

IMS/F1/003
All. 2

ENEL DCO - ROMA

009019 12.09.92

ENEL - DCO
Unità Laboratorio Centrale
Piacenza

ECL/AA/37/92/F

CENTRALE POLICOMBUSTIBILE DI MONTALTO DI CASTRO
PROPOSTA DI LOCALIZZAZIONE
DELLE POSTAZIONI DELLA RETE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA
ATTORNO ALLA CENTRALE

SOMMARIO

Ai sensi dell'art.6 della Legge n'380/73, l'Enel installerà attorno alla Centrale di Moncalto di Castro un Sistema chimico e meteorologico per il rilevamento della qualità dell'aria (rete di rilevamento).
Scopo del presente documento è di descrivere una proposta di progetto della rete (numero e dislocazione delle postazioni di rilevamento e parametri rilevati), da sottoporre agli Enti competenti.
L'individuazione delle zone maggiormente influenzate da assoggettare a monitoraggio è stata effettuata sulla base di una previsione modellistica del contributo della Centrale alle concentrazioni di inquinanti al suolo, con il modello matematico COMPLEXI dell'U.S. EPA.

Piacenza, 15.7.92

ECL/AA: DS

INDICE

1	<u>PREMESSA E SCOPI</u>	3
2	<u>CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO</u>	3
3	<u>METEOROLOGIA DEL SITO E MORFOLOGIA DEL TERRITORIO</u>	5
4	<u>STATO ATTUALE DELLA QUALITA' DELL'ARIA</u>	6
5	<u>PREVISIONE MODELLISTICA DEL CONTRIBUTO DELLA CENTRALE ALLE CONCENTRAZIONI DI INQUINANTI AL SUOLO</u>	6
6	<u>PROPOSTA DI CONFIGURAZIONE DELLA RETE</u>	9
7	<u>ELENCO RIFERIMENTI CITATI NEL TESTO</u>	12

FIGURE

- 1 Corografia del sito e reticolo dei punti-ricettori del modello di previsione delle concentrazioni al suolo
- 2 Rappresentazione tridimensionale dell'orografia
- 3 Aree proposte per la localizzazione delle postazioni di rilevamento

APPENDICI

- A Risultati della previsione modellistica eseguita con il modello COMPLEXI - Mappe di isoconcentrazione
- B Formazione del biossido di azoto e valutazione delle concentrazioni al suolo.
- C Rose dei venti

1 PREMESSA E SCOPI

Ai sensi dell'art. 6 della Legge n° 380/73 [1], l'Enel installerà attorno alla Centrale di Montalto di Castro un Sistema chimico e meteorologico per il rilevamento della qualità dell'aria (rete di rilevamento).

Scopo del presente documento è di descrivere una proposta di progetto della rete (numero e dislocazione delle postazioni di rilevamento e parametri rilevati), da discutere con gli Enti competenti.

Per l'elaborazione del progetto sono stati dapprima analizzati i seguenti aspetti caratteristici:

- modalità di emissione dei fumi dell'impianto sia nel caso di funzionamento dei soli gruppi turbogas che nel caso di funzionamento della Centrale completa;
- meteorologia locale;
- aspetti geomorfologici e caratteristiche del territorio;
- stato attuale della qualità dell'aria.

Questo ha portato alla definizione di una serie di parametri che sono stati utilizzati per una previsione modellistica del contributo della Centrale alle concentrazioni di inquinanti al suolo e per l'individuazione delle zone di maggior ricaduta dei fumi su un'area di circa 600 km².

Sono stati calcolati, oltre ai valori medi annuali, gli indici statistici di riferimento per un confronto con gli standard di qualità dell'aria imposti dalla vigente normativa [2] [3].

Allo scopo ci si è avvalsi del modello COMPLEX1 [4] facente parte della libreria UNAMAP-6 dell'U.S. EPA (Environmental Protection Agency) che risulta adeguato per siti aventi un'orografia del tipo di quella in esame, integrato per la valutazione della trasformazione del NO contenuto nel pennacchio, in NO₂.

2 CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

La Centrale di Montalto di Castro sarà costituita da 4 sezioni termoelettriche policombustibili e da 3 sezioni turbogas, per una potenza complessiva pari a 3300 MW.

A regime è previsto il funzionamento normale delle sezioni turbogas in assetto di ripotenziamento, vale a dire che ad ogni sezione termica saranno associati due turbogruppi.

Nella fase iniziale invece, in attesa del completamento delle sezioni termiche, le unità turbogas funzioneranno in assetto di by-pass (turbogas puro), cioè i gas di combustione saranno emessi senza recupero del calore. In questa fase si ipotizza l'esercizio contemporaneo mediamente del 50% delle unità, limitatamente ai seguenti intervalli orari: dalle 8 alle 19 da Ottobre a Marzo e dalle 8 alle 21 da Aprile a Settembre, per 5 giorni alla settimana.

Le caratteristiche dell'impianto considerate ed i valori di emissione di SO_2 e NOx , in conformità alle prescrizioni del decreto MICA del 13.3.92, sono le seguenti:

a) Sezioni termiche in assetto non ripotenziato

camini N°	1
tipo	multiflusso con 4 canne interne (1 per sezione)
altezza	200 m
diametro	6,7 m ogni canna
portata fumi	2.025.000 Nm^3/h per sezione (gas naturale) 1.935.000 Nm^3/h per sezione (olio combustibile)
temperatura fumi	104 °C (gas naturale) 152 °C (olio combustibile)
SO_2 nei fumi	400 mg/Nm^3 (olio combustibile)
NOx nei fumi	100 mg/Nm^3

b) Sezioni termiche in assetto ripotenziato

vale quanto indicato in a) tranne per:

portata fumi	1.728.000 Nm^3/h per sezione (gas naturale) 1.651.000 Nm^3/h per sezione (olio combustibile)
--------------	---

c) Sezioni Turbogas in assetto ripotenziato

camini N°	2
tipo	multifl. con 4 canne interne cad. (1 per sezione)
altezza	100 m
diametro	5,3 m ogni canna
portata fumi	1.310.000 Nm^3/h per sezione (sez. A, B, C e D) 1.170.000 Nm^3/h per sezione (sez. E, F, G e H)
temperatura fumi	170 °C

NOx 100 mg/Nm³ (gas nat. - valore non riparametrato in funzione del rendimento)

d) Sezioni Turbogas in by-pass

camini N°	3 (1 per sezione)
altezza	35 m
diámetro	6,5 m (sez. A - D)
	6,08 m (sez. E - H)
temperatura fumi	520 °C (sez. A - D)
	565 °C (sez. E - H)
NOx	100 mg/Nm ³ (gas nat. - valore non riparametrato in funzione del rendimento)

3 METEOROLOGIA DEL SITO E MORFOLOGIA DEL TERRITORIO

Il sito gode di un clima tipicamente marittimo, che si manifesta, nel campo della temperatura su base annua con una escursione termica moderata e nell'anemologia con una frequenza prevalente del regime di brezza.

La situazione meteorologica è influenzata dalla presenza della catena collinare appenninica relativamente compatta verso l'entroterra e dall'esposizione all'influenza del mare Tirreno.

Le condizioni meteorologiche sono caratterizzate da due scenari tipici "estremi": quello di brezza estiva e quello delle circolazioni del quadrante nord-orientale in inverno.

L'orografia della zona (figura 2) si presenta molto complessa, infatti è costituita da un susseguirsi di rilievi e depressioni che, procedendo verso l'entroterra, via via si portano alle quote dei gruppi collinari maggiori. A causa di questa conformazione la brezza si incanalano lungo le valli principali, girando attorno ai rilievi maggiori.

La caratterizzazione delle situazioni meteorologiche tipiche è stata condotta attraverso diverse campagne di indagine eseguite nel corso dei primi anni '80 in funzione dell'impianto nucleare [6], dai dati della campagna con postazione SODAR del Giugno '90 [7]. Inoltre, a partire dal 1982, è in funzione una stazione dotata di torre meteo. I dati raccolti in modo continuo da questa stazione hanno permesso di predisporre un adeguato input meteorologico per il modello previsionale.

Nell'appendice C, si presentano le rose dei venti ottenute dai dati rilevati alla quota di 57m dal suolo, utilizzati in input al modello.

4 STATO ATTUALE DELLA QUALITA' DELL'ARIA

Allo scopo di valutare lo stato attuale della qualità dell'aria sono state eseguite due campagne d'indagine, una durante la stagione calda (dal 24.5 al 26.6.90) e l'altra in stagione fredda (dal 22.10 al 16.11.91).

Nel seguito si riassumono brevemente i risultati delle suddette campagne, mentre per la descrizione di dettaglio si rimanda al relativo rapporto [3].

Analizzando gli andamenti delle medie giornaliere degli inquinanti in funzione delle condizioni meteorologiche, le polarizzazioni delle rose di vento-concentrazione, nonché gli episodi particolari, è stato possibile interpretare qualitativamente le variazioni spaziali e temporali degli inquinanti misurati e i contributi al suolo delle sorgenti esistenti.

Durante la campagna eseguita in stagione calda, con l'instaurarsi di regimi di brezza, risultano prevalenti gli episodi di trasporto di inquinanti dai quadranti meridionali, mentre, in condizioni di correnti zonali, i riscontri indicano la provenienza degli inquinanti da aree urbane e artigianali locali. Nel primo caso sono stati più marcati i rialzi di SO₂, mentre nel secondo caso i rialzi di concentrazione hanno interessato gli NO_x. I limiti di legge risultano comunque ampiamente rispettati.

Durante la campagna eseguita in stagione fredda si riscontrano in prevalenza inquinanti dovuti ad emittenti caratterizzate da un rapporto SO₂/NO_x molto basso, tipico di sorgenti urbane fisse e mobili o artigianali. Anche in questa stagione i limiti di legge risultano ampiamente rispettati.

5 PREVISIONE MODELLISTICA DEL CONTRIBUTO DELLA CENTRALE ALLE CONCENTRAZIONI DI INQUINANTI AL SUOLO

La previsione modellistica è stata effettuata con il modello COMPLEX1 [4] già citato, considerando gli assetti impiantistici corrispondenti alle ipotesi più conservative di funzionamento per le emissioni di NO_x e SO₂. Inoltre è stata effettuata una valutazione della trasformazione del NO contenuto nel pennacchio in NO₂.

Relativamente al particolato non è stata eseguita una valutazione modellistica specifica per due ragioni: i valori di emissione previsti sono trascurabili durante il funzionamento a gas naturale; durante il funzionamento ad olio combustibile delle sezioni termiche l'emissione massima di particolato è pari a $\frac{1}{3}$ di quella di SO_2 (50 mg/m^3 contro 400 mg/m^3) e quindi basta dividere per 3 i valori calcolati per quest'ultima.

Gli assetti impiantistici considerati costituiscono tre casi distinti:

- **Caso 1**

Previsione del NO_2 al suolo derivante dal funzionamento a gas naturale di 4 sezioni turbogas in assetto di by-pass. Il funzionamento è limitato alle ore diurne (8+19 da Ottobre a Marzo, 8+21 da Aprile a Settembre).

- **Caso 2**

Previsione del NO_2 al suolo derivante dal funzionamento a gas naturale di 4 sezioni termoelettriche e 8 sezioni turbogas in assetto ripotenziato.

- **Caso 3**

Previsione della SO_2 al suolo derivante dal funzionamento a gas naturale di 4 sezioni termoelettriche in assetto non ripotenziato.

Al fine di poter determinare tutti gli indici statistici di riferimento è stato predisposto un input meteorologico costituito da circa tre anni di dati orari (24384 ore, per un totale di 1016 giorni completi) uniformemente distribuiti nelle quattro stagioni.

Sono stati considerati 748 punti ricettori disposti su una griglia rettangolare corrispondente ad un'area di $33 \times 21 \text{ km}$ (il reticolo dei punti ricettori è mostrato in fig. 1). La quota s.l.m. dei punti ricettori sono state ricavate dalla banca dati dell'Istituto Geografico Nazionale.

Relativamente agli ossidi di azoto si deve rilevare che le emissioni della centrale del tipo in esame contengono monossido di azoto (NO) e l'emissione primaria di NO_2 è limitata a qualche percento degli NO_x totali. Gli standard di qualità dell'aria però, prevedono un limite sulle concentrazioni di NO_2 e non di NO_x (il limite è pari a $200 \mu\text{g/m}^3$ come 98° percentile delle medie orarie rilevate dall'1 Gennaio al 31 Dicembre successivo).

Per un confronto con il limite suddetto si è resa pertanto necessaria una valutazione dell'entità della trasformazione di NO in NO_2 .

I fattori più importanti che regolano la trasformazione sono la concentrazione di ozono presente nell'aria e, di giorno, l'intensità della radiazione UV. Si rimanda all'Appendice 3 per una descrizione dettagliata dei criteri e delle ipotesi adottate per valutare questa trasformazione.

E' stato sviluppato un codice di calcolo per determinare l'entità dell'ossidazione da NO ad NO₂ per ogni ora e per ogni punto riceettore considerato, in modo da poter trasformare le concentrazioni orarie di NOx, calcolate con il modello COMPLEX1, in concentrazioni di NO₂ e procedere quindi alla determinazione dei relativi indici statistici.

Per essere utilizzato, il codice di calcolo necessita di una serie di dati di input: andamento giornaliero dei valori orari di O₃ nei diversi mesi dell'anno, andamento della temperatura dell'aria, della radiazione effettiva, ecc..

Nel caso specifico per i valori di ozono si è fatto riferimento ai valori misurati durante le campagne di misura [8] [9], utilizzando i valori più critici: concentrazioni orarie variabili da un valore minimo notturno pari a 50 µg/m³ ed un massimo diurno pari a 80 µg/m³ per i mesi da Settembre a Febbraio, da 70 a 120 µg/m³ per i mesi da Giugno ad Agosto, da 60 a 100 µg/m³ per i mesi restanti. Per gli altri parametri sono stati utilizzati i dati storici disponibili.

I risultati delle previsioni modellistiche sono presentati in forma grafica nell'Appendice A. Per il biossido di azoto, sia per il caso 1 che per il caso 2 sopra descritti, è presentata una mappa della distribuzione spaziale (curve di isoconcentrazione) dei valori medi annuali ed una mappa della distribuzione spaziale dei valori di 98° percentile delle medie orarie.

Relativamente al biossido di zolfo (caso 3) si presentano due mappe: la prima relativa ai valori medi annuali, la seconda relativa al 98° percentile delle medie di 24 ore. E' stata calcolata anche la mediana delle medie di 24 ore di SO₂, ma risultando pressoché nulli i valori su tutta l'area considerata non è significativo presentare la mappa.

In sintesi le mappe evidenziano le seguenti aree di massima ricaduta:

- NO₂ - Caso 1

In relazione al 98° percentile dei valori orari, le aree maggiormente influenzate, pur con valori trascurabili rispetto al limite di legge, sono le seguenti:

- in direzione di Montalto di Castro (E), leggermente a nord del paese, tra 5 e 8 km circa dalla Centrale;
- in direzione di C. Pian di Maggio e Castellaccio dei Vulci (NE) tra 4 e 8 km circa dalla Centrale;
- in corrispondenza del monte Capita (N) a 11-12 km dalla Centrale.

- NO₂ - Caso 2

Questo caso, sempre in relazione al 98° percentile, presenta valori più elevati rispetto al precedente, che si mantengono comunque a livelli estremamente bassi (i valori massimi si collocano attorno al 4% del limite di legge). Le aree caratterizzate dai massimi relativi di ricaduta coincidono con quelle del caso precedente.

- SO₂ - Caso 3

Anche in questo caso il contributo della centrale è trascurabile. I valori massimi di 98° percentile delle medie giornaliere di SO₂, pari a circa il 3% del limite di legge, sono previsti in corrispondenza del monte Canino (NE) a 17+19 km dalla Centrale. In termini di medie annuali, le aree in cui sono previsti valori massimi relativi (max circa 1% del limite di legge per la mediana), oltre alle tre già citate per il caso 1, sono le seguenti:

- in prossimità di Capalbio (NW) a circa 14+16 km dalla Centrale;
- in corrispondenza del monte Canino (NE) a 17+20 km dalla Centrale.

PROPOSTA DI CONFIGURAZIONE DELLA RETE

Nella proposta che segue le stazioni della rete sono posizionate con il criterio di sottoporre a controllo le aree maggiormente influenzate dal contributo previsto della Centrale, ancorché minimo.

I parametri da rilevare proposti per ciascuna posizione sono quelli più significativi in relazione al contributo della Centrale, ad eccezione del particolato aerodisperso totale (PTS). Per questo parametro infatti si propone la misura in quelle stazioni in cui è maggiore il contributo sia di SO₂ che di NO₂, ma tale misura non si ritiene necessaria per il controllo del contributo della Centrale sia per i trascurabili valori di emissione previsti, sia perché le concentrazioni al suolo saranno dovute principalmente agli effetti dell'erosione eolica dei terreni e delle superfici.

La configurazione proposta è riassunta nel seguente prospetto (vedi anche Fig. 3):

Post.	Località	Parametri da rilevare
1	tra Castellaccio dei Vulci, C. Pian di Maggio tra 4 e 10 km dalla Centrale	SO ₂ , NO ₂ , PTS
2	in corrispondenza di Montalto di Castro (E) a circa 5-6 km dalla Centrale, a N del paese	SO ₂ , NO ₂ , PTS
3	in prossimità di Capalbio (NW) a 14-16 km dalla Centrale	SO ₂
4	in direzione del Monte Capita (N) tra 9 e 12 km dalla centrale	SO ₂ , NO ₂ , PTS
5	in direzione di Canino (NE) a 17-20 km dalla Centrale	SO ₂

L'esatto posizionamento delle stazioni nelle aree sopra individuate dovrà essere effettuato tenendo conto di una serie di requisiti quali: disponibilità dei terreni, accessibilità, presenza di alimentazioni elettriche, assenza di ostacoli alla trasmissione dei dati, ecc.. Inoltre si presterà particolare attenzione a che le postazioni non siano influenzate da sorgenti locali non controllabili, affinché i dati possano considerarsi rappresentativi dell'area.

I parametri saranno rilevati in continuo con strumentazione di misura di tipo automatico (strumenti a fluorescenza per SO₂, a chemiluminescenza per NO/NO₂/NO_x e ad assorbimento di radiazione β per PTS).

Al fine di permettere una sicura interpretazione degli andamenti dell'inquinamento al suolo e poter stabilire la riferibilità o meno al funzionamento della Centrale degli eventi di ricaduta più significativi, la Rete di rilevamento sarà dotata di una stazione meteorologica atta a rilevare le seguenti grandezze:

- direzione e velocità del vento a 10m dal suolo con palo anemometrico;

- direzione e velocità del vento sul profilo verticale, con relative deviazioni standard, mediante SODAR; lo strumento fornisce altresì l'indicazione della presenza di strati di inversione termica;
- temperatura e umidità dell'aria, pressione atmosferica, precipitazioni, radiazione globale e netta.

La rete sarà realizzata in accordo alle Specifiche Tecniche Enel più recenti [9] e secondo le indicazioni contenute nel DM 20.5.91 [10].

In particolare i dati rilevati dalle diverse postazioni di misura saranno trasmessi in tempo reale ad un Centro di Raccolta ed Elaborazione Dati posto in un locale della Centrale. Da qui i dati saranno trasmessi ad un terminale presso l'Ente locale competente.

7 RIFERIMENTI CITATI NEL TESTO

- [1] LEGGE 13.12.1973 N° 380
Localizzazione degli impianti per la produzione di energia elettrica.
- [2] DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 28.3.83
Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno.
- [3] D.P.R. del 24.5.88 n° 203
Attuazione delle direttive CEE 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto da impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16.4.87 N° 183.
- [4] EPA (United States Environmental Protection Agency)
COMPLEX1
MPTR - A Multiple Point Gaussian Dispersion Algorithm with Optional Terrain Adjustment
User's Guide - April 1980
- [5] D.M. 13.3.92 (Ministro dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato).
Autorizzazione all'esercizio della centrale termoelettrica costituita da quattro sezioni policombustibili e da otto turbogas della potenza complessiva di 3300 MW.
- [6] ENEL/DCO Laboratorio Centrale
Centrale nucleare Alto Lazio - Indagine per la caratterizzazione meteorologica del sito - Rapporto finale - Maggio 1983.
- [7] ENEL/DCO Unità Laboratorio Centrale
Moncalvo di Castro - Caratterizzazione meteorologica del periodo di campagna 25.5.90 + 25.6.90.
Rel. n° amAA/8/91/F del 2.91

- [8] ENEL/DCO Unica Laboratorio Centrale
Centrale policomcombustibile di Montalto di Castro - Caratterizzazione
della qualità dell'aria in fase preoperazionale.
Rel. n° ECL/AA/39/92/F del Luglio 92
- [9] ENEL Direzione delle Costruzioni - Direzione Produzione e
Trasmissione
Specifica Tecnica ST-115
Sistema chimico e meteorologico per il rilevamento della qualità
dell'aria attorno alle centrali termoelettriche.
Revisione 3 - Ottobre 1989
- [10] DECRETO 20.5.91 (Ministro dell'Ambiente di concerto con il Ministro
della Sanità)
Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria.

Piacenza, 15.7.92

ECL/AA: DS

LOCRRQA.DOC

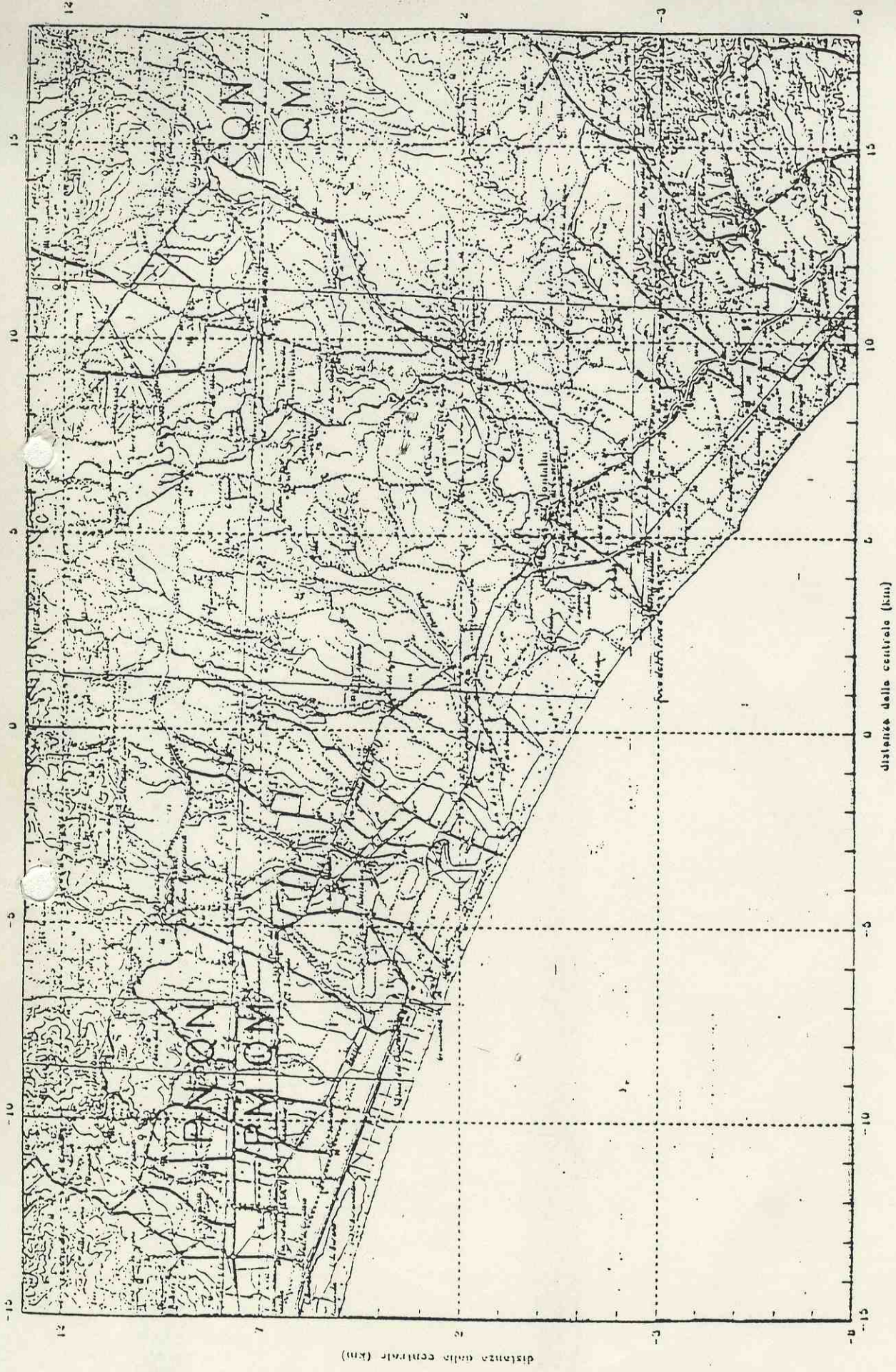


FIGURA 1
 Corografia del sito e reticolo dei punti ricettori
 del modello di previsione delle concentrazioni al
 suolo

Encl - DCO
 Unita' Laboratorio Centrale
 Piacenza

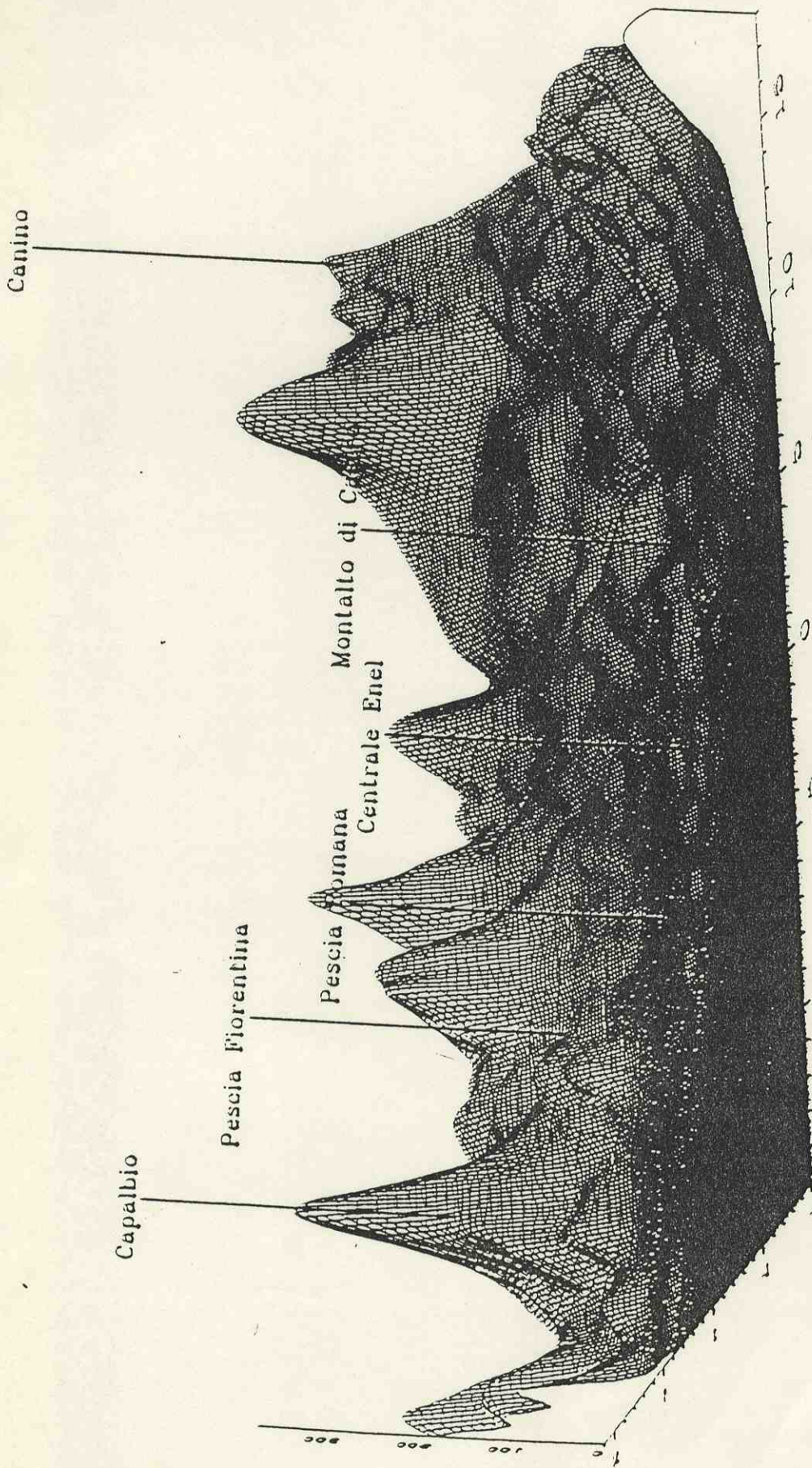


FIGURA 2^a - Sito di Montalto di Castro - Orografia

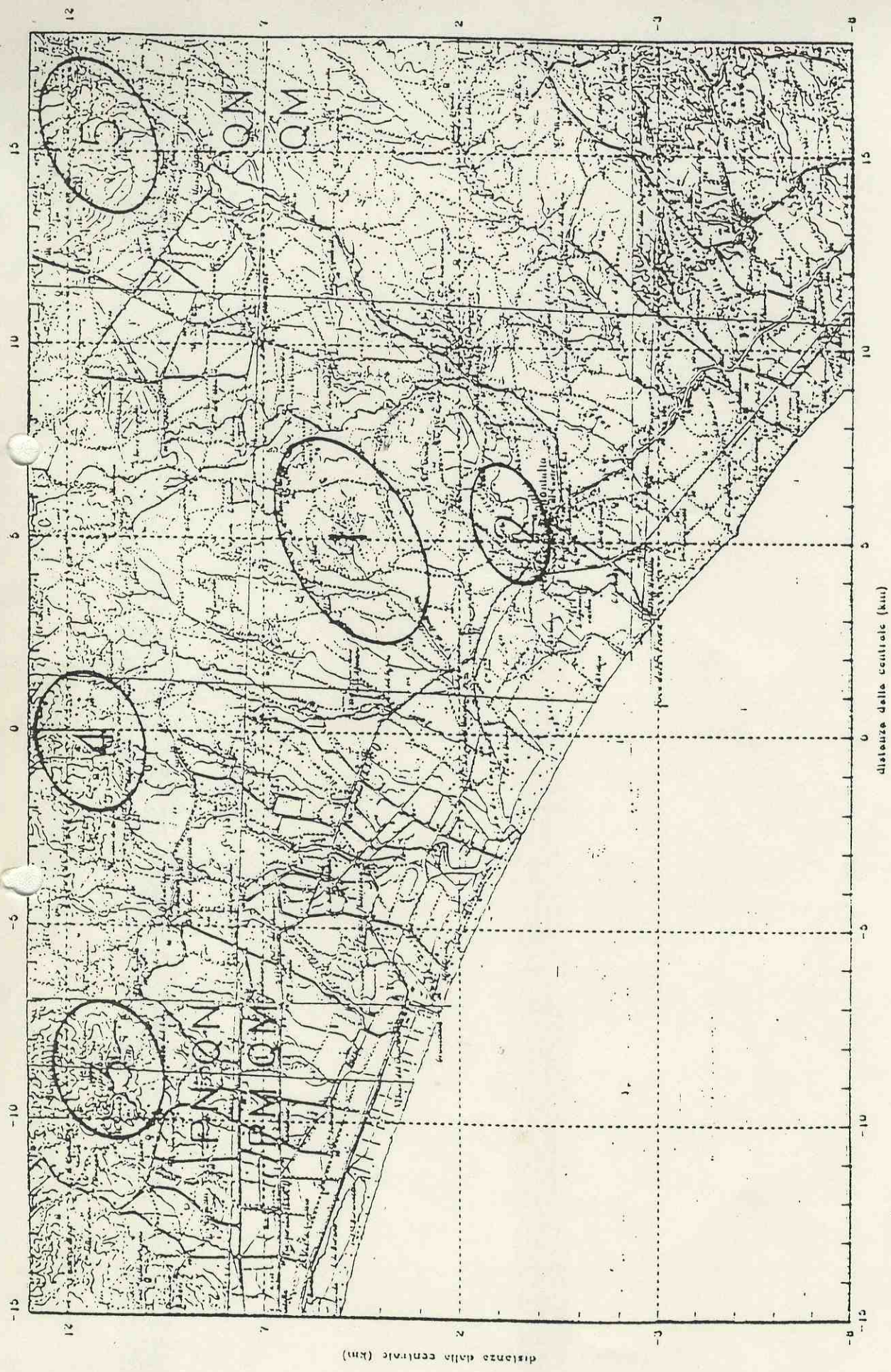


FIGURA 3
 Aree proposte per la localizzazione delle
 postazioni di rilevamento

Encl - DCO
 Unita' Laboratorio Centrale
 Piacenza

APPENDICE A

RISULTATI DELLA PREVISIONE EDEGUITA CON IL MODELLO COMPLEXI

FIGURE

- 1.a Caso 1 - NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), medie annuali
- 1.b Caso 1 - NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), 98° percentile delle medie di 1 ora
- 2.a Caso 2 - NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), medie annuali
- 2.b Caso 2 - NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), 98° percentile delle medie di 1 ora
- 3.a Caso 3 - SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), medie annuali
- 3.b Caso 3 - SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), 98° percentile delle medie di 24 ore

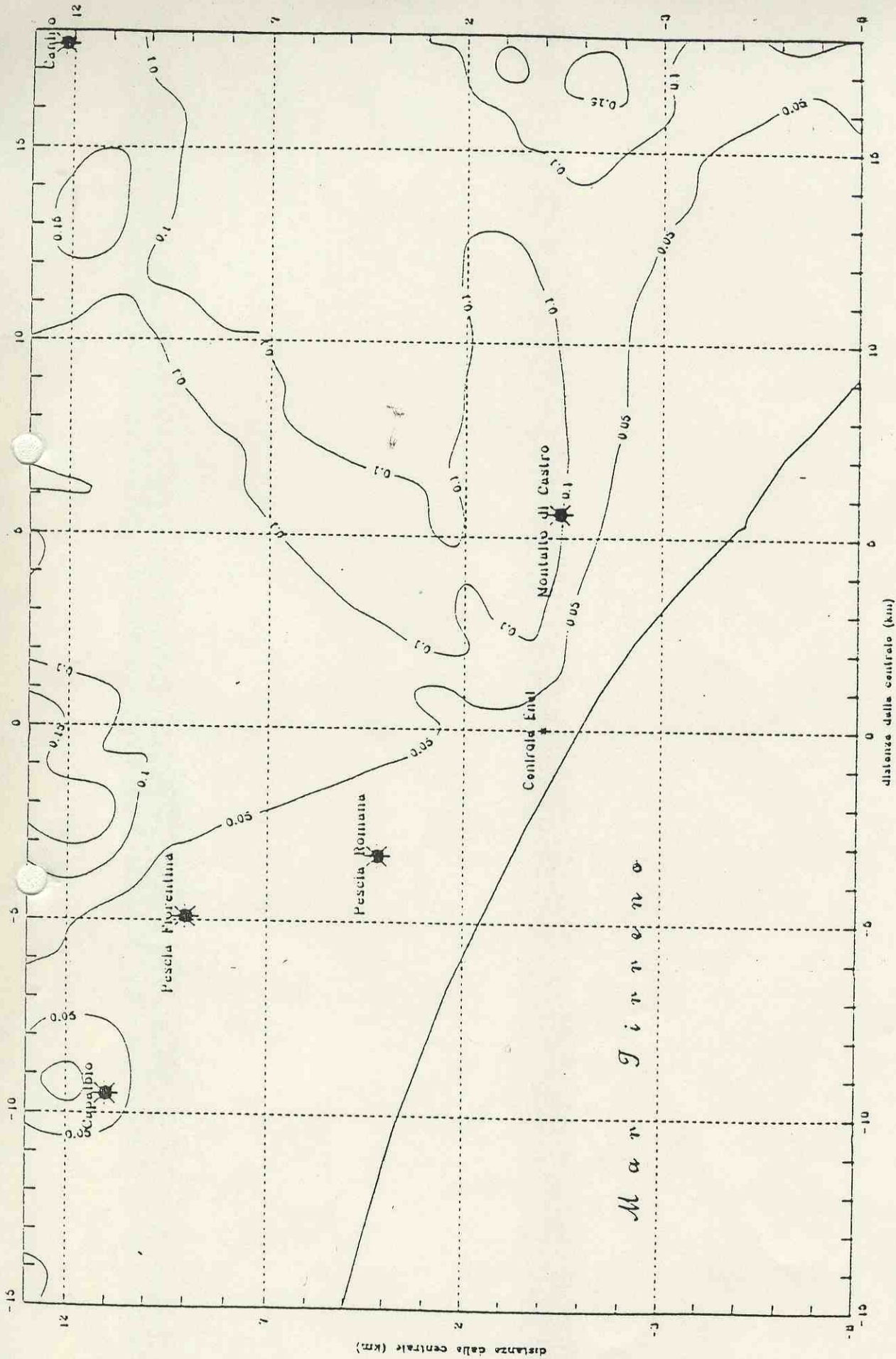


FIGURA 1.a - Caso 1
 NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Medie annuali
 4 turbogas (by-pass) a pieno carico
 funzionamento a gas ore 8-19 apr-set; 8-21 ott-mar

Enel - DCO
 Unità Laboratorio Centrale
 Piacenza

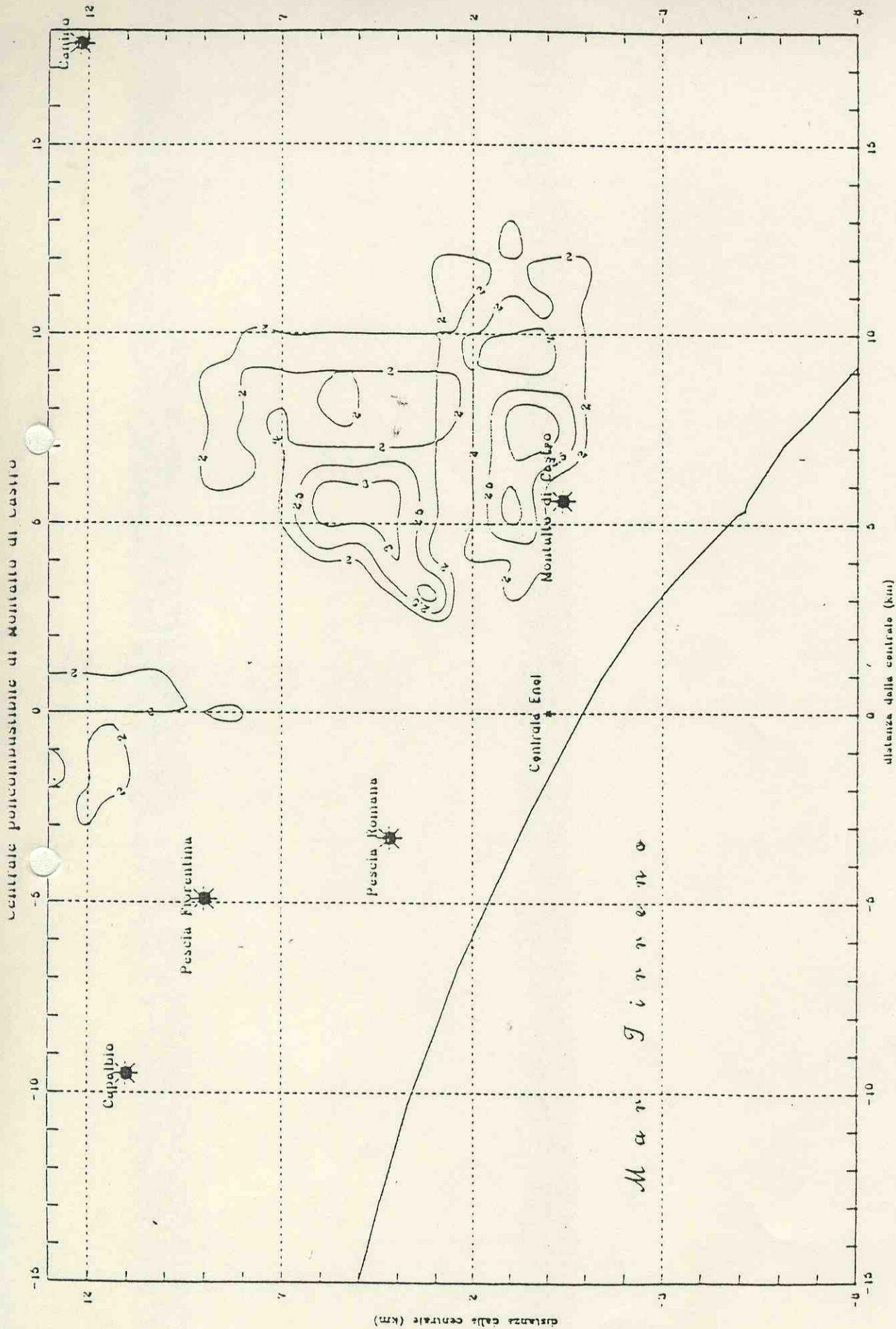


FIGURA 1.b - Caso 1
 NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), 98ª percentile media di 1 ora
 4 turbogas (by-pass) a pieno carico
 funzionamento a gas ore 8-19 apr-sal; 8-21 ott-mar

post. 1-2-4
 V. G. Sestini
 Campese
 Novara

Enel - DCO
 Unita' Laboratorio Centrale
 Piacenza

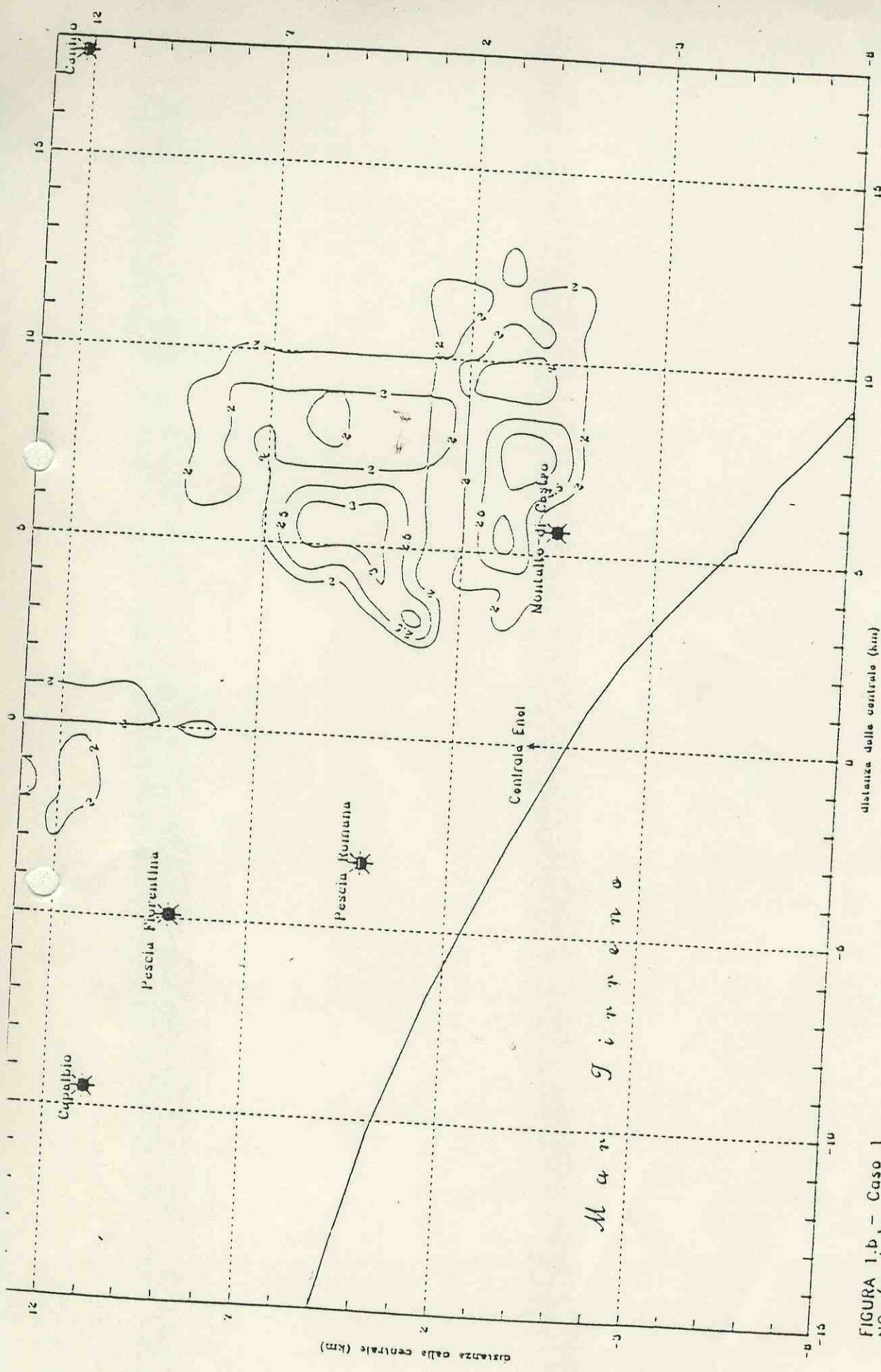


FIGURA 1.b - Caso 1
 NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), 98ª percentile media di 1 ora
 4 turbogas (by-pass) a pieno carico
 (funzionamento a gas ore 8-19 apr-sal; 8-21 ott-mar)

Enel - DCO
 Unità' Laboratorio Centrale
 Piacenza

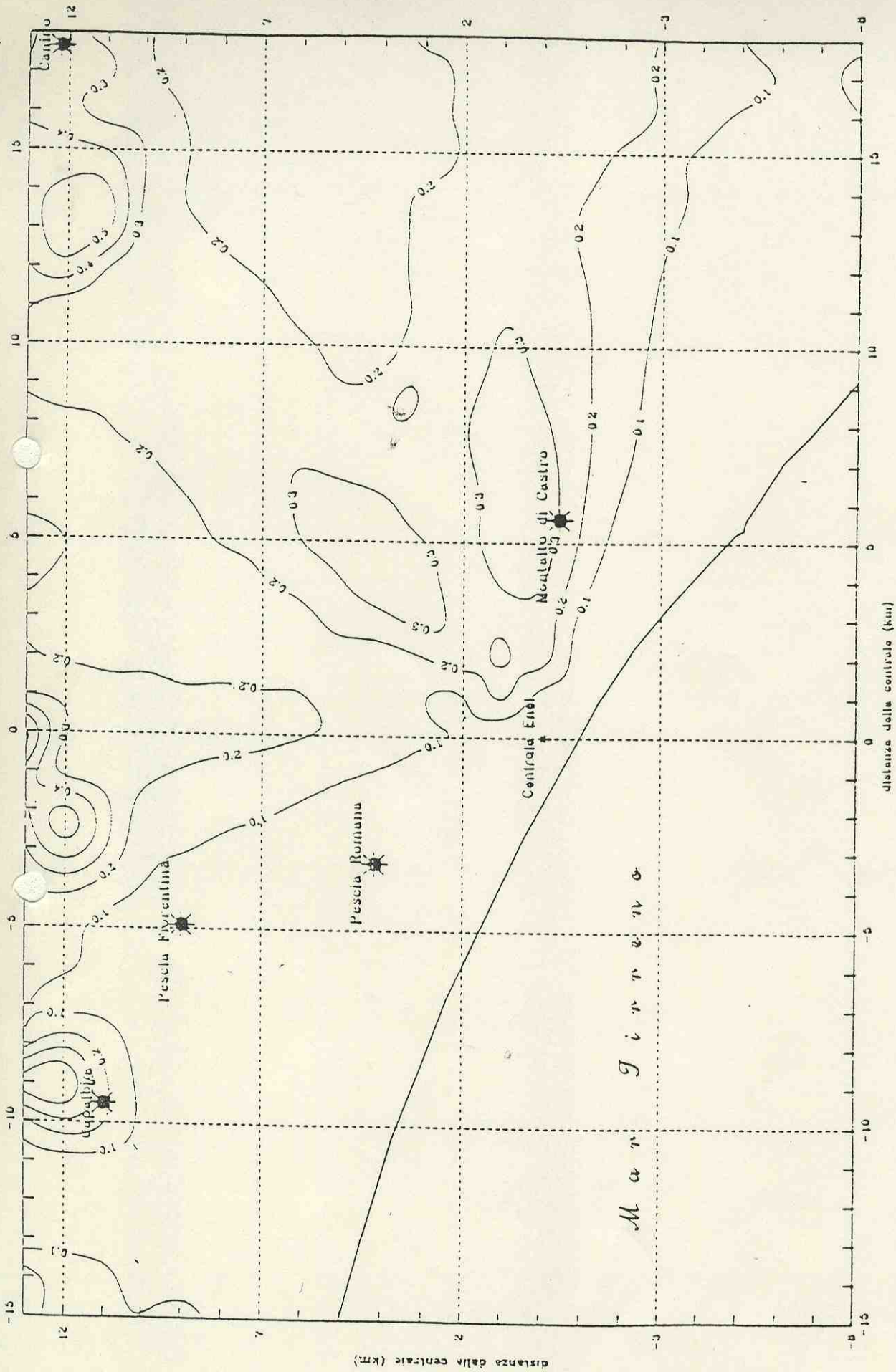


FIGURA 2.a - Caso 2
 NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Medie annuali
 8 turbogas + 4 sezioni termoelettriche
 assetto ripotenziato funzionamento a gas

Enel - DCO
 Unita' Laboratorio Centrale
 Piacenza

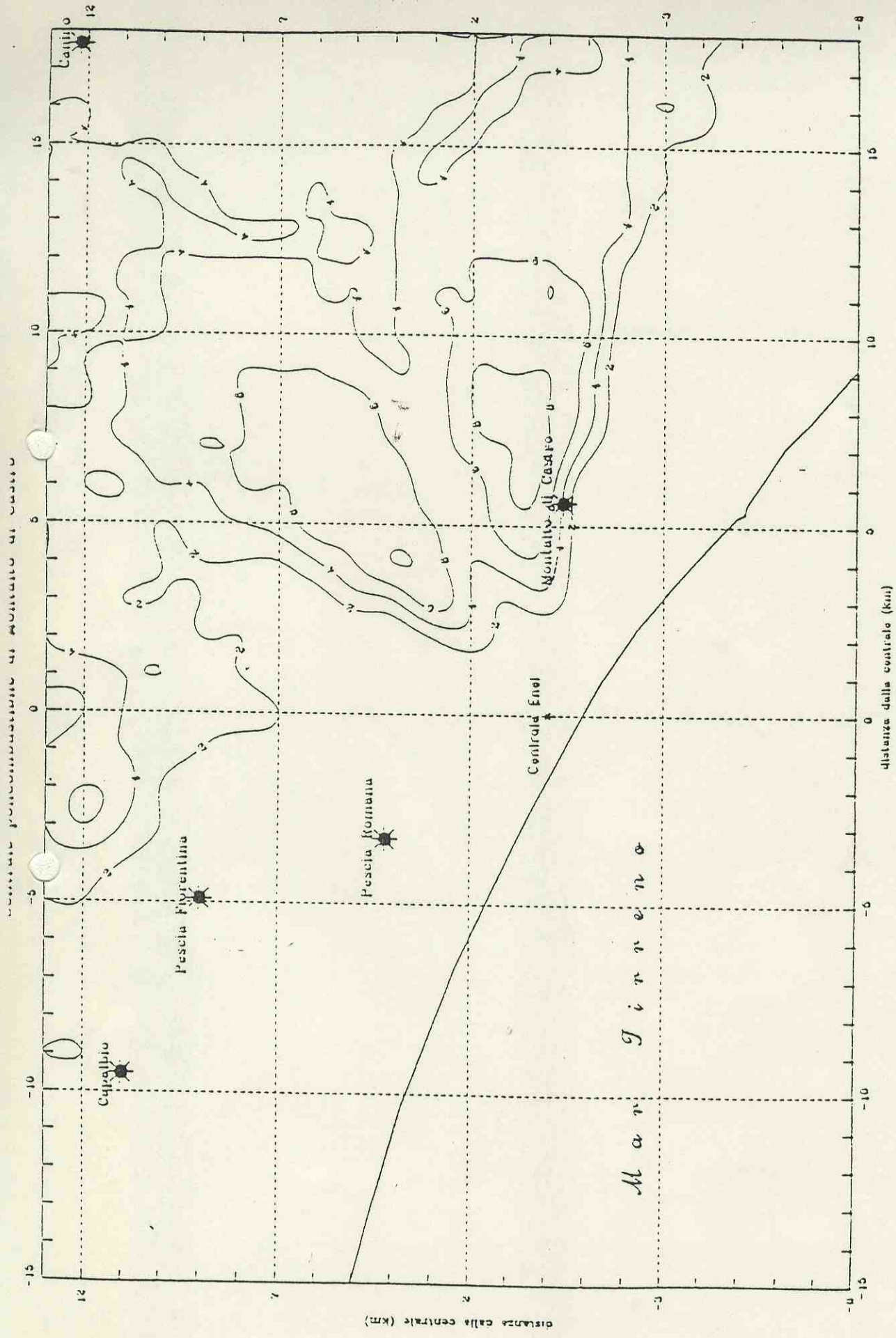
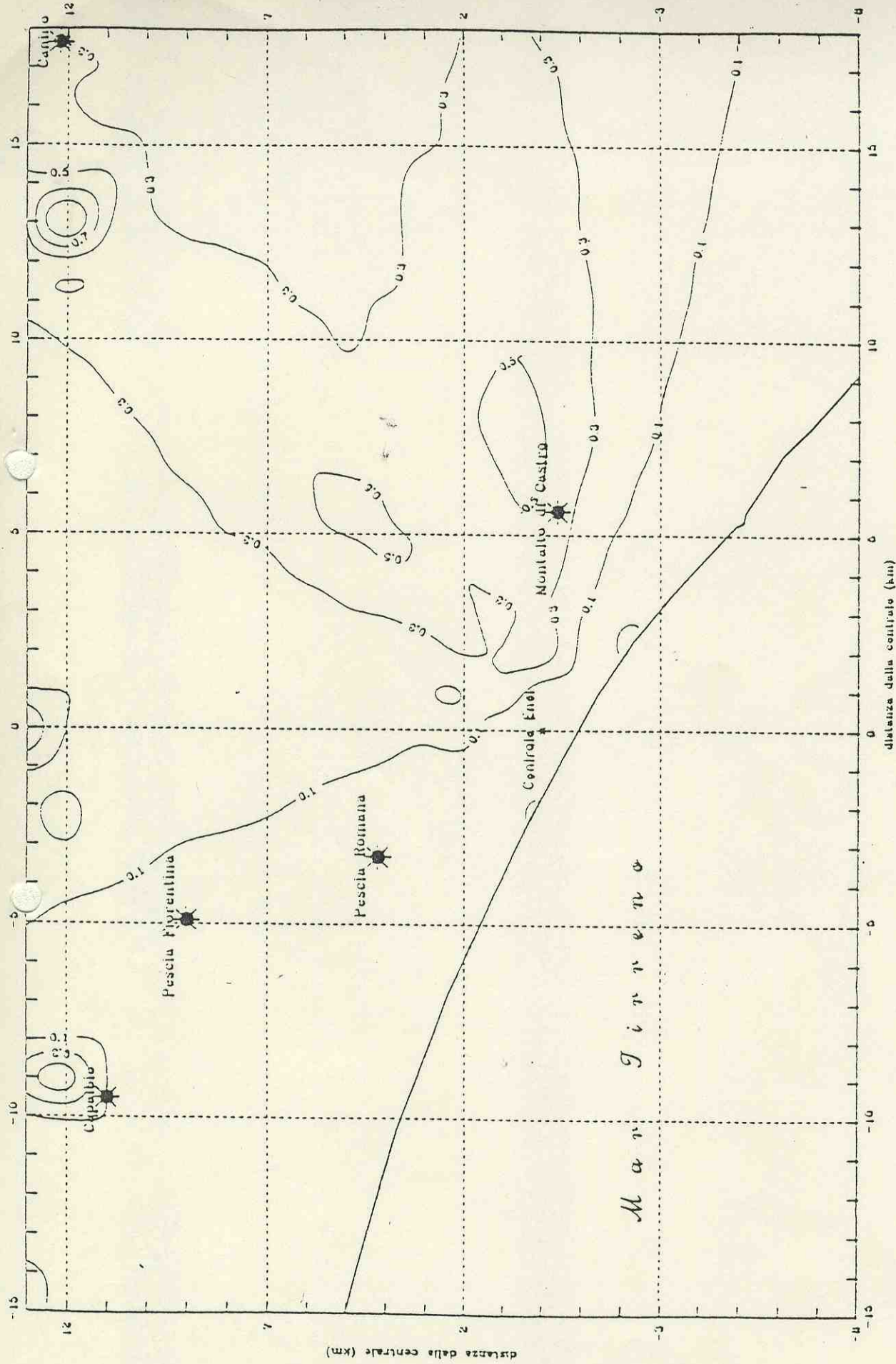


FIGURA 2.b - Caso 2
 NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), 98.ª percentile medie di 1 ora
 8 turbogas + 4 sezioni termoelettriche
 assetto ripotenziato funzionamento a gas

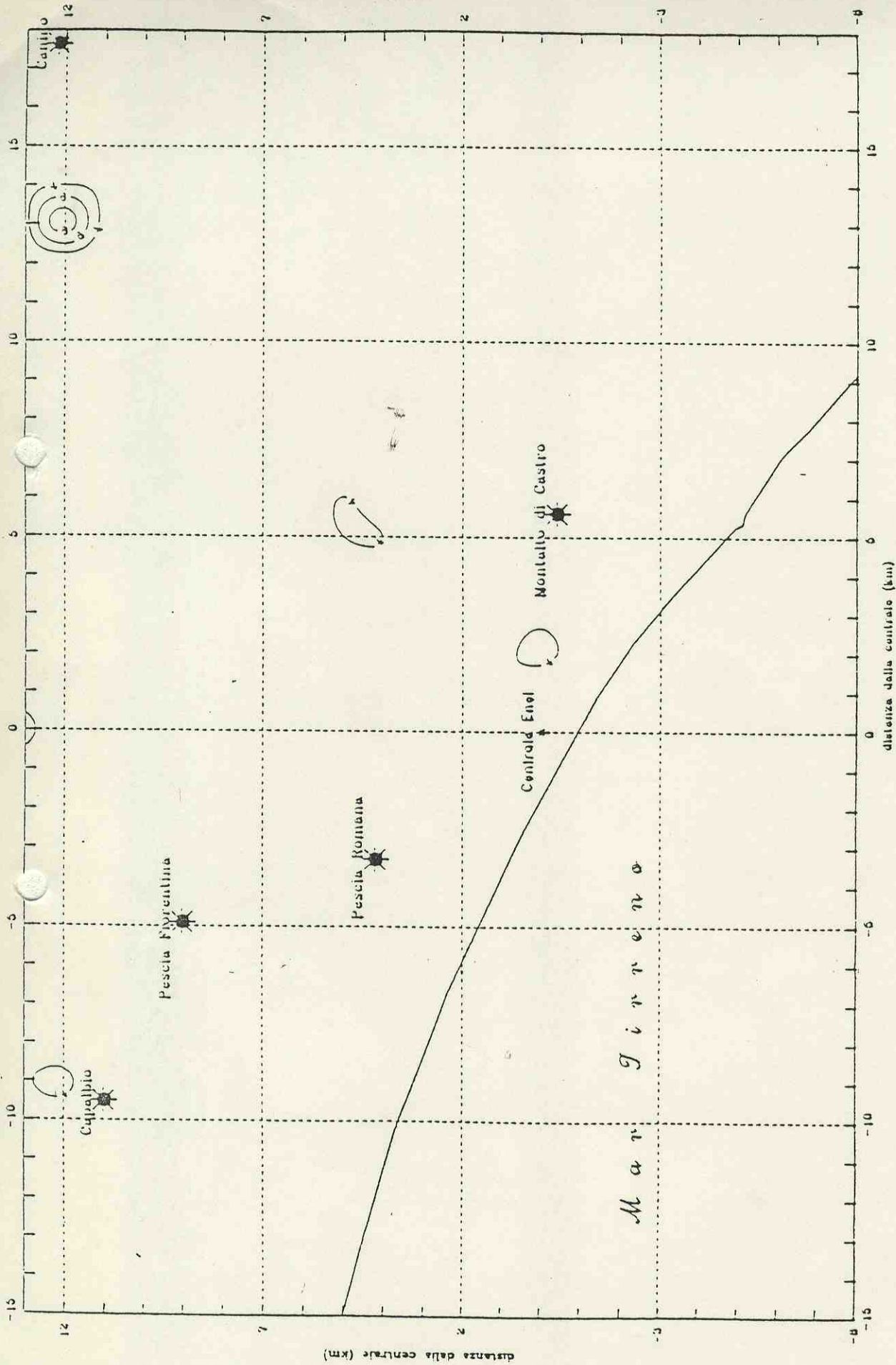
Enel - DCO
 Unità Laboratorio Centrale
 Piacenza



distanza dalla centrale (km)

FIGURA 3.a - Caso 3
 SO₂ (µg/m³), Medie annuali
 4 sezioni termoelettriche non ripotenziabile
 funzionamento a olio combustibile

Enel - DCO
 Unita' Laboratorio Centrale
 Piacenza



Enel - DCO
 Unità Laboratorio Centrale
 Piacenza

FIGURA 3.b - Caso 3
 SO_2 ($\mu g/m^3$), 98° percentile medie di 24 ore
 4 sezioni termoelettriche non ripotenziato
 funzionamento a olio combustibile

post. 3-4
 Tom. B. B. B.
 Tom. B. B. B.

APPENDICE B

FORMAZIONE DEL BLOSSIDO DI AZOTO
E VALUTAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE AL SUOLO

FORMAZIONE DEL BIOSSIDO DI AZOTO
E VALUTAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE AL SUOLO

Le emissioni delle Centrali del tipo in esame contengono ossido nitrico, NO; l'emissione primaria di NO₂ è limitata a qualche per cento del totale degli NOx. Poiché gli standard di qualità dell'aria riguardano però il solo NO₂ è necessario fornire una valutazione dell'entità della formazione di questo nelle zone di massima ricaduta del pennacchio al suolo.

Le principali reazioni chimiche interessanti gli ossidi di azoto all'interno del pennacchio sono la seguenti:



All'interno del pennacchio si può inoltre assumere che la quantità:

$$[\text{NOx}] = [\text{NO}] + [\text{NO}_2] \quad (3)$$

sia conservativa, in quanto è trascurabile per i primi 10-15 km la trasformazione ulteriore di NO₂ in HNO₃ (concentrazioni espresse in parti in volume).

Inoltre, assumendo che l'ozono venga prodotto e consumato solo dalle reazioni sopra indicate, vale anche la relazione:

$$\{[\text{NO}_2] + [\text{O}_3]\}_{\text{pennacchio}} = \{[\text{NO}_2] + [\text{O}_3]\}_{\text{aria diluizione}} + p[\text{NOx}] \quad (4)$$

dove p è uguale a [NO₂]/[NOx] all'emissione; tale valore nelle emissioni della centrale è variabile entro qualche per cento ed è qui assunto pari al 2%.

A titolo conservativo, si può ulteriormente assumere che durante le ore di insolazione le reazioni citate pervengano entro il pennacchio all'equilibrio fotocostazionario:

$$\frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = 0, \text{ cioè : } \frac{k[\text{NO}][\text{O}_3]}{J[\text{NO}_2]} = 1 \quad (5)$$

Il valore della costante cinetica di ossidazione di NO la parte dell'ozono è fornito dalla seguente espressione (Stevens C.S., 1987 [1]):

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

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:

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

(D.D.Parrish et al., 1983 [2])

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

$F(\alpha)$ = 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).

Con queste ipotesi, assumendo di conoscere la concentrazione di NO_x nel pennacchio e la concentrazione di O₃ nell'aria di diluizione, si può calcolare in ogni punto del pennacchio, e in particolare nelle zone di ricaduta, il rapporto:

$$F = \frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}_x]} \quad (6)$$

e quindi verificare il rispetto della normativa in materia.

Infatti, risolvendo il sistema formato dalle equazioni (3), (4), (5) e (6), assumendo nota la concentrazione $[NO_x]$ dal modello di dispersione e considerando per semplicità nulla la concentrazione di $[NO_x]$ già presente nell'aria di diluizione, si ha:

$$f = \frac{1}{2} \cdot \{b - [b^2 - 4(p+r)]^{1/2}\} \quad (7)$$

dove:

$$b = \frac{J}{k[NO_x]} + p + r + 1$$

$$p = \frac{[NO_2]_{emissione}}{[NO_x]_{emissione}}, \text{ assunto pari a } 0,02 \text{ (2\%)}$$

$$r = \frac{[O_3]_{aria \ dil.}}{[NO_x]}$$

La stima così ottenuta è conservativa in quanto sia il non raggiungimento della fotostazionarietà, sia l'ulteriore ossidazione di NO_2 in HNO_3 , tendono a far diminuire la concentrazione di NO_2 .

Di notte si ha $J=0$, per cui è attiva la sola reazione di ossidazione di NO ad NO_2 , che porta alla sparizione dell' NO o dell' O_3 a seconda delle concentrazioni relative; la (7) risulta pertanto così semplificata:

$$\begin{aligned} f &= p + r && \text{se } p+r \leq 1 \\ f &= 1 && \text{se } p+r > 1 \end{aligned}$$

APPENDICE C

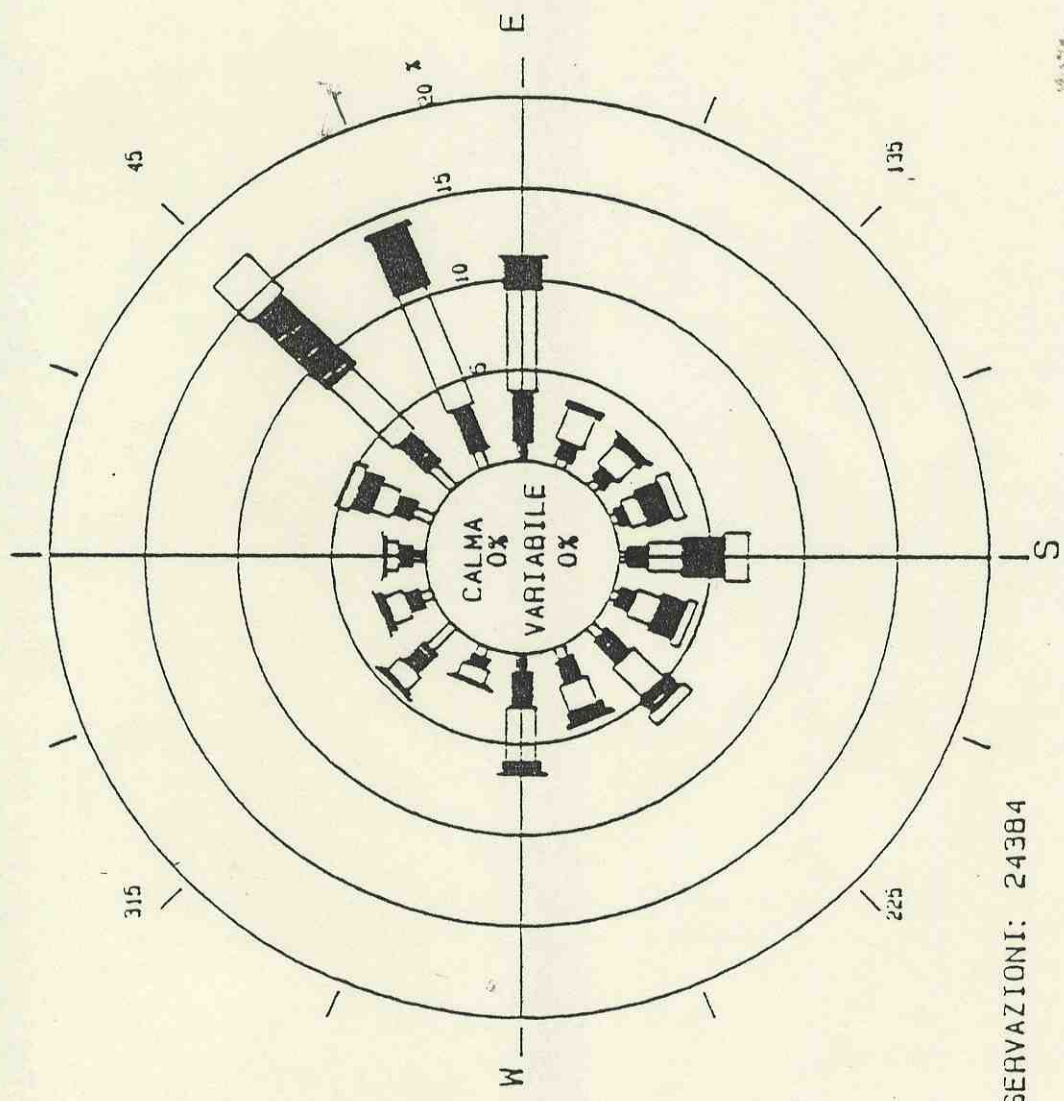
ROSE DEI VENTI

(grafici e tabelle ricavate dai dati usati in input al COMPLEX-1)

- Rosa dei venti complessiva
- Rosa dei venti per la categoria di stabilità A
- Rosa dei venti per la categoria di stabilità B
- Rosa dei venti per la categoria di stabilità C
- Rosa dei venti per la categoria di stabilità D
- Rosa dei venti per la categoria di stabilità E
- Rosa dei venti per la categoria di stabilità F

MONTALTO
ROSA DEI VENTI

PERIODO : DAL 16-2-83 h.1 AL 20-6-89 h.24

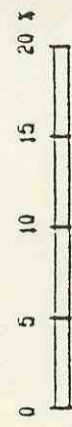


VELOCITA' DEL VENTO (CALMA < 1)

1 2 3.5 6 10 m/sec



SCALA FREQUENZE



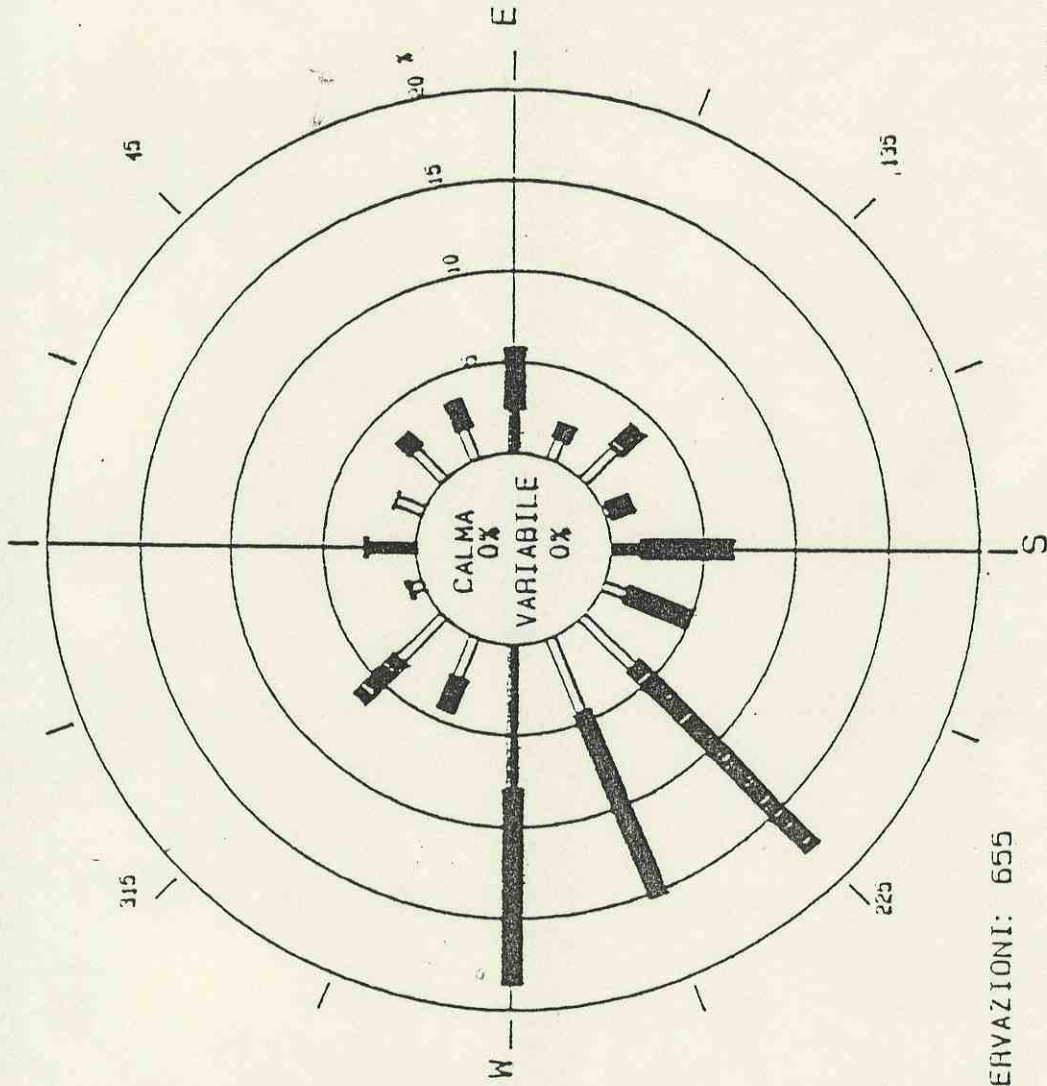
NUMERO DI OSSERVAZIONI: 24384

57m - COMPLEX

MONTALTO

ROSA DEI VENTI

PERIODO : DAL 19-2-83 h.13 AL 14-6-89 h.13



VELOCITA' DEL VENTO (CALMA < 1)

1 2 3.5 6 10 m/sec



SCALA FREQUENZE



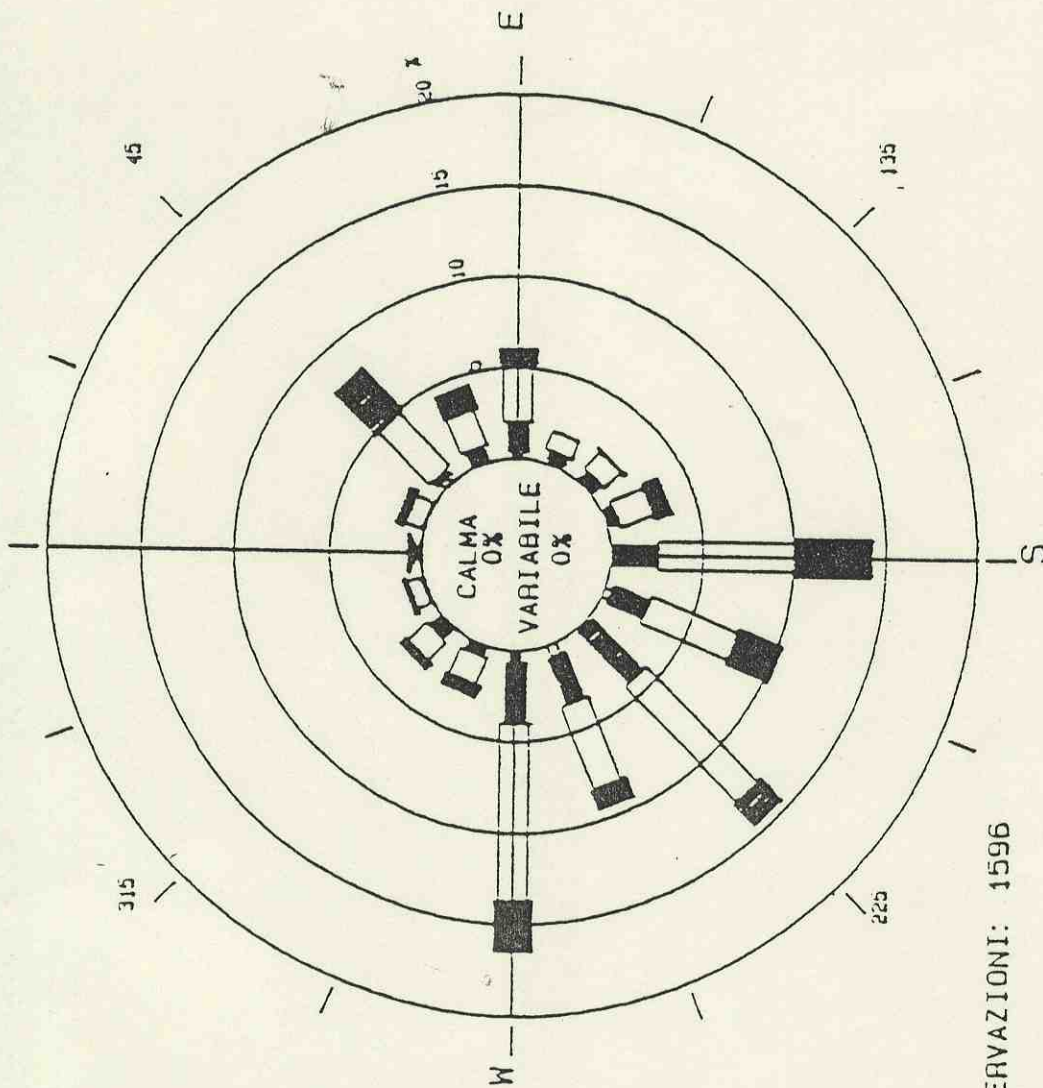
NUMERO DI OSSERVAZIONI: 655

57m - COMPLEX CAT.A

MONTALTO

ROSA DEI VENTI

PERIODO : DAL 19-2-83 h.11 AL 16-6-89 h.18
N



NUMERO DI OSSERVAZIONI: 1596

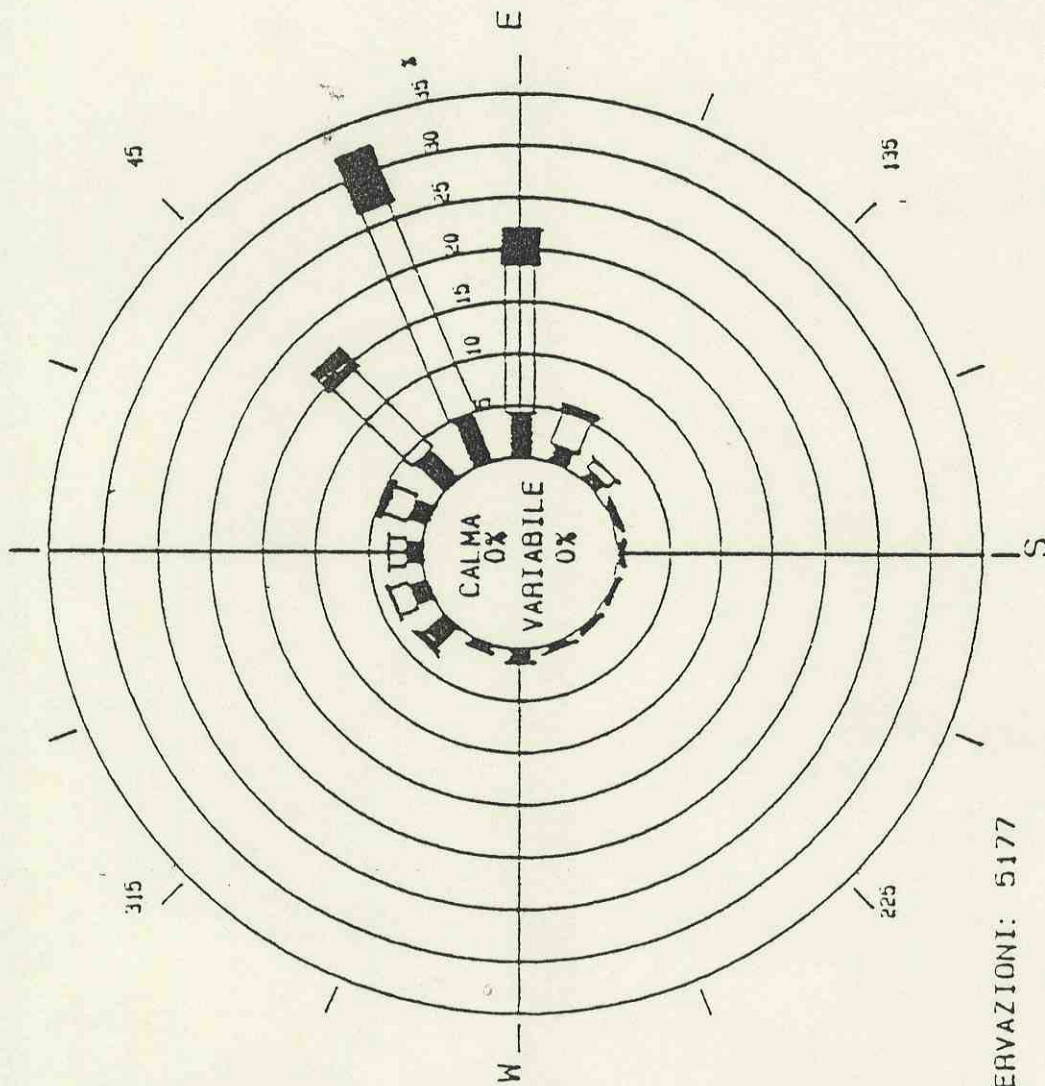
57m - COMPLEX CAT.C

MONTALTO

ROSA DEI VENTI

PERIODO : DAL 19-2-83 h.2 AL 20-6-89 h.23

N



VELOCITA' DEL VENTO (CALMA < 1)

1 2 3.5 6 10 m/sec



SCALA FREQUENZE

0 5 10 15 20 25 30 35

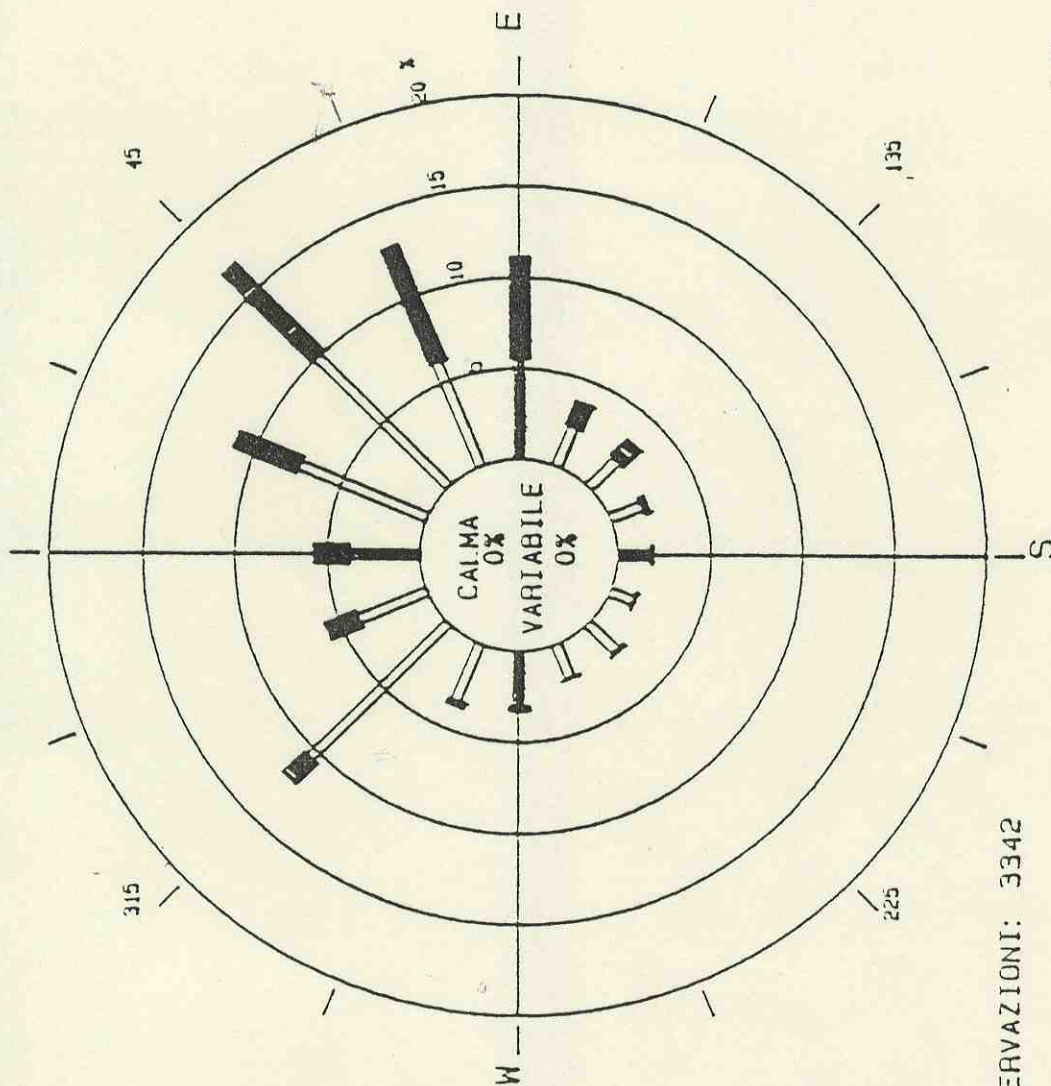
NUMERO DI OSSERVAZIONI: 5177

57m - COMPLEX CAT.E

MONTALTO

ROSA DEI VENTI

PERIODO : DAL 19-2-83 h.24 AL 20-6-89 h.24
N



NUMERO DI OSSERVAZIONI: 3342

57m - COMPLEX CAT.F

SITO : MONTALTO

POSTAZIONE : MONTALTO

PERIODO DI OSSERVAZIONE DAL 19-2-83 h.2 AL 20-6-89 h.23

57m - COMPLEX CAT.E

NUMERO DI OSSERVAZIONI 5177

DISTRIBUZIONE DELLE FREQUENZE (°/..)

I I I	SETTORI GRADI	I I	CLASSI DI VELOCITA' (M/S)							I I	I I	IVELOCITA' MEDIA (M/S)				
			I DA	A	I CALMA	I 1- 2	I 2- 3.5	I 3.5- 6	I 6- 10				I >= 10	I TOTALE		
I	348.8 -	11.3	I	0.00	I	15.50	I	15.60	I	1.70	I	0.00	I	32.80	I	3.80
I	11.3 -	33.8	I	0.00	I	18.20	I	23.40	I	5.20	I	0.00	I	46.70	I	4.00
I	33.8 -	56.3	I	0.00	I	38.80	I	104.70	I	25.70	I	0.00	I	169.20	I	4.50
I	56.3 -	78.8	I	0.00	I	50.00	I	216.90	I	57.20	I	0.00	I	324.10	I	4.70
I	78.8 -	101.3	I	0.00	I	42.70	I	143.10	I	34.40	I	0.00	I	220.20	I	4.60
I	101.3 -	123.8	I	0.00	I	17.00	I	36.10	I	4.20	I	0.00	I	57.40	I	4.20
I	123.8 -	146.3	I	0.00	I	11.80	I	10.20	I	1.00	I	0.00	I	23.00	I	3.60
I	146.3 -	168.8	I	0.00	I	4.80	I	2.30	I	0.20	I	0.00	I	7.30	I	3.30
I	168.8 -	191.3	I	0.00	I	6.60	I	0.60	I	0.00	I	0.00	I	7.10	I	2.60
I	191.3 -	213.8	I	0.00	I	3.90	I	1.40	I	0.00	I	0.00	I	5.20	I	3.00
I	213.8 -	236.3	I	0.00	I	4.20	I	2.30	I	0.00	I	0.00	I	6.60	I	3.20
I	236.3 -	258.8	I	0.00	I	6.00	I	0.60	I	0.20	I	0.00	I	6.80	I	2.70
I	258.8 -	281.3	I	0.00	I	12.70	I	1.40	I	0.00	I	0.00	I	14.10	I	2.60
I	281.3 -	303.8	I	0.00	I	6.60	I	2.10	I	0.00	I	0.00	I	8.70	I	2.90
I	303.8 -	326.3	I	0.00	I	28.80	I	4.20	I	0.20	I	0.00	I	33.20	I	2.80
I	326.3 -	348.8	I	0.00	I	17.00	I	18.20	I	2.30	I	0.00	I	37.50	I	3.80
I	VARIABILE		I	0.00	I	0.00	I	0.00	I	0.00	I	0.00	I	0.00	I	0.00
I	CALMA		I	0.00	I		I		I		I		I	0.00	I	
I	TOTALE		I	0.00	I	284.60	I	583.10	I	132.30	I	0.00	I	1000.00	I	3.31

SITO : MONTALTO
 POSTAZIONE : MONTALTO
 57m - COMPLEX CAT.F

PERIODO DI OSSERVAZIONE DAL 19-2-83 h.24 AL 20-6-89 h.24
 NUMERO DI OSSERVAZIONI 3342

DISTRIBUZIONE DELLE FREQUENZE (°/..)

I I I	SETTORI GRADI DA	I I I	CALMA	CLASSI DI VELOCITA' (M/S)						I I I	I I I	I I I	I I I	IVELOCITA' MEDIA (M/S)
				I 1- 2	I 2- 3.5	I 3.5- 6	I 6- 10	I >= 10	I TOTALE					
I	348.8 - 11.3	I		I 38.00	I 20.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 58.00	I	I	1.70	
I	11.3 - 33.8	I		I 74.20	I 38.30	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 112.50	I	I	1.70	
I	33.8 - 56.3	I		I 100.20	I 69.10	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 169.40	I	I	1.80	
I	56.3 - 78.8	I		I 61.60	I 68.50	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 130.20	I	I	2.00	
I	78.8 - 101.3	I		I 55.40	I 56.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 111.30	I	I	1.90	
I	101.3 - 123.8	I		I 23.30	I 14.40	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 37.70	I	I	1.80	
I	123.8 - 146.3	I		I 20.60	I 12.90	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 33.50	I	I	1.80	
I	146.3 - 168.8	I		I 17.10	I 3.60	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 20.60	I	I	1.60	
I	168.8 - 191.3	I		I 17.10	I 1.80	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 18.90	I	I	1.40	
I	191.3 - 213.8	I		I 12.90	I 1.20	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 14.10	I	I	1.40	
I	213.8 - 236.3	I		I 20.90	I 1.50	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 22.40	I	I	1.30	
I	236.3 - 258.8	I		I 20.30	I 0.30	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 20.60	I	I	1.20	
I	258.8 - 281.3	I		I 30.50	I 2.70	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 33.20	I	I	1.40	
I	281.3 - 303.8	I		I 33.50	I 3.60	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 37.10	I	I	1.40	
I	303.8 - 326.3	I		I 104.40	I 17.10	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 121.50	I	I	1.40	
I	326.3 - 348.8	I		I 39.50	I 19.40	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 58.90	I	I	1.70	
I	VARIABILE	I		I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I	I	0.00	
I	CALMA	I	0.00	I	I	I	I	I	I	I 0.00	I	I	0.00	
I	TOTALE	I	0.00	I 669.50	I 330.40	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 0.00	I 1000.00	I	I	1.50	