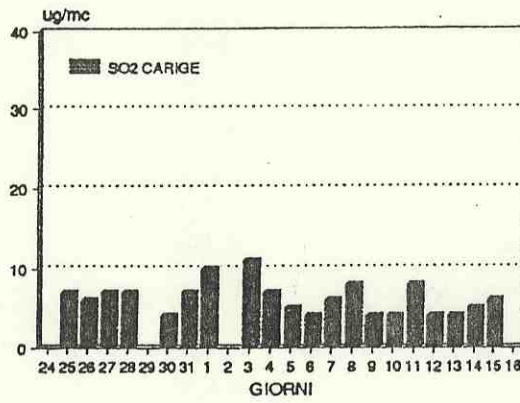
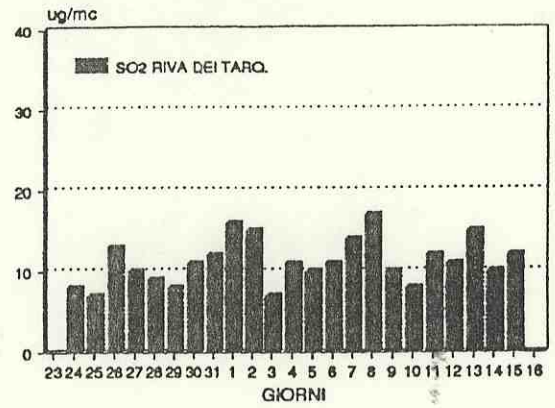
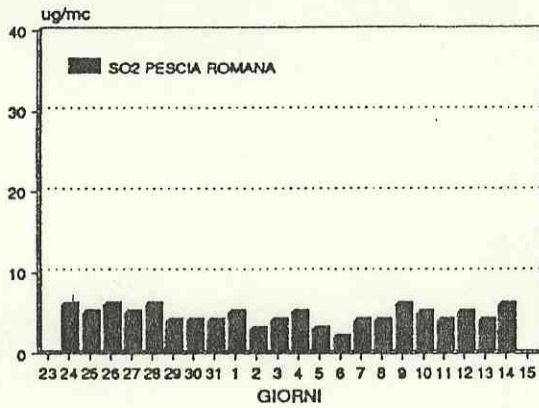


NUMERO DI OSSERVAZIONI: 583

CAMPAGNA AUT. 91

RAPPORTO		SEZIONE		FIGURA 3.2.1/I	
Rosa dei venti in periodo freddo					
A CURA DI		DATA		DISEGNO	
ULC-ECL/AA		REV		SCALA	





ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA

3.2.2/Ia

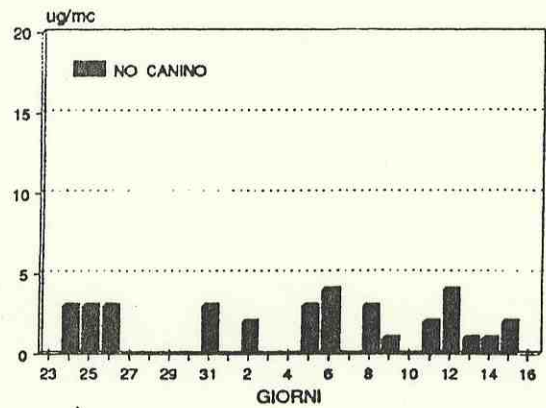
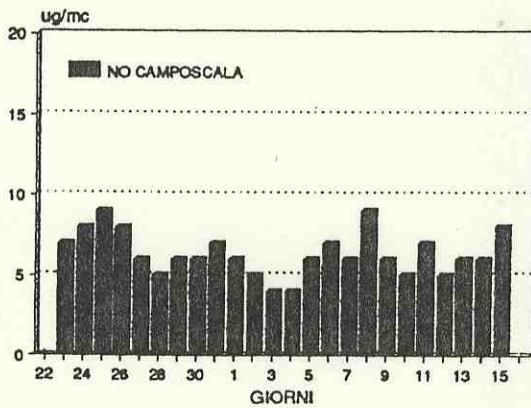
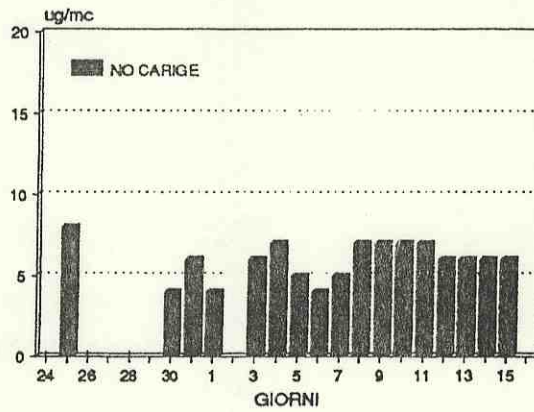
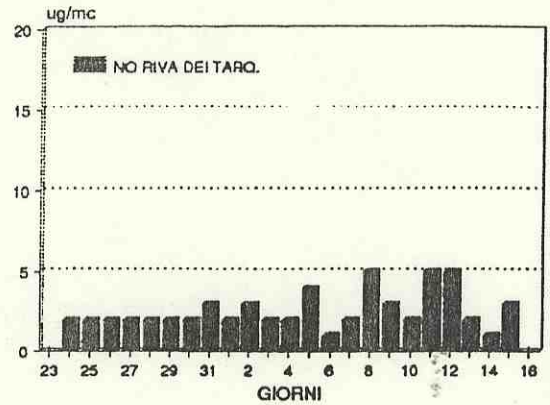
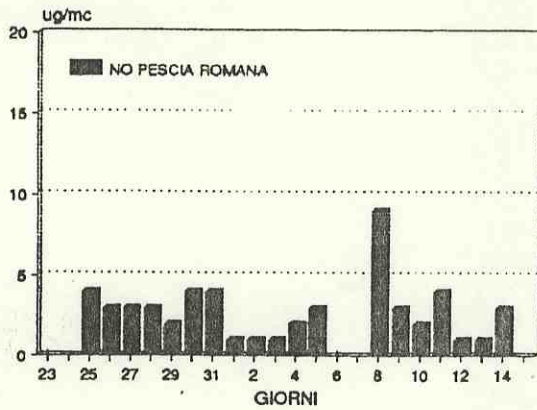
Andamenti temporali delle concentrazioni di SO₂ nelle diverse postazioni

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

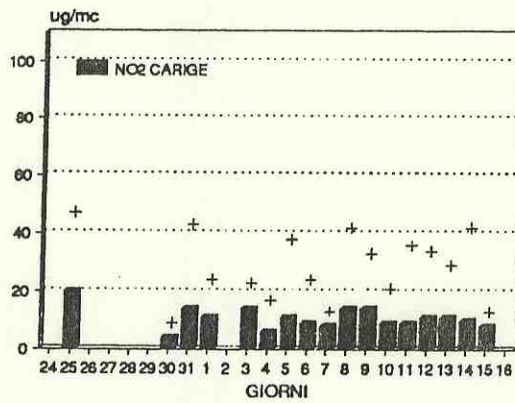
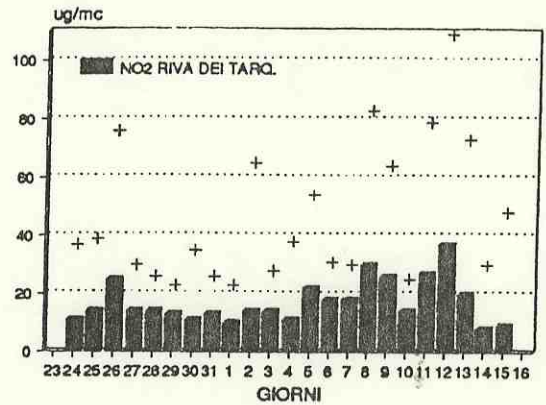
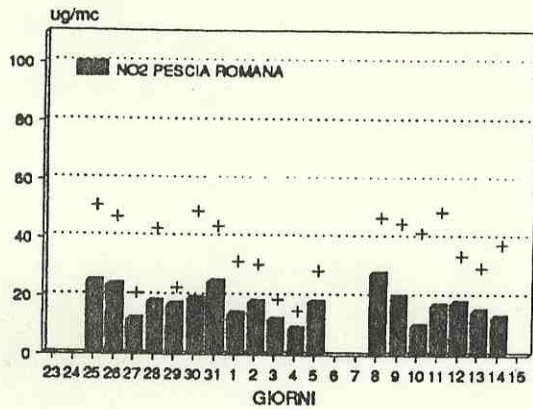
DATA
REV

DISEGNO

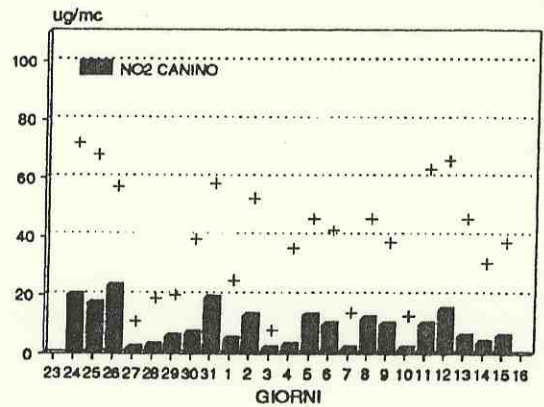
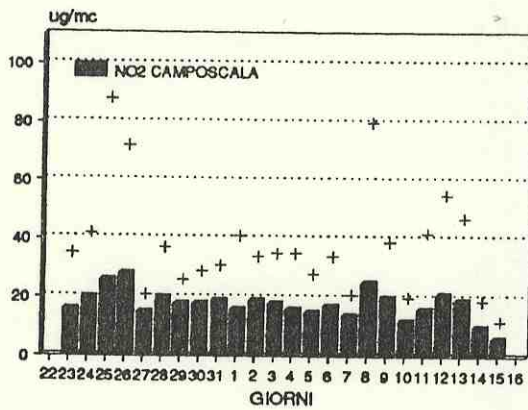
SCALA



ENEL ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA	RAPPORTO	SEZIONE	FIGURA 3.2.2/Ib
	Andamenti temporali delle concentrazioni di NO nelle diverse postazioni		
	A CURA DI ULC-ECL/AA	DATA REV	DISEGNO



(+) max. media oraria



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.2.2/Ic

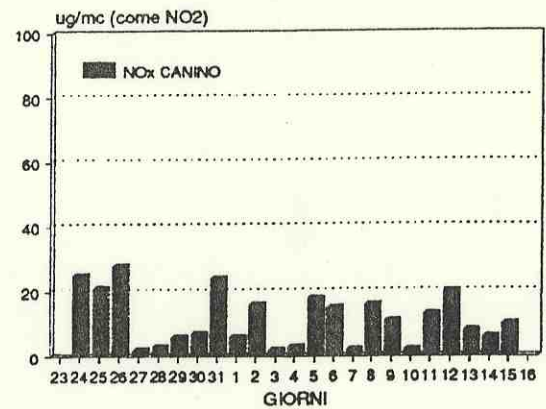
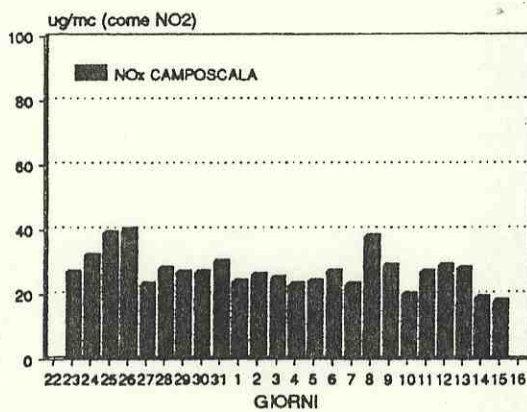
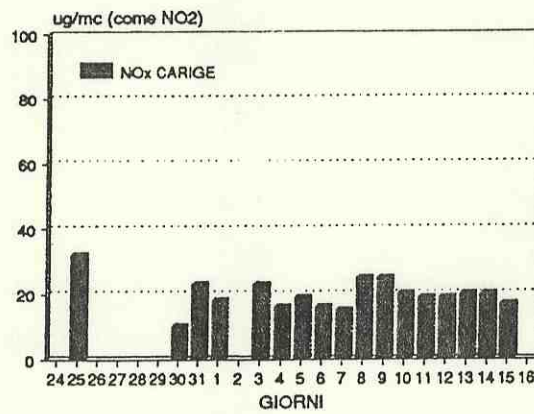
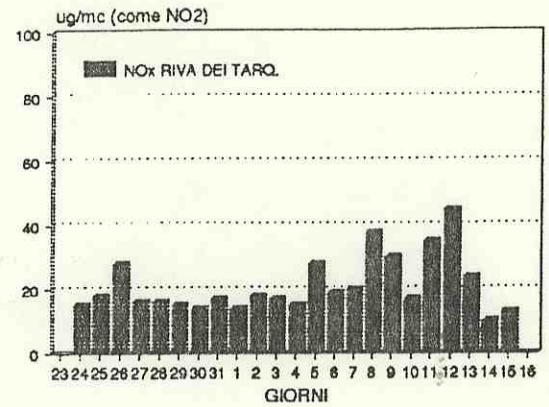
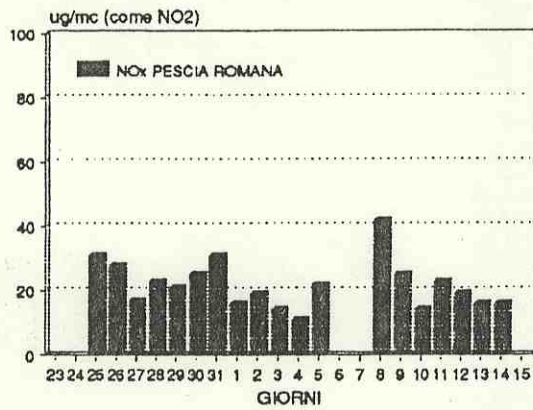
Andamenti temporali delle concentrazioni di NO₂ nelle diverse postazioni

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA

3.2.2/Id

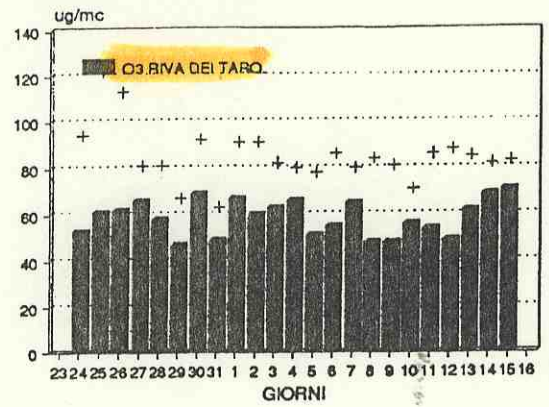
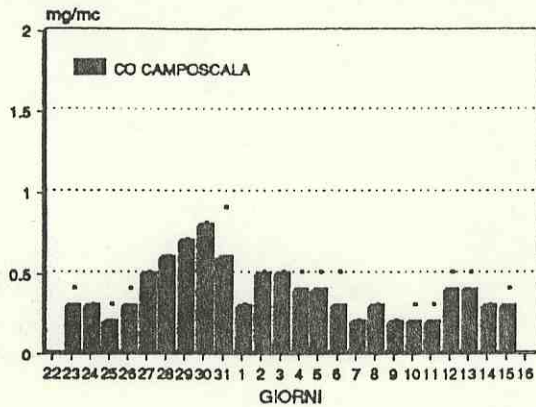
Andamenti temporali delle concentrazioni di NOx
nelle diverse postazioni

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

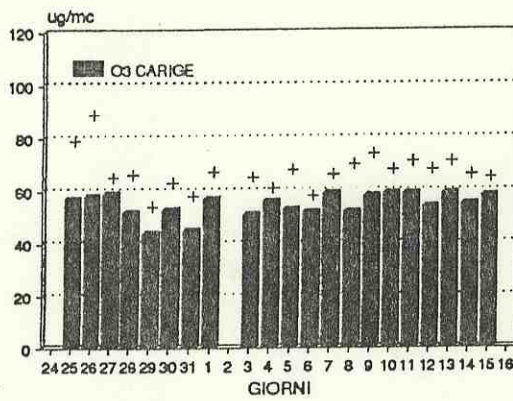
DATA
REV

DISEGNO

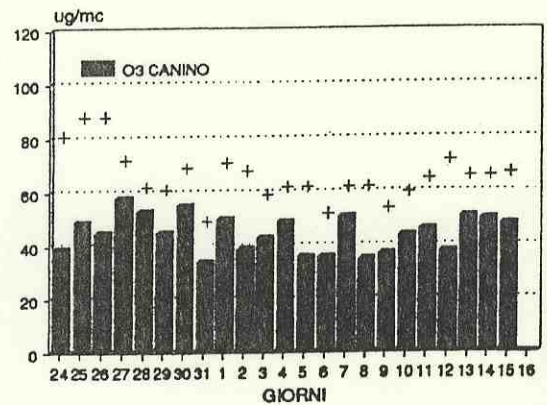
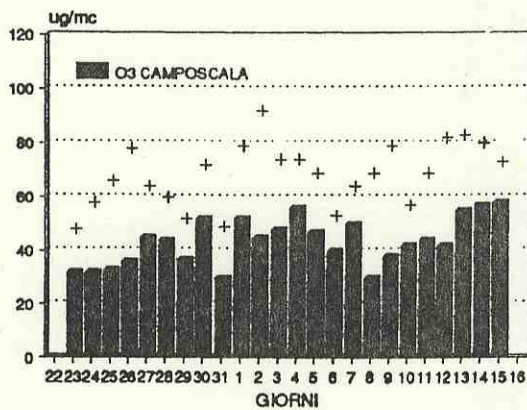
SCALA



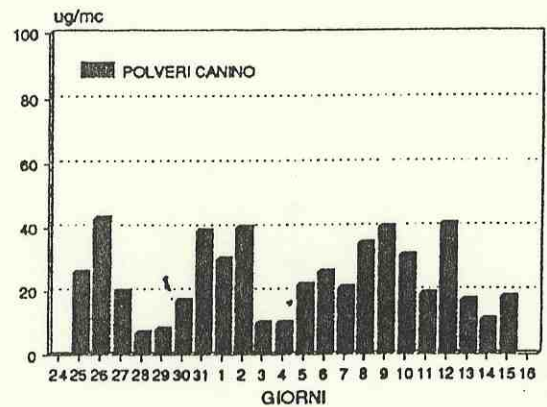
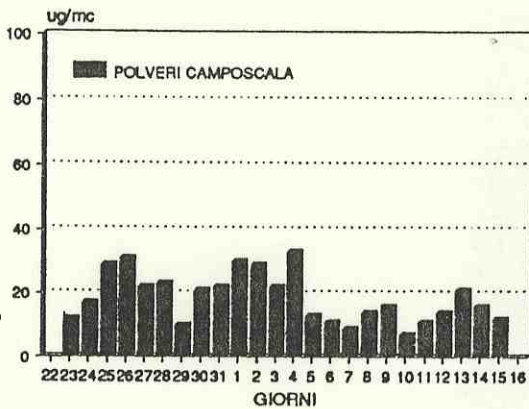
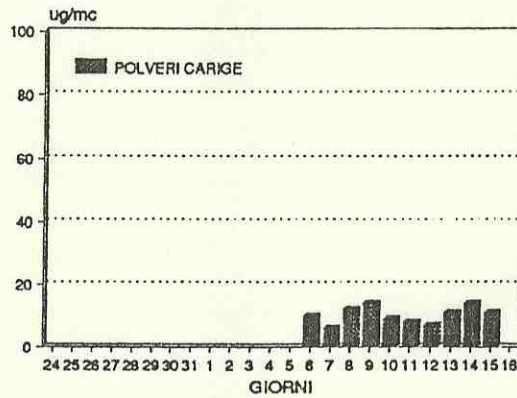
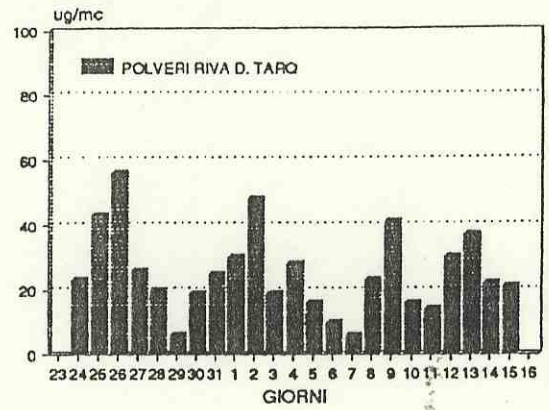
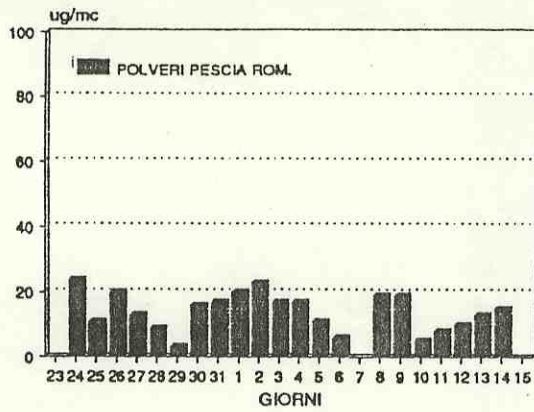
(.) max. media di 8 ore



(+) max. media oraria



ENEL ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA	RAPPORTO	SEZIONE	FIGURA 3.2.2/Ie
	Andamenti temporali delle concentrazioni di CO e O ₃ nelle diverse postazioni		
	A CURA DI ULC-ECL/AA	DCO	DATA REV
			SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.2.2/If

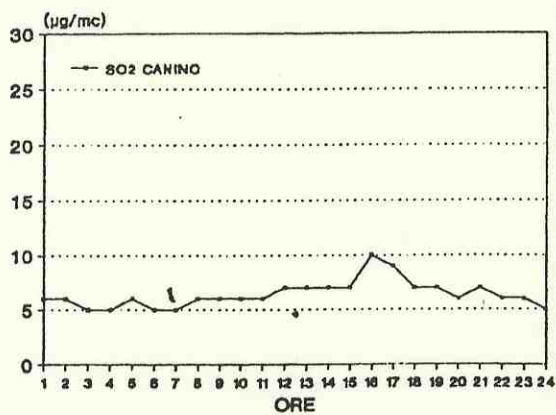
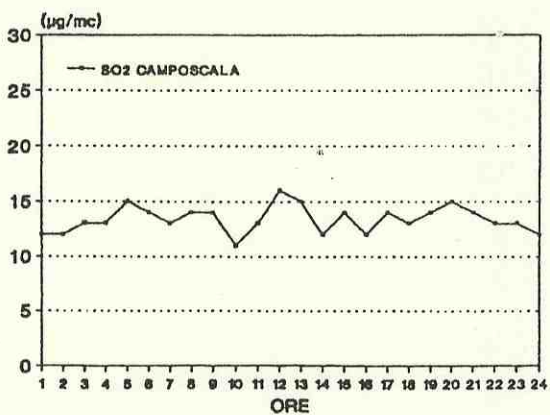
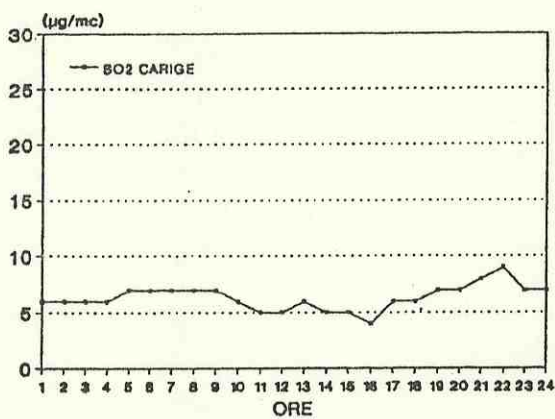
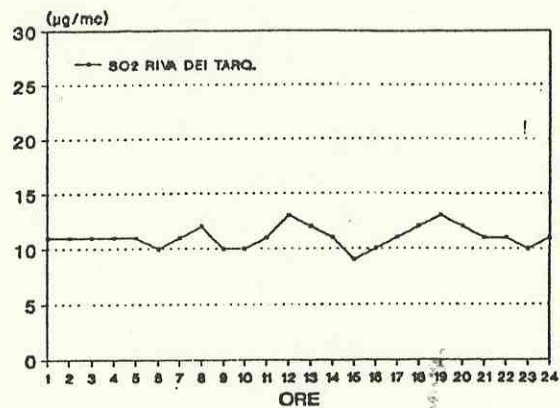
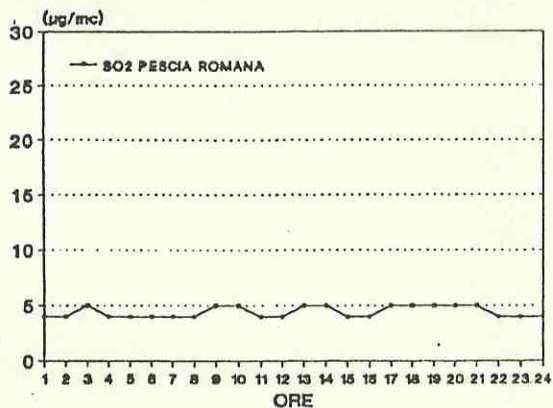
Andamenti temporali delle concentrazioni di polveri totali sospese nelle diverse postazioni.

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

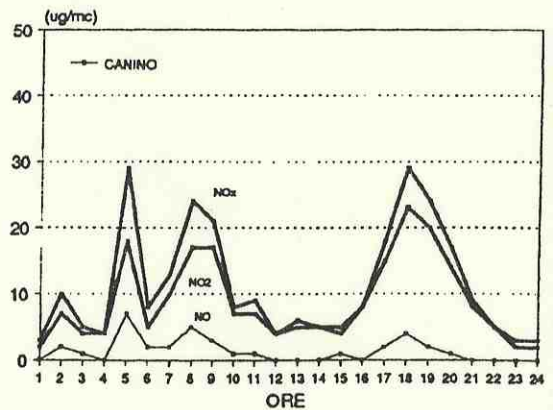
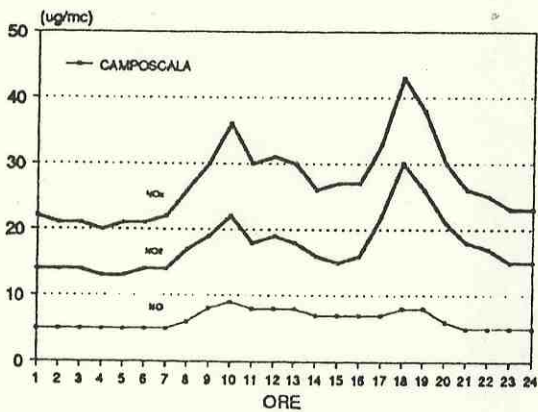
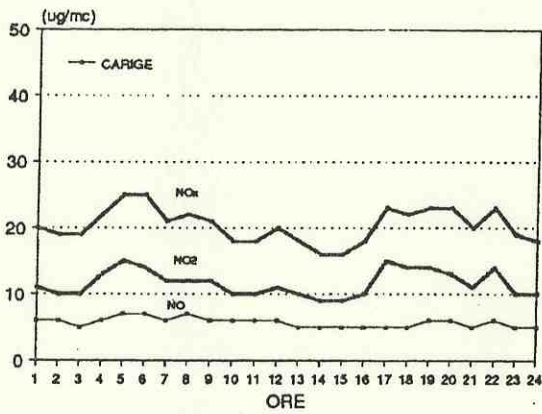
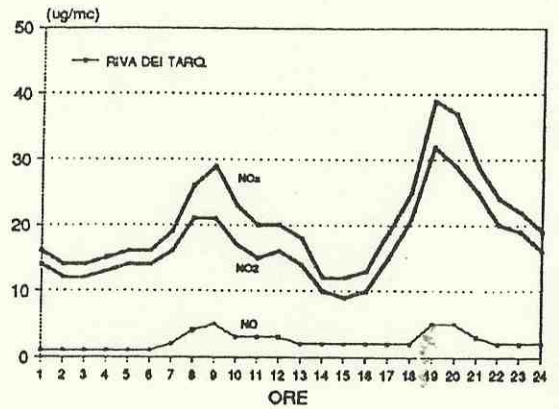
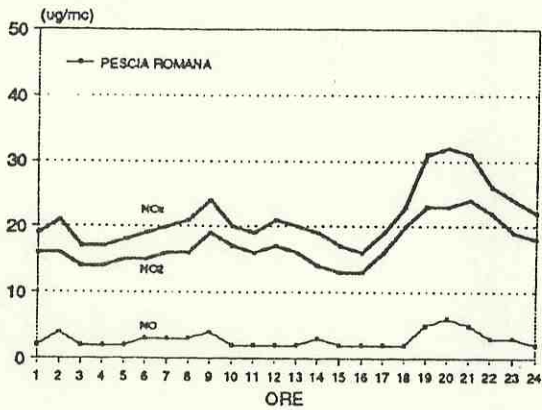
DATA
REV

DISEGNO

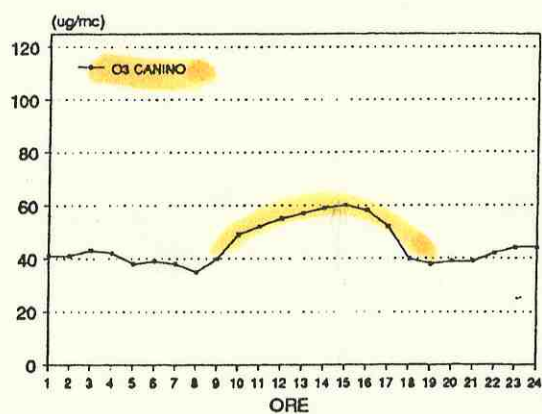
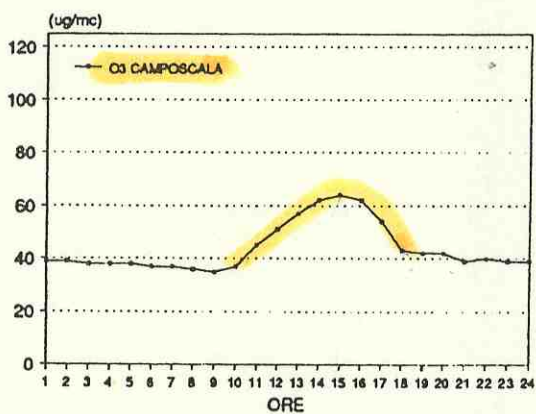
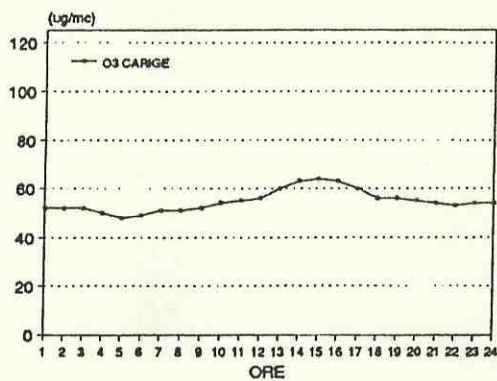
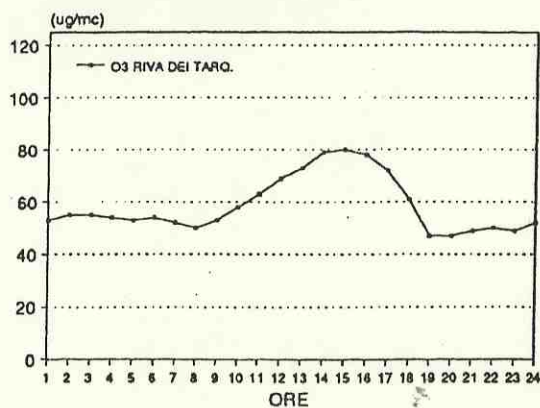
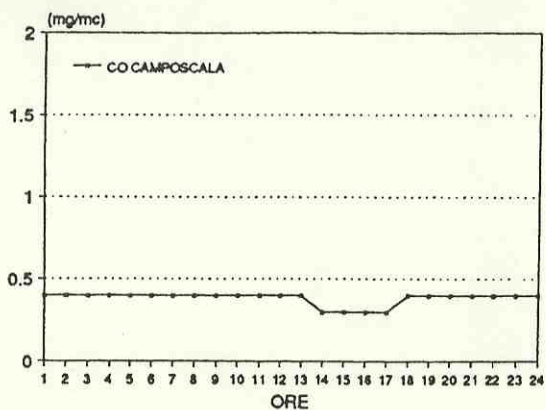
SCALA



ENEL ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA	RAPPORTO	SEZIONE	FIGURA
	3.2.2/IIa		
Periodo freddo. Andamenti del "giorno tipico" delle concentrazioni di SO ₂ nelle diverse postazioni.			
A CURA DI	DCO	DATA	DISSEGNO
ULC-ECL/AA		REV.	SCALA



ENEL ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA	RAPPORTO	SEZIONE	FIGURA 3.2.2/IIb
	Periodo freddo. Andamenti del "giorno tipico" delle concentrazioni di NO-NO ₂ -NO _x nelle diverse postazioni		
A CURA DI ULC-ECL/AA	DCO	DATA REV	DISEGNO
			SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.2.2/IIc

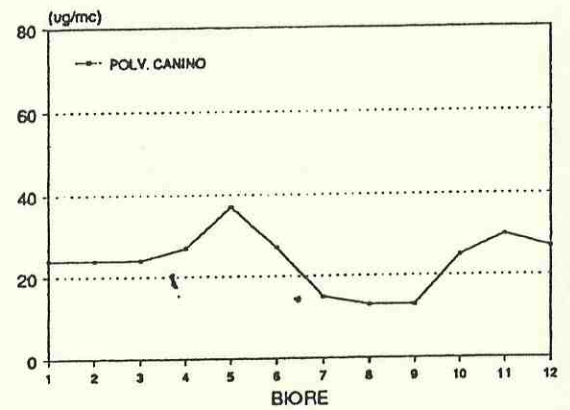
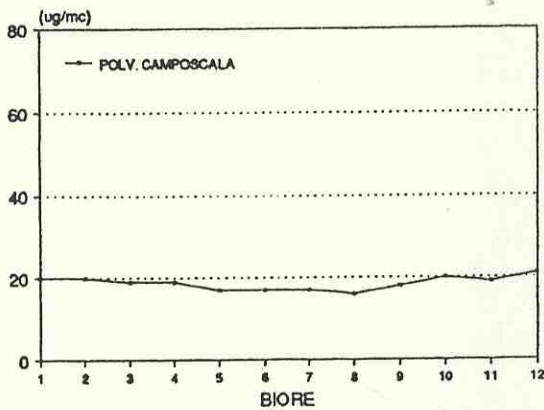
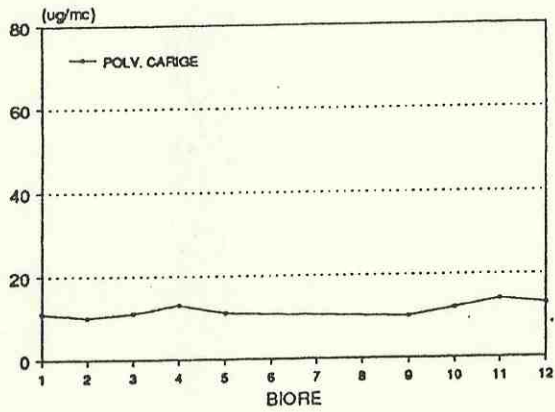
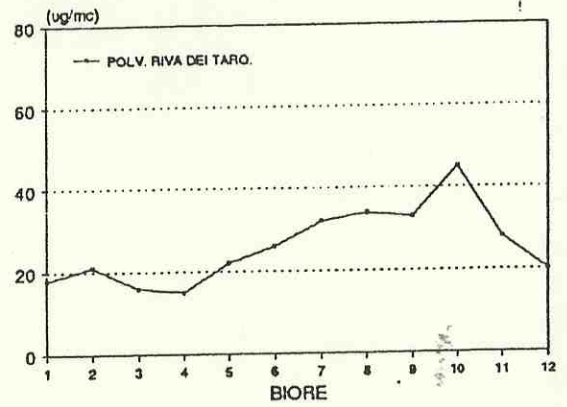
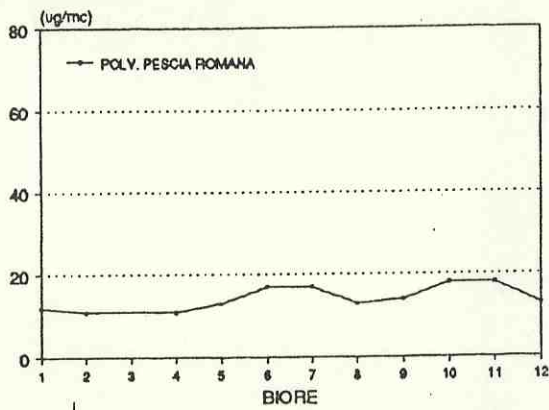
Periodo freddo. Andamenti del "giorno tipico" delle concentrazioni di CO e O₃ nelle diverse postazioni

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA

3.2.2/IIId

Periodo freddo. Andamento del "giorno tipico" delle concentrazioni di polveri totali sospese nelle diverse postazioni

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

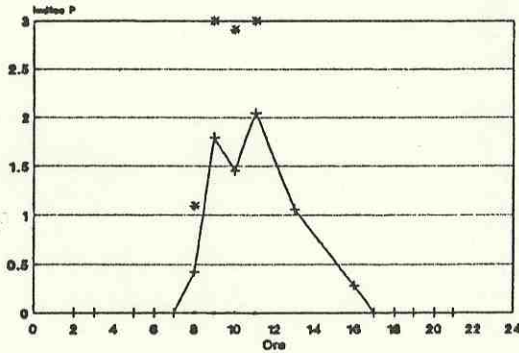
DISEGNO

SCALA

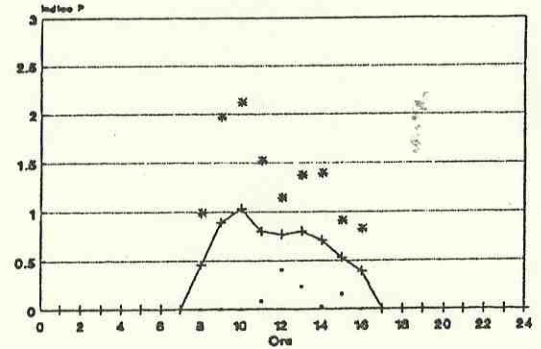
MONTALTO DI CASTRO - Campagna in periodo freddo

Giorno tipico dell'indice di fotostazionarietà P

Post. CANINO
Campagna 22.10.91 - 16.11.91

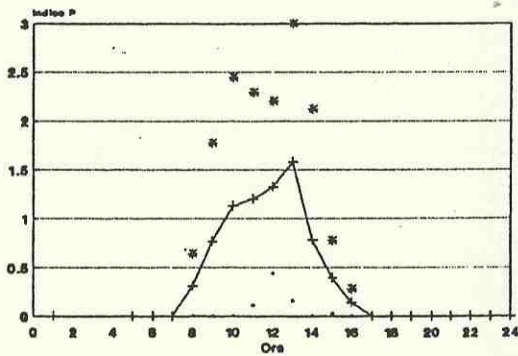


Post. CAMPO SCALA
Campagna 22.10.91 - 16.11.91

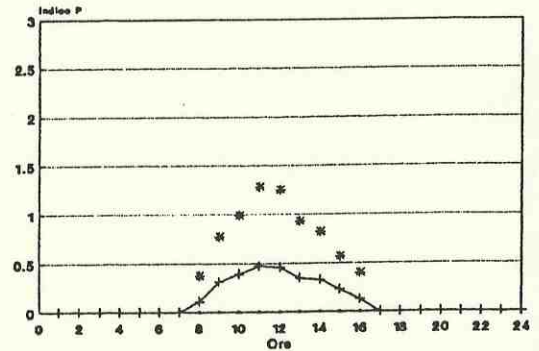


Pm = P medio alle singole ore
ds = deviazione standard di P
 . = $Pm - t90 \cdot ds$
 * = $Pm + t90 \cdot ds$
 + = Pm

Post. RIVA DEI TARQUINI
Campagna 22.10.91 - 16.11.91



Post. CARIGE
Campagna 22.10.91 - 16.11.91



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA

3.2.2/IIe

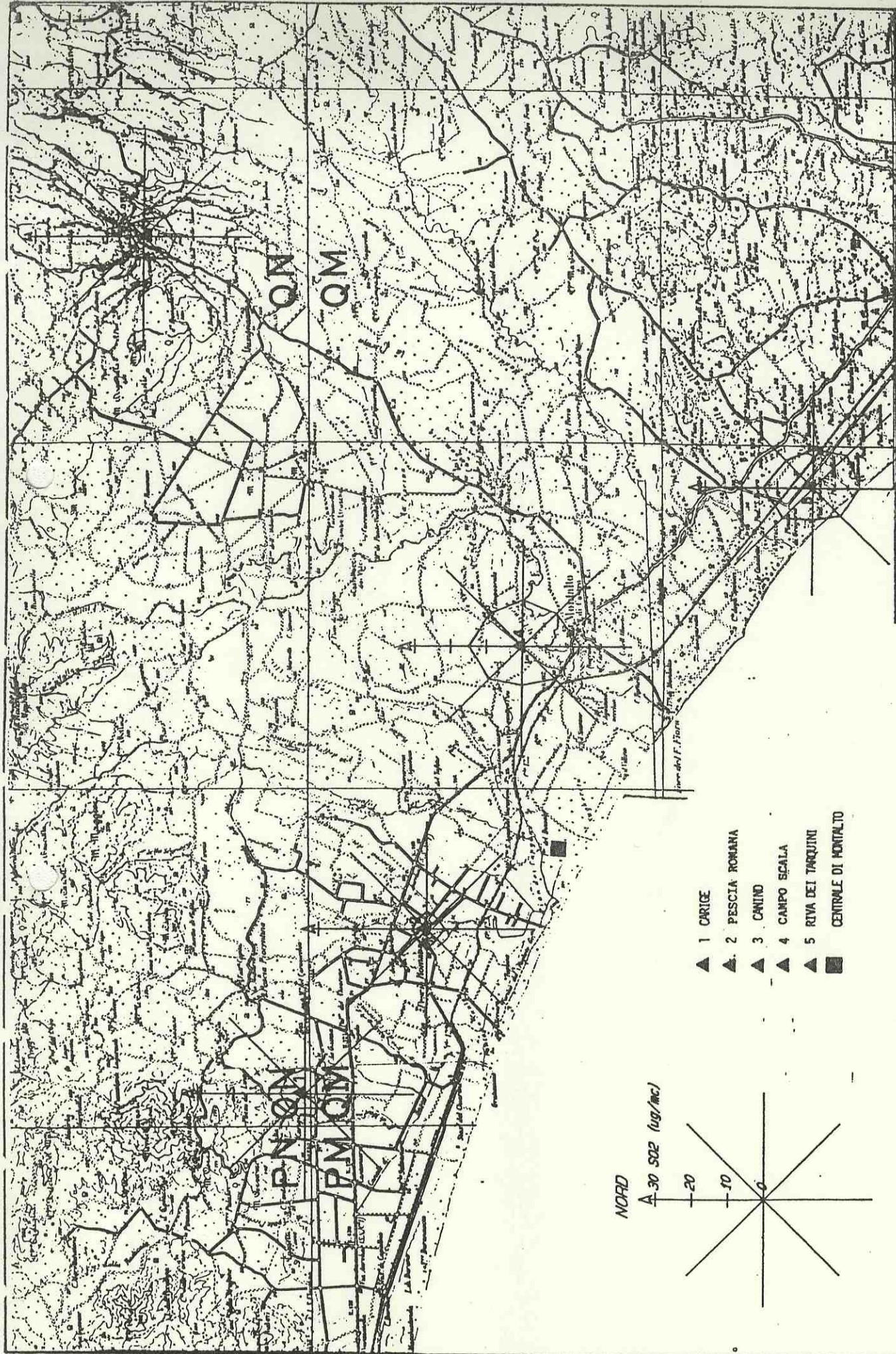
Periodo freddo. "Giorno tipico" dell'indice di
fotostazionarietà P

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA

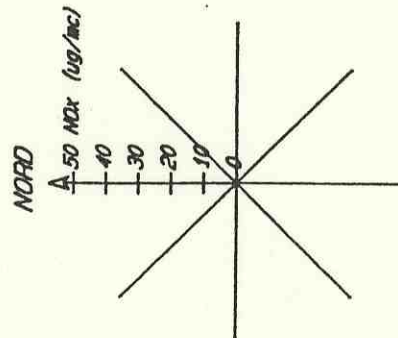
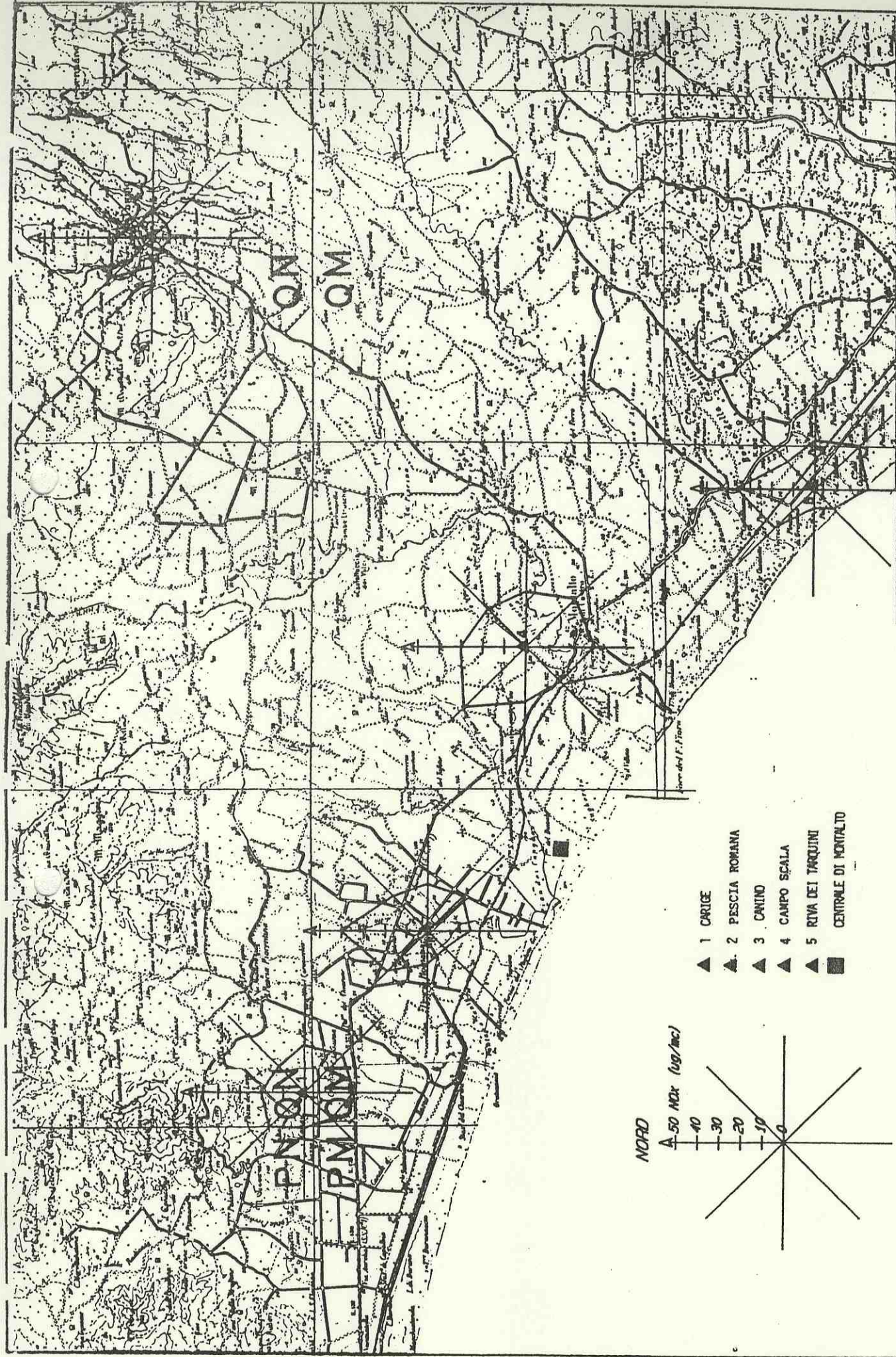


ENEL
 ENTE
 NAZIONALE
 PER L'ENERGIA
 ELETTRICA

Rose di vento. Concentrazione di SO₂.
 Periodo freddo

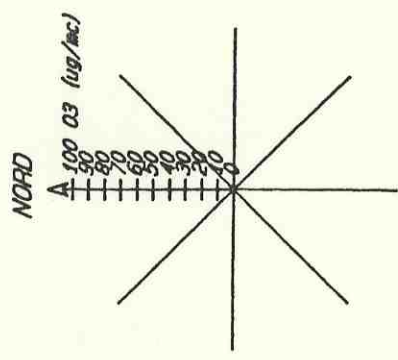
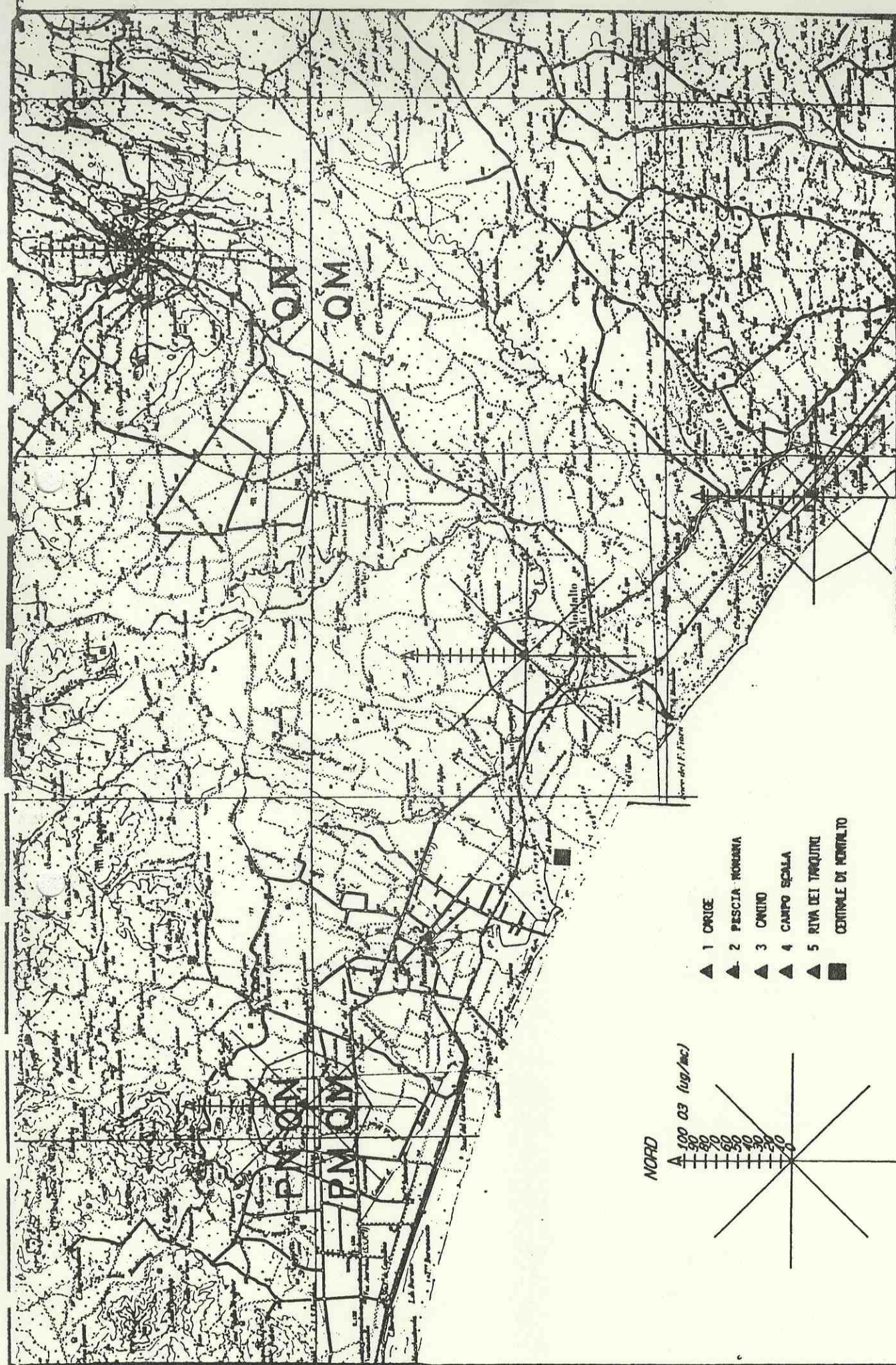
MAPPA 3.2.2/IIIIa

A CURA DI: DINA REY, DISEGNO: SCALA



- ▲ 1 CARIGE
- ▲ 2 PESCIA ROMANA
- ▲ 3 CANTINO
- ▲ 4 CAMPO SCALA
- ▲ 5 RIVA DEI TARQUINI
- CENTRALE DI MONTALTO

ENEL		FOLIA 3.2.2/IIIB	
ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA		REGIONE	
Rose di vento. Concentrazione di NOx. Periodo freddo.			
A CURA DI /	DATA /	DISEGNO	SCALA



- ▲ 1 ORIBE
- ▲ 2 PESCEIA ROMANA
- ▲ 3 ANIUNO
- ▲ 4 CAMPO SCALLA
- ▲ 5 RIVA DEI TIRQUINI
- CENTRALE DI MONTELTRO

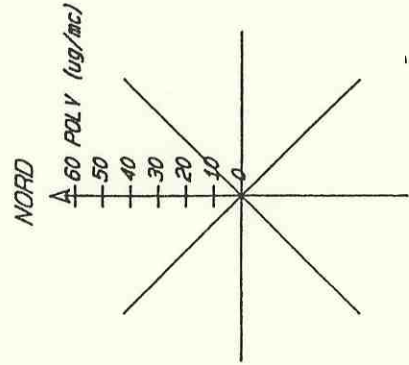
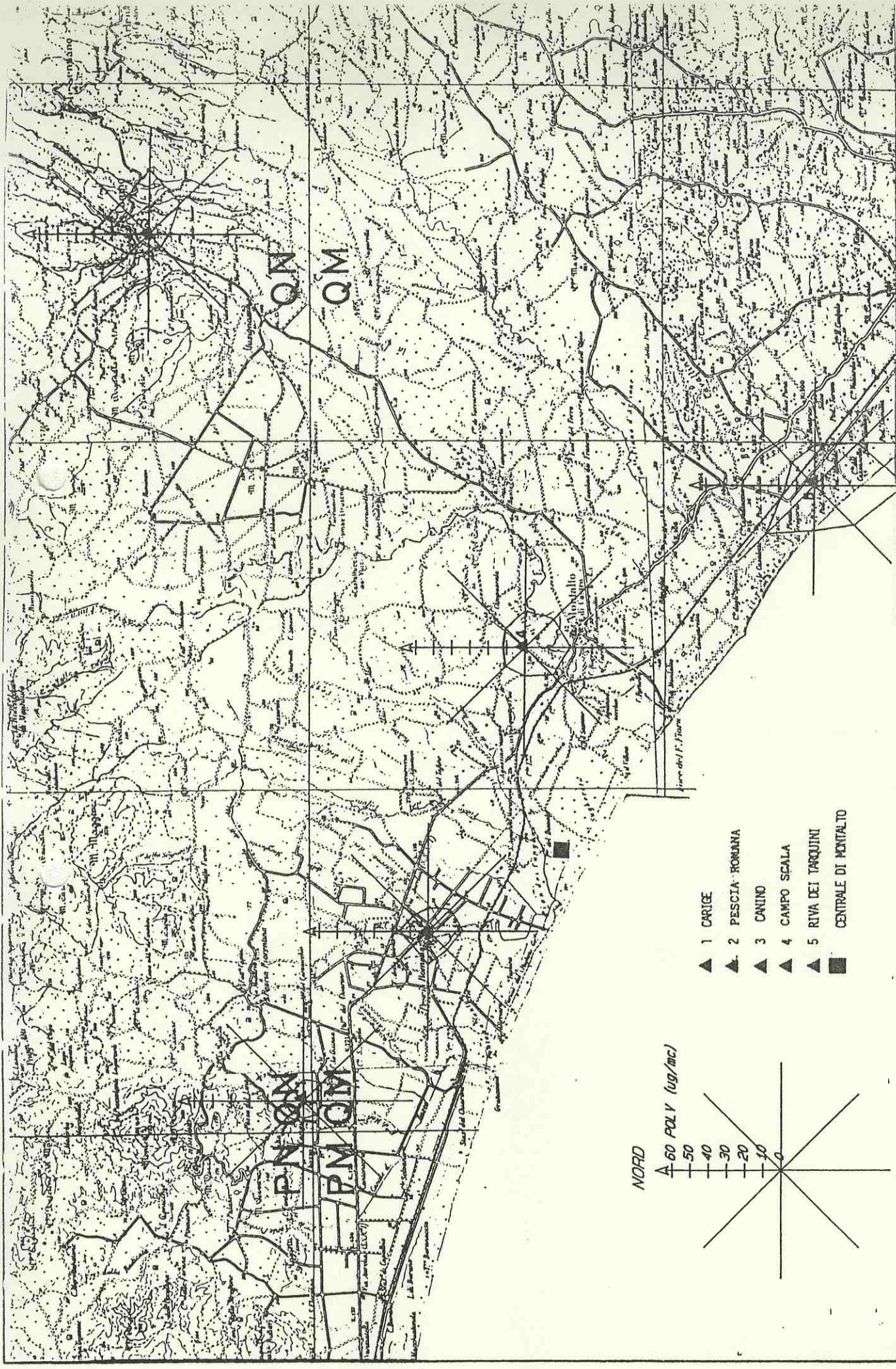
ENEL
 ENTE
 NAZIONALE
 PER L'ENERGIA
 ELETTRICA

3.2.2/IIIC

Rose di vento. Concentrazione di O₃.
 Periodo freddo.

A CURA DI

ESCA



- ▲ 1 CARICE
- ▲ 2 PESCIA ROMANA
- ▲ 3 CANTINO
- ▲ 4 CAMPO SCALA
- ▲ 5 RIVA DEI TARQUINI
- CENTRALE DI MONTALTO

ENEL	MONTATO	REDIENE	FIGURA 3.2.2/IIId
Rose di vento. Concentrazione di polveri. Periodo freddo.			
A CURA DI	DATA	DISEGNO	SCALA
ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA			

Parametro Post.	SO2	NOx	NO2	O3	CO	PART. OL.
CARIGE	6.4	20.4	11.7	54.7	-	10.5
PESCIA ROMANA	4.6	21.5	17.2	-	-	13.9
CANINO	6.4	11.2	8.9	45.1	-	23.7
CAMPO SCALA	13.4	27.2	17.4	43.7	0.4	18.6
RIVA DEI TARQ.	11.1	20.7	16.9	58.5	-	25.8

L'esame della tabella porta alle seguenti considerazioni:

- Nelle postazioni di Campo Scala e Riva dei Tarquini si sono avuti valori di SO2 relativamente più alti seppure molto contenuti se riferiti ai limiti di legge.
- I valori di NOx sono risultati ovunque molto contenuti e con componente predominante di NO2; le concentrazioni misurate, leggermente più elevate delle corrispondenti di SO2, fanno ritenere che le emissioni delle sorgenti locali (traffico veicolare e riscaldamento domestico), siano di modesta entità.
- Le concentrazioni di O3 sono contenute e in linea con quanto atteso sulla base delle condizioni atmosferiche del periodo di indagine, le quali erano caratterizzate anche da tempo perturbato con conseguente scarsa insolazione.
- La concentrazione di CO è stata misurata solamente nella postazione di CAMPO SCALA: i suoi valori sono molto bassi in rapporto ai limiti di legge.
- Le concentrazioni di particelle sospese sono risultate ovunque molto contenute, ciò è correlabile alle condizioni meteorologiche riscontrate.

3.2.2.2. Andamenti temporali delle concentrazioni medie giornaliere

- Le medie giornaliere di SO₂ sono risultate ovunque molto contenute, esse si collocano in generale al di sotto di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; il massimo di 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato misurato a Camposcala il 13.11.91

Per le postazioni di Camposcala e Riva dei Tarquini i valori riscontrati si collocano fra 10 e 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre a Pescia Romana, Carige, e Canino essi sono quasi sempre inferiori a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Le concentrazioni medie giornaliere degli NO_x sono in generale leggermente maggiori rispetto alle corrispondenti di SO₂.

La massima media giornaliera di NO_x si è avuta nella postazione di Riva dei Tarquini con 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il 12.11.91. In generale i valori riscontrati si collocano fra 20 e 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Pescia Romana, a Camposcala, e a Riva dei Tarquini, al di sotto di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Carige e a Canino.

- Le concentrazioni medie giornaliere di NO₂ rilevate sono molto contenute, tali medie si collocano generalmente intorno a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

A livello orario i valori più alti sono stati riscontrati a Riva dei Tarquini con 108 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il 12.11.91, a Camposcala con 87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il 25.10.91, e a Canino con 71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il 14.11.91; a Pescia Romana e a Carige non sono mai stati superati 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Le concentrazioni medie giornaliere di NO rilevate sono estremamente contenute, esse sono sempre inferiori a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; generalmente si collocano intorno a 4-6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, quasi al limite della sensibilità strumentale.

I bassi valori di NO riscontrati, in concomitanza di valori normali di O₃, sono significativi per attribuirle ad immissioni stabilizzate (emissioni

situate non nelle immediate vicinanze della postazione) quali: traffico veicolare e riscaldamento domestico.

- L'ozono è presente in concentrazioni normali, in rapporto alla situazione meteorologica caratterizzata da scarsa radiazione solare, la sua media giornaliera si aggira intorno ai $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Riva dei Tarquini e a Carige; intorno ai $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Canino e a Camposcala.

Il valore di media oraria massima più elevato è stato misurato a Riva dei Tarquini il 25.10.91, con $121 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nelle altre postazioni le massime orarie non hanno mai superato $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Le medie giornaliere di CO sono risultate in concentrazioni molto contenute, il valore più elevato: $0.8 \text{ mg}/\text{m}^3$, è stato misurato a Camposcala, unica postazione dove era attiva questa misura.

Il valore massimo della media massima di 8 ore è risultato di $0.9 \text{ mg}/\text{m}^3$ il giorno 31.10.91.

- Le concentrazioni medie giornaliere di polveri sono risultate molto basse con valori quasi sempre al di sotto di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$; la media giornaliera più elevata si è avuta a Riva dei Tarquini con $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il 26.10.91.

Il confronto dei dati rilevati di polveri con gli standards di qualità dell'aria evidenzia che non sono mai stati raggiunti i limiti riportati nella normativa vigente.

Dall'analisi degli andamenti delle medie giornaliere degli inquinanti del periodo di indagine, risulta che l'andamento di questi è abbastanza correlato con le condizioni meteorologiche riscontrate (valori di concentrazione bassi con tempo perturbato e incrementi degli stessi in condizioni di tempo bello).

3.2.2.3. Giorno tipico

- L'andamento del giorno tipico della concentrazione di SO₂ appare quasi piatto ed uniforme in tutte le postazioni non si osservano variazioni superiori a 5 µg/m³. Riva dei Tarquini e Camposcala si differenziano unicamente per valori che si mantengono relativamente più elevati.
- L'andamento del giorno tipico degli ossidi di azoto mostra il mantenersi di NO su valori molto bassi e quasi uniformi, mentre l'NO₂ e quindi anche NO_x, si presentano con valori variabili nell'arco della giornata.

Nelle postazioni di Pescia Romana, Riva dei Tarquini e Camposcala si osservano due incrementi: il primo a partire dalle prime ore del mattino fino alle 12÷13, il secondo nel tardo pomeriggio (dopo le 17÷18); tali incrementi sono attribuibili a sorgenti locali quali: traffico, riscaldamento domestico e attività industriali.

A Canino si riscontrano tre incrementi: il primo alle cinque del mattino, il secondo alle otto ed il terzo nel tardo pomeriggio. Questo andamento potrebbe essere riferibile ad attività industriali con cicli produttivi e conseguenti emissioni non sovrappontenti alle altre del luogo.

A Carige si presenta un alternarsi analogo di incrementi, ma con variazioni (5µg/m³ massime) rispetto ai minimi molto più contenute.

- per l'O₃ l'andamento del "giorno tipico" evidenzia il caratteristico incremento a partire dalla tarda mattinata fino al tardo pomeriggio rispetto alle ore notturne e mattutine durante le quali si hanno valori quasi costanti intorno 40÷50 µg/m³.
- L'andamento del giorno tipico del CO, misurato soltanto a Camposcala, è risultato molto basso ed uniforme.

- Il giorno tipico delle polveri mostra un andamento basso ed uniforme a Pescia Romana, Carige, e Camposcala. A Riva dei Tarquini si osserva un incremento con inizio alle prime ore del mattino e con massimo nella serata probabilmente dovuto a risospensione eolica di particelle del terreno (la capannina era posizionata in zona rurale). A Canino l'andamento è caratterizzato da due incrementi (alle prime ore del mattino e nella tarda serata), probabilmente dovuti ad accumulo nelle ore di calma di vento che precedono la rotazione di brezza.
- Come nella precedente campagna l'indice P (fig. 3.2.2/Ie) assume valori nulli in periodo notturno e valori non significativamente diversi dall'unità nelle ore centrali della giornata. Nella postazione di Carige l'indice risulta significativamente inferiore rispetto al periodo caldo.

3.2.2.4. Rose di vento-concentrazione

- L'esame delle figure 3.2.2/IIIa÷IIIId riportanti sulla mappa del sito le "rose di vento concentrazione" per SO₂, NO_x, O₃, e polveri fornisce indicazioni in linea con quanto desunto dall'esame dei precedenti elaborati.
Le "rose di vento concentrazione" sono state calcolate utilizzando i dati meteorologici rilevati dai sensori della torre meteo del sito proposto alla quota di 57 m.
- Per quanto riguarda la SO₂, si osservano per le postazioni di Canino, Campo Scala e Riva dei Tarquini lievi polarizzazioni in direzioni N e NW, S e SE probabilmente tali direzioni sono in relazione alla statale Aurelia, ai centri abitati e agli insediamenti industriali, come descritto al

paragrafo "2" relativamente alla localizzazione delle postazioni.

Per le altre postazioni non si osservano polarizzazioni apprezzabili.

- Le "rose di vento concentrazione relative agli NOx risultano tutte più o meno polarizzate sull'asse NW (Pescia Romana e Riva dei Tarquini su quello N-NW), S-E: tali direzioni sono come già descritto in relazione alla statale Aurelia, ai centri abitati, e agli insediamenti industriali.
- Le "rose di vento concentrazione" dell'03 mostrano un incremento generalizzato nei settori W, S-W interessati al vento di mare.
- Le "rose di vento concentrazione" relative alle polveri mostrano, a Canino, una polarizzazione verso E probabilmente dovuta ad attività rurali, nelle altre postazioni verso S, S-E, ed a Riva dei Tarquini anche per venti da NW.

3.2.3. Analisi fenomenologica di episodi particolari

Gli eventi studiati sono stati selezionati in base alle punte massime di rialzo di SO₂ o di NOx misurate in ciascuna postazione.

E' stata scelta la soglia di 100 µg/m³ per evidenziare gli eventi che sicuramente non costituiscono il fondo e che inoltre risultano più significativi per l'impatto ambientale.

Tali eventi sono riportati nel seguente prospetto:

n°	data/ora	post.	SO ₂ µg/m ³	NOx µg/m ³	V.Vento D.Vento	
					m/s	°N
						q.m.57
1	11.11.91	R.TAR.	15	125	3	350
2	12.11.91	R.TAR.	15	180	7	90

- I grafici di fig.3.2.3/Ia+Ib riportano per le cinque postazioni gli andamenti delle concentrazioni medie orarie di SO₂, NO_x della corrispondente velocità e direzione del vento, relativi agli eventi sopraelencati.
- Nei grafici di fig.3.2.3/II sono riportati per le cinque postazioni e per gli stessi periodi, gli andamenti del rapporto molare fra [SO₂] ed [NO_x].
- L'indice fotostazionario "P" è disponibile nei periodi di campagna per le postazioni di Camposcala, Canino, Carige, e Riva dei Tarquini; i valori sono riportati nelle tabelle di Appendice I.

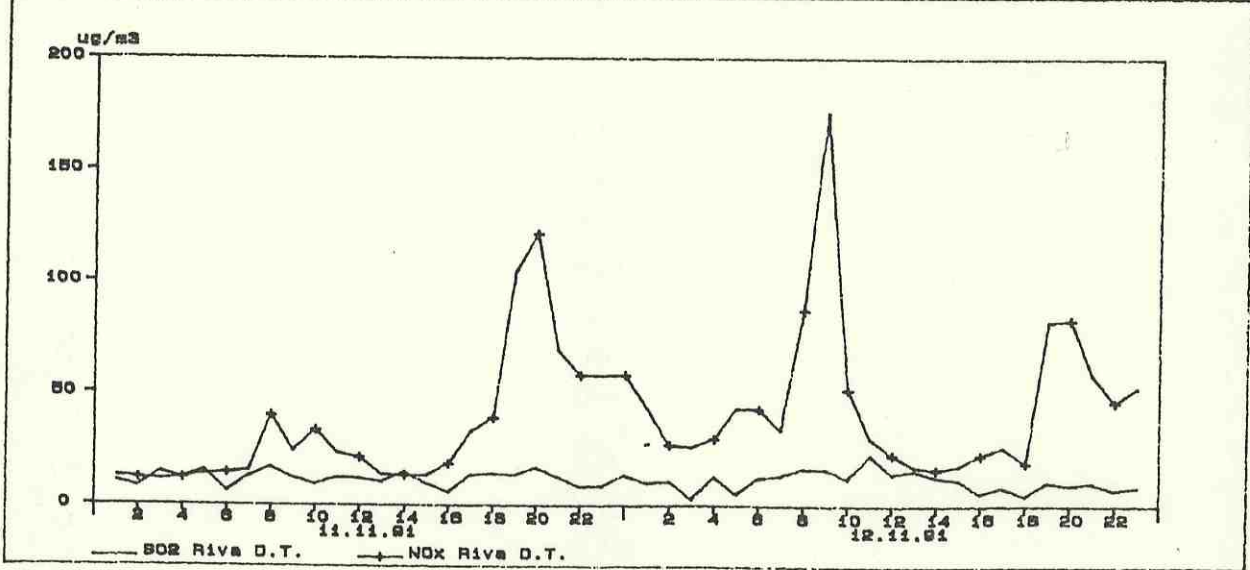
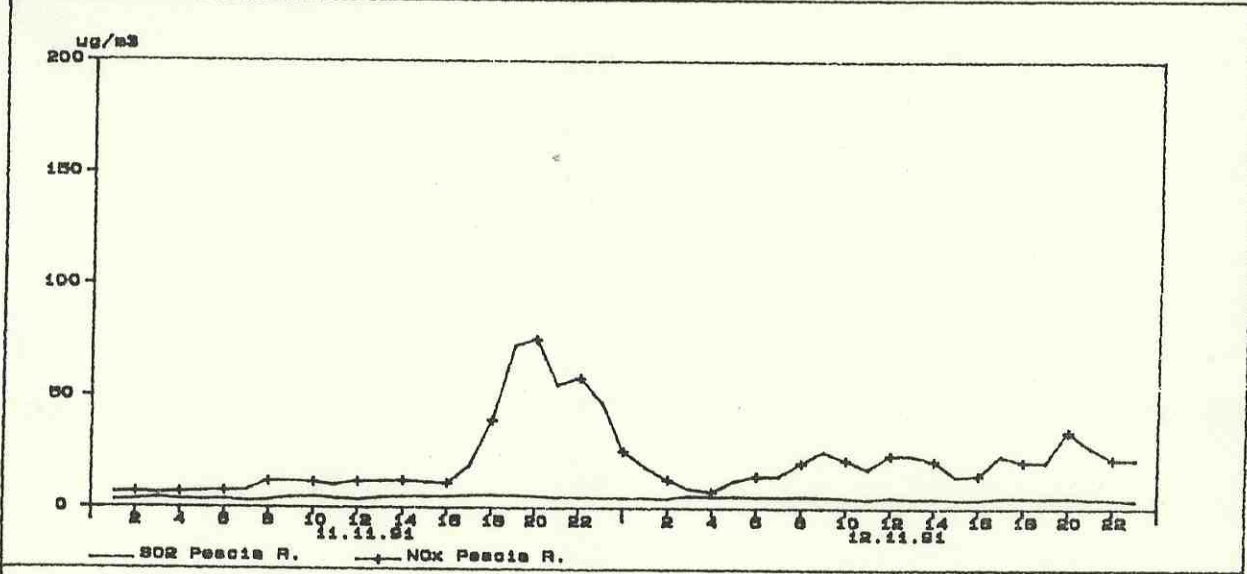
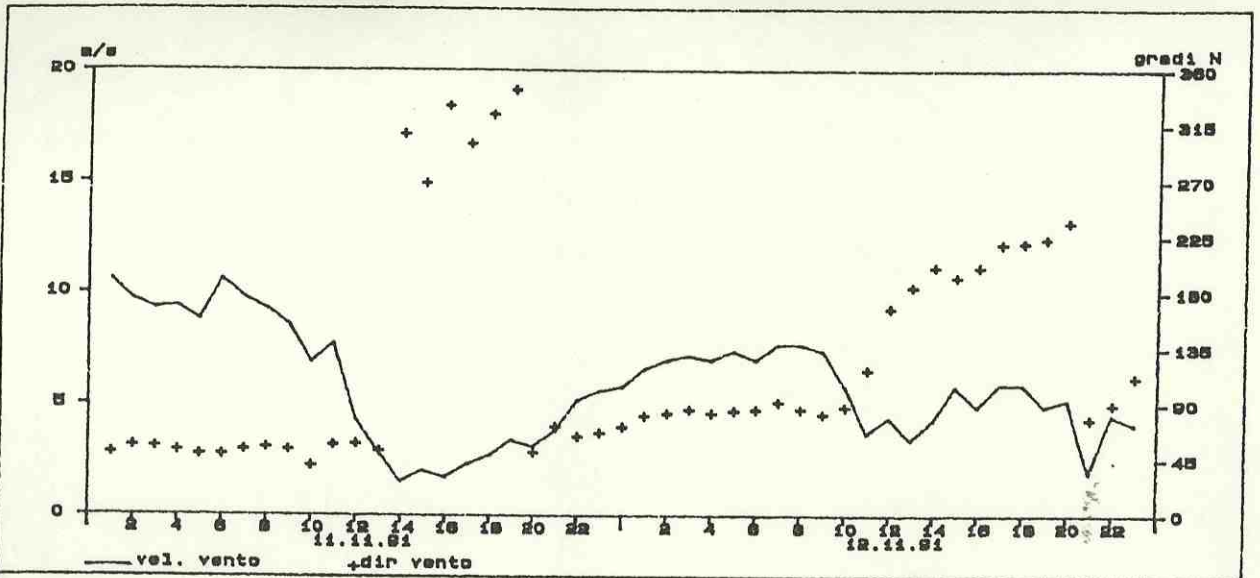
Analisi dei singoli episodi

- l'episodio n°1 è stato riscontrato a Riva dei Tarquini il giorno 11.11.91 dalle ore 16 alle ore 22; esso è caratterizzato da un picco di NO_x di circa 125 µg/m³ misurato alle ore 20. In concomitanza di questo rialzo sono stati riscontrati aumenti di concentrazione di NO_x a Pescia Romana (con un picco di circa 85 µg/m³) e, in misura più contenuta a Canino.

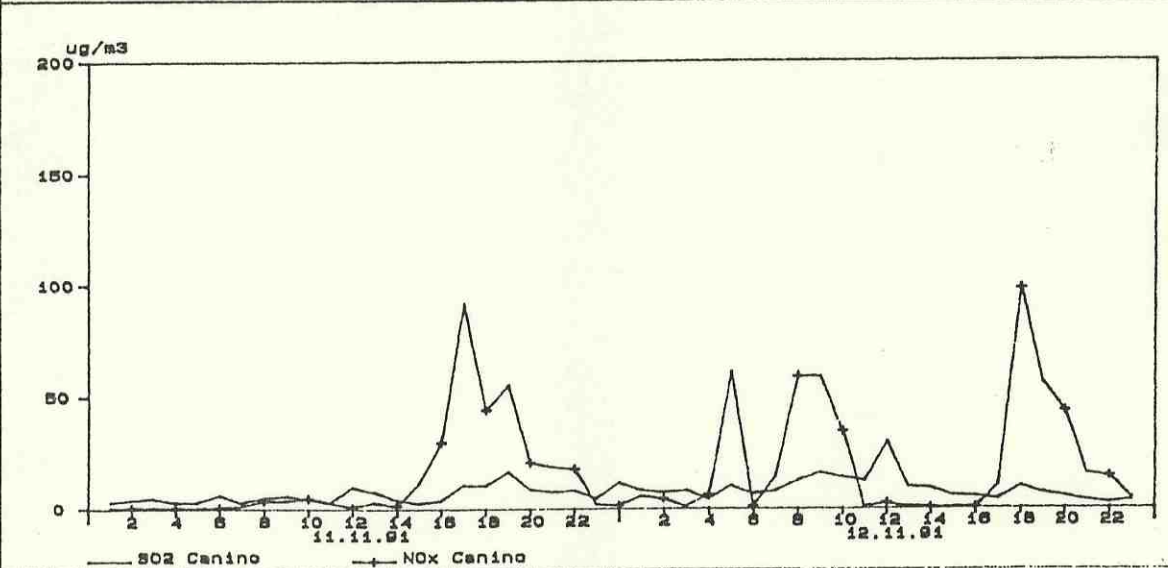
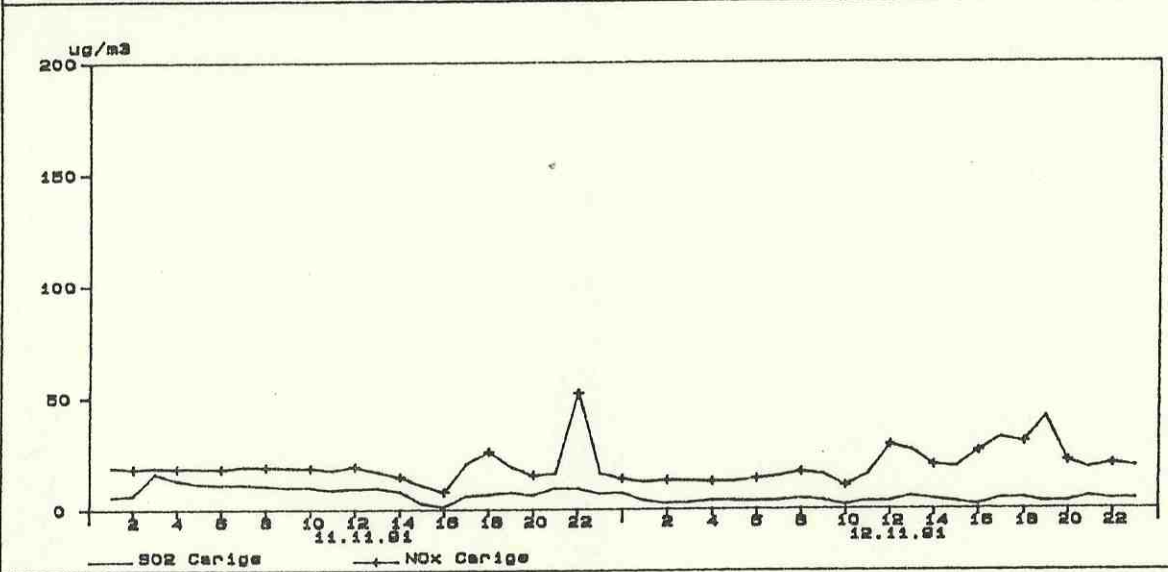
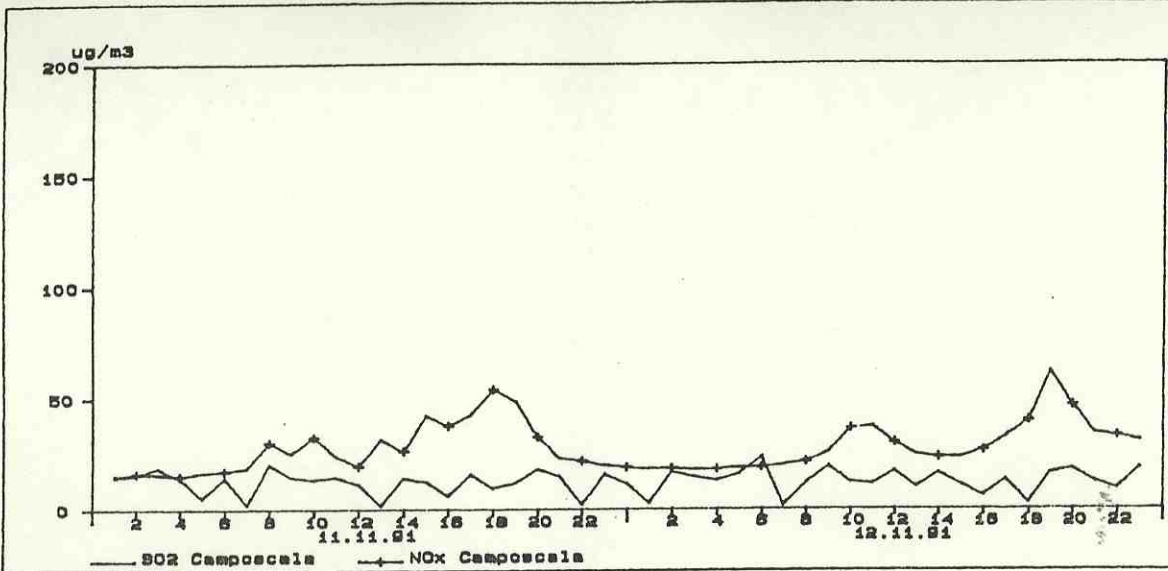
Una rotazione di vento da 60 a 320 °N si verificava contemporaneamente all'inizio del rialzo di concentrazione; nello stesso tempo la velocità del vento scendeva da circa 8-10 a 2-3 m/s.

L'episodio è caratterizzato da un rapporto SO₂/NO_x (fig.3.2.3/II) inferiore a 0.3, tale rapporto è lievemente più alto prima e dopo il picco di concentrazione. (non è significativo l'elevato valore di tale rapporto relativo alle ore 24, date le bassissime concentrazioni presenti).

L'indice "P" non è disponibile nelle ore e nelle postazioni interessate ai rialzi.



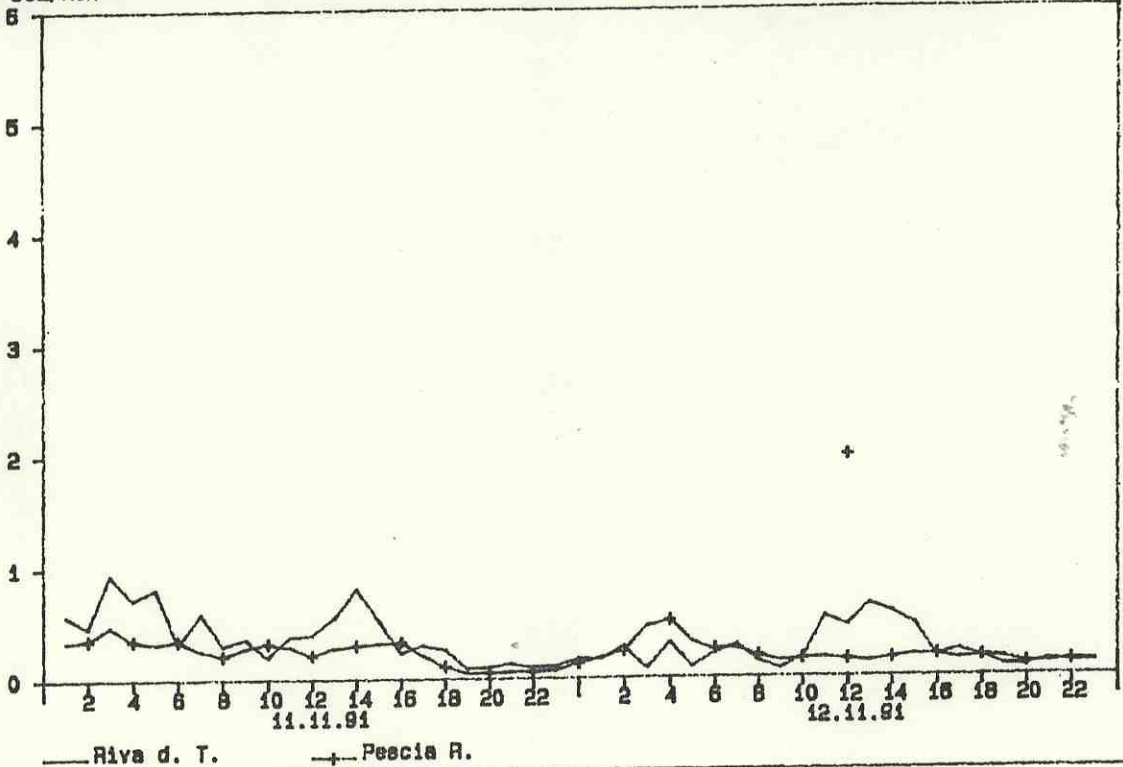
ENEL ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA	RAPPORTO	SEZIONE	FIGURA 3.2.3/Ia
	Andamenti delle concentrazioni medie orarie di SO ₂ , NOx e parametri meteorologici durante episodi particolari di rialzo		
	A CURA DI DCO ULC-ECL/AA	DATA REV	DISEGNO



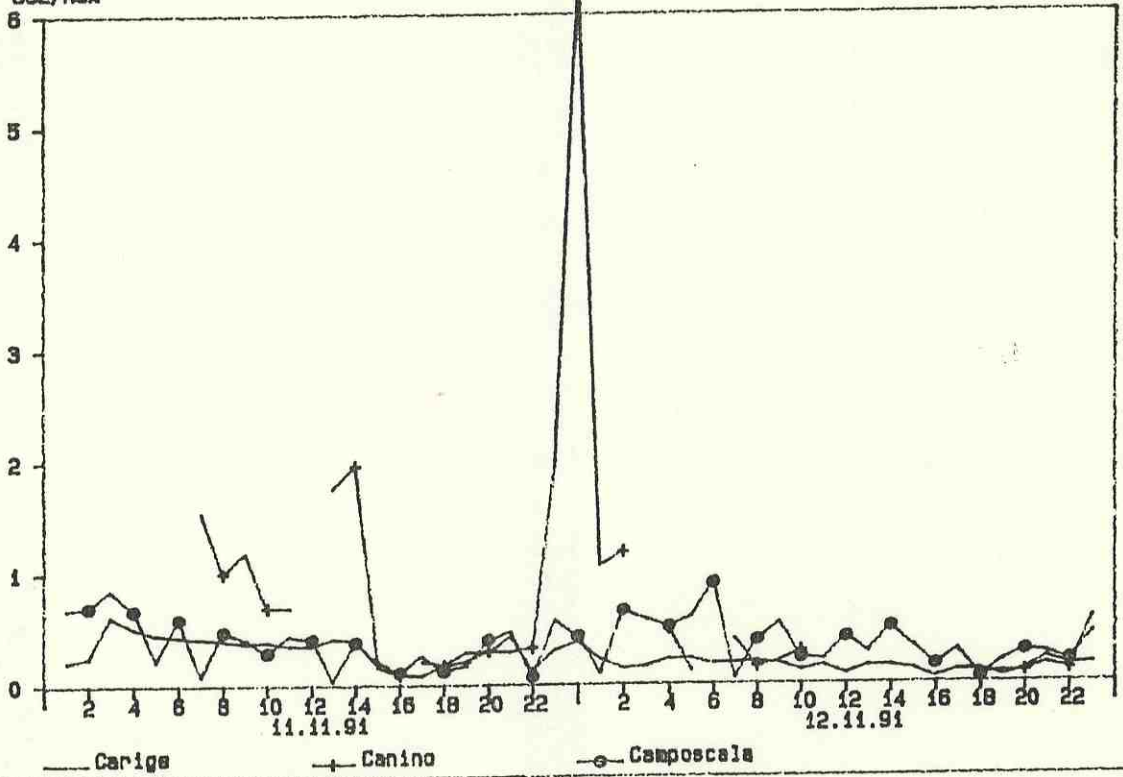
ENEL ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA	RAPPORTO	SEZIONE	FIGURA
	Andamenti delle concentrazioni medie orarie di SO ₂ , NO _x e parametri meteorologici durante episodi particolari di rialzo		
	A CURA DI ULC-ECL/AA	DATA REV	DISEGNO SCALA

3.2.3/Ib

SO₂/NO_x



SO₂/NO_x



ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA

3.2.3/II

Andamento del rapporto molare SO₂/NO_x durante episodi particolari di rialzo

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA
REV

DISEGNO

SCALA

Sulla base dei dati disponibili questo episodio è probabilmente causato da emittenti situate intorno ai quadranti settentrionali ed è causato da combustibili contenenti basse concentrazioni di zolfo o da emissioni urbane sia fisse che mobili.

- l'episodio n°2 è stato riscontrato a Riva dei Tarquini il giorno 12.11.91 dalle ore 7 alle ore 11; esso è caratterizzato da due picchi di NOx, uno di circa $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurato alle ore 9, l'altro di circa $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurato alle ore 20. In concomitanza di questi rialzi sono stati riscontrati due aumenti di concentrazione di NOx nella postazione di Canino: il primo di circa $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il secondo di $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I primi rialzi avvenivano con vento stabile da circa 90°N e cessavano in concomitanza di una rotazione dello stesso fino a $180\div 220^\circ\text{N}$. Il secondo rialzo riscontrato verso le 20 avveniva in concomitanza di una rotazione del vento da 220 a 90°N .

Il rapporto SO_2/NOx (fig.3.2.3/II) durante l'episodio, è sempre stato inferiore a 0.4.

L'indice "P" relativo alle postazioni interessate dal rialzo mattutino evolve da valori bassi a valori tipici di condizioni di fotostazionarietà.

Sintesi dell'analisi degli episodi

Gli episodi invernali sono risultati caratterizzati da incrementi elevati di NOx ($100 \div 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di NOx) con SO_2 costante. Essi sono attribuibili a sorgenti di prevalente tipologia urbana collocate ad E ed in parte a NE dell'area in esame.

Le concentrazioni maggiori si presentano a Riva dei Tarquini, Pescia Romana e Canino e si manifestano in condizioni di fotostazionarietà.

4.

CONCLUSIONI

I risultati delle campagne, svolte in condizioni rappresentative, dimostrano che il comprensorio è interessato da livelli dei parametri indicatori dell'inquinamento (SO_2 , NO_2 , CO , O_3) molto modesti, in rapporto agli standard di qualità dell'aria.

Per quanto riguarda l' SO_2 le concentrazioni medie stagionali sono risultate comprese tra i $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Pescia Romana-inverno) e i $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Riva dei Tarquini-estate), con valori relativamente maggiori in estate. Per confronto si osservi che lo standard di qualità dell'aria (mediana delle medie giornaliere) è pari a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La media giornaliera più elevata in assoluto è risultata pari a $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da confrontare per il valore ammesso del 98° percentile di $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per quanto riguarda il NO_2 i valori medi stagionali variano da $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Canino-inverno) ai $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Riva dei Tarquini-inverno), con valori medi analoghi nelle due stagioni.

Il valore massimo del 98° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO_2 misurate nel complesso delle due campagne risulta pari a $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Riva dei Tarquini, e valori compresi tra 45 e $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle altre postazioni.

Assumendo la rappresentatività annuale dell'intero periodo di misura, tale valore può essere confrontato con lo standard di qualità dell'aria, pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Si può ritenere pertanto che i limiti di legge sono ampiamente rispettati.

Durante la campagna della stagione calda si sono verificati alcuni episodi di rialzo dell'inquinamento da SO_2 in situazioni meteorologiche comportanti l'instaurarsi di regimi

di brezza in concomitanza con rotazioni del vento dai settori orientali, ai settori meridionali e quindi da quelli occidentali.

Tali episodi sono stati associati al trasporto dal mare all'entroterra di masse d'aria precedentemente inquinate da sorgenti industriali poste a SE della zona in studio.

Un episodio di inquinamento di NO_x a Canino, con vento da NE (14.06.90), è stato associato a inquinamento da scarichi autoveicolari. Il contributo di tale sorgente si è presentato in genere associato ad altri di origine urbana, e pertanto difficilmente discriminabile.

Durante la campagna in stagione fredda si riscontra in prevalenza un inquinamento dovuto ad emittenti caratterizzate da un rapporto SO_2/NO_x molto basso tipico di sorgenti urbane fisse e mobili.

Non si sono verificati episodi di inquinamento associabili a sorgenti industriali.

L'indagine effettuata ha consentito una esauriente valutazione 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.

APPENDICE I

SIGNIFICATO, METODO DI CALCOLO E DATI DETTAGLIATI
DELL'INDICE DI FOTOSTAZIONARIETA' "P"

L'indice di fotostazionarietà (P) è definito dalla seguente relazione:

$$P = \frac{J}{K} \cdot R$$

dove:

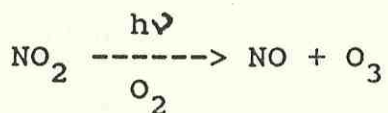
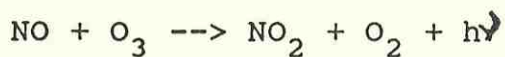
K = costante cinetica della reazione di ossidazione dell'NO da parte dell'ozono, $\text{min}^{-1} \text{ppm}^{-1}$

J = costante cinetica della fotodissociazione dell'NO₂, min^{-1}

$$R = \frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}] \cdot [\text{O}_3]} \text{ ppm}^{-1}$$

[NO₂], [NO], [O₃], indicano le concentrazioni delle sostanze indicate in ppmV.

Assumendo che le specie chimiche indicate siano soggette solo alle seguenti reazioni:



all'equilibrio fotostazionario:

$$\frac{d\text{NO}_2}{dt} = K [\text{O}_3][\text{NO}] - J[\text{NO}_2] = 0$$

si ha:

$$P = \frac{J}{K} \cdot \frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}] [\text{O}_3]} = 1$$

Il valore della costante cinetica di ossidazione di NO la parte dell'ozono è fornito dalla seguente espressione (Stevens C.S., 1987):

$$K = 22,5 + 0,2 (t-21,5) \text{ ppm}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

dove t = temperatura dell'aria in °C.

Il valore di J è calcolabile come:

$$J = J_{\text{teor}} \cdot \frac{R_{\text{eff}}}{R_{\text{max}}}$$

dove:

$$J_{\text{teor}} = 0,01305 \cdot 60 \cdot \exp\{-0,360 \cdot 1/\cos\alpha\} \cdot F(\alpha) \text{ min}^{-1}$$

(D.D.Parrish et al., 1983)

$$\cos \alpha = \sin\theta \cdot \sin\beta + \cos\theta \cdot \cos\beta \cdot \cos [\pi(h-12)/12]$$

$F(\alpha)$ = fattore di correzione per l'elevazione, assunto pari a 1 in quanto l'errore sistematico indotto è piccolo rispetto ad altre fonti di errore

α = angolo del sole rispetto allo zenit

θ = latitudine

β = declinazione solare = $23 \cdot \sin[2\pi/365(g-82)]$ gradi sessagesimali

g = giorno dell'anno contato dal 1 gennaio (giorno giuliano)

h = ora locale

R_{eff} = radiazione effettiva, cioè quella misurata localmente

R_{max} = radiazione massima, per la stessa ora del giorno, corrispondente a cielo sereno.

Il rapporto J/K varia quindi in funzione dell'ora del giorno, per la variazione di K con la temperatura e di J con l'intensità della radiazione ultravioletta (290÷420 nm)

Per le ore notturne in cui $J=0$ le condizioni di fotostazionarietà implicano $R=\infty$ (ai fini pratici > 1000)

ppm⁻¹) per la sparizione di [NO] o di [O₃]; in tali condizioni il valore di P è indeterminato.

Il valore calcolato di P può differire significativamente (in senso statistico) da 1 quando si verificano le seguenti condizioni:

- si è in presenza di immissioni locali continue di NO, per cui la miscela non raggiunge l'equilibrio fotostazionario (P<1);
- si verificano reazioni parassite che consumano ozono, ivi incluso l'adsorbimento di esso sulla vegetazione (P>1);
- si verifica una produzione di NO₂ attraverso l'ossidazione dell'NO da parte di radicali perossilalchilici, senza consumo di Ozono (P>1); ciò si verifica entro masse d'aria inquinate da idrocarburi.

L'indice P può essere determinato sperimentalmente a partire dalle concentrazioni contemporanee di [NO], [NO₂] e [O₃].

Occorre osservare che l'errore di determinazione diviene rilevante quando le concentrazioni di una o più delle specie citate sono molto basse; infatti, assumendo come trascurabile l'errore di J e K, e pari ad S l'errore comune di determinazione delle specie chimiche citate, la deviazione standard dell'indice P, ottenuta attraverso la propagazione degli errori, è data da:

$$S(P) = \frac{J}{K} \left[\left(\frac{S}{[NO_2]} \right)^2 + \left(\frac{S}{[NO]} \right)^2 + \left(\frac{S}{[O_3]} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Il valore di S per le specie citate può essere assunto pari a 0,002 ppm; per evitare determinazioni di P troppo imprecise il calcolo è stato effettuato solo nei casi in cui le singole concentrazioni erano maggiori di 0,002 ppm.

Il valore di P è stato calcolato ora per ora durante tutto il periodo di indagine, per le stazioni in cui si dispone delle concentrazioni di tutte le specie chimiche citate; i valori della Radiazione effettiva e massima, identici per tutte le stazioni, derivano da misure locali.

I risultati sono riportati nelle tabelle allegate.

Successivamente è stato calcolato il "giorno tipico" di P (andamento della media di P per le varie ore del giorno) che caratterizza, per quanto sopra detto le modalità di inquinamento delle diverse stazioni.

L'andamento temporale del parametro P è risultato molto informativo anche nello studio analitico degli episodi di inquinamento più significativi, in quanto è in relazione con la provenienza delle masse d'aria inquinate.

Piacenza, 04.07.1992

ECL:EI/sf

D:\ECAA\APP-A-39.DOC

BIBLIOGRAFIA

PARRISH D.D. et AL., 1983: "The measurement of the photodissociation rate of NO_2 in the atmosphere" - Atmospheric Environment vol. 17 n. 7, pag. 1365.

STEVENS C.S., 1987: "The $\text{NO}/\text{NO}_2/\text{O}_3$ photostationary state and rate of photolysis of NO_2 in Central Johannesburg" - Atmospheric Environment vol. 21 n. 4, pag. 799.



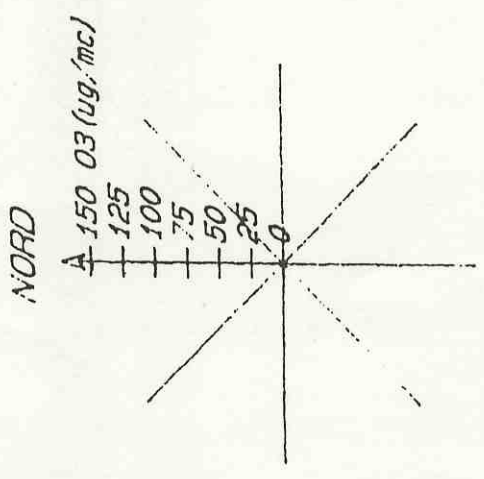
- ▲ 1 CARIGE
- ▲ 2 WULCI CASTELLO
- ▲ 3 CANINO
- ▲ 4 LE CASCINE
- ▲ 5 RIVA DEI TARQUINI
- CENTRALE DI MONTALTO

ENEL	RAPPORTO	SEZIONE	FIGURA
	2.1/I		
Planimetria delle zone dell'indagine. Campagna in stagione calda			
ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA		CURA DI DCC DLC-ECL/AA	SCALA 1:100.000
DATA REV.		DISEGNO	



- ▲ 1 CARIGE
- ▲ 2 PESCIA ROMANA
- ▲ 3 CANINO
- ▲ 4 CAMPO SCALA
- ▲ 5 RIVA DEI TARQUINI
- CENTRALE DI MONTALTO

ENEL ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA	RAPPORTO	SEZIONE	FIGURA
	A CURA DI DCO ULC-ECL/AA	DATA REV	2.2/I
Planimetria delle zone dell'indagine. Campagna in stagione fredda			SCALA 1:100.000
			DISEGNO



- ▲ 1 CARIGE
- ▲ 2 VULCI CASTELLO
- ▲ 3 CANINO
- ▲ 4 LE CASCINE
- ▲ 5 RIVA DEI TARQUINI
- CENTRALE DI MONTALTO

ENEL
ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

RAPPORTO SEZIONE
3.1.2/IIIC

Rose di vento concentrazione O_3 - Periodo caldo.

A CURA DI DCO
ULC-ECL/AA

DATA REV

DESIGNO

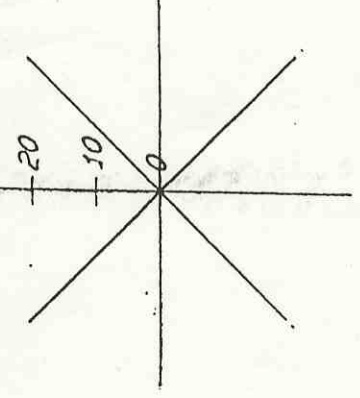
SCALA 1:100.000



NO: 30

▲ 30 SO₂ (ug. mc)

- ▲ 1 CARIGE
- ▲ 2 VELCI-CASTELLO
- ▲ 3 CANINO
- ▲ 4-LE CASCINE
- ▲ 5 RIVA DEI TARQUINI
- CENTRALE DI MONTALTO



RAPPORTO

SEZIONE

FIGURA 3.1.2/IIa

ENEL
ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

Rose di vento concentrazione SO₂. Periodo caldo

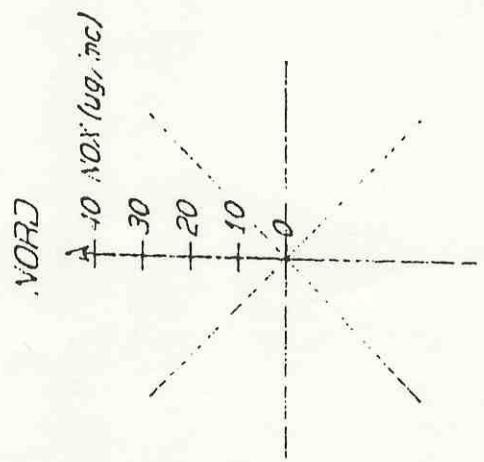
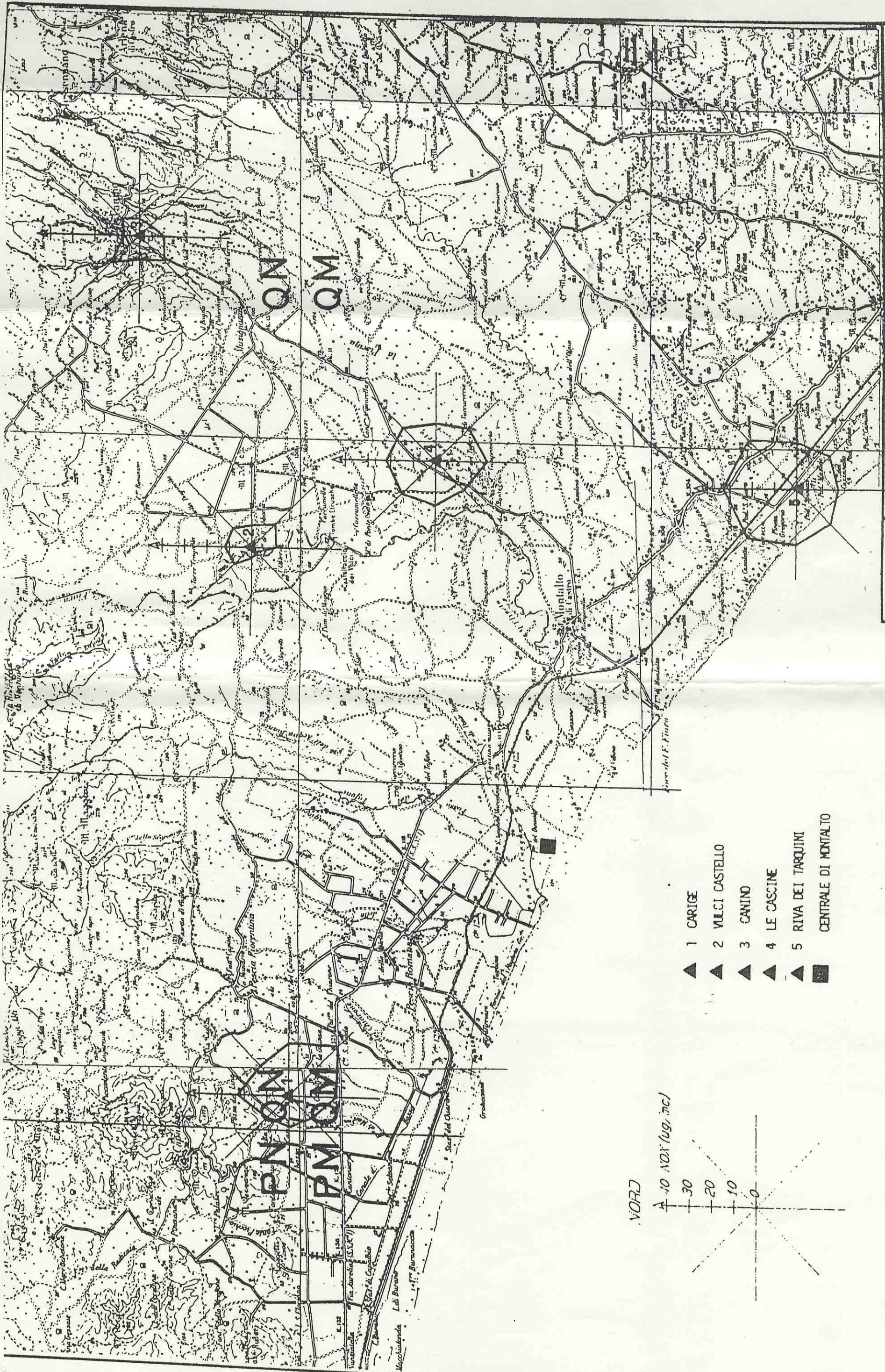
A CURA DI
ULC-ECL/AA

DISEGNO

DATA

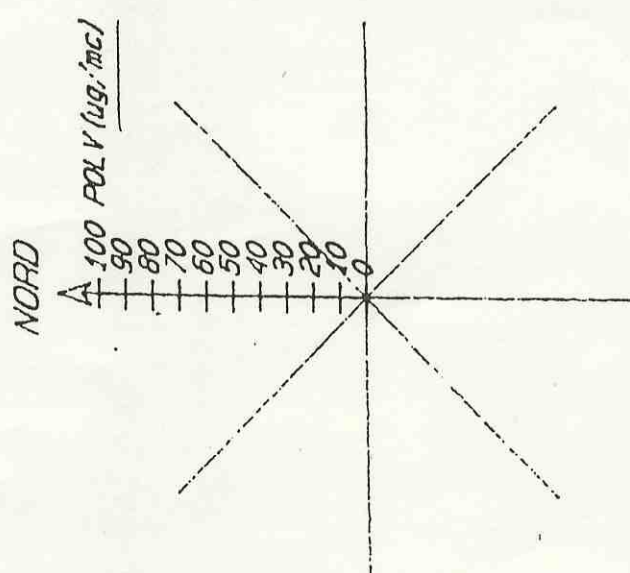
REV.

SCALA 1:100.000



- ▲ 1 CARIGE
- ▲ 2 MULCI CASTELLO
- ▲ 3 CANINO
- ▲ 4 LE CASCINE
- ▲ 5 RIVA DEI TARQUINI
- CENTRALE DI MONTALTO

ENEL	RAPPORTO	SEZIONE	FEDERA
ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA	3.1.2/IIIb		
Rose di vento concentrazione NO _x Periodo caldo			
A CURA DI DUO ULC-ECL/AA	DATA REV	DISEGNO	SCALA 1:100.000



- ▲ 1 CARIGE
- ▲ 2 VULCI CASTELLO
- ▲ 3 CANINO
- ▲ 4 LE CASCINE
- ▲ 5 RIVA DEI TARQUINI
- CENTRALE DI MONTALTO

ENEL

ENTE
NAZIONALE
PER L'ENERGIA
ELETTRICA

Rose di vento concentrazione Polveri. Periodo caldo.

A CURA DI DCO
UIC-ECL/AA

DATA
REV

SCALA 1:100.000

FIGURA 3.1.2/IIII

SEZIONE

RAPPORTO