PROGRAMMA

PER UN'AZIONE DI MONITORAGGIO AMBIENTALE NELLA

Tenuta Presidenziale di Castelporziano

PROGRAMMA

PER UN'AZIONE DI MONITORAGGIO AMBIENTALE NELLA

Tenuta Presidenziale di Castelporziano

INDICE

INTRODUZIONE ..... Pag. 7

SEZIONE 1 - PREMESSE ..... Pag. 13

1.1 Premessa ..... Pag. 15
1.2 La precedente esperienza di monitoraggio ambientale nella Tenuta di S. Rossore ..... Pag. 16

SEZIONE 2 - ATTUALI CONOSCENZE DELL'AMBIENTE DELLA TENUTA DI CASTELPORZIANO ..... Pag. 19

2.1 Introduzione ..... Pag. 21
2.2 Microclima ..... Pag. 22
2.3 Suolo ..... Pag. 23
2.4 Vegetazione ..... Pag. 25
2.5 Patrimonio forestale ..... Pag. 28
2.6 Patrimonio faunistico ..... Pag. 33
2.7 Pascoli naturali e colture agrarie ..... Pag. 36
2.8 Patrimonio zootecnico ..... Pag. 39
2.9 Patrimonio archeologico ..... Pag. 41
2.10 Studi di bioindicazione e monitoraggio ..... Pag. 42
2.11 Prime indagini sull'acidità delle deposizioni atmosferiche umide ..... Pag. 49
2.12 Coste ..... Pag. 50
2.13 Sviluppo demografico delle zone urbanizzate intorno alla Tenuta di Castelporziano ..... Pag. 54

SEZIONE 3 - RISULTATI DELLA CAMPAGNA DEI RILIEVI (Gennaio - Aprile 1992) ..... Pag. 65

3.1 Introduzione, descrizione e organizzazione delle ricerche e preliminare analisi dei risultati ..... Pag. 67

3.2 Studio delle deposizioni atmosferiche Pag. 69
3.3 Monitoraggio radiometrico Pag. 82
3.4 Caratterizzazione chimico-fisica dell'atmosfera Pag. 86
3.5 Rilevamento di livelli di inquinamento atmosferico e acustico Pag. 104
3.6 Missione di telerilevamento aereo Pag. 113
3.7 Traffico veicolare ai confini della Tenuta Pag. 118
3.8 Misure ecofisiologiche Pag. 122

SEZIONE 4 - REALIZZAZIONE DEL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE (SIT) DELLA TENUTA E PROGRAMMA DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Pag. 125

4.1 Introduzione Pag. 127
4.2 Caratterizzazione chimico-fisica dell'atmosfera Pag. 128
4.3 Idrogeologia Pag. 130
4.4 Monitoraggio biologico Pag. 133
4.4.1 Botanica - Parametri biologici Pag. 133
4.4.2 Suolo: aspetti biochimici Pag. 135
4.4.3 I Bioindicatori Pag. 140
4.5 Monitoraggio forestale Pag. 141
4.6 Fauna Pag. 141
4.7 Produzione agricola e zootecnica Pag. 143
4.8 Archeologia Pag. 144
4.9 Deposizioni atmosferiche Pag. 145
4.10 Coste Pag. 146
4.11 Sistema Informativo Territoriale per la Tenuta di Castelporziano Pag. 147
4.11.1 Elementi costitutivi e tecnologie afferenti Pag. 147
4.11.2 Le funzionalità del Sistema Pag. 150
4.11.3 Settori disciplinari di utenza Pag. 151
4.11.4 Sviluppo del SIT Pag. 152
4.11.5 I primi elementi del SIT realizzati Pag. 152

CONCLUSIONI Pag. 155

BIBLIOGRAFIA Pag. 157

INTRODUZIONE

Nel dicembre 1989, in considerazione del fatto che "la Tenuta di Castelporziano ricade tra le aree pubbliche di particolare valore naturalistico da tutelare con criteri e finalità ecologiche e conservazioniste", il Segretario Generale della Presidenza della Repubblica istituiva una Commissione consultiva con il compito di seguire fasi e modalità di applicazione del Piano di Gestione dei Boschi e dei Pascoli della Tenuta stessa, elaborato per il decennio 1988-1997.

La Commissione, nel corso di 14 riunioni e sopralluoghi, ha vigilato sull'adozione, da parte della Direzione della Tenuta, del piano suddetto, peraltro formulato nell'intento di armonizzare il rispetto delle norme canoniche dell'assestamento forestale con la salvaguardia delle peculiari caratteristiche ecologiche dell'ambiente mediterraneo e della foresta planiziaria costiera di Castelporziano, con l'elevato valore non solo naturalistico ma anche estetico, archeologico e storico-culturale dell'area, e con le eccezionali funzioni di rappresentanza per la Presidenza della Repubblica.

Nell'esecuzione del mandato la Commissione, riprendendo considerazioni motivatamente esposte anche nel piano decennale, segnalava al Segretario Generale il problema della salvaguardia delle risorse naturali, faunistiche e floristiche, della Tenuta (che da sola detiene un patrimonio floristico pari a quello rilevato a suo tempo nelle paludi pontine, su una superficie 30 volte maggiore), e i rischi derivanti dalle modificazioni nell'ambiente circostante la Tenuta a causa del crescente livello di antropizzazione, con connessa attività edificatoria, traffico veicolare, esercizio di servizi pubblici, alterazione del regime delle acque, immissione di inquinanti nell'atmosfera ecc..

Avendo la Tenuta il pregio, pur essendo compresa nel più vasto ambito metropolitano della città di Roma, di essere un ecosistema integrato tra quello urbano e quello marino, e tuttora caratterizzato da condizioni abbastanza vicine a quelle naturali, perciò costituendo uno degli ultimi baluardi a elevato contenuto di "naturalità" lungo il litorale laziale e tirrenico, la Commissione proponeva al Segretario Generale di attuare un piano di studi e di monitoraggio dell'ambiente della Tenuta; piano che avrebbe verosimilmente fornito elementi a più ampi pro-

grammi di ricognizione dello stato dell'ambiente, anzitutto a dimensione regionale per il litorale laziale, ma anche a livello nazionale e internazionale per il contributo che tale complesso ambientale può fornire alla conoscenza di altri ambienti naturali.

Con la piena approvazione del Segretario Generale, la Commissione ha avviato nel giugno 1991 l'impostazione e l'elaborazione del programma di monitoraggio, con la generosa disponibilità e vigorosa collaborazione di diversi Enti e di numerosi esperti che, appresso indicati, si ringraziano vivamente.

Gli obiettivi, le linee, gli interventi, i campi di azione e le interazioni fra gli Enti, sono stati individuati e predisposti in una serie di incontri nell'autunno 1991. Anzi, per poter più puntualmente attuare il programma dell'azione di monitoraggio, Commissione ed Esperti hanno convenuto di compiere una esauriente raccolta e una circostanziale revisione delle informazioni già note nella letteratura scientifica sul complesso ambientale della Tenuta, e quindi di effettuare, nei primi mesi del 1992, una preliminare campagna di sondaggi e di rilevamenti ad hoc.

In conclusione, il rapporto che si ha l'onore di sottoporre al Signor Presidente della Repubblica contiene in successione:

- alcune note sulla Tenuta;
- la sintesi e i commenti delle conoscenze finora disponibili sull'ambiente di Castelporziano;
- l'esposizione dei risultati della campagna preliminare di rilievi dell'inizio del 1992;
- il programma di indagini predisposte per il monitoraggio della Tenuta da effettuare secondo gli scopi e le modalità appunto riportati nella sezione quarta del rapporto.

IL PRESIDENTE DELLA COMMISSIONE
Gian Tommaso Scarascia Mugnozza

La Commissione consultiva è così composta:

- Prof. **Ervedo Giordano**
  Università degli Studi della Tuscia - Viterbo

- Prof. **Alessandro Pignatti**
  Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

- On.le **Arch. Fulco Pratesi**
  W.W.F. Fondo Mondiale per la Natura

- Prof. **G.T. Scarascia Mugnozza** (presidente)
  Università degli Studi della Tuscia - Viterbo

- Prof. **Silvano Toso**
  Ist. Nazionale della Fauna Selvatica - Ozzano dell'Emilia - Bologna

- Ing. **Aleandro Tinelli** (segretario)
  Segretariato Generale Presidenza della Repubblica

Hanno partecipato alla preparazione e realizzazione del programma di monitoraggio ambientale della Tenuta, coadiuvati dalla direzione e dal personale della Tenuta (in ordine alfabetico):

- Dott. **Ivo Allegrini** - CNR
- Dott. **Pietro Bacci** - ENEL
- Dott. **Matteo Baradà** - Ministero Marina Mercantile
- Dott. **Luciano Bramati** - ENEL
- Dott. **Gilberto Busuoli** - ENEA
- Sig.ra **Paola Candiloro** - ENEL
- Dott. **Francesco Cannata** - CNR
- Ing. **A. Bruno Della Rocca** - ENEA
- Dott. **Giuseppina Dowgiallo** - Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
- Dott. **Giovanni Emiliani** - Segretariato Generale Presidenza della Repubblica
- Dott. **Stefano Focardi** - INFS
- Prof. **Angelo Guerrini** - CNR
- Prof. **Fausto Manes** - Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
- Dott. **Angelo Marino** - ENEA
- Dott. **Sandro Merolli** - ENEA
- Dott. **Marina Monassi** - Ministero Marina Mercantile
- Prof. **Luciano Morselli** - Università degli Studi di Bologna e Ministero dell'Ambiente
- Ing. **Gianfranco Pedrocchi** - ENEL
- Sig.ra **Bruna Pittaro** - ENEL
- Prof. **Bruno Ronchi** - Università degli Studi della Tuscia
- Sig. **Raimondo Scintu** - ENEL
- Prof. **Paolo Sequi** - ISNP
- Ing. **Sandro Taglienti** - ENEA
- Ing. **Fausto Vitiello** - ENEA

La redazione del presente documento è stata curata dal Gruppo Ambiente dell'ENEL

Collaborano all'esecuzione del programma i seguenti Enti:

- SEGRETARIATO GENERALE PRESIDENZA DELLA REPUBBLICA
- MINISTERO AGRICOLTURA E FORESTE
- MINISTERO DELL'AMBIENTE
- MINISTERO DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA
- MINISTERO MARINA MERCANTILE - Ispettorato Difesa Mare
- AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI ROMA
- COMUNE DI ROMA
- UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BOLOGNA
- UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA "LA SAPIENZA"
- UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA - VITERBO
- ANAS
- CNR
- ENEA
- ENEL
- INFS - Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica
- ISNP - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
- W.W.F. - Fondo Mondiale per la Natura

SEZIONE 1
PREMESSE

1.1 Premessa [*]

La Tenuta Presidenziale di Castelporziano (vedi Allegato A) si estende alla periferia occidentale della Capitale sul sistema dunale compreso tra Ostia e Pratica di Mare a circa 20 km dal centro di Roma.
Presenta confini ben definiti e per gran parte del suo perimetro è delimitata da un muro di recinzione, da "macere" e da chiudenda in rete metallica. I suoi ingressi principali si trovano a Malafede, sulla via Cristoforo Colombo e a Malpasso, su una deviazione della S.S. n. 148 Pontina.
La Tenuta è situata in zona pianeggiante, contrassegnata nella fascia costiera da formazioni dunali scarsamente elevate (dune recenti), intervallate a zone depresse (lame), mentre il rimanente (duna antica) appare più movimentato; la parte più interna, in qualche caso con rilievi abbastanza pronunciati, sino a 85 m sul livello del mare è costituita da terreni di origine vulcanica e alluvionale.
L'intero territorio comprendente la Tenuta di Castelporziano, unitamente ad altre aree, è stato sottoposto a vincolo sulle bellezze naturali ai sensi della legge 20 giugno 1939 n. 1497, con decreto in data 21.10.1954 del Ministero della Pubblica Istruzione di concerto con il Ministero per la Marina mercantile.
L'ulteriore ampliamento del vincolo è stato imposto con D.M. 22 maggio 1985 e con la legge 8 agosto 1985 n. 431, mentre indicazioni sugli interventi sono inclusi nella Direttiva CEE del 27 giugno 1985.
La superficie complessiva della Tenuta risulta di ha 4.786,66 ricoperti in prevalenza da boschi (85,6%) costituiti dal querceto e bosco misto di latifoglie (48,4% per circa 2316 ha) con leccio, sughera, cerro, farnia e farnetto e dalla macchia mediterranea (13,2% per circa 634 ha).
Le pinete di Pino domestico occupano circa 687 ha (14,4%), le sugherete 461 ha (9,6%), mentre il resto è rappresentato da pascoli e seminativi, oltre a trascurabili presenze di pioppeti ed eucalitteti. Le aree con funzioni residenziali occupano circa 53 ha mentre 120 ha sono improduttivi.
Nel 1990 è stata accorpata a Castelporziano la adiacente Tenuta di Capocotta per complessivi 1300 ha circa, con caratteristiche ambientali simili.

---

[*] A Tinelli - Tenuta Presidenziale di Castelporziano

1.2 La precedente esperienza di monitoraggio ambientale nella tenuta di S. Rossore [*]

Tra le varie esperienze di studi e ricerche dedicate alle tenute gestite dalla Presidenza della Repubblica, sicuramente quella relativa alla "Degradazione della vegetazione della Tenuta di S. Rossore" risulta essere la più significativa ed emblematica. Un degrado iniziato negli anni 40, accentuatosi per tutti gli anni 50 e per i trent'anni successivi, ha colpito in modo sempre più esteso la vegetazione litoranea. La Commissione di studio, composta da qualificati esperti e suddivisa per gruppi di lavoro per tematiche era presieduta dal Prof. G. Tommaso Scarascia Mugnozza.
Furono presi in esame attraverso un'azione di monitoraggio ambientale i seguenti temi:

- Stato della vegetazione;
- Erosione del litorale e ricostruzione dei cordoni dunali;
- Fauna: le popolazioni degli ungulati;
- Caratteristiche dei suoli;
- Caratteristiche delle acque interne e costiere;
- Circolazione e qualità dell'aria;
- Composizione dell'aerosol marino.

---

[*] L. Morselli - Università degli Studi di Bologna - Ministero dell'Ambiente
A Tinelli - Tenuta Presidenzale di Castelporziano

Lo studio che portò alla compilazione e pubblicazione di diversi saggi, si concluse con una serie di proposte di tipo multidisciplinare dalla gestione dei boschi al controllo della fauna, dall'inquinamento alla fitotossicità delle sostanze presenti nell'acqua del mare, alle conseguenze dell'aerosol formatosi sulla vegetazione.
Le conclusioni della Commissione hanno messo in rilievo come uno tra i più rilevanti esempi di ecosistemi forestali sia stato sconvolto per il modificarsi di fattori ambientali in misura tale da vanificare le capacità di riequilibrio.
Se la gestione dei boschi e il controllo della fauna per le aree boscate (0,6-2,0 km dalla costa) non costituiscono oggetto di eccessiva preoccupazione, per il degrado della vegetazione delle fasce costiere non è pensabile una reversibilità del fenomeno in assenza di interventi esterni.
Per limitare l'erosione del litorale si suggerisce di ricostruire il cordone dunale, di consolidare le sabbie con vegetazione arbustiva oltre a interventi con l'aspersione di emulsioni per cementare le particelle sabbiose.
L'inquinamento delle acque, sia fluviali che marine, rientra nella casistica delle zone marine interagenti con aree a elevato indice di antropizzazione. La causa del degrado della vegetazione forestale sembra essere l'inquinamento provocato da aerosoli marini contenenti detergenti sintetici.
In conclusione è essenziale e prioritario, per un effettivo miglioramento dello stato delle fasce boscate litoranee, che il gravissimo fenomeno degenerativo in atto da oltre un trentennio sia arrestato rimuovendo i fattori responsabili e ponendo così in essere le condizioni per un graduale recupero del sistema "linea di costa-duna-cuneo di vegetazione", e per il ristabilimento fra tali elementi di quei rapporti che esistevano nelle fasi precedenti l'attuale degradazione.

SEZIONE 2

ATTUALI CONOSCENZE DELL'AMBIENTE DELLA TENUTA DI CASTELPORZIANO

2.1 Introduzione [*]

Nel programmare l'azione di monitoraggio ambientale della Tenuta ci si è posti subito il problema su quanto era già conosciuto dell'ecosistema Castelporziano, quali sistemi erano stati considerati e con quali approfondimenti. Ciò sarebbe stato utile per avere prime indicazioni, sviluppare programmi e colmare lacune con studi specifici o avanzamenti su altri già attivati.
Le ricerche scientifiche effettuate soprattutto negli ultimi 15 anni circa, e delle quali si ha riscontro nell'archivio della Tenuta, sono più di 120 e riguardano l'Archeologia, l'Ambiente, La Zoologia (fauna, entomologia, ornitologia), la Botanica (bosco, flora, micologia, agraria), la Geologia. Le pubblicazioni, i saggi e i documenti sono stati svolti da vari istituti ed enti in modo però non coordinato e quasi sempre senza avere un regime di continuità.
Sono esperienze originali che hanno portato a conoscenze via via più approfondite per alcuni aspetti quali quelli di botanica, forestali, agrosilvopastorali, mentre altri come microclima, contaminazione antropogenica, sono stati solamente approcciati.
Nella Sezione 2 vengono riportate schede riassuntive delle ricerche effettuate e raggruppate per tematiche di appartenenza. Le note riportano descrizioni generali introduttive e sintetizzano i risultati inediti ottenuti attraverso dati o loro elaborazione.
Questa raccolta di schede vuole essere una prima ricognizione su una disponibilità di materiale vasto sia come argomenti di natura interdisciplinare che come numero di pubblicazioni. In questo risulta essere un patrimonio, per alcuni aspetti inedito, che raccoglie parte degli elementi utili per un coordinamento delle ulteriori e più approfondite ricerche e, successivamente per approdare a un Sistema Informativo ambientale globale per il territorio esaminato.

---

[*] L. Morselli - Università degli Studi di Bologna - Ministero dell'Ambiente

2.2 Microclima [*]

Il clima dell'area di Castelporziano è mediterraneo, con forte influenza marina. In figura 2.1 viene riportato l'andamento della temperatura media mensile e della piovosità totale mensile, secondo BAGNOULS e GAUSSEN (1953). I dati sono stati forniti dalla Stazione Meteorologica interna alla Tenuta e si riferiscono al periodo 1981-1991. Nel periodo esaminato la temperatura media minima dei mesi più freddi (gennaio e febbraio) si aggira intorno ai 4°C e raramente scende al di sotto dello zero. La temperatura media massima raggiunge i valori più elevati nei mesi di luglio e agosto (30°C) e solo raramente si registrano massime assolute maggiori di 35°C. Le precipitazioni sono concentrate soprattutto in autunno e in inverno, con un massimo nei mesi di ottobre e novembre (valore medio 123,8 mm), mentre sono scarse in estate con un minimo in luglio (12,2 mm).

FIG. 2.1 - DIAGRAMMA PLUVIOTERMICO PER CASTELPORZIANO - MEDIA DEL PERIODO 1981-1991

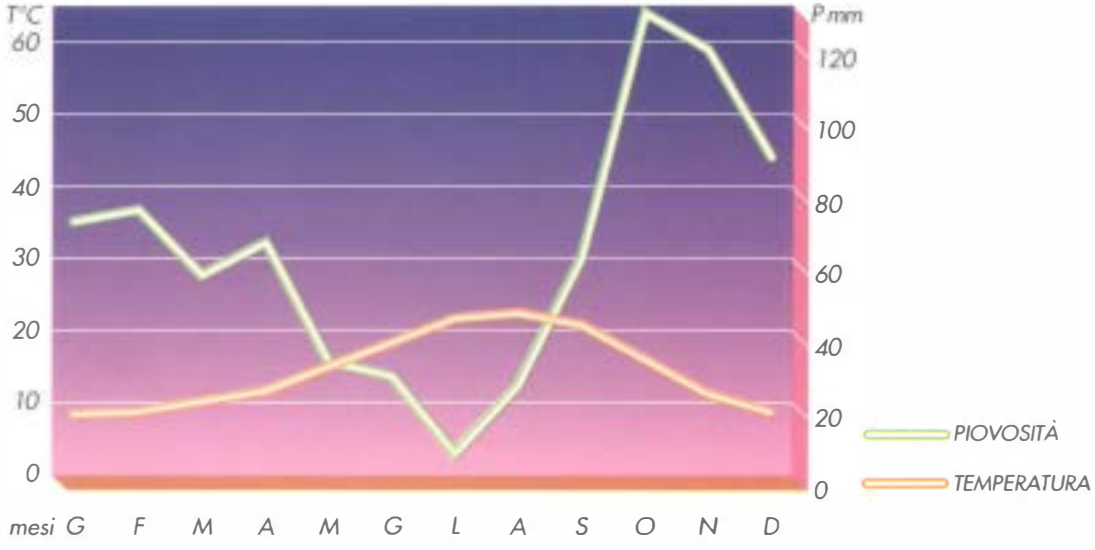
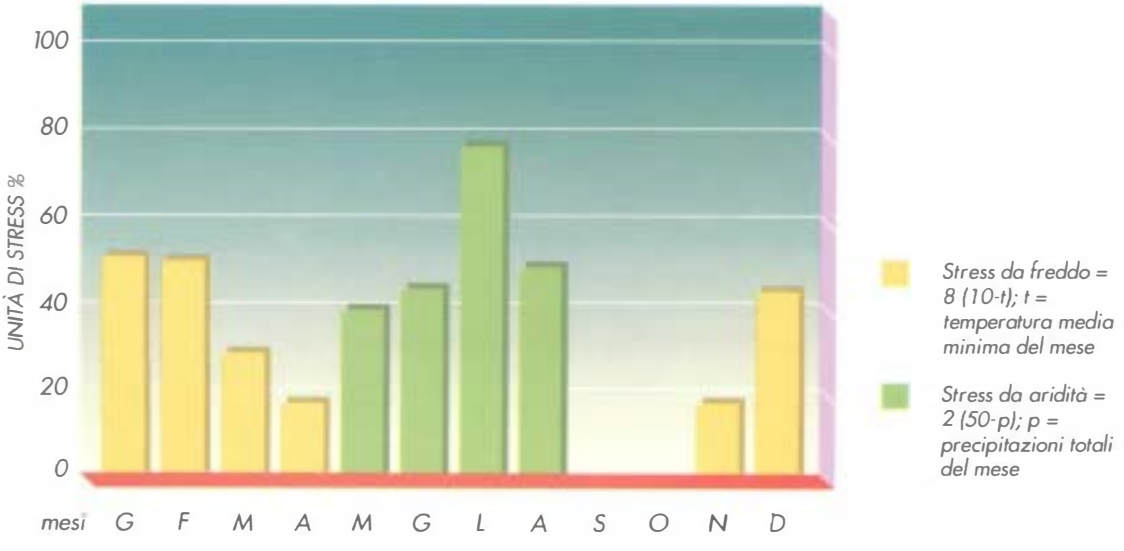


FIG. 2.2 - DIAGRAMMA DI STRESS PER CASTELPORZIANO - MEDIA DEL PERIODO 1981-1991



[*] A. Guerrini - CNR - Comitato per le Scienze e le Tecnologie dell'Ambiente e dell'Habitat

Il grafico riportato in figura 2.2 mostra lo stress da aridità e quello da freddo, secondo MITRAKOS (1982).
Sia lo stress da aridità che quello da freddo non raggiungono mai valori eccessivi (75,5 unità a luglio e 50,4 unità a gennaio). I mesi di settembre e ottobre non mostrano alcun tipo di stress.

2.3 Suolo [*]

Nel corso degli ultimi 15 anni il territorio della Tenuta di Castelporziano è stato oggetto di vari studi a carattere geologico e pedologico.

I) Nel quadro del "Piano degli interventi per la ristrutturazione e la salvaguardia dell'ambiente naturale del Tenimento di Castelporziano" (1977), fu effettuato uno studio geomorfologico e idrografico nel territorio della Tenuta che portò all'individuazione di 3 vaste aree ("Bacini").

- **Bacino A:** è il più esteso, in quanto ricopre i 3/4 della superficie totale della Tenuta; in esso affiorano le sabbie rossastre eoliche, più o meno cementate, ("duna antica") del Pleistocene superiore (Wurm I-II), che originariamente costituivano una serie di cordoni di dune pressoché paralleli alla linea di costa che sono stati con il tempo parzialmente spianati dagli agenti esogeni. Attualmente la morfologia è lievemente ondulata nella parte alta di questo Bacino (pendenza media circa 2,5%) e subpianeggiante nella parte bassa (pendenza 0,5%), con numerose depressioni interdunali ("piscine"), nelle quali si raccolgono periodicamente le acque meteoriche.
- **Bacino B:** ubicato nel settore N-NE, ha una morfologia collinare (quota max 80 m s.l.m.) ed è costituito da sabbie rossastre pleistoceniche impostate sui prodotti del Vulcano Laziale. In molte parti di questo Bacino, particolarmente sui versanti della valle del Fosso di Malafede, la forte erosione ha asportato del tutto le sabbie, mettendo in luce i materiali piroclastici (tufi grigi e pozzolane nere).
- **Bacino C:** è una fascia di forma trapezoidale estesa lungo la costa nella parte S-SW della Tenuta; essa comprende la spiaggia sabbiosa attuale, le dune recenti (Oloceniche) dette anche "tomboleti" e una serie di depositi lagunari o palustri (argille, limi, torbe) accumulati nelle depressioni interdunari.
  In occasione dell'elaborazione di questo Piano degli interventi, fu effettuato pure uno studio su alcuni suoli della Tenuta. In particolare furono scavati e analizzati 25 profili in 5 parcelle caratterizzate da formazioni vegetali particolarmente antropizzate (pineta, querceta e sughereta), con lo scopo di valutare l'eventuale influenza delle caratteristiche del suolo sulla crescita delle suddette specie vegetali. L'indagine ha messo in evidenza, tra l'altro, una scarsità di P_2O_5, K e N in questi terreni e una diminuzione della permeabilità degli orizzonti con l'aumentare della profondità.

II) Una descrizione dettagliata del territorio della Tenuta sotto il profilo geo-pedologico è riportata in GISOTTI e COLLAMARINI (1982), che erano stati incaricati, già nel 1976, di effettuare ricerche sui suoli di Castelporziano, da utilizzare come base alla elaborazione del "Piano economico dei boschi e dei pascoli" per il decennio 1978-87.
Gli Autori esaminarono una quarantina di profili, giungendo all'individuazione delle seguenti associazioni di suoli in rapporto alle unità geomorfologiche:

---

[*] G. Dowgiallo, A. Pignatti - Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La Sapienza" di Roma

1) aree prive di suolo, in corrispondenza della spiaggia sabbiosa attuale;
2) regosuoli, sulle dune recenti;
3) suoli lisciviati e suoli lisciviati a pseudogley sulla duna antica;
4) suoli bruni lisciviati sulle formazioni vulcaniche;
5) suoli alluvionali sui depositi alluvionali recenti.

Sulla base dei risultati di questa indagine, gli Autori fecero anche una serie di considerazioni sui rapporti suolo-vegetazione. In particolare, dall'esame delle caratteristiche dei profili esaminati, essi giunsero alla conclusione che le difficoltà per una rinnovazione naturale dei boschi nella Tenuta non dipendessero dalla situazione edafica - nonostante la scarsità di humus, P_2O_5, K e N di questi suoli e l'eccessiva compattezza dell'orizzonte argillico - bensì fossero più che altro da correlare con il forte carico di animali selvatici e l'assenza di cure colturali.

III) Nel 1986, su incarico dell'Assessorato alla Protezione Civile della Provincia di Roma, fu effettuato uno studio idrogeologico in località Valle del Renaro e nei pressi della Villa Presidenziale, con lo scopo di fornire indicazioni utili all'incremento dell'alimentazione idrica per alcuni impianti zootecnici ubicati nella Valle e per potenziare l'apporto idrico alla Residenza del Presidente. Nell'occasione, furono effettuati un rilevamento geologico generale della Tenuta, una indagine idrogeologica nelle aree interessate e inoltre alcuni sondaggi elettrici per individuare la profondità e l'andamento delle falde idriche.
In seguito a questo studio, venne consigliata l'esecuzione di un pozzo nella zona della Valle del Renaro, che dovrebbe incontrare le sabbie pleistoceniche a circa 25-30 m di profondità, sabbie che sono sede di una falda idrica.

IV) Nel 1988 lo studio pedologico di Gisotti e Collamarini venne integrato con le analisi di altri profili effettuate da VIGNA GUIDI e PAGLIAI (Istituto di Chimica del Terreno, CNR Pisa) e con una serie di osservazioni su carote di terreno da parte di DI LORETO et Al. (Servizio Protezione Civile, Amministrazione Provinciale di Roma), i cui risultati sono riportati nel "Piano di gestione dei boschi e dei pascoli" (1989).
Furono considerate in particolare quelle caratteristiche dei suoli che potevano maggiormente influenzare la rinnovazione naturale delle specie arboree. Le caratteristiche ritenute più rilevanti erano: il pH e il contenuto di sostanza organica dello strato superficiale, lo spessore del pedon, la compattezza e la scarsa permeabilità dell'orizzonte B.
A conclusione di questo studio, data l'estrema erodibilità dell'orizzonte superficiale di questi suoli, venne raccomandato, in vista di interventi selvicolturali, di ridurre al minimo il periodo di scopertura del suolo, al fine di evitare perdite irreversibili di fertilità.

V) Nel quadro di una ricerca geobotanica su alcune cenosi *Quercus cerris* nei dintorni di Roma (DOWGIALLO e VANNICELLI - 1989), sono state effettuate delle indagini pedologiche in quel settore della Tenuta dove sono presenti, appunto, queste cenosi. Una serie di profili effettuati in località Valle Renaro ha messo in evidenza che questo tipo di vegetazione si ritrova per lo più in corrispondenza di suoli bruni lisciviati, sviluppati su substrato vulcanico (tufi inferiori del vulcano laziale). Dalle analisi dei profili risulta trattarsi in genere di suoli profondi, subacidi e caratterizzati da una notevole capacità di ritenzione idrica e pertanto favorevoli allo sviluppo della Cerreta.

VI) Una recente indagine stratigrafica e sedimentologica effettuata su alcuni de-

positi della "duna antica" affioranti nell'area Castelporziano-Pomezia (MILLI, ZARLENGO - 1991) ha interessato marginalmente anche la Tenuta. Viene descritto infatti un affioramento localizzato sulla Via Cristoforo Colombo nei pressi dell'ingresso della Tenuta Presidenziale e l'esame di tale deposito ha rivelato caratteristiche ambientali differenti rispetto a quelle finora note. Infatti il deposito presenta delle facies che si possono riferire a un ambiente fluviale a "canali intrecciati", con una probabile rielaborazione di natura eolica.

2.4 Vegetazione [*]

Descrizione generale

La Tenuta di Castelporziano si trova in un punto di grande interesse vegetazionale, essendo situata all'incrocio fra i due grandi ecosistemi zonali dell'Europa meridionale: la lecceta e il querceto misto caducifoglio. Il bioclima è di tipo mediterraneo, però con carattere di transizione verso il bioclima centroeuropeo: media annua relativamente bassa, aridità estiva per lo più ridotta a due mesi o meno. Queste condizioni, relativamente inconsuete sulla costa mediterranea, assicurano una elevata diversità di flora e di comunità vegetali, nonostante la relativa uniformità dei substrati e la morfologia pianeggiante.

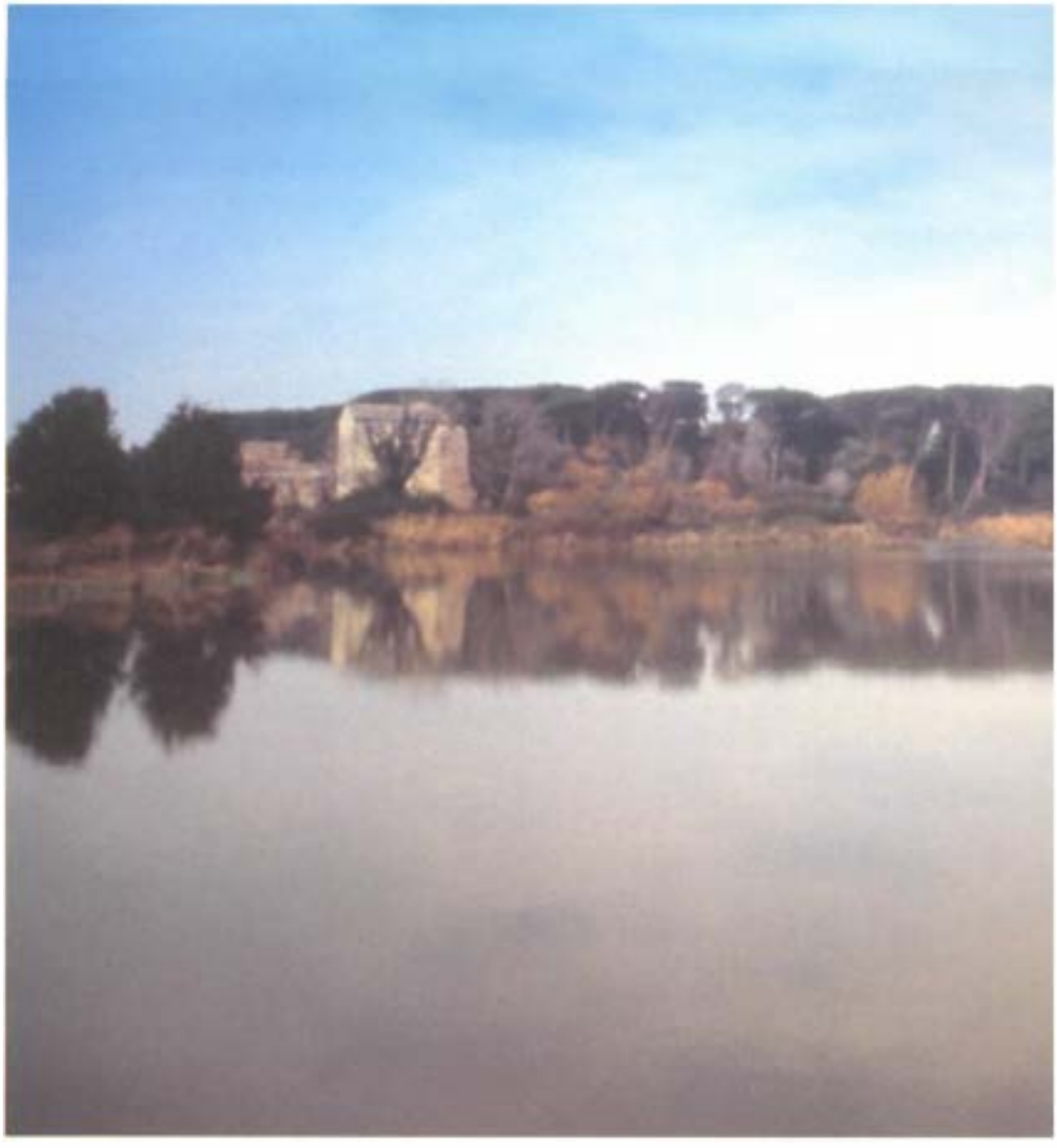
La flora di Castelporziano è particolarmente ricca: sono state finora censite circa 945 specie (ANZALONE, LATTANZI e LUCCHESE, 1991); a titolo di confronto si può ricordare che la flora delle Paludi Pontine di BEGUINOT riporta poco più di 1000 specie per un territorio di estensione circa 30 volte maggiore. Nella flora di Castelporziano vi sono numerose specie rare o comunque notevoli: alcune di queste sono molto localizzate, come *Maresia nana* e *Cardamine parviflora*, altre hanno a Castelporziano la stazione più meridionale del loro areale distributivo in Italia oppure (*Asparagus aphyllus*) l'estremo settentrionale.
Le comunità forestali a carattere zonale che si possono ritenere rilevanti per la comprensione delle peculiarità di Castelporziano sono:

- sul lato a mare la lecceta, consorzio forestale sempreverde con dominanza di leccio (*Quercus ilex*) accompagnato da *Arbutus unedo, Phillyrea media, Myrtus communis, Pistacia lentiscus, Smilax aspera, Asparagus acutifolius, Rubia peregrina, Hedera helix, Ruscus aculeatus;* è la vegetazione naturale potenziale delle coste mediterranee;

- sul lato interno il querceto misto a farnetto e cerro, caducifoglio, nel quale sono dominanti le querce (*Quercus frainetto, Quercus cerris*, più rare *Quercus robur* e *Quercus crenata*) alle quali si associano *Carpinus orientalis, Crataegus monogyna*, e talora elementi sempreverdi tra i quali *Quercus suber* e *Laurus nobilis;* è un consorzio a distribuzione prevalentemente balcanica.

Per effetto di antiche manomissioni della copertura arborea dovute a pascolo, fuoco, disboscamenti oppure messa a coltura, sono frequenti le stazioni nelle quali la vegetazione è ridotta a densi macchioni arbustivi alti in generale 5-7 m, spesso interrotti e con pratelli di specie erbacee annuali, su piccole superfici, ma in generale molto ricchi come flora.

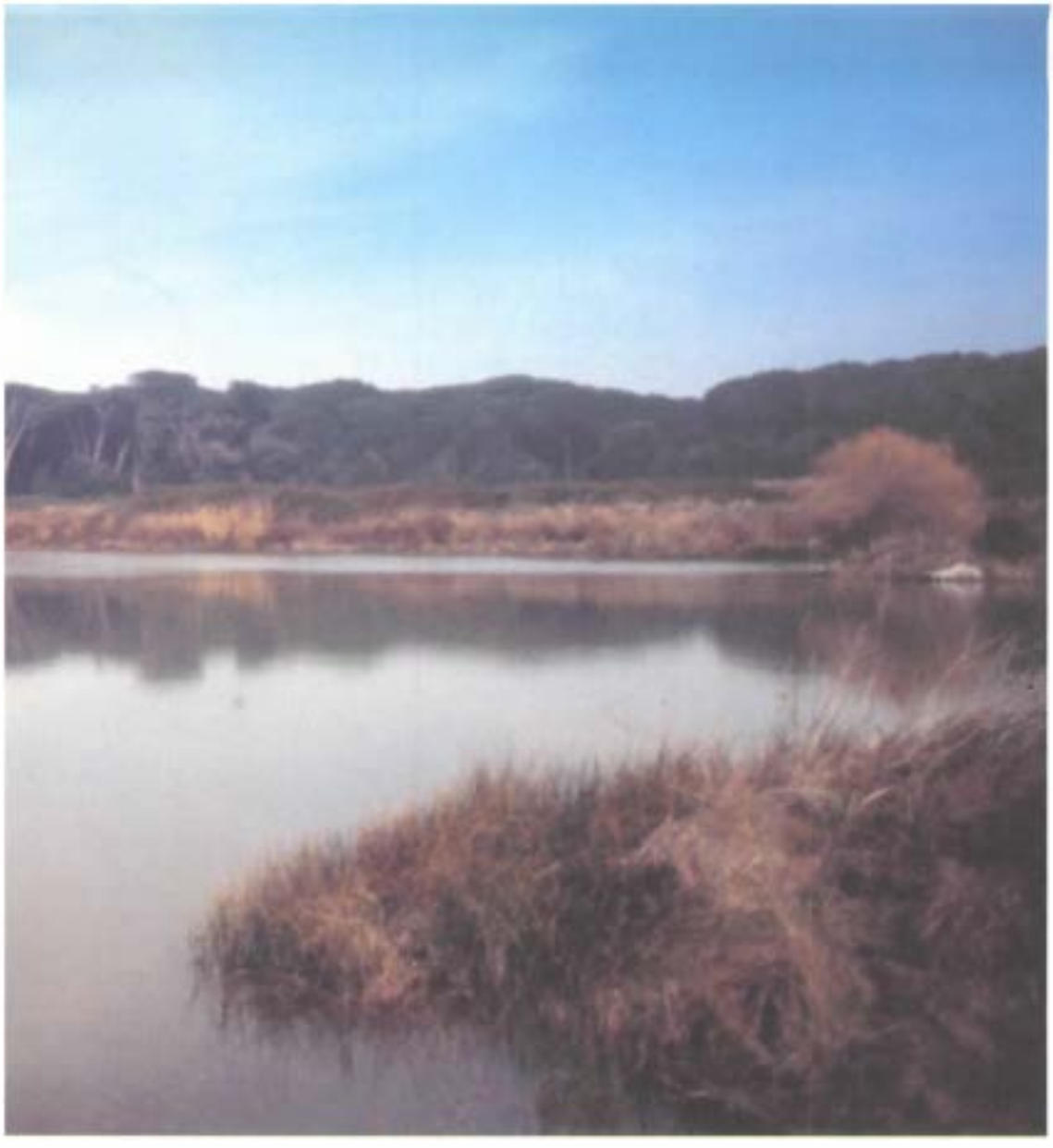
[*] A. Pignatti - Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La Sapienza" di Roma



Le piscine sono stagni in parte temporanei dovuti all'affioramento della falda freatica, un tempo assai estese soprattutto in primavera ma oggi molto ridotte a causa dei lavori di drenaggio e riempimento. Sulle sponde delle piscine e nelle piscine stesse si sviluppa una flora ricca di specie rare: piante dei suoli fangosi (*Juncus, Cyperus, Isoetes, Carex, Anagallis, Laurentia*) e degli ambienti sommersi. Anche la flora arborea, con stazioni naturali di *Ulmus minor, Fraxinus oxycarpa, Populus alba* presenta caratteri peculiari. Non minore è l'importanza delle piscine per il popolamento animale, soprattutto per l'avifauna, quindi le poche stazioni relitte di questo tipo vanno attentamente salvaguardate.

La vegetazione delle spiagge è sviluppata in maniera ottimale, dagli aspetti pionieristici di colonizzazione fino alla formazione della duna, la costituzione della macchia e la sua stabilizzazione in corsorzi durevoli sempreverdi con carattere di climax. Si tratta di ambienti gravemente degradati su tutte le sponde del Mediterraneo, il che conferisce interesse ancor maggiore alla testimonianza presente nella Tenuta. Inoltre le spiagge sono essenziali per il mantenimento della diversità faunistica.

Sulla flora e vegetazione crittogamica di Castelporziano le conoscenze sono piuttosto disomogenee:



ALGHE - presentano problemi interessanti, soprattutto per quanto riguarda il popolamento delle piscine, tuttavia manca uno studio aggiornato;

FUNGHI - il recentissimo lavoro di QUADRACCIA e LUNGHINI (1990) riporta una flora completa dell'area di Castelporziano, con 641 specie di funghi, delle quali 23 risultano nuove per l'Italia. Due nuove specie vengono descritte per questa località. Sulla base di questi dati Castelporziano risulta un'area con flora fungina particolarmente ricca;

LICHENI - il territorio è incluso negli studi di NIMIS et Al. (1986, 1988), che danno una descrizione praticamente completa ed esauriente. La flora lichenica di Castelporziano risulta particolarmente ricca, con parecchie centinaia di specie, tra le quali molte a distribuzione atlantica e oceanica. Per alcune di esse Castelporziano risulta l'unica località nota in Europa; una specie è stata descritta ex novo per questa località. La Tenuta dunque anche da questo punto di vista va considerata un biotopo di eccezionale valore scientifico;

MUSCHI - ricerche sono in corso, tuttavia ancora in uno stadio iniziale.

2.5 Patrimonio forestale [*]

L'area della Tenuta di Castelporziano è occupata per la parte maggiore da consorzi forestali del tipo del querceto misto a farnetto e cerro e sulla fascia costiera dalla lecceta. Aree minori sono occupate dai rimboschimenti a pini (più raramente eucalipti), dalla vegetazione di duna e dalle piscine, come pure dalle aree utilizzate come pascolo o seminativo. Una carta della vegetazione è stata pubblicata da BRUNO et Al. (1981), ma risulta di limitata utilità in quanto fino a oggi manca il fascicolo esplicativo della stessa.
In linea generale si può osservare che le condizioni della lecceta sono buone e le specie sempreverdi vi mostrano grande vitalità, mentre il bosco misto a farnetto e cerro si presenta in condizioni abbastanza disformi nelle varie particelle; si hanno infatti tre condizioni prevalenti:

a) bosco relativamente giovane con disseminati numerosi esemplari di querce ormai invecchiate, che formano uno strato superiore;

b) esemplari di querce invecchiate disseminate come in a), ma sotto dei quali si ha vegetazione disturbata per il pascolo con prevalenza di specie erbacee e piante eliofile tra le quali particolarmente fastidioso il rovo (*Rubus ulmifolius*);

c) vegetazione degradata a macchioni di sempreverdi (dominano *Phillyrea latifolia*, *Arbutus unedo* e *Erica arborea*) quasi impenetrabili e molto oscuri.

I numerosi esemplari di querce (*Quercus cerris*, *Quercus frainetto* e rare *Quercus crenata*) hanno dimensioni maestose e un'età che può esser stimata da circa due secoli fino a quattro secoli o più. Essi rappresentano un patrimonio prezioso, perché in Italia e probabilmente nell'intero bacino del Mediterraneo non esiste nulla di simile. Costituiscono dunque uno degli aspetti di maggior valore ambientale nella Tenuta. Va tuttavia osservato che essi hanno ormai raggiunto un'età molto avanzata e che la rinnovazione di queste specie è scarsa e a volte del tutto assente. È probabile che questa popolazione di querce vetuste sia il risultato di avvenimenti che risalgono ad alcuni secoli orsono. Nella seconda metà del sec. XVI, in connessione con vicende storiche illustrate da G. EMILIANI in "Tenuta di Castelporziano - Cenni storici" si ebbe un periodo di rinnovata espansione del bosco. In quest'epoca le condizioni ecologiche del sito erano differenti dalle attuali: quasi spopolato a causa della malaria, non si avevano attività agricole importanti né canali di drenaggio e tutto l'ambiente risultava molto più umido di quanto non sia attualmente. In particolare in primavera ampie aree dovevano essere permanentemente inondate creando condizioni favorevoli allo sviluppo delle specie caducifoglie. Oggi la situazione è cambiata e risulta più favorevole al leccio che al cerro e al farnetto. Il compito di assicurare il mantenimento di questa vegetazione risulta dunque il principale problema ecologico della Tenuta.
Nell'ambito della tenuta di Castelporziano si ha ancora un'importante presenza del pino domestico (*Pinus pinea*) che in popolamenti compatti, in gruppi oppure in filari copre circa 1/6 della superficie totale. Si tratta di una presenza importante dal punto di vista economico (legno, pinoli) e paesaggistico, che costituisce uno degli aspetti più caratterizzanti della Tenuta. Va tuttavia tenuto presente che il pino nella zona di Roma, e più in generale in Italia, non è spontaneo, quindi

---

[*] E. Giordano - Università della Tuscia - Viterbo
A. Pignatti - Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La Sapienza" di Roma

come specie introdotta presenta problemi di inserimento nell'ambiente naturale.

Va infine sottolineata l'intima fusione esistente in alcune zone della Tenuta fra vegetazione naturale e manufatti di interesse archeologico. Nella Grotta di Piastra ad esempio la lecceta climatogena è impiantata direttamente sopra i ruderi di ville romane. Queste sono state abitate fino al IV secolo almeno; il successivo processo di interramento, pedogenesi e successione vegetazionale ha certamente richiesto altri 3-4 secoli e le prime mappe del sec. XVI già riportano l'esistenza della foresta in questo punto. Siamo dunque di fronte a un processo storicamente databile di ripopolamento spontaneo di un'area urbanizzata. Un fenomeno unico in Europa e nel Mediterraneo, che trova riscontro solo con le tracce della civiltà Khmer in Cambogia e dei Mayas nello Yucatan.

Ecofisiologia della vegetazione

Durante questi anni il lavoro di ricerca ecofisiologica svolto nella zona ha portato a numerosi risultati che contribuiscono a chiarire alcuni problemi fondamentali della vegetazione più diffusa nel Bacino Mediterraneo e più in generale negli ecosistemi mediterranei. Gli studi sono stati concentrati principalmente su due aspetti: 1) Relazioni clima-vegetazione; 2) Dinamica di comunità.

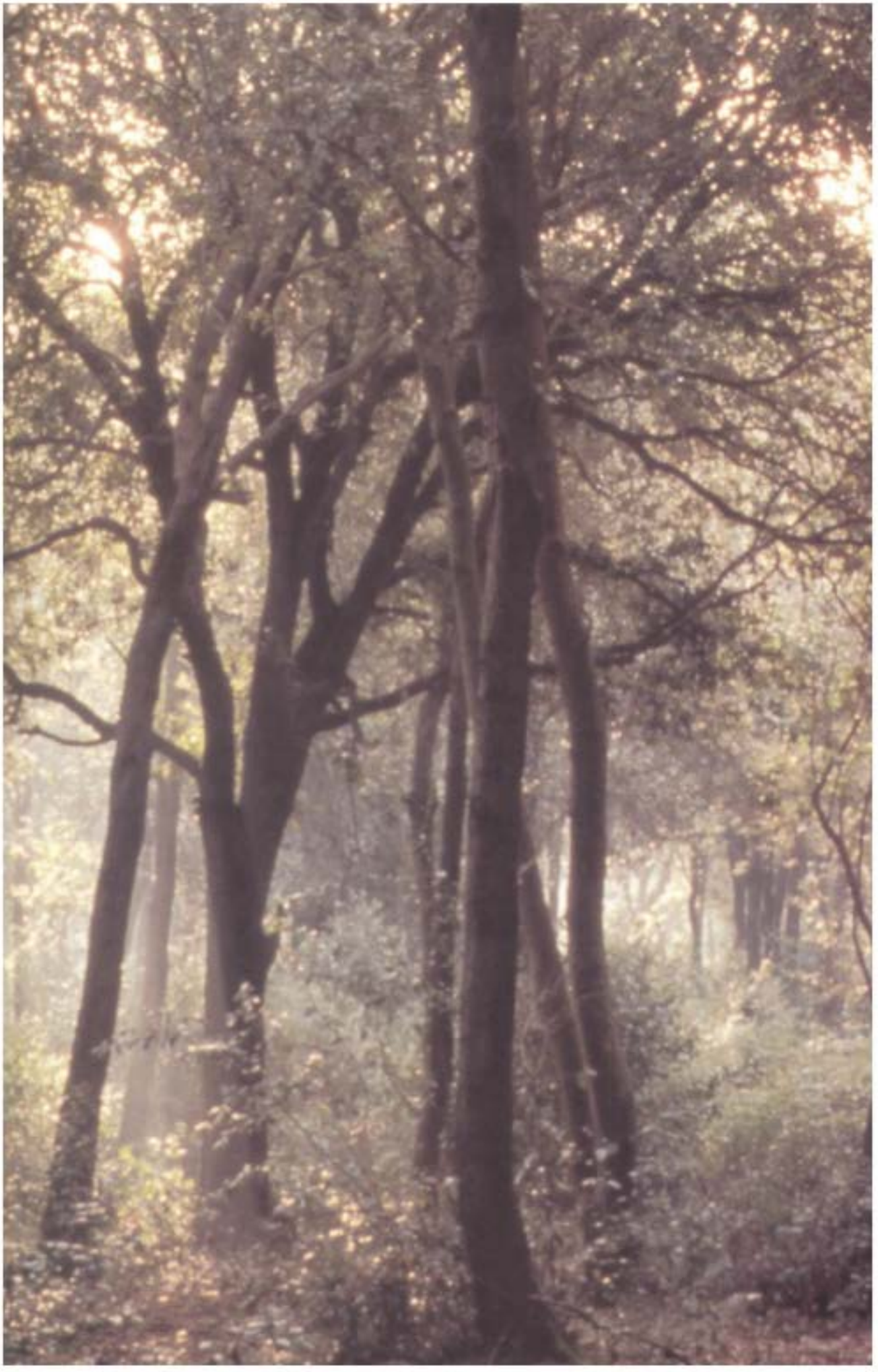
1) Sono stati studiati gli adattamenti strutturali e funzionali di specie sempreverdi, decidue e semidecidue, all'aridità estiva che, insieme alla povertà dei nutrienti, rappresenta uno dei più significativi fattori limitanti per la vita dei vegetali.

   L'attività di crescita annuale è stata correlata:
a) alla sequenza fenologica e all'uso dell'acqua e dei nutrienti;
b) al bilancio idrico e allo sviluppo di strategie di resistenza al deficit idrico.

a) L'indagine fenomorfologica evidenzia che le specie mediterranee modulano l'attività di crescita in risposta all'aridità in tre modi differenti:
- specie sempreverdi sclerofille (*Pistacia lentiscus, Phillyrea media, Arbutus unedo, Ruscus aculeatus*) che erano ritenute tolleranti l'aridità, in realtà limitano l'attività di crescita a un breve periodo prima che l'aridità sopraggiunga in estate; altre specie sempreverdi (*Quercus ilex, Erica arborea, Smilax aspera*) hanno un periodo di crescita più lungo: bloccano l'attività di crescita durante il periodo arido ma la riprendono dopo le prime piogge di settembre;
- specie decidue-estive (*Calicotome villosa*) che evitano completamente l'aridità, hanno due periodi di crescita interrotti da una fase estiva con completa assenza di foglie;
- specie semi-decidue (*Cistus monspeliensis*) con foglie mesofitiche e dimorfiche crescono durante tutto l'anno, non bloccando completamente la loro attività né durante il periodo arido né durante il periodo freddo; la biomassa da esse prodotta nell'arco dell'anno è notevolmente superiore (doppia) a quella di tutte le altre specie considerate.

  Ogni specie presenta il massimo di azoto fogliare prima dell'inizio dell'attività riproduttiva e il massimo contenuto di carbonio alla fine dell'attività vegetativa. I minimi valori di potenziale idrico vengono registrati in estate (luglio, agosto) in tutte le specie in corrispondenza dell'arresto e rallentamento della crescita.

b) Le variazioni stagionali del bilancio idrico e le strategie di resistenza all'aridità hanno evidenziato nette divergenze non solo tra sempreverdi sclerofille e semide-



cidue mesofitiche ma anche nell'ambito della stessa forma di crescita. Le sclerofille latifoglie (*Arbutus unedo, Phillyrea media*) si distinguono dalle sempreverdi ericoidi (*Erica multiflora*) per il breve periodo (due mesi) di crescita durante il quale si completa l'ontogenesi fogliare. Esse evitano lo stress dell'aridità grazie alla rapidità con la quale il modulo elastico (calcolato dalle isoterme Pressione/Volume come rapporto tra le variazioni della pressione di turgore e le perdite di acqua simplasmica) raggiunge valori elevati conferendo alla parete cellulare una marcata rigidità. Una parete rigida consente di abbassare notevolmente il potenziale netto fogliare e recuperare rapidamente acqua dal suolo non appena si verifichi una piccola perdita di acqua simplasmica. Al contrario le specie ericoidi tollerano lo stress idrico, come dimostra la lunga attività vegetativa, le notevoli quantità di acqua simplasmica perduta prima di abbassare il potenziale e soprattutto i bassi valori di potenziale raggiunto. Le specie semidecidue (*Cistus monspeliensis, Cistus incanus, Cistus salvifolius*) presentano una differenziazione strutturale (dolicoblasti, brachiblasti) cui corrisponde una differenziazione funzionale: esse evitano lo stress perdendo una gran parte della superficie traspirante (50%) -le foglie emesse in primavera- tollerano lo stress superando il punto di incipiente plasmolisi con le foglie prodotte all'inizio dell'estate. La perdita del turgore non incide su queste foglie, perché esse cadono alla fine dell'estate, ma consente di abbassare il potenziale e mantenere i livelli di idratazione sufficienti alla crescita delle foglie che vengono prodotte nel periodo arido (luglio) sui rami terziari.

2) Le caratteristiche ecofisiologiche (produttività netta, bilancio carbonico, ciclizzazione dei nutrienti attraverso l'humus e traslocazione nei tessuti fotosintetici, bilancio idrico) di specie con differenti strategie competitive sono state studiate negli stadi iniziali e finali della serie dinamica che conduce al *Quercetum ilicis*. Le specie pioniere dopo il taglio (*Plantago lanceolata, Geranium molle*) sono più produttive delle specie mature del bosco (*Quercus ilex, Quercus suber, Phillyrea media*) e hanno tassi di respirazione più elevati; al contrario le specie erbacee che crescono su sabbie molto povere (*Tuberaria guttata, Hypochoeris achyrophorus*) in seguito a incendi ripetuti, considerate ugualmente colonizzatrici, in realtà dal punto di vista ecofisiologico non si comportano come tali: presentando tassi fotosintetici molto bassi e nutrienti molto scarsi esse non possono arricchire l'ambiente e consentire un recupero del suolo e della vegetazione verso stadi più maturi. In questa serie degradativa il *Cistus monspeliensis* e il *Cistus salvifolius* sono le specie più produttive.
Gli stadi finali della serie *Quercetum ilicis* e *Lathyro-Quercetum cerris* sono stati confrontati su base ecofisiologica per evidenziare quale dei due climax risulti favorito dalle condizioni climatiche mediterranee. In una situazione di ecotono le specie sempreverdi (*Quercus ilex, Quercus suber, Arbutus unedo, Pistacia lentiscus, Phillyrea media, Laurus nobilis*), risultano sfavorite dall'aridità, meno produttive sia in primavera che in estate rispetto alle caducifoglie (*Quercus cerris, Acer campestre, Carpinus orientalis*).
Tra le specie sempreverdi *Laurus nobilis* e *Quercus suber* risultano le più efficienti nell'uso dell'acqua pur non avendo il più elevato grado di sclerofillia fogliare, indicando che la sclerofillia non è correlata al risparmio idrico in situazioni di aridità.

Ricerche sulla rinnovazione naturale delle querce

Il Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse dell'Università della Tuscia ha avviato già da alcuni anni lo studio delle modalità con cui le querce

presenti nella Foresta di Castelporziano si rinnovano naturalmente e dei principali fattori biotici e abiotici che ne regolano il processo. Negli ultimi decenni, infatti, estese trasformazioni ambientali a carico del territorio circostante la Foresta, unite a un progressivo invecchiamento dei soprassuoli di querce, hanno accompagnato l'instaurarsi di situazioni di carenza della rinnovazione delle specie quercine per le classi più giovani. Si è, quindi, ritenuto necessario avviare approfondite ricerche a lungo termine che consentano di caratterizzare i meccanismi biologici che sono alla base del processo di rinnovazione naturale e di mettere in rilievo l'influenza esercitata da importanti fattori ambientali quali la carenza idrica, la fauna, l'ombreggiamento del sottobosco e delle piante adulte e la competizione intra e interspecifica.
Le osservazioni sulla risposta di semenzali di 1-5 anni di età, di *Quercus cerris* e di *Quercus robur* al deficit idrico del terreno sono state condotte in pieno campo e in vivaio, per la durata di una intera stagione vegetativa. In bosco, è stato posto a confronto lo stato idrico dei semenzali cresciuti in particelle sottoposte a diradamento e ripulitura del sottobosco con aree dove non erano stati effettuati interventi silvicolturali.
Nelle prime il potenziale idrico di base dei semenzali non è mai sceso al di sotto di -20 bars nonostante l'andamento particolarmente secco dell'estate del 1988; mentre nelle aree non trattate e dominate da cespugli di erica e carpino il potenziale è sceso fino a -50 bars, valori che indicano condizioni di stress particolarmente rischiose per la sopravvivenza della rinnovazione.
In vivaio, inoltre, sono stati messi in relazione l'accrescimento e gli scambi gassosi di semenzali di cerro con diversi livelli di stress idrico imposti artificialmente.
Per ricostruire la storia delle trasformazioni ambientali cui è andata incontro la Foresta di Castelporziano sono state effettuate indagini dendrocronologiche su circa dieci alberi di farnia e cerro di età variabile fra 100 e 150 anni, raccolti in punti diversi della Foresta. È stato possibile verificare che a partire dal decennio 1940-50, in corrispondenza di estesi lavori di bonifica idraulica della Tenuta, tutti gli alberi esaminati hanno presentato un marcato declino dell'accrescimento diametrale non spiegabile se non ipotizzando una riduzione delle risorse idriche disponibili per l'attività vegetativa delle piante.
Nel 1988 sono state analizzate le condizioni vegetazionali di 170 aree di saggio, con i risultati seguenti:

1) la rinnovazione delle querce non sembra sia legata a una particolare composizione della vegetazione;

2) l'effetto dello stress idrico, certamente sensibile, non va sopravvalutato e si esclude sia la causa principale della morìa delle giovani plantule;

3) le plantule si sviluppano solamente in condizioni ottimali di luce, cioè con ombreggiamento parziale, mentre non riescono a svilupparsi quando la luce sia troppo intensa (strato arboreo assente) oppure troppo scarsa (bosco denso).

Queste conclusioni sono basate sull'elaborazione statistica dei dati raccolti e risultano in accordo con le osservazioni del prof. BARNESCHI sulla rinnovazione della sughera. Va aggiunto che tale fenomeno è migliore sotto piante giovani di cerro e farnetto, più scarsa sotto le piante vetuste, sempre a causa della luce troppo scarsa che raggiunge il terreno.
Sembra dunque di poter concludere che la scarsa rinnovazione delle querce caducifoglie a Castelporziano non debba esser attribuita a eventi irreversibili di degrado ambientale, ma piuttosto al fatto che il bosco ha ormai raggiunto una fase di senilità, alla quale si aggiungono varie concause come l'aridità, gli attacchi di parassiti ecc.. Siamo dunque di fronte a un fenomeno naturale, al quale si può pensare di trovar rimedio con adeguati interventi di carattere silvicolturale.

Per lo studio della biologia della rinnovazione delle querce e dell'effetto degli ungulati, sono state realizzate nel corso dell'inverno 1989-90 circa 20 aree di saggio in forma di transect, in diversi ambienti della Foresta.
In queste aree si stanno studiando in dettaglio la produzione e la disseminazione delle ghiande di cerro, farnia e farnetto; la loro germinazione, la sopravvivenza dei semenzali nei primi anni di vita e la loro interazione con fattori quali l'ombreggiamento delle piante madri, la competizione con la vegetazione erbacea e arbustiva, l'effetto del pascolamento di ungulati.

2.6 Patrimonio faunistico (*)

Molte ricerche sono state attivate negli ultimi anni sulle popolazioni faunistiche della Tenuta.
Tra le varie tematiche oggetto di indagine indichiamo sinteticamente le seguenti:

1) Miglioramento delle tecniche di censimento della popolazione di daino (*Cervus dama*). Sono stati effettuati due tipi di studio.

(*) S. Focardi, S. Toso - Istituto Nazionale Fauna Selvatica
A. Tinelli - Tenuta Presidenziale di Castelporziano

a) Uno studio di fattibilità dell'uso della fotografia aerea all'infrarosso termico per il censimento di ungulati. Si è visto come un'opportuna combinazione di strumentazione, tecnica di volo e di favorevole situazione nella distribuzione spaziale degli animali possa consentire, almeno su aree limitate, l'effettuazione di censimenti aerei.

b) Durante uno studio effettuato negli anni 1990-91 sono stati riconosciuti individualmente tutti i maschi adulti di età superiore ai quattro anni circa (palanconi) durante il periodo riproduttivo. Il conteggio ha consentito di valutare un indice di sottostima da applicarsi ai risultati dei censimenti primaverili che ha consentito di valutare la popolazione reale come doppia di quanto stimato del censimento stesso. Queste osservazioni hanno inoltre permesso di descrivere esattamente la temporizzazione della riproduzione del daino in Tenuta.

2) Selezione di habitat e ritmi di attività degli ungulati. Sono stati effettuati due studi la cui analisi è attualmente in corso.

a) Un ciclo annuale di osservazioni sui ritmi di attività a breve termine attraverso l'uso delle tracce lasciate dagli animali.

b) Una analisi della distribuzione delle 4 specie di ungulati mediante osservazioni standardizzate da altane o da percorsi nelle aree della Tenuta non osservabili dalle altane.

3) Studio dell'impatto della comunità di ungulati sulla vegetazione. Sono state definite 7 aree di saggio posizionate negli ambienti principali della Tenuta e sono stati effettuati due cicli annuali di osservazioni nel 1988-89 e nel 1990-91. I risultati rivelano nette variazioni fenologiche nell'uso delle diverse fonti trofiche che possono essere messe in relazione alle variazioni stagionali della qualità delle diverse specie vegetali e indicano come nella

maggior parte degli ambienti studiati l'impatto maggiore venga assorbito dallo strato arbustivo (rovo, leccio e fillirea). Inoltre gli indici di utilizzazione variano notevolmente nei vari ambienti, indicando che il carico reale non si distribuisce uniformemente sul territorio della Tenuta.

4) Analisi della qualità del foraggio. Relativamente al daino vengono effettuate (a partire dall'estate 1991) analisi della digeribilità in vitro degli alimenti disponibili. I risultati permetteranno di valutare - in maniera più chiara di quanto consenta l'analisi di cui al punto 3) della presente relazione - l'importanza trofica delle varie specie vegetali e consentiranno di fornire stime della capacità portante dei vari ambienti.

5) Studio etologico sul comportamento alimentare e sociale del daino. Questo studio ha come scopo di raffinare le informazioni sul consumo alimentare raccolte a livello di popolazione (punti 3 e 4) definendo la strategia che viene utilizzata nella scelta alimentare sia per quanto riguarda la dieta sia per ciò che concerne il comportamento spaziale durante l'alimentazione (in termini di scelta del micro-habitat e di selezione dei tempi di permanenza nei micro-habitat), valutando quali siano gli effetti dei parametri ambientali sul livello di aggregazione di questa specie. Si noti peraltro che la forte tendenza gregaria del daino può avere importanti conseguenze sia sul diverso carico osservato nei vari ambienti sia sul livello di competizione con le altre specie di cervidi.

6) È stato avviato un piccolo programma di raccolta dei dati biometrici dei capi abbattuti e della valutazione sanitaria degli stessi. Risultati preliminari delle analisi indicano un buono stato generale delle condizioni sanitarie dei daini.

7) Utilizzazione di cassette nido per favorire la nidificazione di passeriformi. Le cassette sono state disposte nel farneto e nella pineta a cura della SROPU (Società Romana Protezione Uccelli) di Roma. Queste sono state utilizzate da cinciarelle e cinciallegre con un tasso globale del 58%.

8) La stazione di inanellamento di Castelporziano ha partecipato, per la sua collocazione costiera, al programma di ricerca "piccole isole" curato dallo schema di inanellamento dell'INFS, per lo studio della migrazione primaverile trans-mediterranea. In totale nel 1990 sono stati inanellati complessivamente 753 esemplari.

9) Ogni anno vengono effettuati i censimenti degli anatidi nell'ambito del programma IWRB (International Waterfowl Research Bureau). I conteggi di gennaio danno risultati molto simili dal 1982 con totali di 150 esemplari, principalmente alzavole.

10) Sulla base di una raccolta annuale di borre di barbagianni è stata effettuata una vagliatura dei piccoli roditori presenti nella Tenuta che ha portato all'identificazione (dati ancora incompleti) di 9 specie.

11) Ricerche sulla distribuzione spaziale delle tane di istrice e tasso sono state effettuate negli anni passati. Tali studi permettono di valutare approssimativamente la dimensione della popolazione delle due specie.

12) Nel 1990-91 è stato effettuato uno studio, ancora in corso, sulla nidificazione della poiana nella Tenuta, relativamente al suo comportamento ali-

mentare e alla biologia riproduttiva.

13) Dal 1991 è in corso un programma pluriennale per la reintroduzione del gufo reale, specie un tempo nidificante nella Tenuta. Un esemplare giovane, rilasciato nel 1991 continua a mantenere la sua originale area familiare all'interno della Tenuta.

Molti lavori sono stati pubblicati o comunque disponibili su argomenti riguardanti la Tenuta di Castelporziano, così da permettere un notevole approfondimento su vari gruppi; sono rari invece i lavori sintetici e di carattere generale. In particolare i principali gruppi zoologici trattati sono:

- Roditori
- Uccelli
- Triturus
- Pesci (soprattutto Gambusia)
- Tafani e zecche (in collegamento alla fauna di ungulati)
- Libellule
- Odonati Zigotteri
- Cladoceri
- Copepodi

e vi è anche uno studio comparativo tra indici vegetazionali e indici zoocenotici.

2.7 Pascoli naturali e colture agrarie (*)

I terreni utilizzati per le colture agrarie e gli allevamenti sono circa il 10% dell'intera superficie territoriale della Tenuta. Essi sono articolati in quattro corpi principali: area delle "Terre a mano", con una estensione di circa 350 ha, di cui 150 ha a bosco; area di "Grotta Romagnola", circa 70 ettari, di cui 30 a macchia; area del "Castello"

(*) F. Cannata, G. Olimpieri - CNR - Istituto per l'Agroselvicoltura, Porano (TR)

della "Santola" che occupa circa 180 ha, di cui 30 a bosco e a macchia.
Dal punto di vista pedologico e morfologico i terreni sono disformi, i terreni agrari che ne derivano hanno differenti caratteristiche fisico-chimiche. Sono dotati di buona fertilità e capacità idrica nel fondovalle e negli impluvi mentre la fertilità è scarsa nelle parti collinari. Importantissimi sono gli aspetti idraulici e di sistemazione superficiale e, conseguentemente, le tecniche di lavorazione. A situazioni di forte ristagno nelle parti pianeggianti si contrappongono aspetti erosivi sulle fasce collinari.
Negli ultimi anni nelle zone pianeggianti è stato effettuato il ripristino dei canali di scolo e il rifacimento del fosso di Malafede ottenendo un miglioramento sia pure parziale, del sistema generale di sgrondo. Nella sovrastante area collinare è stato eseguito, su circa 25 ha, un intervento di drenaggio sotterraneo e di sistemazione superficiale con benefici effetti sia sui fenomeni erosivi che di ristagno.
L'area della "Santola" si presenta più omogenea ed è interessata da suoli lisciviati su duna antica con alte percentuali di limo e sabbia, con pH tendenzialmente acido-subacido. Essa presenta maggiori limiti produttivi.
Anche in questa area, da sempre caratterizzata da difficoltà di sgrondo, è stato realizzato un intervento di drenaggio sotterraneo con lieve modellamento superficiale a cui sono seguiti apporti di ammendanti, per spostare il pH verso valori prossimi alla neutralità.
I terreni circostanti il "Castello" sono pedologicamente più vicini a quelli della "Santola", ma trattandosi di pascoli consolidati, creano minori problemi agronomici.
L'ordinamento produttivo della Tenuta è di carattere estensivo e come tale si inserisce perfettamente in una situazione di generale armonia ambientale con le altre componenti vegetazionali ed animali.
Gli ordinamenti colturali dei seminativi sono diversi per l'area delle "Terre a mano" e della "Santola".
Nei terreni della "Santola" dopo i recenti lavori di sistemazione e di miglioramento fisico-chimico, alle tradizionali colture cerealicole alternate a leguminose annuali ed erbai autunnali sono stati affiancati prati monofiti per la produzione di fieno e seme di erba medica nonché veccia e lupino.

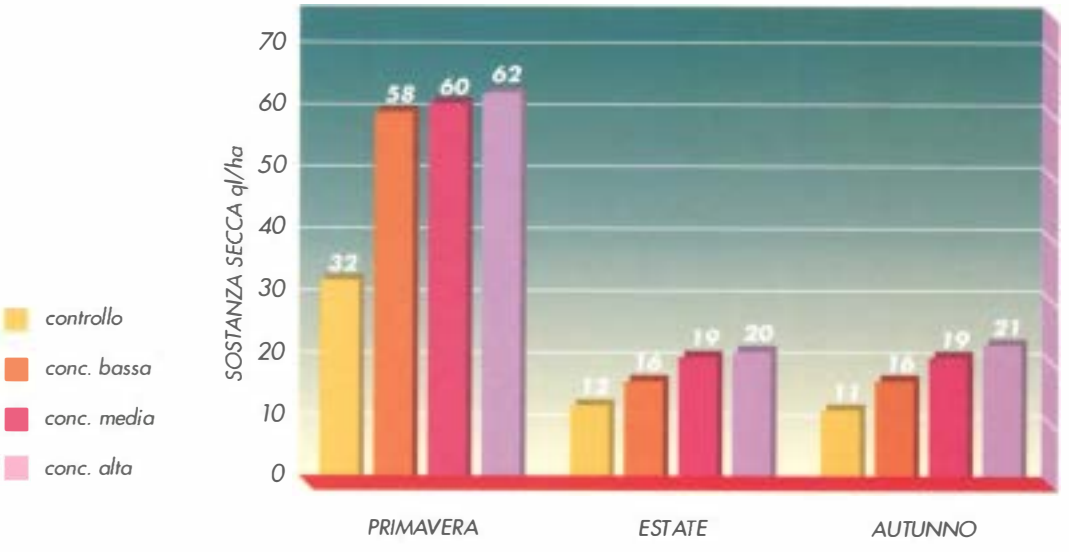
Nell'area delle "Terre a mano" prevalgono i pascoli; essa è ripartita in tre settori opportunamente recintati e fra loro intercomunicanti. Ciascun settore è di circa 120 ettari di cui il 30% è rappresentato da terreni pianeggianti e il rimanente 70% da zone collinari, da aree marginali e da boschi. I tre settori confluiscono verso il centro zootecnico della "Valle del Renaro" dove il bestiame è sottoposto alle ordinarie cure di governo, controllo sanitario e produttivo.
L'attuale ordinamento colturale delle "Terre a mano" prevede in avvicendamento un terzo della superficie a prato monofita (medica), un terzo a colture cerealicole e un terzo a pascolo.
L'Area di "Grotta Romagnola" è collegata con il centro zootecnico di "Valle del Renaro" ed è destinata esclusivamente al pascolo brado del bestiame su prati oligofiti di recente impianto.
Le "Rimesse del Castello" vengono utilizzate soltanto per il pascolo e sono formazioni vegetali derivate dall'inerbimento naturale di precedenti seminativi. L'attività di ricerca e sperimentazione condotta dall'Istituto per l'Agroselvicoltura dal 1984 al 1990 ha riguardato principalmente i pascoli seguendo tre linee operative:

- Lo screening di ecotipi nazionali e importati, di foraggere da prato-pascolo per verificarne l'adattabilità e la produzione nell'ambiente pedoclimatico di Castelporziano.
  Sono state saggiate in località Malpasso 9 specie con 20 ecotipi e 4 miscugli, utilizzando uno schema sperimentale a blocco randomizzato.
- L'analisi della risposta produttiva e l'evoluzione floristica alla concimazione fosfo-azotata dei pascoli nella rimessa "Castello".
  Scopo della sperimentazione è stato quello di verificare l'incremento quanti-qualitativo e la distribuzione stagionale del pascolo sottoposto a 3 livelli di concimazione (anche in relazione all'andamento climatico) nonché studiarne la composizione floristica. Per tale indagine si è utilizzato uno schema a blocco randomizzato con tre repliche e parcelloni di m 3x3.
- Il controllo delle infestanti effettuato utilizzando speciali apparecchiature

per il trattamento localizzato al fine di limitare al massimo i composti di sintesi colpendo direttamente l'infestante.
Da queste ricerche è emerso che gli ecotipi selezionati in Italia (*Dactylis glomerata* Var. Cesarina, *Festuca arundinacea* Var. Sibilla) forniscono le più elevate rese produttive e di durata del cotico erboso. Una buona scalarità nella produzione si ottiene con l'uso di ecotipi tardivi e precoci. I miscugli con poche essenze hanno confermato le migliori risposte produttive.

La produzione di sostanza secca delle tesi concimate con il livello più basso è quasi doppia rispetto al testimone non concimato, mentre le dosi più elevate non hanno dimostrato incrementi produttivi di rilievo (Fig. 2.3).
Altresì è da notare la determinante influenza del clima primaverile e in particolare della pioggia, che concentra nel periodo primaverile circa 2/3 dell'intera produzione annua.
Per il diserbo localizzato sono stati ottenuti buoni risultati e ripetendo per un biennio il trattamento si ottiene un controllo completo.
Questi risultati sono stati acquisiti dalla direzione della Tenuta che li ha trasferiti nella gestione dei prati-pascolo.

FIG. 2.3 - CASTELPORZIANO - LOC. CASTELLO
PRODUZIONE MEDIA DEI PASCOLI DI SOSTANZA SECCA DEL PERIODO 1985-1990



2.8 Patrimonio zootecnico (*)

Attività sperimentali di carattere zootecnico per la salvaguardia e la valorizzazione del bestiame maremmano

La presenza dei bovini maremmani nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano è segnalata fin da epoche remote, quando la razza grigia originaria delle step-

(*) B. Ronchi - Università della Tuscia - Viterbo

pe asiatiche cominciò a diffondersi nelle aree palustri dell'Italia Centrale. Agli inizi degli anni 80, dopo un periodo di assenza, è stato reintrodotto in Tenuta un nucleo di bovini maremmani ed è stato avviato un piano per la costituzione di un centro di selezione nel pieno rispetto del tradizionale sistema di allevamento brado integrale e in armonia con i principi fissati dal Libro Genealogico della razza maremmana. Nella gestione delle mandrie di bovini maremmani si è tenuto conto della necessità di salvaguardare le formazioni boschive e altri ambienti di grande rilevanza naturalistica e di evitare la promiscuità con gli ungulati selvatici presenti nella Tenuta.

Intorno a questa iniziativa alla metà degli anni 80 ha preso il via un programma sperimentale promosso dalla Regione Lazio per salvaguardare e per valorizzare il patrimonio di bovini ed equini di razza maremmana. Tale programma si è articolato in una serie di ricerche finalizzate all'individuazione delle strategie di intervento necessarie, sia per la conservazione delle risorse genetiche della razza locale, sia per la razionalizzazione del sistema di allevamento a livello territoriale.

Un gruppo di bovine maremmane allevate nella Tenuta di Castelporziano è stato sottoposto a una serie di controlli per un periodo di tre anni consecutivi al fine di valutare, mediante la determinazione di parametri ematochimici e ormonali, lo stato metabolico-nutrizionale nelle diverse fasi fisiologico-produttive e di regime alimentare. La ricerca ha fornito informazioni utili per delineare il profilo endocrino-metabolico della razza nelle situazioni tipiche dell'allevamento brado e per valutare gli effetti di particolari condizioni metaboliche sulle funzioni riproduttive.

Lo studio ha altresì consentito di individuare dei parametri bio-tecnici utili per valutare il funzionamento dell'allevamento estensivo e gli interventi gestionali che possono consentire un miglioramento dell'efficienza produttiva della razza e una più corretta utilizzazione delle risorse alimentari.

Gli studi portati avanti dall'Istituto C.N.R. "Difesa e valorizzazione del germoplasma animale" hanno, in primo luogo, consentito di identificare sul piano genetico la popolazione bovina di fondazione dell'allevamento di Castelporziano mediante marcatori ematici e dati anagrafici. È stato, inoltre, misurato l'imparentamento medio della popolazione di riproduttori maremmani disponibili in azienda ai fini della gestione degli accoppiamenti e della inseminazione artificiale.

I dati e le indicazioni fornite dai test genetici sono stati utilizzati per mettere a punto un programma per la gestione computerizzata dell'allevamento brado, che rappresenta un contributo di grande rilievo da trasferire nella più ampia realtà di allevamento delle popolazioni locali.

Il bestiame allevato nella Tenuta è stato sottoposto a una serie di controlli periodici mediante esami clinici e di laboratorio al fine di valutare lo stato sanitario degli animali e per definire il piano di profilassi nei confronti delle principali malattie trasmissibili.

Nella Tenuta di Castelporziano sono stati messi a punto due sistemi computerizzati: il primo impiegato sperimentalmente per l'ingrasso e il finissaggio semintensivo di vitelloni maremmani ai fini di ridurre l'età della macellazione e per migliorare la qualità della carcassa; il secondo per l'esecuzione dei controlli funzionali sulla razza bovina maremmana nelle strutture tipiche dell'allevamento brado.

2.9 Patrimonio archeologico [*]

L'interesse dimostrato alle antichità di Castelporziano dagli studiosi di ogni tempo attesta l'alto valore storico del suo territorio che accoglie, lungo la fascia litoranea e nel suo retroterra, gli elementi di un tema fondamentale significativo per la storia di Roma: è l'orizzonte descritto da Virgilio nella vicenda di Enea, riesumato in una scenografia ricca di fermenti e di elementi storici ancora vivi nella tradizione orale e nella realtà dei costumi e dei monumenti dell'epoca augustea.
Castelporziano è quindi al centro tra il polo religioso del santuario arcaico delle tredici are di Lavinium (odierna Pratica di Mare) e quello militare prima, marittimo e commerciale poi, di Ostia. Il tema si sviluppa perciò senza soluzione di continuità dalla baia volscia di Anzio lungo un percorso protostorico che si addentra nella zona selvosa di Lavinium, attraversa il sottobosco di Capocotta per giungere al litorale di Castelporziano, che percorre fino ai canneti e agli stagni di Ostia sul delta tiberino.
Sono state promosse campagne di scavo a cura della X Ripartizione del Comune di Roma a Castelfusano, dell'Istituto di Topografia dell'Università di Roma "La Sapienza" a Pratica di Mare e la Soprintendenza Archeologica di Ostia ha operato a Castelporziano, zona di sua competenza, finanziando l'attività di un gruppo di ricercatori della British School di Roma e degli architetti della Scuola di perfezionamento della Facoltà di Architettura di Roma.
Dalla realizzazione di questo piano di lavoro è emersa tutta la ricchezza in parte ancora inesplorata del patrimonio archeologico e monumentale conservato provvidenzialmente dal mantenimento dell'ambiente naturale del sito. L'addensarsi delle dune di sabbia sull'antica linea costiera, l'espandersi del sottobosco e della lecceta hanno a un tempo nascosto e protetto i monumenti, protendendosi sui resti e sui cumuli di macerie creati dalla violenza che si andava scatenando al tramonto dell'impero romano.
La testimonianza viva e costante nella fascia litoranea è costituita da una strada che ripercorre l'antico tracciato tra Anzio e Ostia e che nel III sec. d.C. viene detta Severiana per le provvidenze che Settimio Severo dedicò alla zona costiera e portuale, forse dopo gravi danneggiamenti a opera di terremoti e alluvioni. Lungo questa arteria, dal periodo repubblicano al tardo impero, ha vita una serie di ville più o meno grandi e signorili che rappresenta un interessantissimo fenomeno di edilizia residenziale, sorta probabilmente sull'esempio delle splendide dimore imperiali a mare e in vicinanza delle proprietà dei personaggi più importanti del momento. Si attiva al centro della fascia residenziale anche un nucleo di servizio pubblico con complessi termali, taberne, probabili stazioni di carattere amministrativo, un *vicus*, il *vicus Laurentium Augustanorum* che indica nel suo stesso nome la dipendenza dalla vicina proprietà imperiale. Quest'ultima è stata identificata già dagli studi più antichi e si manifesta oggi più che mai nel maestoso complesso di Tor Paterno, al quale portano due strutture importanti e di carattere demaniale: una strada basolata e un acquedotto d'epoca traianea (inizi del II sec. d.C.) che si attestano nei pressi della villa da cui, tramite cisterne e castelli d'acqua, il prezioso elemento veniva distribuito nell'area circostante.
La verifica di questi elementi ha restituito un quadro storico e topografico fondamentale per lo sviluppo di un futuro programma di indagine conoscitiva, di sistemazione e di valorizzazione dell'ambiente archeologico e monumentale attraverso un percorso didattico e culturale nella Tenuta.
I capisaldi di questo programma possono essere rappresentati oggi, per una so-

[*] G. Emiliani, A. Tinelli - Tenuta Presidenziale di Castelporziano

luzione a breve termine, dalle seguenti zone:

1) Tor Paterno, il fulcro della ricerca, la zona più antica di elementi, che si manifesta in un arco cronologico di ben cinque secoli con persistenze monumentali medievali e moderne, con documentazioni cartografiche, sicuramente in stretto contatto con le due aree attigue di Pantan di Lauro e di Muraccioli; probabile sito della residenza imperiale;

2) Pantano e fosso di Piastra, sequenza di ville i cui ruderi si intravedono nel bosco lungo l'attuale Via del Telefono;

3) Grotta di Piastra, suggestiva area della Villa Magna, complesso di ruderi su due piani con forte presenza di mosaici floreali, intonaci dipinti, stucchi e decorazione fittile raffinata; dimora indubbiamente di grande signorilità attribuita con buona probabilità a Plinio il Giovane, prefetto di Traiano e familiare della corte; una lapide scoperta nel sito prova la sua appartenenza nel III sec. d.C. a un altro funzionario imperiale, Antonius Balbus;

4) Vicus Augustanus, zona interessata dagli scavi del 1875, patrocinati dalla Casa Reale, l'attuale impegno ne sta ampliando la conoscenza e l'importanza. Si auspica che nella gestione della Tenuta potrà estendersi la ricerca lungo tutto il percorso della Selciatella e dell'Acquedotto, nonché nell'interessante zona della Santola dove le segnalazioni sono chiare e i ritrovamenti epigrafici notevoli.

2.10 Studi di bioindicazione e monitoraggio [*]

Lo studio dei livelli degli inquinanti atmosferici nella troposfera è di grande interesse per l'influenza che essi possono avere sugli organismi viventi, oltre al danno che possono svolgere anche sulla componente abiotica (ad esempio danni ai monumenti).

---

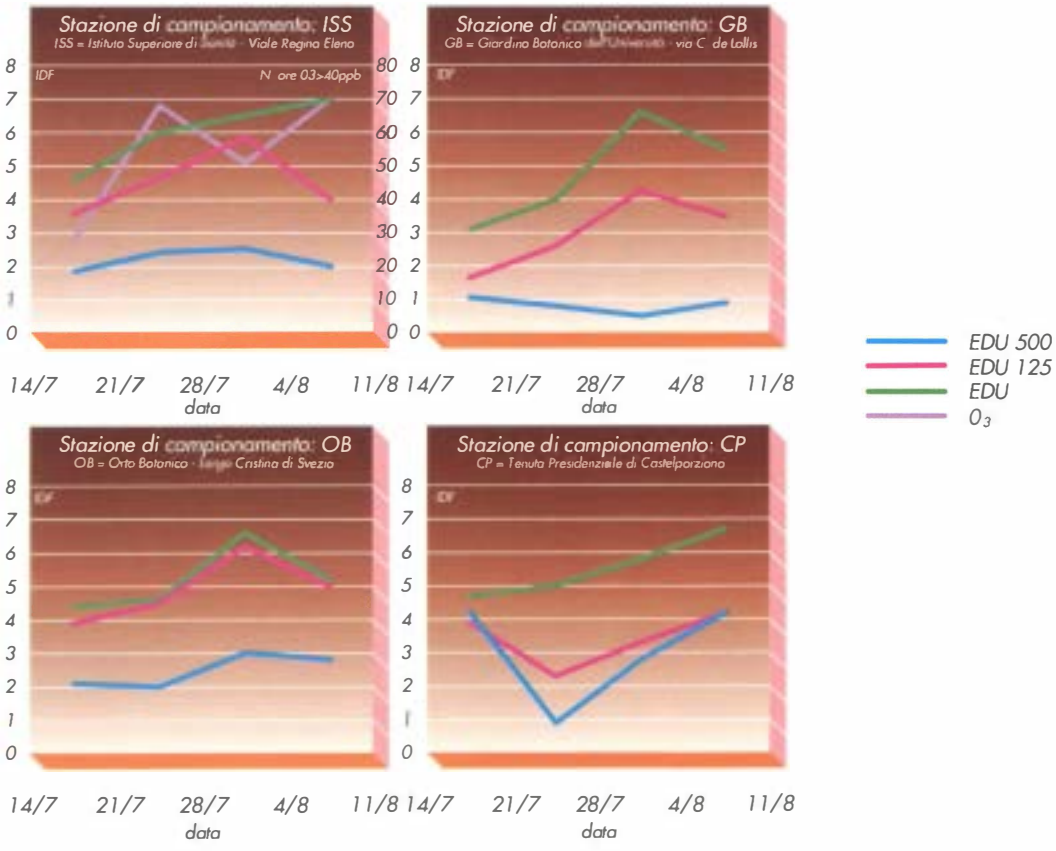
[*] F. Manes - Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La Sapienza" di Roma

Sempre più diffuse, anche se senza dubbio in numero insufficiente, sono le centraline di monitoraggio che dovrebbero fornire indicazioni sulla qualità dell'aria. Le informazioni a tutt'oggi disponibili sono tuttavia puntiformi sia nello spazio (le concentrazioni di alcuni inquinanti, ad esempio l'ozono, possono variare moltissimo in relazione alla emissione locale di precursori e di purificatori), sia nel tempo (campagne di pochi giorni effettuate dai laboratori mobili).
Una integrazione dell'informazione sulla qualità dell'aria può essere fornita dall'uso dei biondicatori. Infatti questi consentono di intensificare la rete di monitoraggio e di evidenziare subito gli effetti negativi delle sostanze inquinanti sugli organismi viventi.
Gli organismi vegetali, in particolare alcune specie o "cultivar" di piante vascolari superiori e molte piante inferiori come i muschi e i licheni, sono particolarmente utilizzati negli studi di biondicazione poiché rispondono agli inquinanti gassosi e particolati in modo specifico e a concentrazioni più basse di quelle che provocano risposte nell'organismo umano o negli animali a causa del loro elevato sviluppo superficiale e degli elevati livelli di scambi gassosi.
Queste risposte, evidenziate anche da sintomi visibili, sono la conseguenza della penetrazione degli inquinanti all'interno delle cellule dei tessuti fogliari e della loro azione a livello molecolare e cellulare.
È possibile distinguere tra specie indicatrici, ossia specie che rispondono con un particolare sintomo visibile in seguito all'esposizione a uno specifico inquinante, e specie accumulatrici, ossia specie capaci di accumulare nei loro tessuti le sostanze inquinanti, in particolare i metalli pesanti. È possibile inoltre distinguere tra bioindicazione "passiva" e "attiva". Nel primo caso le osservazioni e le analisi vengono effettuate sulla flora locale (spontanea o coltivata); nel secondo caso vengono utilizzate specie indicatrici o accumulatrici cresciute in condizioni standardizzate (STEUBING, 1982).
Nell'ambito degli studi ecofisiologici condotti a Castelporziano uno dei principali temi di ricerca riguarda la valutazione dei meccanismi di azione di alcuni inquinanti atmosferici in relazione anche ai parametri climatici stazionali e la definizione di nuove evidenze sperimentali per l'applicazione dei bioindicatori in condizioni naturali.
In particolare, all'interno della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (CP) sono stati effettuati:

a) uno studio di "biondicazione attiva", utilizzando una cultivar di tabacco sensibile all'Ozono troposferico. Tale studio ha avuto come obiettivo quello di rilevare l'eventuale presenza di alti livelli di ozono in tale area rurale (CP). Con tale ricerca si è dimostrata la presenza di alte concentrazioni di O_3 non solo nelle stazioni urbane ma anche nel sito rurale di Castelporziano, confermando che aree poste in prossimità di grandi città sono soggette all'impatto dello smog fotochimico (Fig. 2.4).

FIG. 2.4 - (a-d) ANDAMENTO DELL'INDICE DI DANNO FOGLIARE (IDF) SU PIANTE DI TABACCO PER QUATTRO STAZIONI DI MISURA DURANTE L'ESTATE 1989, SECONDO TRE DIVERSI METODI DI TRATTAMENTO (-EDU, +EDU 125, +EDU 500)

Il numero di ore per il quale la concentrazione di 03 supera 40 ppb è anche indicato per la stazione ISS.

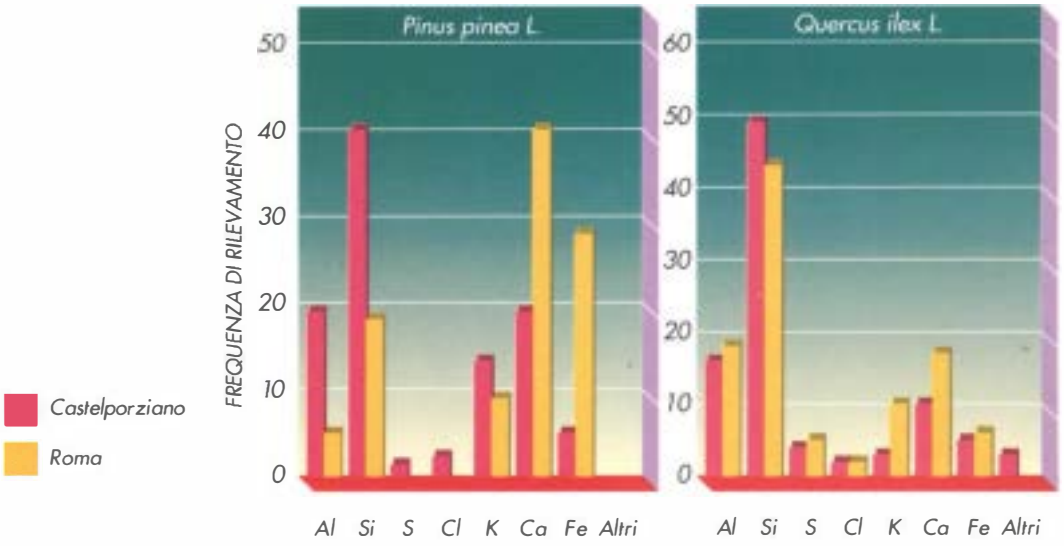


b) studi di "biondicazione passiva": utilizzando individui di *Pinus pinea* e di *Quercus ilex*, campionati in una stazione all'interno della Tenuta e in differenti stazioni nella città di Roma, si è valutato l'impatto dell'"inquinamento atmosferico urbano" analizzando alcuni parametri micromorfologici e biochimico-fisiologici a livello fogliare.

In particolare negli aghi di *Pinus pinea* sono state analizzate le strutture cerose presenti lungo le linee stomatiche ed entro la cavità epistomatica, dal momento che l'alterazione di tali strutture può essere accelerata dalla presenza di inquinanti gassosi e di deposizioni acide, rilevando differenze significative tra le stazioni urbane e la stazione rurale.

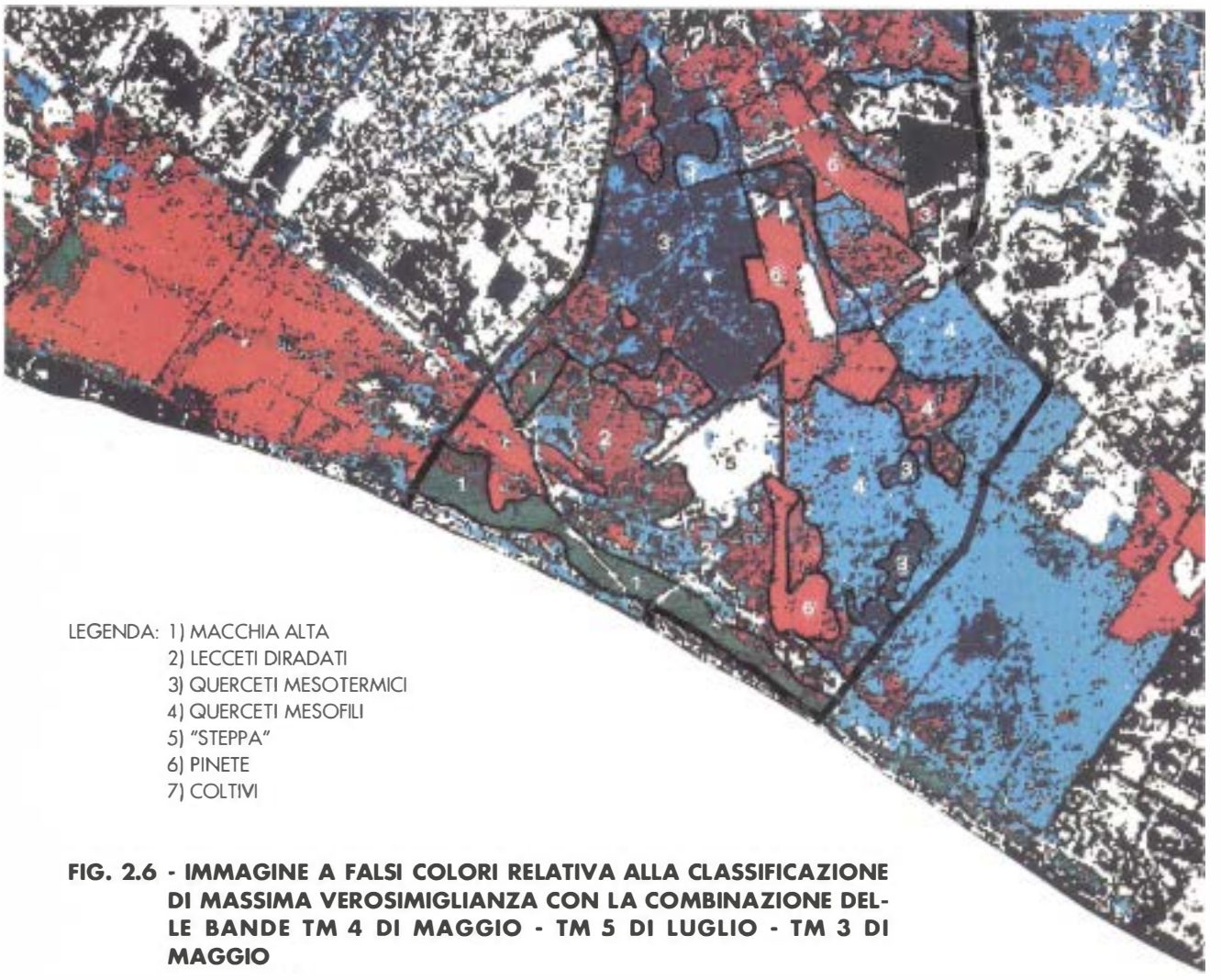
Negli aghi di *Pinus pinea* e nelle foglie di *Quercus ilex* è stata inoltre rilevata la presenza di alcuni elementi di origine antropica analizzati mediante microanalisi spettrometrica con raggi X (Fig. 2.5).

FIG. 2.5 - FREQUENZA DI ELEMENTI OSSERVATI SULLA SUPERFICIE FOGLIARE IN SITO RURALE (CP) E URBANO (RM)



Negli aghi di *Pinus pinea* sono stati infine analizzati il contenuto in perossidasi e il contenuto ionico. Entrambi i parametri hanno permesso di evidenziare differenze significative tra campioni dell'area urbana e quelli dell'area rurale, mostrando in particolare l'impatto del traffico veicolare con le emissioni dei gas di scarico e del riscaldamento domestico.
Lo studio condotto su alcune latifoglie (*Quercus ilex, Quercus cerris* e *Fagus sylvatica*) è stato effettuato, oltre che a Castelporziano (*Quercus ilex*), a Tolfa e a Vico (*Quercus cerris, Fagus sylvatica*) e a Roma (*Quercus ilex*) all'interno di due ville storiche.
Analizzando il livello di attività perossidasica in estratti fogliari e analizzando lo stato micorrizico in esemplari della stessa specie, simili per età e aspetto, è stato evidenziato uno stato di alterazioni funzionali più pronunciato nei siti urbani rispetto a Castelporziano. Tali parametri hanno consentito inoltre di evidenziare una condizione di maggiore stress a Vico rispetto a Tolfa.
Mediante telerilevamento da satellite è stata inoltre condotta un'analisi delle principali cenosi vegetazionali presenti nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano.
Lo scopo di tale lavoro è stato quello di analizzare le potenzialità del sensore TM nella identificazione di alcune fisionomie vegetazionali quali: la macchia mediterranea, la lecceta, i querceti misti, le radure di aspetto steppico, i rimboschimenti a *Pinus pinea*, conducendo successive verifiche in campo. Benché la Tenuta abbia presentato un alto grado di eterogeneità vegetazionale, i risultati ottenuti hanno consentito di caratterizzare radiometricamente le formazioni pre-

se in esame, di valutare alcuni aspetti legati al dinamismo vegetazionale e di ottenere una buona definizione dei limiti cartografici (Figg. 2.6; 2.7). Questo studio costituisce inoltre l'indispensabile premessa per la valutazione, mediante telerilevamento, di eventuali stati di stress nella vegetazione.



LEGENDA: 1) MACCHIA ALTA
2) LECCETI DIRADATI
3) QUERCETI MESOTERMICI
4) QUERCETI MESOFILI
5) "STEPPA"
6) PINETE
7) COLTIVI

FIG. 2.6 - IMMAGINE A FALSI COLORI RELATIVA ALLA CLASSIFICAZIONE DI MASSIMA VEROSIMIGLIANZA CON LA COMBINAZIONE DELLE BANDE TM 4 DI MAGGIO - TM 5 DI LUGLIO - TM 3 DI MAGGIO

Principali parametri analizzati

- Danno visibile
  Indice di Danno Fogliare: tale indice è stato utilizzato per la stima del danno indotto da elevate concentrazioni di O_3 (>40 ppb) su foglie di *Nicotiana tabacum* cv. Bel-W3.

- Alterazioni di strutture fogliari superficiali
  Cere epicuticolari: analisi micromorfologica al Microscopio Elettronico a Scansione (SEM) effettuate in aghi di *Pinus pinea*.
  Particolato: analisi quantitativa e qualitativa al SEM mediante microanalisi spettrometrica a Raggi X del particolato biotico e abiotico effettuata in aghi di *Pinus pinea* e in foglie di *Quercus ilex*.

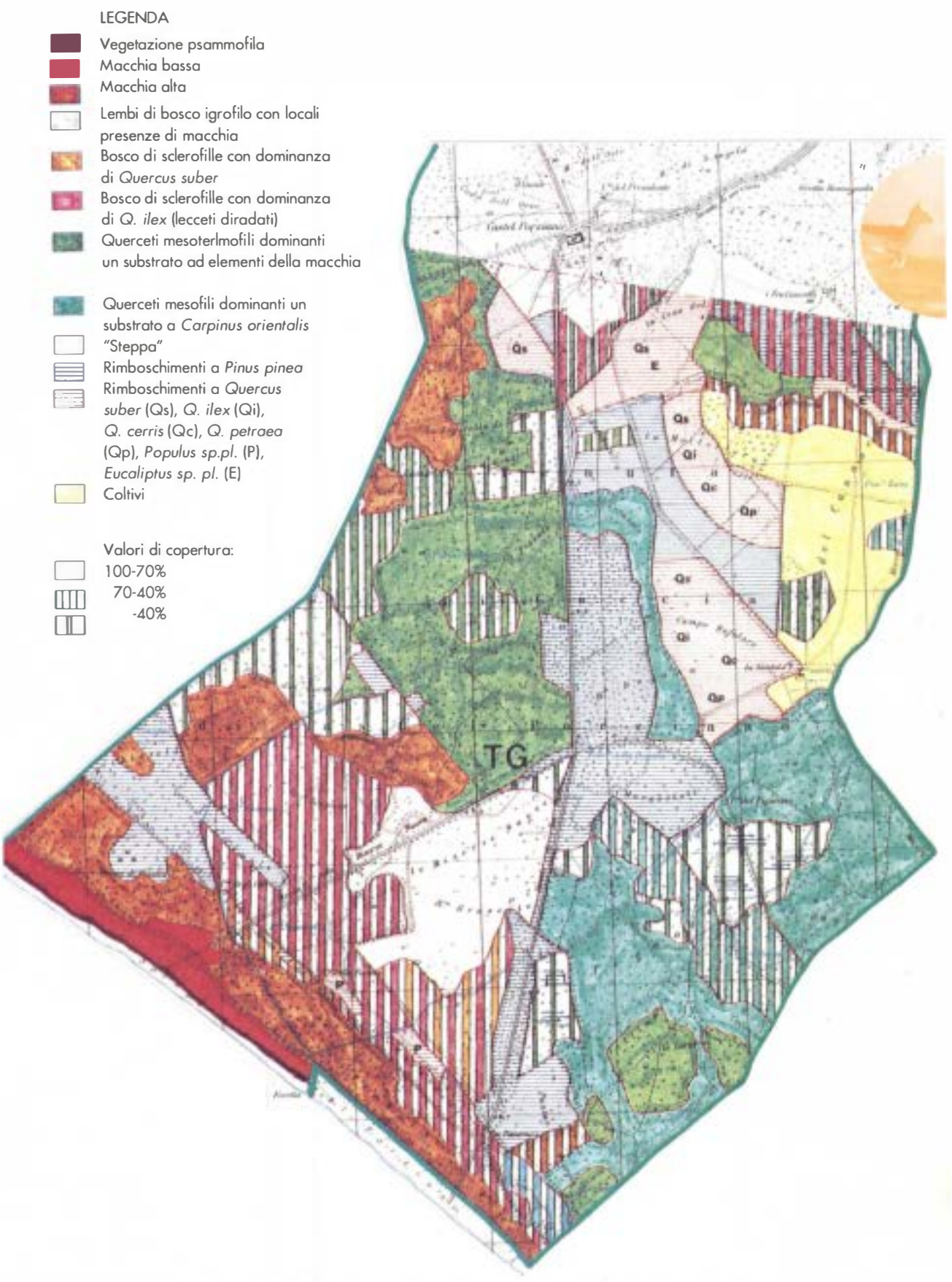
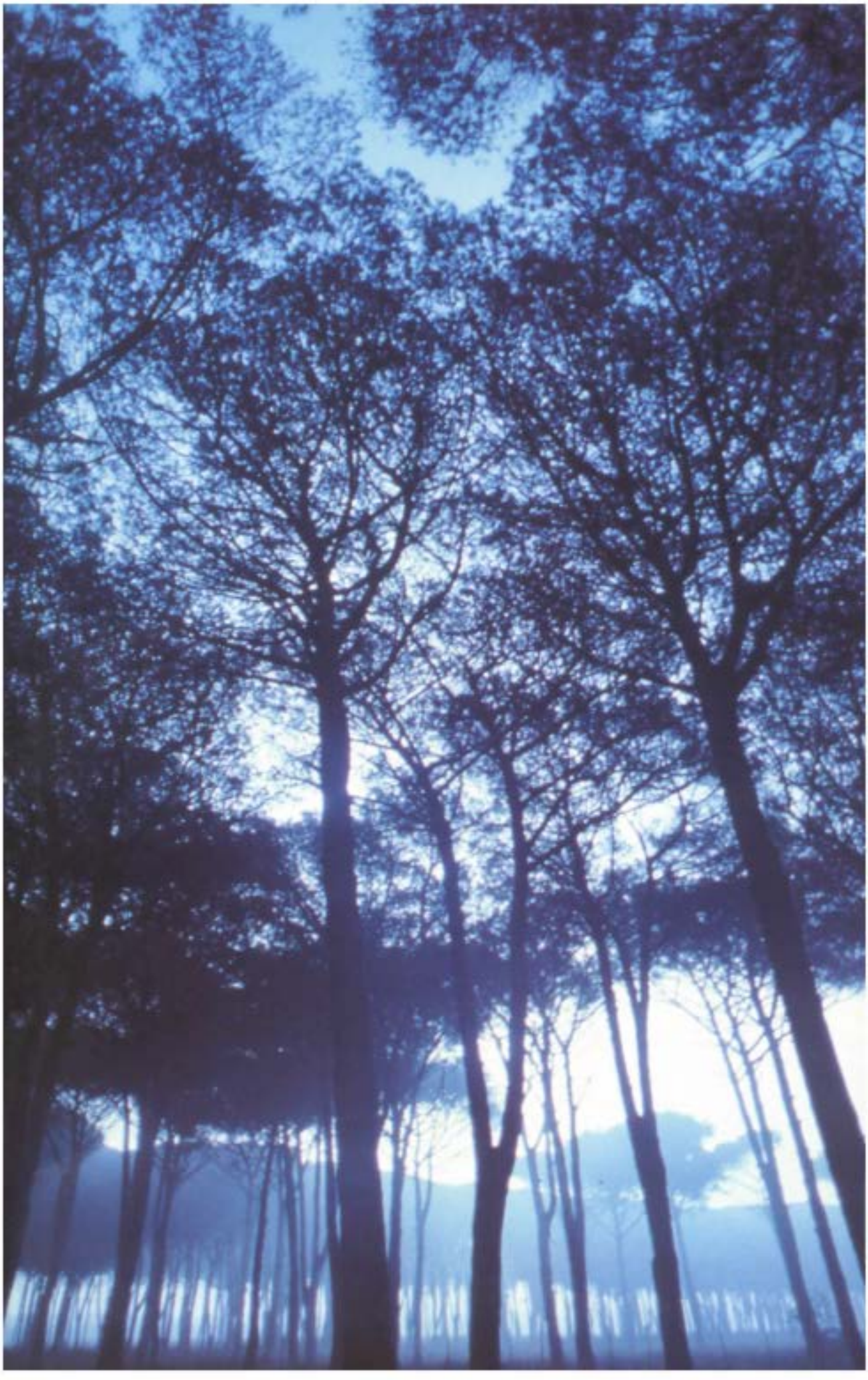


FIG. 2.7 - CARTA FISIONOMICA DELLA VEGETAZIONE DELLA TENUTA DI CASTELPORZIANO



- Parametri Biochimico-Fisiologici
  Attività Perossidasica: analisi spettrofotometrica di omogenati fogliari di *Pinus pinea*.
  Contenuto ionico: ($SO_4^=$; $PO_3^=$; Cl^-; Mg^{++}; K^+ ecc.) analisi al cromatografo ionico di omogenati fogliari di *Pinus pinea*.
- Attività fotosintetica
  Alterazioni dello stato micorrizico
  Percentuale di infezione micorrizica
  Numero di tipi micorrizici
  Biomassa radicale
  Risposte spettrali della vegetazione mediante immagini Landsat TM.

2.11 Prime indagini sull'acidità delle deposizioni atmosferiche umide [*]

Introduzione

Il pH delle deposizioni umide non contaminate, in equilibrio con la CO_2 atmosferica, è generalmente stimato uguale a 5.65, ma può essere anche diverso considerando la presenza in soluzione di pulviscolo atmosferico che naturalmente viene sospeso e successivamente disciolto nella deposizione umida. I contaminanti dell'atmosfera, che risultano essere i precursori dell'acidità delle deposizioni, sono rappresentati essenzialmente dall'impiego massiccio dei combustibili fossili per la produzione di energia e calore, e quelli risultanti dal traffico veicolare.
Essenzialmente sono ossidi di zolfo e di azoto. Diverse altre specie chimiche, pur non avendo diretta incidenza sull'acidità, possono essere presenti nelle deposizioni atmosferiche. In atmosfera i vari contaminanti prendono parte a un gran numero di reazioni e molti subiscono notevoli trasformazioni formando specie che si depositano sul suolo sia per via secca che per via umida. Lo studio delle caratteristiche chimiche delle deposizioni atmosferiche raccolte in un territorio possono offrire diverse informazioni sull'inquinamento diffuso e sul degrado di vari comparti dell'ecosistema dovuto all'interazione con l'ambiente circostante. Lo studio effettuato su campioni totali (bulk) (umido + secco) raccolti nella Tenuta di Castelporziano faceva parte di un più ampio progetto di ricerca relativo all'analisi degli effetti degli inquinanti sulla vegetazione e citato in altra parte del rapporto.

Parte sperimentale

Vengono qui riportati i risultati di tre anni di campionamento delle precipitazioni effettuato a Castelporziano, un sito rurale sulla costa laziale a circa 30 Km a SW della città di Roma. La raccolta è stata effettuata con un campionatore totale (bulk) (umido + secco) posto all'interno di una stazione micrometeorologica in una radura della Tenuta Presidenziale. Il prelievo è stato effettuato giornalmente. Per ogni settimana è stata determinata la quantità totale di precipitazione (mm) e

[*] F. Manes - Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La Sapienza" di Roma
L. Morselli - Università degli Studi di Bologna - Ministero dell'Ambiente

il valore del pH (mediana). Nello stesso periodo sono stati raccolti campioni di precipitazione con campionatore di tipo umido-secco (wet-dry) presso la Città Universitaria nel centro di Roma.

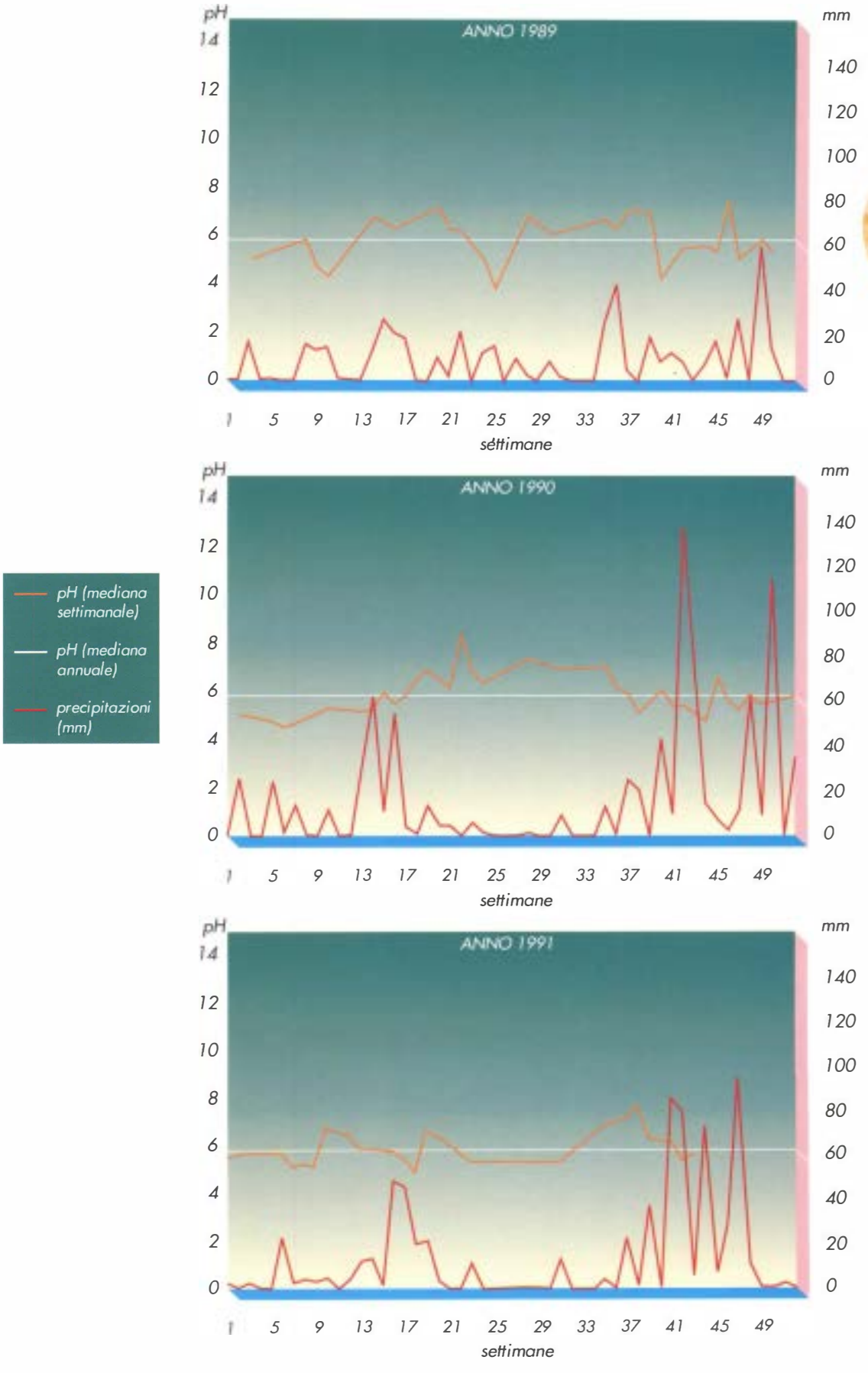
Risultati e discussione

I valori riportati in Fig. 2.8 possono offrire lo spunto solo per alcune considerazioni. Infatti il sistema di campionamento di tipo totale (bulk) (umido + secco) rende più basico il valore del pH per la solubilizzazione del materiale particellare raccolto con la deposizione umida. In recenti lavori si è notato come con la contemporanea determinazione sia di campioni totali (bulk) che di campioni umidi si è avuto, per i primi, valori superiori, nelle mediane, di 1,0-1,2 unità di pH con punte di 1,8 per i mesi estivi e di 0,4-0,5 per i mesi invernali (Fig. 2.8).
Il pH delle deposizioni atmosferiche rilevate a Castelporziano negli anni 1989, 1990 e 1991 in alcuni casi ha raggiunto valori molto basici (pH fino a 8,8). Infatti piogge con pH basico sono state riscontrate dal 57 al 67% dei casi. Nel 1990 è stato possibile osservare un andamento stagionale del pH in quanto gli eventi con valori di pH > 5,6 si sono verificati maggiormente nei mesi estivi. Eventi con pH acido sono stati piuttosto rari (ad esempio nel '91 non si sono mai verificate piogge con pH < 5). Si tenga comunque conto per questi valori dell'effetto del campionamento totale (bulk) citato in precedenza.
È interessante considerare come, per gli stessi periodi di campionamento, le precipitazioni raccolte in un sito all'interno della città di Roma con campionatore umido, mostrino valori di pH prevalentemente acidi (con pH generalmente intorno a 4 e con valori minimi fino a pH 3,1). Infatti questi ultimi dati corrispondono ai primi rilievi effettuati attraverso la rete nazionale RIDEP del Ministero dell'Ambiente che vedono un'area del centro Italia (Toscana, Lazio) caratterizzata da valori di pH (mediana) compresi tra 4,5 e 4,8.
Per i valori ottenuti a Castelporziano sono state inoltre calcolate le mediane annuali da cui si può notare uno scostamento sensibile solamente nel 1989 dove si sono registrati valori di pH pari a 3,96 nel mese di giugno. Occorre comunque notare che anche considerando l'incremento del pH dovuto all'influenza del particolato si ottengono per Castelporziano valori più alti rispetto ai valori ottenuti per il Centro Italia. I valori di pH delle deposizioni raccolte nella Tenuta di Castelporziano sicuramente risentono della tipologia dell'area ricca di vegetazione naturale e relativamente lontana da fonti di contaminazione oltre a una influenza dello spray marino principalmente legato ai fenomeni di perturbazione atmosferica provenienti da occidente.

Conclusioni

Questo primo contributo che dovrà essere ulteriormente avvalorato ha consentito quindi di caratterizzare le deposizioni atmosferiche raccolte nella Tenuta.

FIG. 2.8 - pH E PRECIPITAZIONI



2.12 Coste [*]

Attività svolte dal Centro Pilota Difesa Mare (CPDM) per lo studio dell'area antistante la Tenuta Presidenziale di Castelporziano.

Le attuali conoscenze

Nel corso dei primi quattro anni di attività del Centro Pilota Difesa Mare di Fiumicino il tratto di mare antistante la Tenuta di Castelporziano è stato oggetto di numerose osservazioni, effettuate nell'ambito di svariate campagne di campionamento.
Ciò è dovuto soprattutto alla vicinanza di quest'area con la foce del Tevere, sulla quale è stata concentrata una notevole quota dello sforzo operativo dei programmi di ricerca.
In particolare, per quanto riguarda le attività di monitoraggio per gli aspetti idrologici e trofici, sono stati effettuati più volte sia prelievi di campioni di fauna bentonica, sia prelievi di campioni di fito e di zooplancton, sia prelievi di campioni per le analisi di sostanze nutritive che per le misure di parametri termoaline.
Da una valutazione complessiva del lavoro di monitoraggio svolto, la zona in esame risulta caratterizzata da un sistema idrologico strutturalmente omogeneo, non particolarmente perturbato dall'impatto del Tevere dal momento che il pennacchio del Tevere al mare si muove tendenzialmente verso Nord / Nord-Ovest.
A questo quadro di sostanziale omogeneità risulta coerentemente associata una situazione di diffusa oligotrofia, evidenziata da livelli di clorofilla "a" non molto significativi (1-2 mg/m^3) a testimonianza di una modesta densità di biomassa algale.
Per quanto attiene all'accertamento dei tassi di contaminazione ambientale da parte di specifici inquinanti organici potenzialmente tossici è stata evidenziata l'assenza di contaminazione significativa da parte di idrocarburi e pesticidi clorurati.
In riferimento al tasso di accumulo di metalli pesanti (mercurio, cadmio e piombo) nei sedimenti marini, la zona in esame ha mostrato livelli di concentrazione paragonabili a quelli di altre zone costiere che non risentono particolarmente di apporti continentali (zone di Fiumicino e Fiumara Grande) o di situazioni geochimiche particolari del suolo (zona di Montalto di Castro).
Volendo sintetizzare i risultati, invece, ottenuti dall'analisi delle comunità planctoniche, si può affermare che l'elemento caratterizzante l'ecosistema è costituito dalla notevole omogeneità strutturale della frazione fitoplanctonica.
In altre parole, il fitoplancton, pur manifestando forti variazioni quantitative, anche a piccola scala temporale e/o spaziale, ha mostrato in tutte le osservazioni effettuate una composizione qualitativamente omogenea e simile a quella dell'area di foce del Tevere, mentre lo zooplancton ha mostrato costantemente una variabilità quali-quantitativa procedendo dalla costa verso il largo.
Dalla struttura delle comunità planctoniche delle stazioni poste in corrispondenza del litorale della Tenuta di Castelporziano è emersa anche una chiara indicazione dell'importanza degli apporti di detrito organico e inorganico provenienti dal Tevere. Ciò sembra essere in accordo con un modello idrografico che vede il flusso superficiale a mare del Tevere orientarsi prevalentemente verso Ovest o Nord-Ovest, in contrapposizione a un trasporto subsuperficiale orientato parallelamente alla linea di costa e verso Sud.

---

[*] M. Baradà - Ministero Marina Mercantile - Ispettorato Centrale Difesa Mare
M. Monassi - Ministero Marina Mercantile - Centro Pilota Difesa Mare

Tale effetto, per quanto riguarda l'ecosistema pelagico, sembra essere sensibile nel raggio di almeno 10 miglia a sud di Fiumara Grande e quindi comprende il tratto di mare antistante la Tenuta.
Nonostante questo tipo di influsso, comunque, si può affermare che i popolamenti planctonici non sembrano risentire in maniera eccessiva dell'effetto eutrofizzante delle acque fluviali.
Forti incrementi nella biomassa fitoplanctonica sono stati osservati in questo tratto di mare, ma non interessano nessuna stazione in maniera stabile.
In altre parole, l'ecosistema in esame risulta essere in qualche modo regolato da quello oligotrofico delle acque profonde e quindi ben lontano dalle condizioni di costante eutrofizzazione che caratterizzano altre aree prossime alle foci di grandi fiumi.
Anche per quanto riguarda i popolamenti bentonici risulta assai chiaro il ruolo degli apporti di natura terrigena e antropica legati alla penetrazione nell'ecosistema pelagico-costiero del Tevere. I già citati apporti di particolato fine, sia organico che inorganico, condizionano infatti anche la zonazione dei principali popolamenti bentonici. Le variazioni cenotiche tipicamente associate al gradiente batimetrico sono in qualche misura perturbate in quest'area, come pure la ripartizione del popolamento in gruppi funzionali, fra i quali, soprattutto nelle zone più immediatamente sotto l'influsso del pennacchio a mare del Tevere, dominano i Detrivori.
Il livello di integrazione temporale dell'informazione fornita dal benthos, comunque, è decisamente superiore a quello caratteristico delle comunità planctoniche ed è quindi ovvio che la struttura spaziale della comunità bentonica rifletta in maniera più accurata l'assetto medio di quest'area, sia in termini di trofismo che di idrografia.
La modificazione nella struttura dei sedimenti indotta dalla deposizione di detriti organici e inorganici transitati dal Tevere è tale da imporre una struttura originale alla comunità bentonica di fondo mobile, almeno al di sopra della batimetrica dei 20 metri e in un raggio di 10 miglia a nord e 5 miglia a sud di Fiumara Grande. In quest'area cade, sia pure marginalmente, il tratto di mare antistante la Tenuta di Castelporziano.
Le indagini microbiologiche, sono state realizzate all'interno di specifiche sottoaree caratterizzate da evidenti modificazioni delle caratteristiche chimiche e fisiche, imputabili alla presenza di agglomerati urbani o di scarichi e canali di acqua dolce.
Le campagne microbiologiche per l'individuazione, effettuate tra la batimetrica dei 30 e dei 200 m, a una distanza dalla costa di circa 2,5 miglia, sono state svolte ripetutamente nel corso del 1991: da tali indagini il tratto di mare antistante la Tenuta di Castelporziano non sembra essere mai stato caratterizzato da inquinamento di origine fognaria.
La scarsa presenza di traccianti fecali in un'area relativamente vicina allo sbocco del Tevere ha portato a effettuare, lungo il litorale, una serie di campionamenti a minore distanza dalla costa (tra 0,2 e 1,8 miglia). Anche questo tipo di studio ha confermato l'assenza di contaminazione batterica nelle stazioni situate di fronte a Castelporziano. La ragione di questo stato di cose è probabilmente da imputare alle correnti marine che tendono a portare l'inquinamento proveniente dal Tevere verso nord.
In conclusione, in questo tratto di mare gli apporti di detrito, veicolati dal Tevere e trasportati a sud della sua foce dalle correnti sub-superficiali, fanno sì che la normale zonazione dei popolamenti bentonici risulti compressa, pur senza essere alterata in maniera estrema (come nel caso di ambienti fortemente stressati).

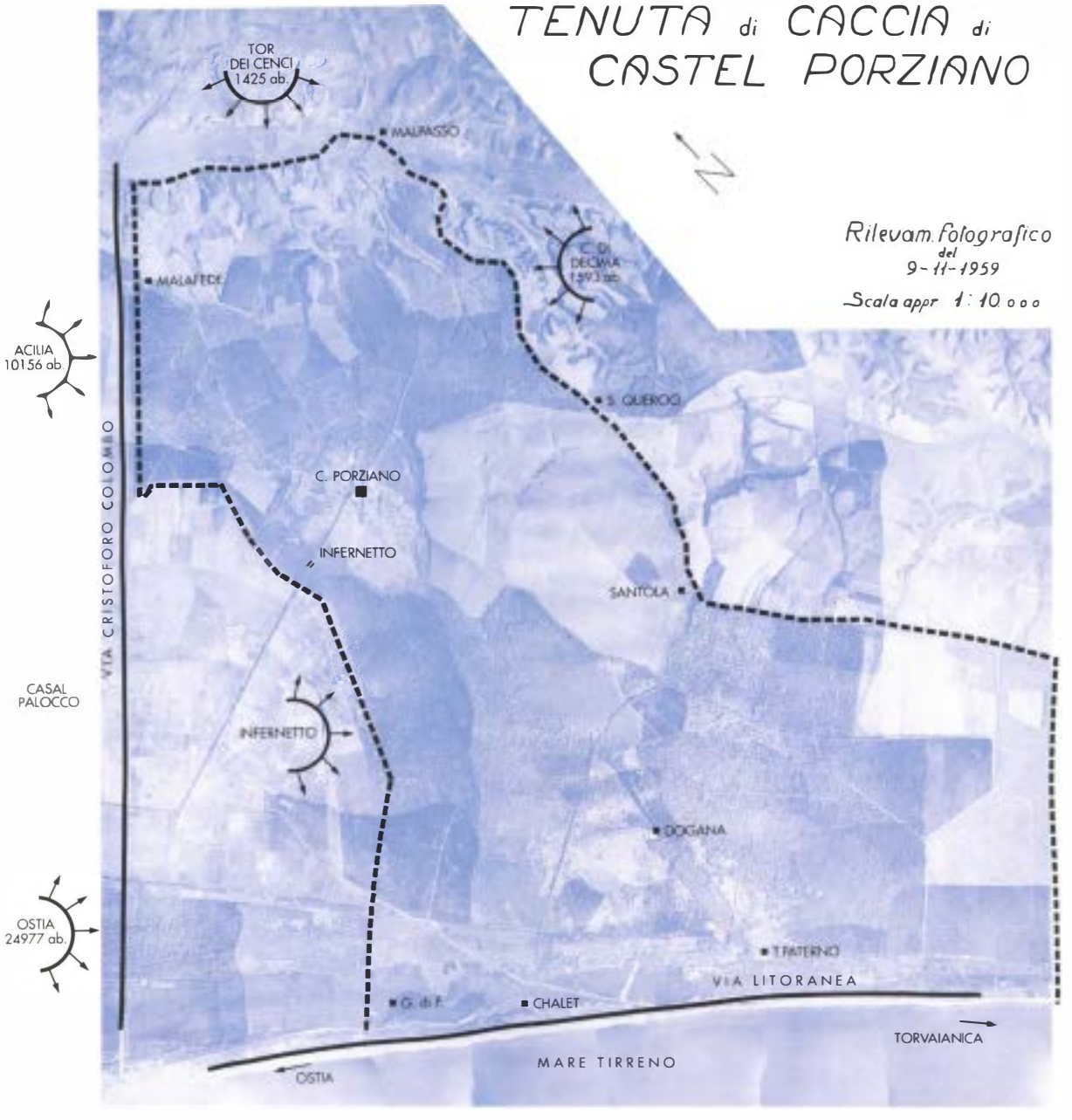


FIG. 2.9

2.13 Sviluppo demografico delle zone urbanizzate intorno alla Tenuta di Castelporziano (*)

La ricerca è stata effettuata sulla base dei documenti editi dal Comune di Roma sui risultati dei diversi censimenti tenuti a Roma dal 1860 sino al 1992 (1).
Nel corso degli anni è mutata la dimensione della città e di conseguenza le sue

(*) G. Pedrocchi - ENEL-Ambiente
F. Pratesi - WWF
A. Tinelli - Tenuta Presidenziale di Castelporziano

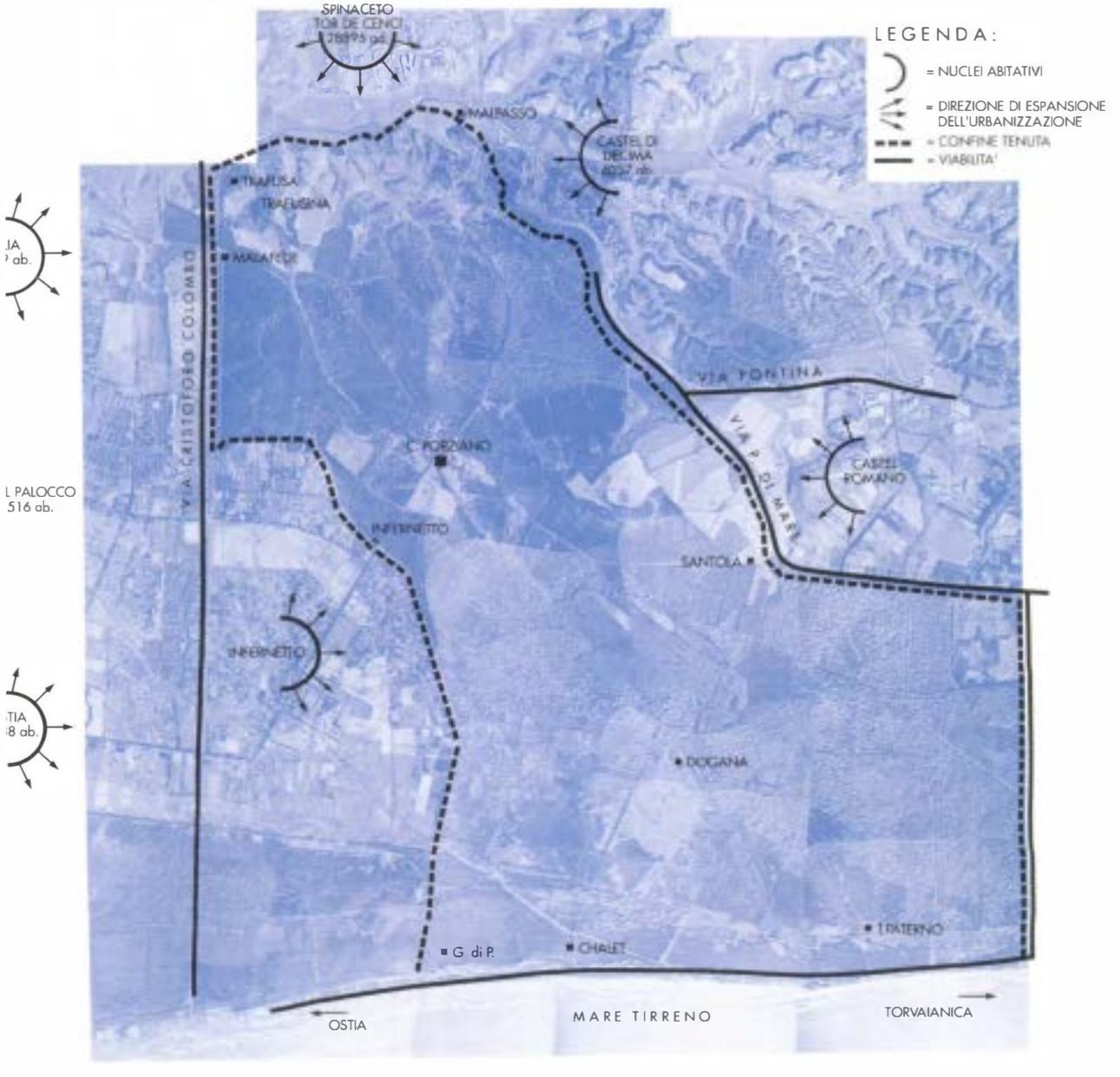
(1) I dati del 1992 sono aggiornati al 20/1 e gentilmente messi a disposizione dal Centro Elettronico Unificato del Comune di Roma

suddivisioni amministrative. Ciò ha reso difficile la comparazione dei dati numerici ricavati nei diversi censimenti.

Attualmente il Comune di Roma è suddiviso in 20 Circoscrizioni, suddivise a loro volta in Zone Urbanistiche, ma, storicamente parlando, questa divisione in vigore oggi risale al censimento del 1981. Inoltre il Comune ha mantenuto, a fini statistici, la suddivisione territoriale toponomastica cui, con diversi mutamenti ha fatto ricorso dal 1871. Si è preferito fare riferimento alla seconda suddivisione perché erano disponibili molte più informazioni e per ragioni di omogeneità nella comparazione dei dati.

D'altronde dalla Roma dell'Unità d'Italia, costituita quasi interamente dall'attuale Centro Storico, si è passati alla grande città che supera in estensione i limiti del Grande Raccordo Anulare ed è giunta a lambire la Tenuta Presidenziale, come è possibile rilevare dalle aerofotografie del 1959 (Fig. 2.9), del 1983 (Fig. 2.10) e del 1991 (vedi Allegato B).
Nella Fig. 2.11 è riportata l'area del Comune di Roma compresa tra il Grande

FIG. 2.10 - TENUTA DI CACCIA DI CASTEL PORZIANO



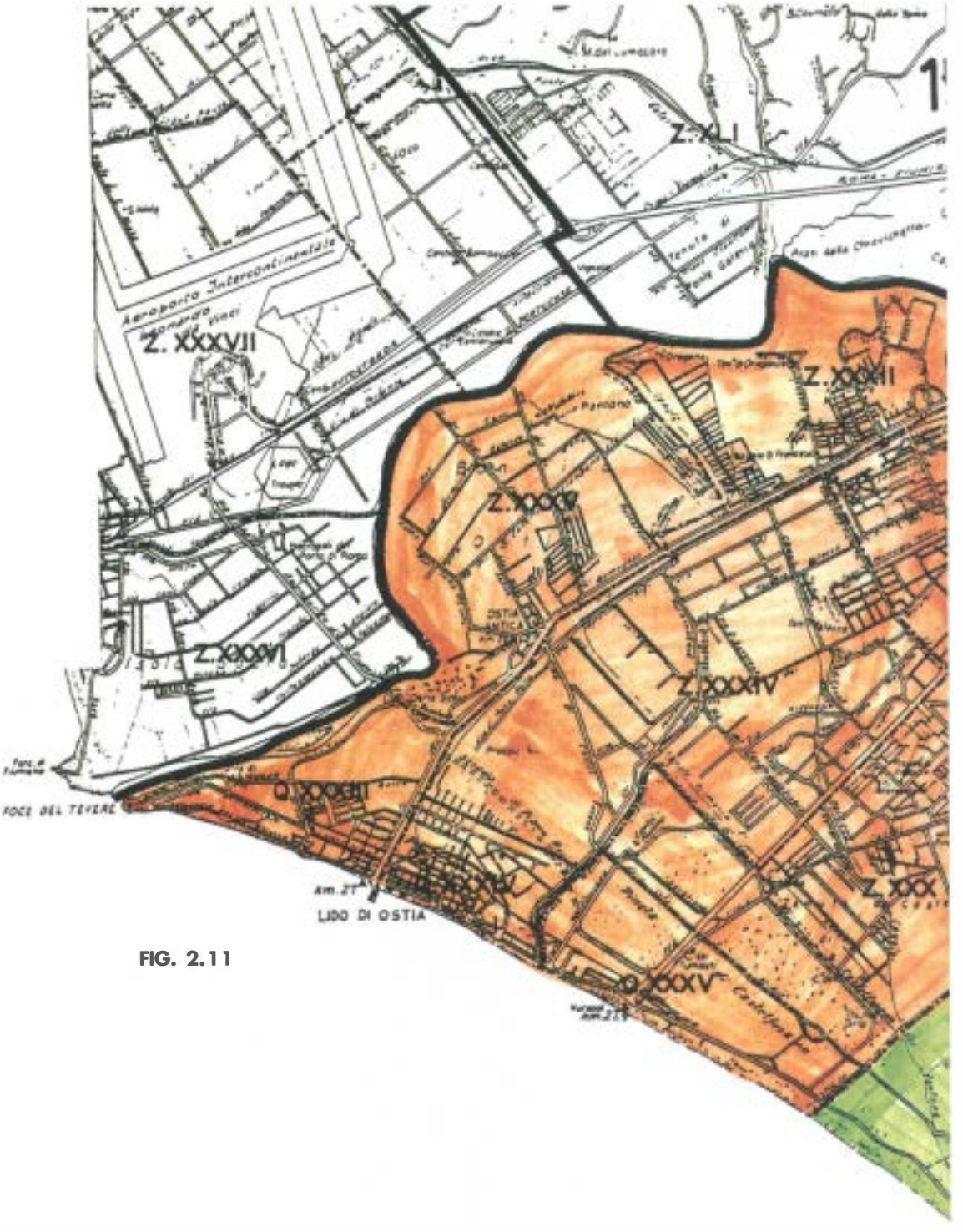


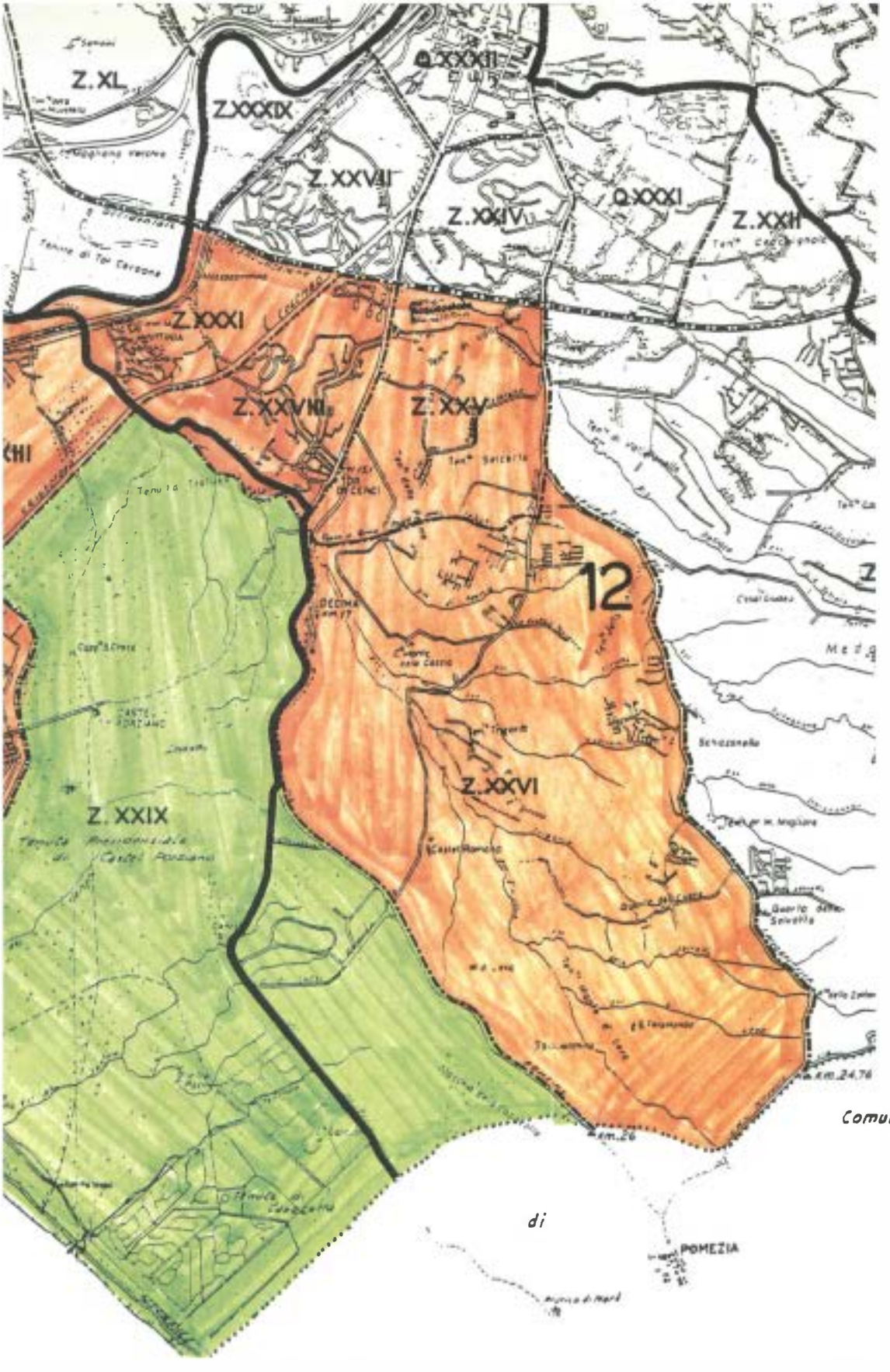
FIG. 2.11

Raccordo Anulare, il Tevere sino alla foce, il mare, il confine col Comune di Pomezia e la via Laurentina. È colorata in verde la Zona dell'Agro Romano XXIX - CASTELPORZIANO [2] - mentre tutte le altre suddivisioni territoriali toponomastiche che circondano la Tenuta e che sono state considerate nel presente documento sono evidenziate in marrone. In quest'area che gravita su *5 grandi direttrici di* traffico (Grande Raccordo Anulare, via del Mare, Cristoforo Colombo, Pontina e Laurentina si ha attualmente una popolazione di circa 225.000 abitanti di cui circa 126.000 [3] si spostano giornalmente. Le abitazioni di tale popolazione assommano a circa 82.000 [3], di cui circa 16.000 [3] sono non utilizzate.

---

[2] La Tenuta Presidenziale ne costituisce la gran parte.

[3] Valori estrapolati dai dati del censimento 1981.


Z.XL
Z.XXXIX
Q.XXXII
Z.XXVII
Z.XXIV
Q.XXXI
Z.XXII
Z.XXXI
Z.XXVIII
Z.XXV
12
Z.XXVI
Z.XXIX
POMEZIA

Comune di

TABELLA 2.1
ANALISI STORICA DELLO SVILUPPO DEMOGRAFICO
CASTELPORZIANO E ZONE LIMITROFE

			ANNI							
LOCALITA'	ZONA	CODICE	1871(*)	1881(*)	1911(*)	1921(*)	1931(*)	1936(**)	1951(**)	1959(**)
DECIMA	CASTEL DECIMA	XX								
	CASTEL PORZ	XX								
	MANDRIOLA	XX								
	TOTALE		1291	1027	1070	1104	1432	1251	1545	1593
LIDO DI ROMA	LIDO DI OSTIA	XXV							13777	21626
	OSTIA ANT.	XXIII							2347	3047
	CASTELFUSANO	XXIV							255	304
	TOTALE		807	640	970	2331	5468	7395	16379	24977
ACILIA	ACILIA	XXII							5541	10156
	RISARO	XXI							855	2592
	TOR DE CENCI	XIX							926	1425
	TOTALE						1706	3580	7322	14173
FIUMICINO	FIUMCINO	XXIX							5732	6217
	ISOLA SACRA	XXVIII							1914	3076
	TOTALE		524	604	1387	1861	4280	5788	7646	9293
CASTEL DI LEVA		XVII	963	1413	583	788	2981	2166	2198	2834
PONTE GALERIA		XXVII	788	600	1037(°)	1899(°)	923	1964	1686	1483

(*) Popolazione presente
(**) Popolazione residente
(°) Magliana

In Tab. 2.1 lo sviluppo demografico fa riferimento a toponimi diversi per estensione dagli attuali, ma considerati i piccoli valori di densità della popolazione sino al 1951 questo è stato ritenuto accettabile. Sinteticamente si desume che la popolazione nelle aree circostanti la Tenuta, nel 1871 era di 4.373 abitanti mentre nel 1959 ammontava già a 54.353 abitanti.
La popolazione era molto diffusa nel territorio e non concentrata in nuclei abitativi consistenti cosicché le suddivisioni comunali ricomprendevano grosse porzioni di territorio.
Gli abitanti sono aumentati in questo periodo di 12,5 volte, pari al 1242%, con un aumento macroscopico che comincia a delineare le direttrici di espansione della città.
Tuttavia gli ambienti naturali lambivano ancora queste aree ed esisteva una continuità ambientale fra la Tenuta e i territori circostanti: la macchia mediterranea si estendeva fino alle porte della città e nibbi bruni, poiane, nibbi reali, nidificavano nelle vaste pinete intorno a Ostia, mentre ghiandaie marine, gufi reali e martore occupavano la cavità delle grosse querce dei boschi di Decima e di Trigoria. Le segnalazioni di aquile, di gatti selvatici, di lontre nelle numerose zone umide costiere, e le notizie di nidificazione di nibbi reali e ghiandaie marine testimoniano pertanto l'integrità ambientale di questi territori, lungo la Via Pontina e la Laurentina, dall'Eur fino al mare, con tutta una distesa di boschi e di macchia mediterranea. Nella Tab. 2.2 vengono riportate nelle parti in ombra i valori della popolazione residente nelle zone toponomastiche circostanti la Tenuta indicando che nel 1951 la popolazione da 25.246 abitanti passa nel 1992 a 222.536 abitanti con un aumento di 8,8 volte pari all' 880%.
Gli insediamenti si sono concentrati nel decennio 1961-1971 soprattutto nell'area del Lido di Ostia Levante, con una saturazione progressiva dimostrata dall'andamento quasi orizzontale negli anni successivi dal 1981 al 1992, mentre nell'area Lido di Ostia Ponente la popolazione si è insediata con un andamento vertiginoso dal 1961 fino al 1981.

Le aree di Casalpalocco, Tor de' Cenci, Acilia Sud e Acilia Nord sono state oggetto di urbanizzazione progressiva e costante dal 1961 al 1992, mentre risultano con andamento contenuto le zone di Castelporziano, Lido di Castelfusano, Castel di Decima, Mezzocammino, Castelfusano, Ostia Antica.
Il grosso aumento delle abitazioni occupate è avvenuto nel decennio 1961-1971

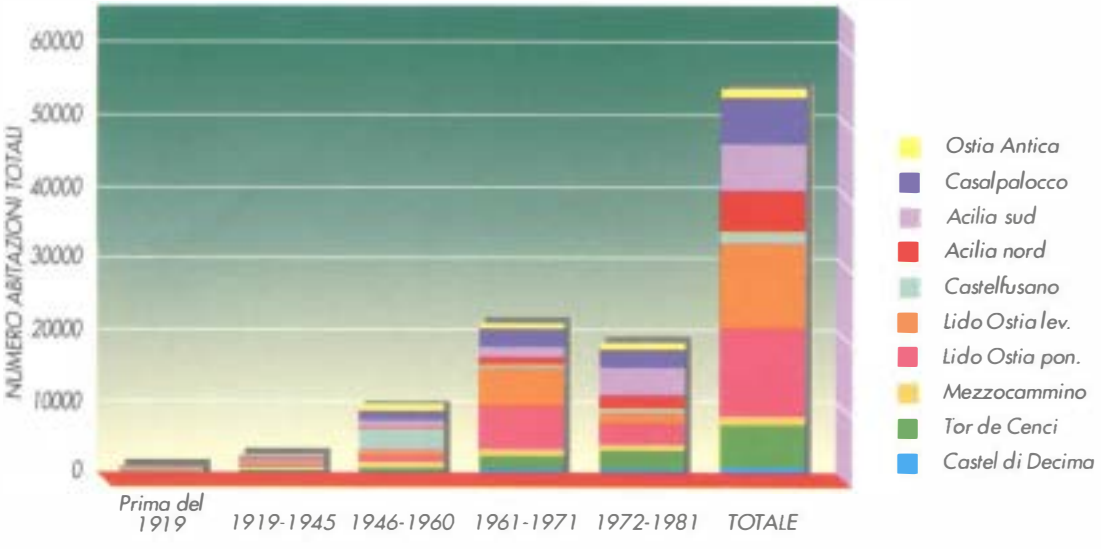
TABELLA 2.2
POPOLAZIONE RESIDENTE
CASTELPORZIANO E DINTORNI

CIRCOSC.	ZONE TOPONOMASTICHE	CODICE	ANNI 1951	1961	1971	1981	1992
XII	GIULIANO-DALMATA	2-31	3845	9902	17550	22467	25279
	E.U.R.	2-32	602	8438	14080	11918	11029
	CECCHIGNOLA	4-22	999	1005	749	708	730
	CASTEL DI LEVA	4-23	2198	2945	4129	5679	8429
	FONTE OSTIENSE	4-24	581	246	188	17423	27760
	VALLERANO	4-25	552	515	982	324	883
	CASTEL DI DECIMA	4-26	817	1121	1854	3713	6243
	TORRINO	4-27	402	426	5039	12922	25133
	TOR DE CENCI	4-28	374	1570	12584	21588	30747
	MEZZO CAMMINO	4-31	855	3772	5747	7307	6259
	TOR DI VALLE	4-39	76	101	37	9	4
	TOTALI		11301	30041	62939	104058	142496
XIII	LIDO OSTIA PON.	2-33	4665	8161	27608	44491	49024
	LIDO OSTIA LEV.	2-34	9112	16846	32042	38355	39190
	LIDO CASTEL FUS.	2-35	128	261	184	242	1095
	CASTELPORZIANO	4-29	395	390	391	439	352
	CASTELFUSANO	4-30	460	537	1263	3520	7680
	ACILIA NORD	4-32	4200	7890	11164	15988	21898
	ACILIA SUD	4-33	1188	8764	14219	25981	27644
	CASAL PALOCCO	4-34	638	1730	10152	17083	25840
	OSTIA ANTICA	4-35	1862	2593	3074	443	5681
	TOTALI		22648	47172	100097	150532	178404
XIV	ISOLA SACRA	4-36	1914	5178	10205	16096	20501
	FIUMICINO	4-37	5733	6207	6554	6162	8115
	FREGENE	4-38	1915	2530	2898	3211	4812
	MACCARESE SUD	4-42	1897	1196	901	785	815
	MACCARESE NORD	4-43	3214	2756	2756	2940	2603
	TORRIMPIETRA	4-46	1233	2011	2721	3543	4106
	PALIDORO	4-47	1687	2970	3547	3762	3938
	TOTALI		17593	22848	29582	36499	44890
XV	PORTUENSE	2-11	12977	46244	113276	116196	102265
	SUB. PORTUENSE	3-7	10882	15404	30473	34754	35844
	MAGLIANA VECCHIA	4-40	526	381	275	819	830
	PONTE GALERIA	4-41	1785	1950	2168	2833	4791
	TOTALI		26170	63979	146192	154602	143730

NOTA: Le zone ombreggiate in tabella sono quelle situate in prossimità di Castelporziano

con il superamento della soglia di 20.000 abitazioni occupate soprattutto nelle aree di Lido di Ostia Ponente e Lido di Ostia Levante (Fig. 2.12).
Sorgono i nuclei abitativi di Casalpalocco e Tor de' Cenci prima quasi inesistenti, mentre nel periodo 1972-1981 viene incrementato l'agglomerato di Acilia Sud.
In totale nel 1992 risulta, in base al censimento, un totale di oltre 50.000 abitazioni occupate dislocate soprattutto nelle aree di Tor de' Cenci, Lido di Ostia Ponente e Levante, Acilia Sud e Casalpalocco, mentre comincia a ingigantirsi anche l'area di Acilia Nord.
Il grafico delle abitazioni in complesso (Fig. 2.13) mostra chiaramente nella direttrice sud-sud ovest della città 2 grossi nuclei, quello di Tor de' Cenci con un totale di 7.000 abitazioni, quello di Acilia Nord, Acilia Sud e Casalpalocco con circa 20.000 abitazioni senza particolari scostamenti fra il numero delle case occupate e quelle non occupate.
Si discostano sensibilmente gli agglomerati urbani di Lido di Ostia Ponente e Lido di Ostia Levante con circa 35.000 abitazioni dove si trovano circa 9.000 abitazioni non occupate stabilmente, ma utilizzate solo nel periodo estivo.
Per quanto riguarda la condizione professionale della popolazione residente, si rileva (Fig. 2.14) che la maggioranza è costituita da dirigenti, impiegati e lavoratori dipendenti che sono pertanto soggetti a movimenti di pendolarismo quotidiano nei due sensi, da e verso Roma, per raggiungere il proprio posto di lavoro.
Fino a non più di cinquant'anni fa, l'area circostante la Tenuta Presidenziale di Castelporziano non presentava caratteristiche molto diverse da quelle che regnavano all'interno dei suoi confini. Vasti pascoli cespugliati, alberi isolati, vallette boscose, macchie, selve, queste ultime preponderanti soprattutto nel versante orientale del complesso. La malaria e l'abbandono, comuni a gran parte dell'Agro Romano, avevano favorito la scarsissima antropizzazione di quei luoghi e il loro mantenimento in uno stato seminaturale, molto simile a quello di *saltus* (pascoli, incolti, boschetti) della tradizione romana.
È dal secondo dopoguerra, con l'espansione incontrollata e massiccia dell'edilizia (espansione già iniziata, con limitate volumetrie alla fine degli anni 30, con la corsa al mare mediata dalla costruzione dell'E42 e dei quartieri suburbani di Acilia e del Lido di Roma) e l'apertura della Via Cristoforo Colombo e della Via

FIG. 2.12 - ABITAZIONI OCCUPATE PER EPOCA DI COSTRUZIONE CASTELPORZIANO E DINTORNI



di Decima, che gli insediamenti si moltiplicano attorno al complesso: prima la lottizzazione di Casal Palocco poi la proliferazione selvaggia nell'area dell'Infernetto e i grandi insediamenti popolari di Spinaceto e Tor de' Cenci, e le case nell'area di Castel di Decima.
Al di là delle cifre, già di per sé imponenti, sul numero degli abitanti venuti a insediarsi negli ultimi 50 anni negli immediati dintorni della Tenuta, e delle foto aeree che testimoniano in maniera palmare la cementificazione del territorio, basta recarsi sul posto per constatare di persona come, in pochi anni, un paesaggio di altissimo valore e pregio sia stato progressivamente degradato.
La disseminazione disordinata e caotica delle case (in massima parte abusive)

FIG. 2.13 - ABITAZIONI IN COMPLESSO (Censimento 1981)

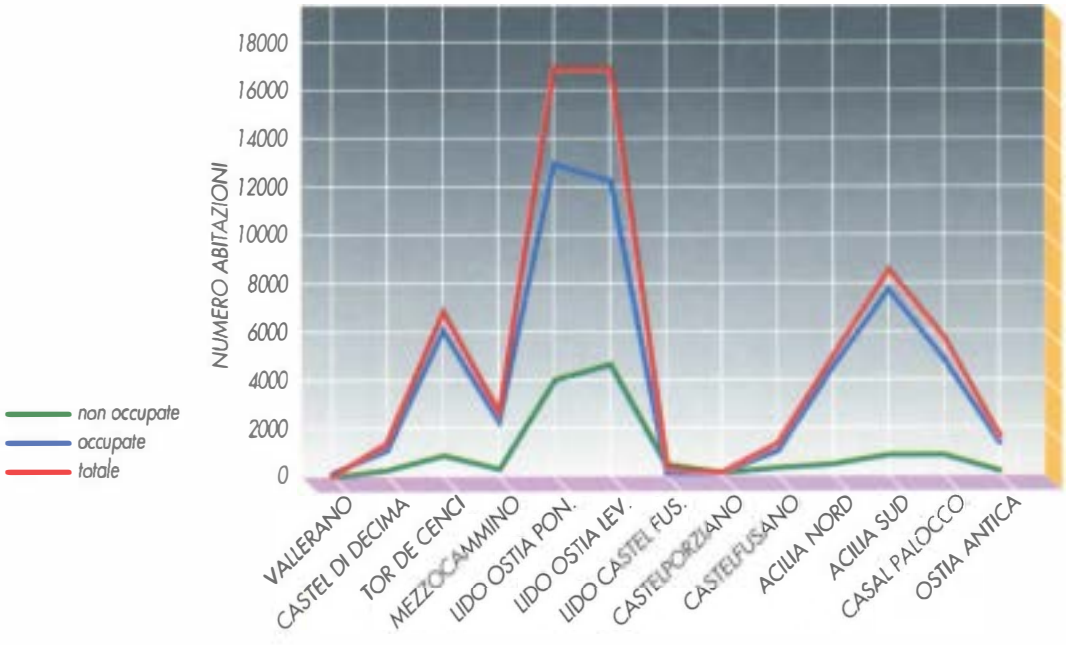
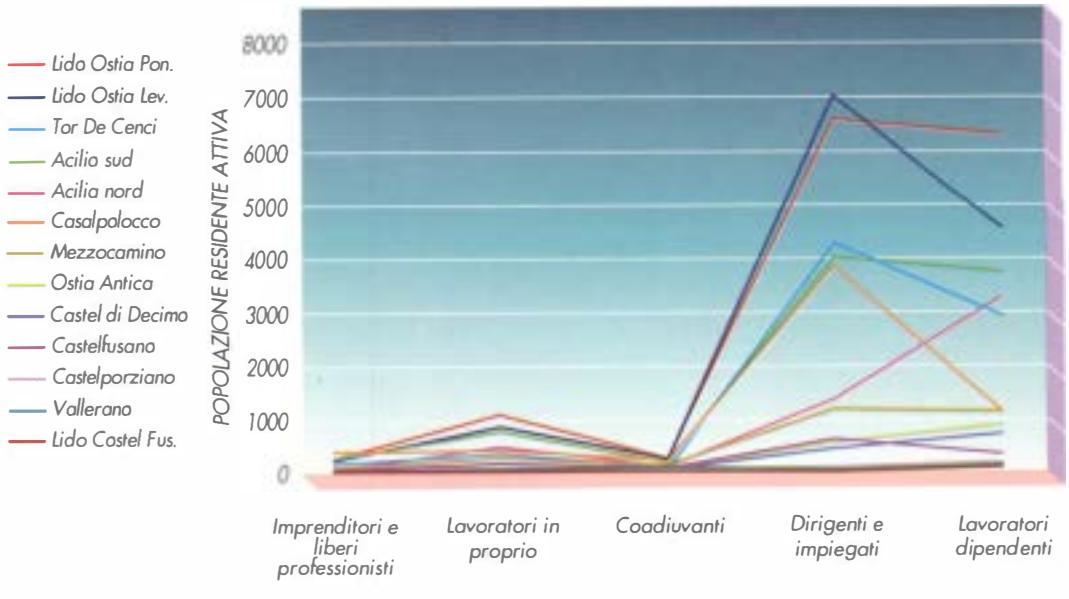
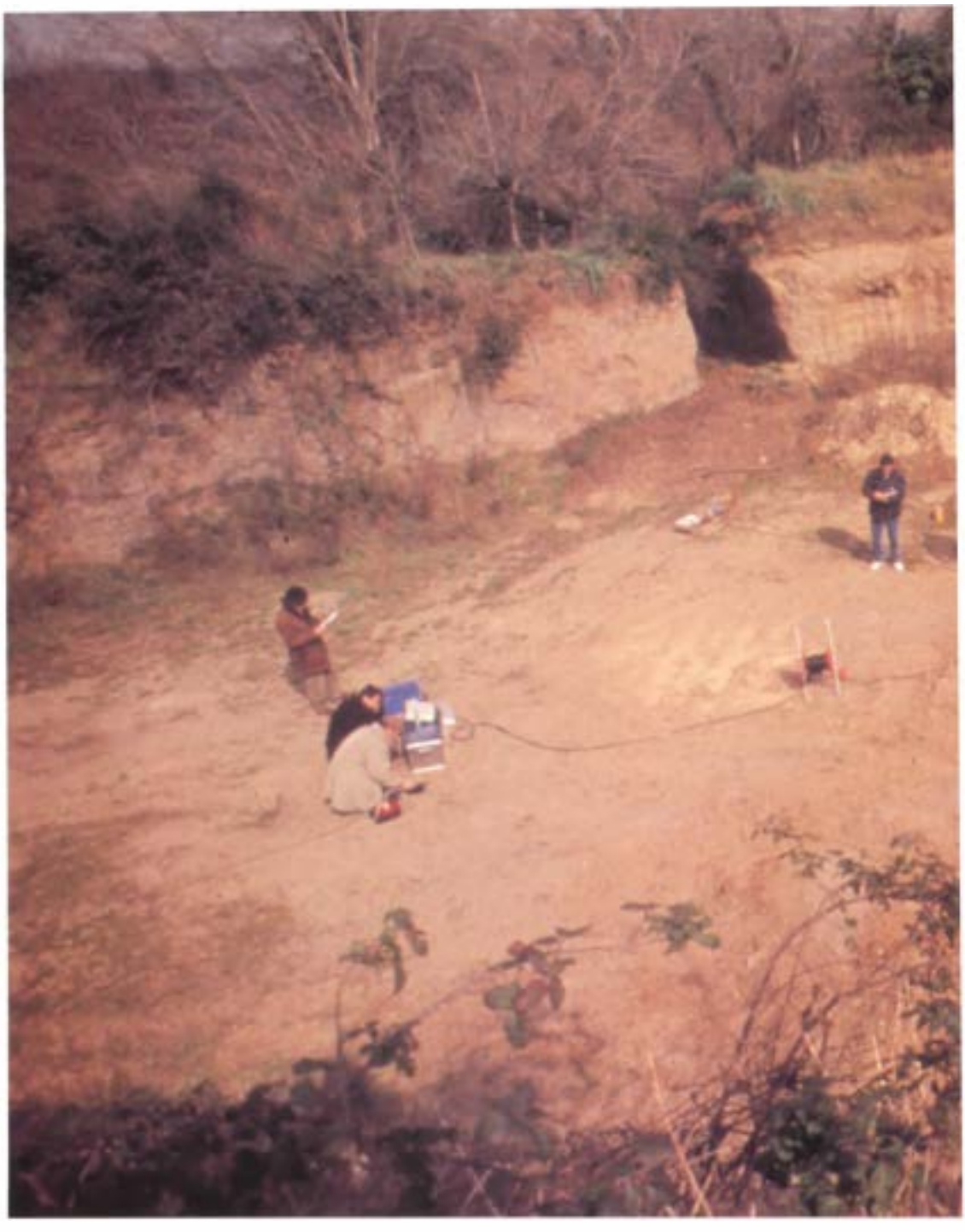


FIG. 2.14 - POPOLAZIONE RESIDENTE ATTIVA IN CONDIZIONE PROFESSIONALE PER SETTORE DI ATTIVITÀ ECONOMICA E POSIZIONE NELLA PROFESSIONE (Censimento 1981)





nel quadrante occidentale (Infernetto), i grandi condomini, falansteri protervi, che si affacciano sulla Valle del Malpasso e sono in procinto di dilagare anche in questa ancora serena e intatta valletta, gli insediamenti sparsi nell'area di Trigoria e di Decima, l'occupazione edilizia del litorale di Castelfusano, la proliferazione di strade, tra cui la assurda litoranea, la cementificazione del Canale Palocco, l'impianto di grandi elettrodotti stanno chiudendo in un cappio mortale una delle più importanti aree naturalistiche del nostro Paese.
Ma questo non è dannoso solo dal punto di vista paesistico: perché tale assedio ha purtroppo reso obbligatoria una serie di azioni conseguenti, alti muri, alcuni in cemento armato e fitte reti di recinzione che hanno praticamente reciso, lungo i confini orientali, i rapporti tra la fauna terrestre ancora esistente fuori dai confini e quella all'interno. E così la muraglia edilizia dell'Infernetto ha anch'essa interrotto itinerari, percorsi, relazioni tra gli animali, condannando la Tenuta a di-

ventare un'"isola ecologica", ormai avulsa dal resto del territorio. In più le emissioni liquide e aeriformi provenienti da tali insediamenti attentano all'integrità ecologica della Tenuta, rendendola sempre più simile a un parco urbano, nonostante i 6.000 ettari della sua estensione.
Naturalmente, il programma di monitoraggio ambientale previsto per la Tenuta di Castelporziano, oltre a verificare le alterazioni agli ecosistemi che questa situazione provoca, dovrà tener conto delle mutazioni dello stato di fatto del territorio circostante, soprattutto in termini di incremento della presenza edilizia. E importante potrebbe rivelarsi, utilizzando tecniche di riprese aeree all'infrarosso, la ricerca delle abitazioni effettivamente occupate nel loro rapporto con le costruzioni totali, al fine di stabilire il reale carico abitativo che le aree contigue alla Tenuta presentano.

MINISTERIO DEL AMBIENTE

SEZIONE 3

RISULTATI DELLA CAMPAGNA DEI RILIEVI
(Gennaio - Aprile 1992)

3.1 Introduzione, descrizione e organizzazione delle ricerche e preliminari analisi dei risultati

Durante i lavori di Commissione nell'esaminare le ricerche già effettuate presso la Tenuta e nell'approcciarsi a un programma a lungo termine che comprendesse tutte le tematiche o sottosistemi considerati in un Sistema Informativo globale per il territorio di Castelporziano, si è ravvisata la necessità, oltre a una curiosità scientifica da ricercatori, di effettuare una serie di ricerche che pure in tempi limitati potessero offrire ulteriori supporti al progetto finale. Le ricerche individuate riguardavano approfondimenti relativi al microclima, allo studio delle specie contaminanti in atmosfera, le deposizioni atmosferiche, l'aerofotogrammetria, l'incidenza del traffico veicolare e altre.
Da tali ipotesi e attraverso la disponibilità di diversi Istituti ed Enti di ricerca, si è dato avvio a una campagna di rilievi limitata ai mesi da gennaio ad aprile 1992, ma sicuramente importante sia per l'applicazione a un'area protetta quale quella di Castelporziano, sia per la contemporaneità di varie ricerche che potessero offrire un confronto di metodologie una correlazione dei dati ottenuti, una prima valutazione dello stato dell'ambiente della Tenuta.
Le indagini hanno avuto come programma:

Studio delle deposizioni atmosferiche

Dall'approccio riportato in Sezione 2 relativo a un primo studio sull'acidità delle deposizioni atmosferiche umide è risultato essere importante approfondire lo studio delle caratteristiche con procedure standardizzate riconducibili alla Rete nazionale RIDEP del Ministero dell'Ambiente. Sono state installate due stazioni di monitoraggio con sistemi di raccolta umido/secco (wet-dry), una di queste continuerà l'attività in un programma pluriennale e sarà inserita nella rete nazionale per acquisire dati a lungo termine e confrontare i risultati con altre realtà territoriali a diversa attività.

Monitoraggio radiometrico

Lo studio si presenta inedito per la Tenuta; il territorio è stato caratterizzato dalla tipologia e intensità della irradiazione esterna dovuta a raggi cosmici e alla ra-

dioattività naturale del suolo.
I dati ottenuti saranno rapportati alle altre realtà nazionali per omogeneità di natura geologica del suolo.

Monitoraggio atmosferico

Le ricerche sono state effettuate sia con un mezzo mobile dotato di analizzatori automatici, sia con apparecchiature di raccolta campioni i quali sono stati poi analizzati in laboratorio. Lo scopo, attraverso le conoscenze dei livelli di presenza delle specie inquinanti (Primari e Secondari), è stato molteplice nel caratterizzare la qualità dell'atmosfera, nell'individuare le fonti di contaminazione, la diffusione e trasformazione dei contaminanti stessi.

Telerilevamento aereo

La missione sulla Tenuta ha alcuni obiettivi quale il confronto con precedenti indagini acquisendo dati sulla salute della vegetazione, su caratteri geomorfologici, e una correlazione con dati ottenuti con rilievi a terra.
Questo sistema di rilevamento è caratteristico per avere informazioni ambientali in settori di applicazione dei più diversi e in tempi reali di indagine molto brevi.

Censimento del traffico veicolare ai confini della Tenuta

Sulle principali linee di comunicazione, che risultano ai confini della Tenuta, è stato effettuato il censimento dei veicoli che transitano e le ore di loro maggiore frequenza.
I dati raccolti, correlati successivamente alle contaminazioni prodotte, possono essere una chiave di lettura delle specie inquinanti, e dei loro livelli di presenza, riscontrate all'interno della Tenuta.

Misure ecofisiologiche

Due stazioni di monitoraggio hanno rilevato dati relativi alla respirazione delle piante, curve delle attività fotosintetiche e della conduttanza stomatica in periodi stagionali tipicamente invernali.

Considerato il tempo limitato della campagna di rilievi, la quantità di dati a oggi ottenuta è elevata, altri dati o elaborazioni che necessitano per la loro acquisizione o di procedure analitiche complesse o di verifiche successive, saranno disponibili in un prossimo futuro.
Quanto ottenuto rappresenta un sondaggio preliminare (screening) che sicuramente agevola la formulazione di programmi successivi e va a completare i settori disciplinari d'utenza del Sistema Informativo.

3.2 Studio delle deposizioni atmosferiche (*)

1 - Periodo della misura

Le attività di monitoraggio delle deposizioni acide nella Tenuta di Castelporziano sono iniziate ai primi di febbraio 1992 e si prevede si prolungheranno per 2 anni, fatta salva la possibilità di inserire le stazioni di misura nell'attuale rete ENEL-Ministero Agricoltura e Foreste (MAF) che diverrà parte della rete nazionale RIDEP del Ministero dell'Ambiente.

2 - Scopo della ricerca

Gli obiettivi delle attività di misura delle deposizioni acide sono:

a) descrivere e interpretare la distribuzione delle deposizioni atmosferiche in 2 località della Tenuta (una in prossimità del mare, lontano da grossi fenomeni di urbanizzazione e l'altra in prossimità del confine nord della Tenuta, in vicinanza di elevati volumi di traffico e di sviluppo urbanistico;
b) descrivere e interpretare le variazioni delle deposizioni atmosferiche nel ciclo annuale;
c) studiare le possibili correlazioni tra le caratteristiche chimiche delle deposizioni atmosferiche e lo stato di salute delle foreste.

Dai risultati di questa ricerca si prevede di verificare, a partire da un ecosistema in condizioni abbastanza vicine a quelle naturali, gli effetti del grande sistema metropolitano di Roma e degli agenti marini lungo una costa fortemente urbanizzata.
Le localizzazioni prescelte per le 2 stazioni sono (vedi Allegato A):
Casale Trafusa - in vicinanza del confine nord della Tenuta;
Tor Paterno - in prossimità della costa.

(*) M. De Bernardi, M. Marchionni, A. Novo - ENEL - Centro Ricerca Termica e Nucleare - Milano
M. Borgarello - CISE, Segrate - S.Viarengo - METIS - Torino

3 - Attrezzature

Le attrezzature necessarie per le stazioni di misura sono:

a) due campionatori del tipo secco/umido per le deposizioni acide;
b) due capannine meteo con termoigrografo;
c) un frigorifero da l 250 per la conservazione dei campioni prelevati dalle stazioni;
d) un punto di presa elettrica a 220V per una potenza da 2kW [1].

4 - Procedure di campionamento

La frequenza prevista dei prelievi dei campioni dalle stazioni è:

a) settimanale per la deposizione "umida";
b) mensile per la deposizione "secca".

Il personale della Tenuta incaricato della raccolta e della conservazione dei campioni da analizzare è già stato addestrato dal personale ENEL in occasione dell'installazione delle stazioni.
All'inizio della campagna si è anche proceduto al campionamento di fronde di pino domestico (*Pinus Pinea*) e Leccio (*Quercus Ilex*) nei pressi delle due stazioni di misura in modo da stimare il livello degli aerosoli depositati sulla vegetazione.
I prelievi sono effettuati sia nella zona alta che in quella bassa della chioma per tener conto della situazione locale, che presenta talvolta due livelli diversi di danno lungo l'altezza delle piante.

5 - Parametri da determinare

I parametri da misurare nei campioni di deposizione umida sono:
- quantità totale della precipitazione umida,
- concentrazioni delle specie chimiche principali (Ca, Mg, Na, K, NH_4, NO_3, SO_4, Cl), pH, conducibilità.

Nei campioni vegetali, dopo lisciviazione con acqua demineralizzata, vengono misurati i seguenti parametri, che sono poi riferiti al peso secco delle foglie: Cl, NO_3, SO_4, Cu, Al, V, Mg, Cr, Mn, Fe, Ni, Zn, Na, Ba, Ca, Sr.

6 - Procedure di analisi

Tutte le analisi chimiche sono effettuate dal laboratorio del CISE di Segrate (MI).
Nel caso delle deposizioni umide è applicato il protocollo di analisi previsto dalla rete nazionale delle deposizioni acide (RIDEP) afferente al Ministero dell'Ambiente.
Nel caso delle deposizioni "secche sedimentabili" si opera la lisciviazione del contenuto del recipiente di raccolta per poter analizzare la frazione solubile secondo i metodi già citati.
Nel caso dei campioni vegetali, dopo opportuna lisciviazione, si determinano gli anioni mediante la tecnica della cromografia ionica, e i cationi mediante tecniche spettroscopiche di emissione in plasma e di assorbimento atomico.

---

[1] Una delle due stazioni di prelievo funziona con un alimentatore fotovoltaico.

L'interpretazione dei dati relativi alle analisi delle precipitazioni è supportata dallo studio delle principali variabili meteorologiche rilevate sia presso la Tenuta presidenziale che presso la stazione del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare di Fiumicino e Pratica di Mare.

7 - Risultati

7.1 Campionamento delle precipitazioni

Il periodo di campionamento delle precipitazioni è iniziato il 15 gennaio 1992 presso la stazione di Trafusa e il 21 febbraio presso la stazione di Tor Paterno.
Durante il periodo in esame si è verificato un inconveniente tecnico all'alimentazione fotovoltaica della stazione di Trafusa che ha impedito il campionamento della precipitazione dell'ultima settimana di marzo.
Gli eventi di precipitazione si sono verificati nelle settimane 20-27 gennaio, 10-17 febbraio, 9-16 marzo, 23-30 marzo e 30 marzo-6 aprile. Si hanno pertanto 4 campioni settimanali a Trafusa e 3 a Tor Paterno (Tab. 3.1).

TABELLA 3.1
RISULTATI DELLE ANALISI DELLE 5 SETTIMANE DI CAMPIONAMENTO DI PIOGGIA A TRAFUSA E TOR PATERNO;
CONFRONTO CON I RISULTATI DI ORBETELLO

	TRAFUSA				ORBETELLO
Inizio	20/01	10/02	9/03	23/03	20/01
Fine	27/01	17/02	16/03	30/03	27/01
mm	60.00	10.00	4.40	70.00	
pH	4.60	5.07	4.69	7.49	4.32
Cond.	18.30	34.60	54.00	101.00	35.00
Ca	0.43	1.09			0.37
Mg	0.06	1.19			0.20
Na	0.37	0.19			1.04
K	0.07	ND			0.12
NH4	0.59	1.57			0.65
NO3	1.42	1.94			2.07
SO4	2.04	2.78			2.29
Cl	0.78	1.66			3.18
Acidx 1000	2.00				0.05

	TOR PATERNO		
Inizio	9/03	23/03	30/03
Fine	16/03	30/03	6/04
mm	4.15	42.46	16.31
pH	4.53	7.66	7.15
Cond.	42.00	122.00	99.00
Ca			
Mg			
Na			
K			
NH4			
NO3			
SO4			
Cl			
Acidx 1000			

TABELLA 3.2
DATI DI PRECIPITAZIONE PER LE STAZIONI DI TRAFUSA, TOR PATERNO, FIUMICINO, PRATICA DI MARE

DATA DI PRECIPITAZIONE (mm).				
	20-27/1	10-17/2	9-16/3	23-30/3
TRAFUSA	60	10	4.4	70
TOR PATERNO			4.2	42.5
FIUMICINO	55.2	13.2	0.2	58.2
PRATICA DI M.	74	14	ND	ND

ND = non disponibile

7.2 Confronto con stazioni dell'Aeronautica Militare

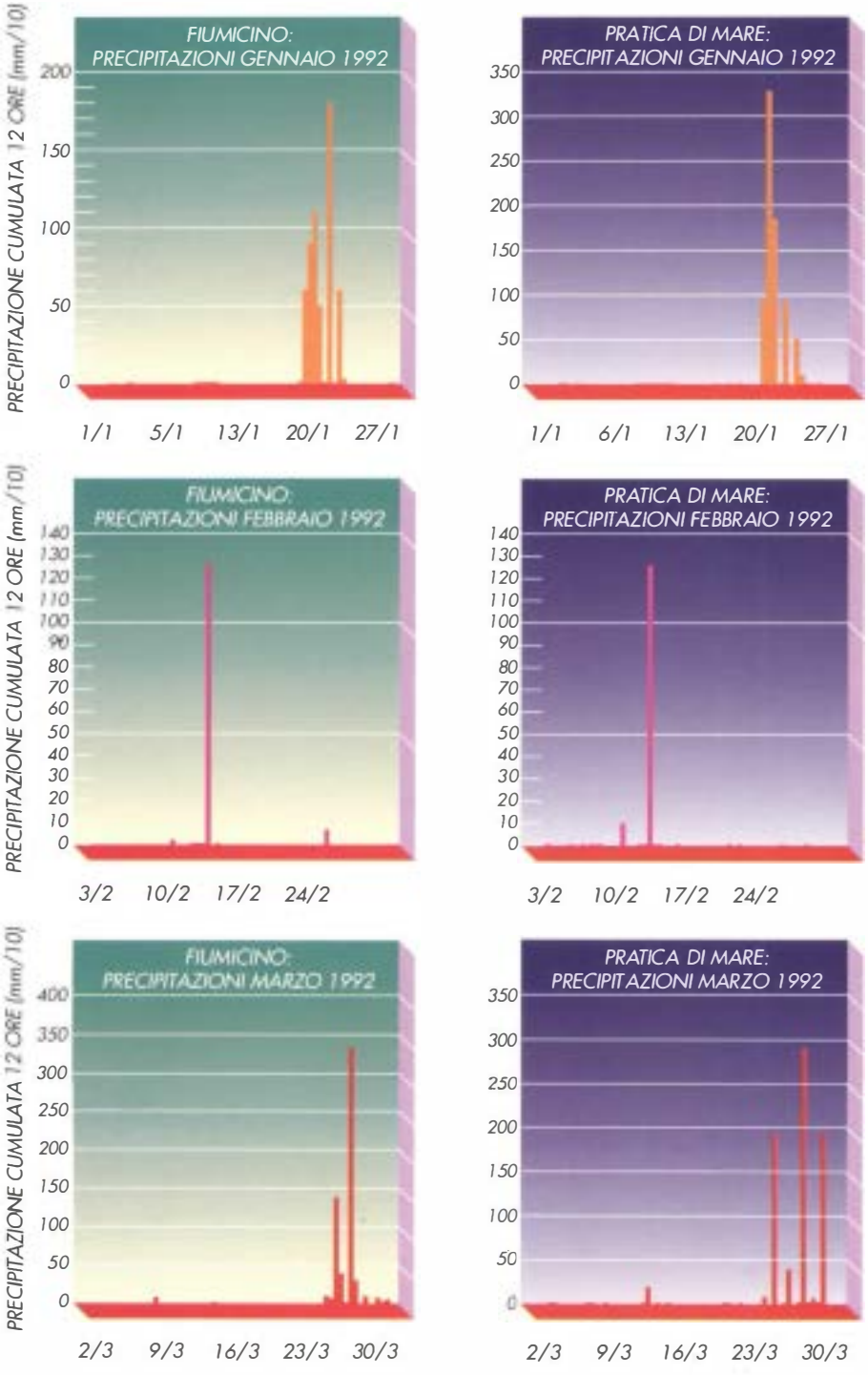
In Tab. 3.2 sono schematicamente riportati i dati di precipitazione per le stazioni di Trafusa, Tor Paterno, Fiumicino e Pratica di Mare.
In essa si può osservare un buon accordo tra le stazioni, tenuto conto che a Pratica di Mare è disponibile solo il 50% dei dati.
Nel periodo considerato gli episodi più intensi si sono verificati nei giorni 21 gennaio - 27 marzo.

Nelle Figg. 3.1; 3.2; 3.3 sono riportati i grafici degli andamenti delle principali variabili meteorologiche del periodo in esame.

7.3 Commento alle analisi chimiche

Le analisi chimiche complete per ora disponibili sono relative ai campioni dei mesi di gennaio e febbraio. Poiché in quei mesi era attiva una sola stazione di

FIG. 3.1 - PRECIPITAZIONI GIORNALIERE A FIUMICINO E PRATICA DI MARE GENNAIO, FEBBRAIO, MARZO 1992



campionamento, i risultati dell'analisi chimica del campione di gennaio sono confrontati, a titolo indicativo, con quelli del corrispondente campione di Orbetello, stazione anch'essa posta in prossimità del mare, ma circa 150 km più a nord.
Nel mese di febbraio invece, a Orbetello l'esiguità delle precipitazioni non ha consentito un analogo confronto.
Si evidenzia pertanto un'acidità inferiore, un contenuto di Ca, NH_4, e SO_4 pres-

FIG. 3.2 - TEMPERATURA A FIUMICINO E PRATICA DI MARE GENNAIO, FEBBRAIO E MARZO 1992

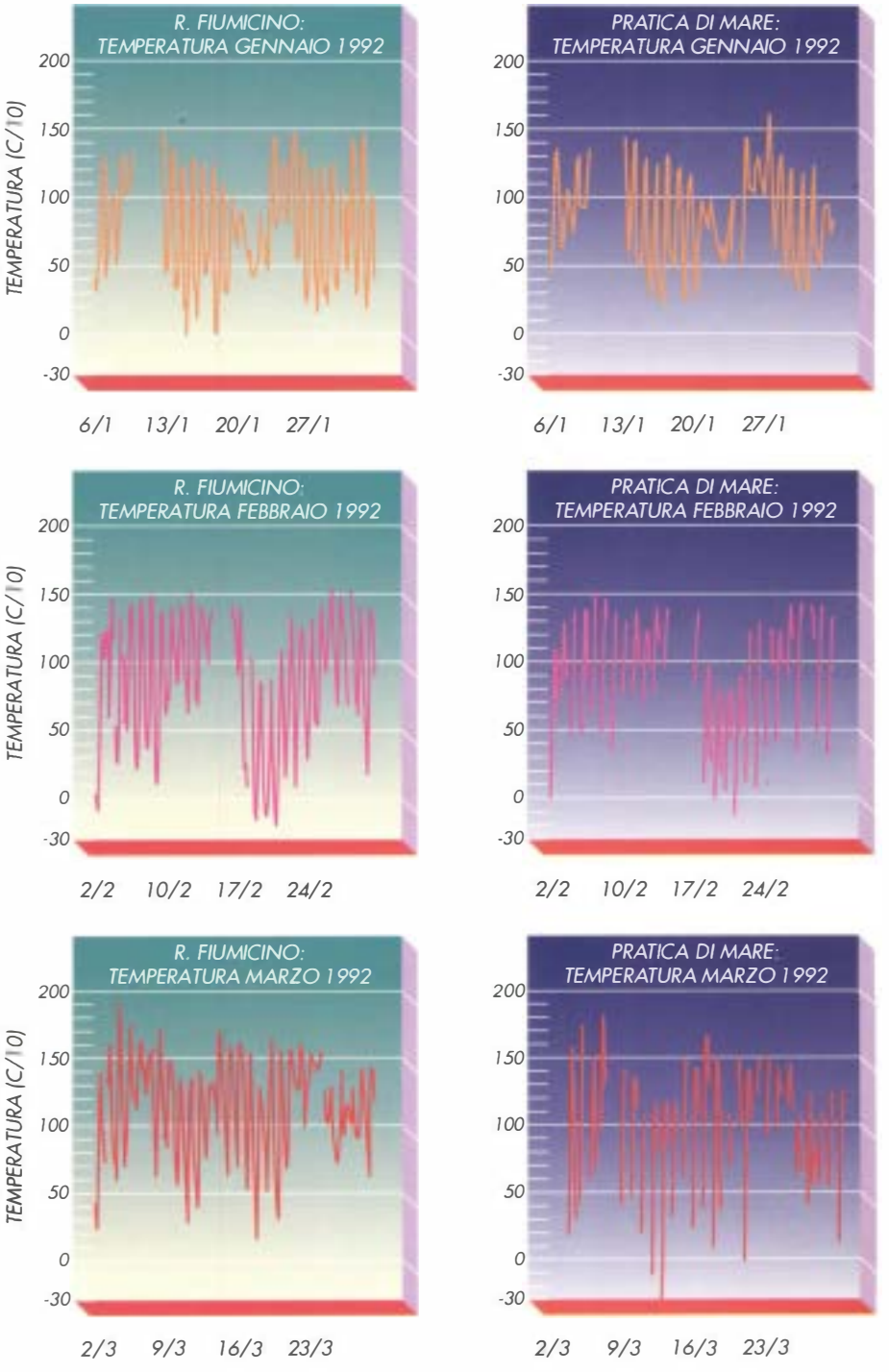
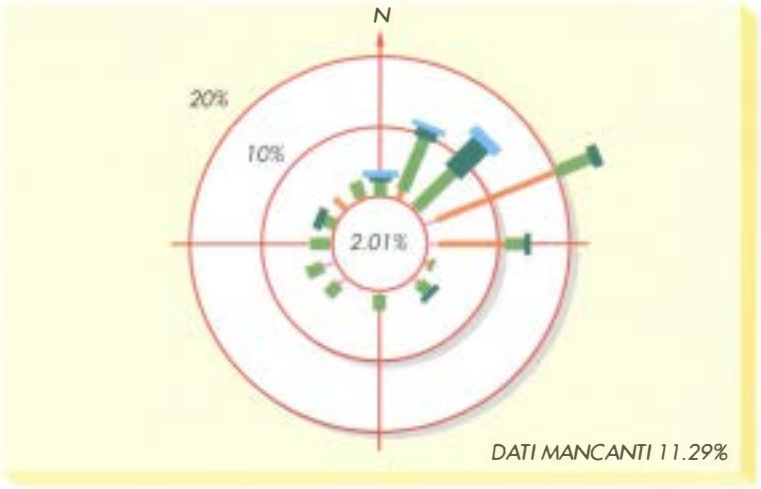
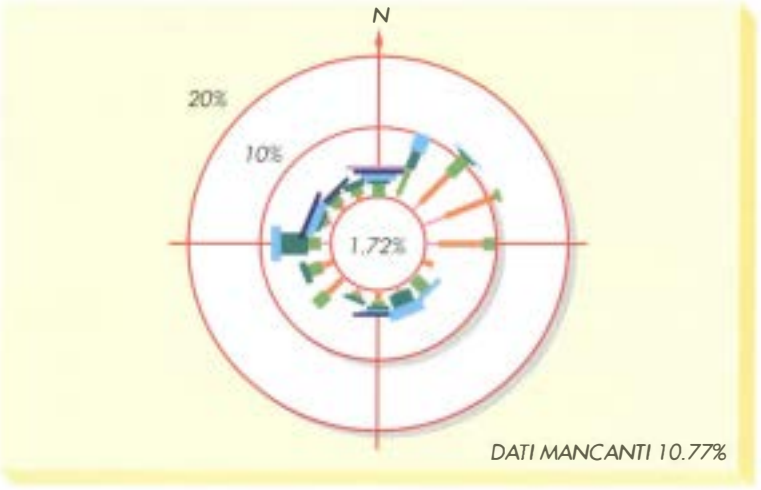


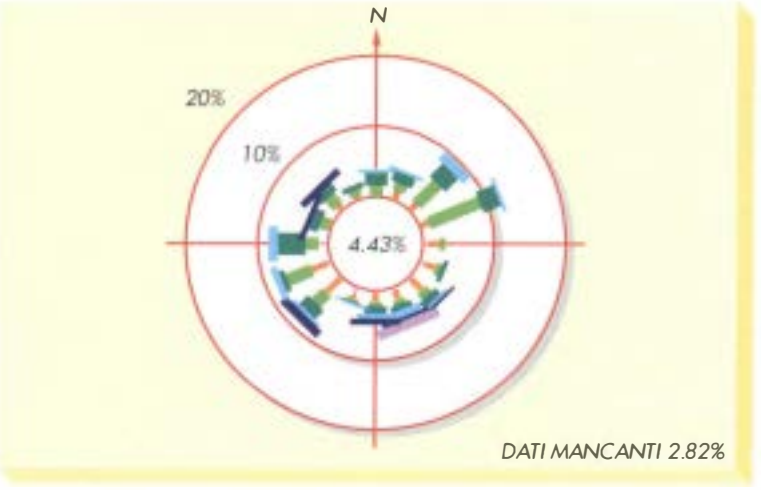
FIG. 3.3 - STAZIONE DI FIUMICINO - VENTI AL SUOLO



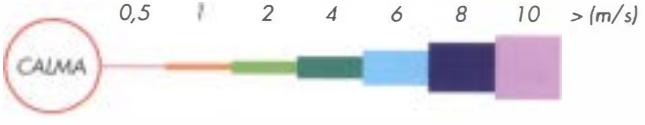
DAL 1/1 AL 31/1/1992



DAL 1/2 AL 29/2/1992



DAL 1/3 AL 31/3/1992



soché uguale, e una minore quantità di sale marino e di ione nitrato a Trafusa rispetto a Orbetello (Tab. 3.1).
Le situazioni meteorologiche associate al periodo 21-26 gennaio erano caratterizzate da un minimo depressionario che dal Mar di Corsica si spostava verso sud provocando sulla zona di interesse una rotazione dei venti dai quadranti occidentali a quelli meridionali (S-SE).
Da fine gennaio al 6 aprile si sono verificate 5 settimane piovose. Le prime 3 presentano valori di pH misurato variabili tra 4,53 e 5,07, che possono essere considerati solo moderatamente acidi. Il periodo dall'1 al 14 febbraio era caratterizzato dal passaggio di una moderata perturbazione (11/2) associata a correnti occidentali e successivamente (14/2) da un minimo sull'Italia Centrale con correnti orientali che hanno determinato le precipitazioni misurate nelle stazioni di Fiumicino e Pratica di Mare.
Per quanto riguarda la settimana 9-16 marzo, solo il giorno 14 la zona in esame è stata interessata dalla coda di una perturbazione che ha causato sporadiche precipitazioni.
Le due successive settimane sono state interessate da precipitazioni con pH misurato maggiore di 7.
Questi episodi, oltre a essere caratterizzati dall'elevato pH, presentano anche un notevole carico ionico, come indicato dai valori di conducibilità che sono da 2 a 5 volte maggiori di quelli registrati nelle settimane precedenti.
Il periodo dal 23 marzo al 5 aprile è caratterizzato da un susseguirsi di profonde saccature sul Mediterraneo Occidentale accompagnate da correnti meridionali che trasportano sull'Italia Centrale notevoli contributi di nuclei di condensazione di origine sahariana.
In corrispondenza di tali situazioni si è osservata una intensificazione della velocità del vento con valori oscillanti tra i 20 e 30 nodi e direzioni prevalenti dai quadranti meridionali.

7.4 Caratterizzazione chimica degli aerosoli depositati sulle foglie

Si premette che, essendo la campagna di rilievi ancora nella fase iniziale, i risultati ottenuti vanno riferiti alle specifiche condizioni meteoclimatiche del periodo precedente il campionamento. Tali risultati sono riportati in Tab. 3.3.

TAB 3.3 - RISULTATI DELL'ANALISI CHIMICA DELL'AREOSOL DEPOSITATO SU FOGLIE DI LECCIO E PINO.

LEGENDA
P = PINO B = BASSO
Q = LECCIO M = ZONA LITORALE
A = ALTO I = ZONA INTERNA

ATTIVITA': CASTEL PORZIANO 92 - LISCIVIAZIONE CAMPIONI DI FOGLIE

	P				Q			
	MA	MB	IA	IB	MA	MB	IA	IB
Cu µg/g	0.35	<0.08	0.94	3.08	1.36	0.95	2.41	1.83
Al µg/g	17.23	24.00	25.40	61.80	38.33	35.36	59.32	67.93
V µg/g	0.33	0.16	0.16	1.69	0.54	0.32	0.79	0.59
Mg µg/g	41.45	83.60	39.60	67.85	123.18	94.51	135.31	154.45
Cr µg/g	<0.07	<0.07	<0.07	0.93	<0.07	<0.07	0.20	<0.07
Mn µg/g	1.00	1.16	2.61	3.52	12.07	16.42	92.89	63.52
Fe µg/g	12.85	17.70	18.18	56.86	38.68	22.11	35.10	31.48
Ni µg/g	<0.20	<0.20	<0.20	1.48	<0.20	<0.20	0.27	<0.20
Zn µg/g	1.01	1.01	1.53	5.18	3.26	1.98	4.40	4.64
Na µg/g	41.25	140.44	25.11	83.30	117.07	98.62	131.56	106.42
Ba µg/g	0.98	1.15	1.77	5.22	2.03	2.21	8.14	7.61
Ca µg/g	117.04	187.98	128.61	268.22	351.68	324.89	415.79	380.68
Sr µg/g	0.31	0.76	0.23	1.47	1.79	1.60	1.69	1.74
Cl µg/g	60.30	39.69	11.13	35.73	91.52	69.40	52.74	51.20
NO_3 µg/g	12.77	15.27	18.18	18.66	34.91	35.13	14.44	8.91
SO_4 µg/g	55.34	70.60	51.57	168.35	135.55	104.53	169.51	178.04
Pb µg/g	0.69	0.54	2.20	3.90	1.90	1.50	5.00	4.90

7.4.1 Macroinquinanti

I parametri traccianti dell'aerosol marino sono gli ioni cloruro e sodio. Come si osserva dalle Figg. 3.4 e 3.5, esistono alcune differenze tra i risultati ottenuti dall'analisi delle foglie di leccio rispetto a quelle di pino. Nel primo caso si osserva che la concentrazione di ione cloruro tende a diminuire dal mare verso l'interno. Tale andamento è giustificabile nella ipotesi che la superficie delle foglie sia interessata da deposizione di aerosol marino con intensità decrescente allontanandosi dal mare.
Si riscontra anche una concentrazione di ione sodio maggiore rispetto a quella di cloruro. Poiché la composizione dell'acqua di mare è caratterizzata da un rapporto [Cl]/[Na] di circa 1,8, tale anomalia è spiegabile supponendo contributi derivanti da altri fenomeni, come ad esempio essudazione da parte delle foglie e/o presenza di sodio nell'aerosol derivato dal terreno.

FIG. 3.4 - RISULTATI DELL'ANALISI CHIMICA DELL'AEROSOL DEPOSITATO SU FOGLIE DI LECCIO (MACROINQUINANTI)

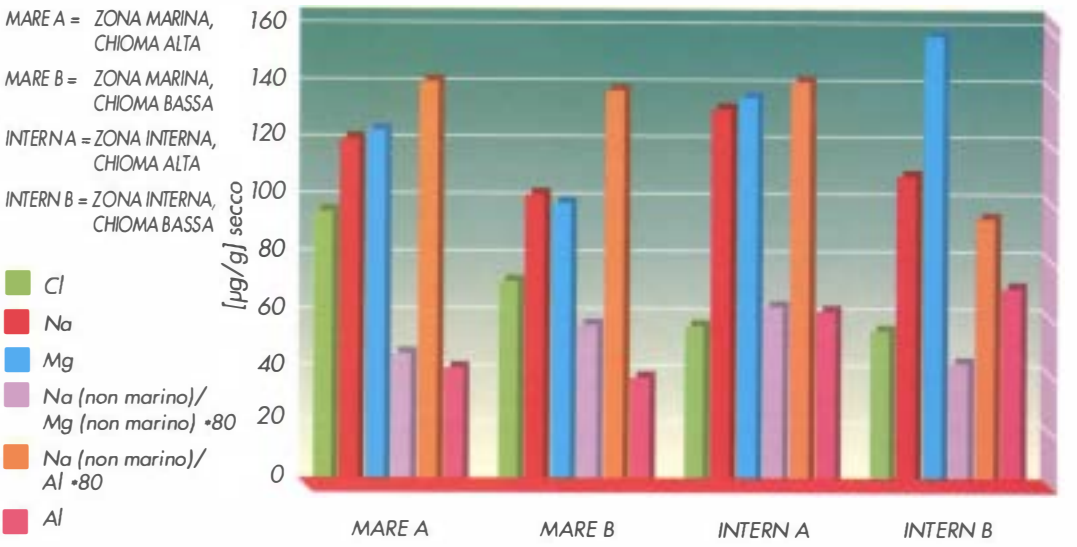
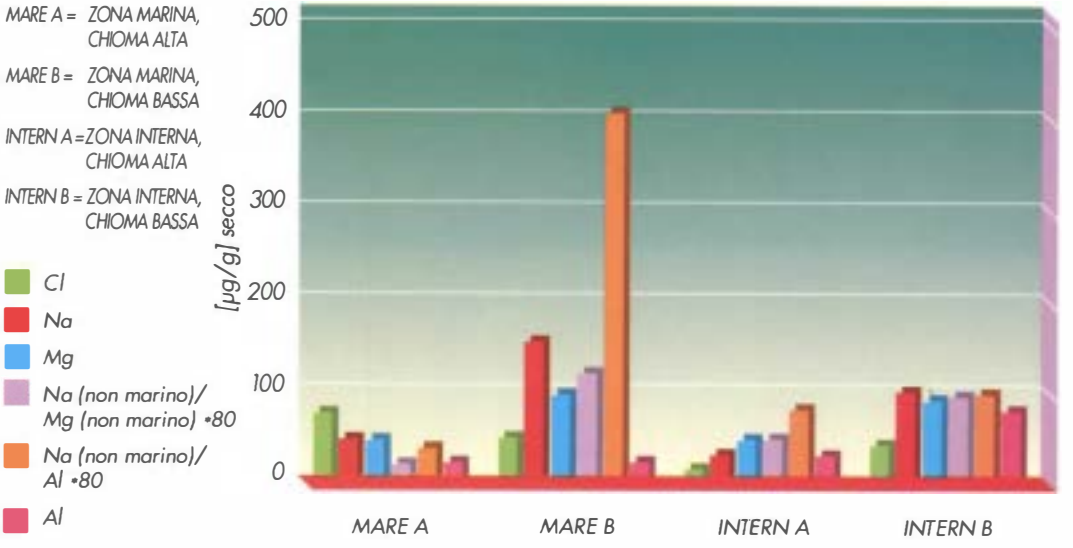


FIG. 3.5 - RISULTATI DELL'ANALISI CHIMICA DELL'AEROSOL DEPOSITATO SU AGHI DI PINO (MACROINQUINANTI)



Il contributo delle polveri del suolo alla deposizione può essere stimato considerando l'alluminio come tracciante: si è osservato che in tutti i campioni analizzati la concentrazione di questo elemento si mantiene pressoché costante. Si è pertanto normalizzata la concentrazione di sodio in eccesso a quella marina rispetto alla concentrazione dell'alluminio, ottenendo un andamento pressoché costante.
Si è poi osservato l'andamento del magnesio, elemento comunemente rilasciato dalle piante e quindi indicatore del metabolismo vegetale. Analogamente a quanto fatto per il sodio, è stata calcolata la concentrazione di magnesio in eccesso rispetto a quella di cloro ed è stata normalizzata rispetto a quella dell'alluminio. In questo caso si sono ottenuti andamenti non costanti.

La differenza di comportamento del sodio e del magnesio fa supporre l'esistenza di due meccanismi diversi di apporto di questi elementi.
Per quanto riguarda la deposizione di ione solfato, si nota che essa è maggiore nei campioni provenienti da Trafusa rispetto a quelli di Tor Paterno, anche considerando la correzione per il sale marino.
Com'è noto in letteratura, lo ione solfato non può provenire da sorgenti interne alle piante, ma unicamente dall'atmosfera.
Nel caso degli aghi di pino si hanno andamenti delle concentrazioni degli elementi meno regolari rispetto a quelli osservati per le foglie di leccio.
Si ritiene che durante la fase di lisciviazione siano subentrati meccanismi di rilascio che hanno parzialmente inficiato i risultati conseguiti.

7.4.2 Metalli pesanti

Premesso che alcuni elementi sono stati trovati in concentrazioni al di sotto del limite di rilevabilità, si osserva un generale incremento di concentrazione passando dal mare verso l'interno. In particolare, le elevate concentrazioni di metalli trovate in un campione lascerebbero supporre la presenza di inquinamento locale, dovuto a traffico autoveicolare o ad altre sorgenti antropogeniche, considerando che l'andamento dei metalli pesanti è simile a quello dello ione solfato.
Nelle Figg. 3.6 e 3.7 si riportano i dati relativi a V, Pb, Ni e Zn, che possono essere considerati i principali indicatori dell'inquinamento atmosferico.

7.4.3 Regime anemologico

È stata ricavata la distribuzione delle frequenze di provenienza del vento nel periodo intercorso tra la data di raccolta dei campioni di foglie e quella della precipitazione precedente. Tale distribuzione evidenzia una predominanza di venti provenienti dai quadranti settentrionali (circa il 50% dei casi tra i settori N e NE)

TABELLA 3.4
DISTRIBUZIONE DELLE FREQUENZE DI PROVENIENZA DEL VENTO A FIUMICINO, IN INTERVALLI DI VELOCITA' (m/s)
DAL 17/2/92 AL 24/2/92

	calma	0.5-1	1-2	2-4	4-6	6-8	8-10	>10	Totale
calma	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N	—	—	—	4.69	1.56	3.13	1.56	1.56	12.50
NNE	—	—	1.56	9.38	6.25	4.69	—	—	21.88
NE	—	—	1.56	6.25	6.25	1.56	—	—	15.63
ENE	—	—	—	3.13	1.56	—	—	—	4.69
E	—	—	—	1.56	—	—	—	—	1.56
ESE	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSW	—	1.56	—	—	—	—	—	—	1.56
SW	—	—	1.56	—	1.56	—	—	—	3.13
WSW	—	—	—	—	—	—	—	—	—
W	—	—	1.56	1.56	4.69	—	1.56	—	9.38
WNW	—	—	—	—	—	4.69	—	1.56	6.25
NW	—	—	1.56	3.13	1.56	—	3.13	—	9.38
NNW	—	—	1.56	4.69	1.56	—	—	—	7.81
Totale	—	1.56	9.38	34.38	25.00	14.06	6.25	3.13	93.75
DATI NON DISPONIBILI 6.3%									

FIG. 3.6 - RISULTATI DELL'ANALISI CHIMICA DELL'AEROSOL DEPOSITATO SU FOGLIE DI LECCIO (METALLI PESANTI)

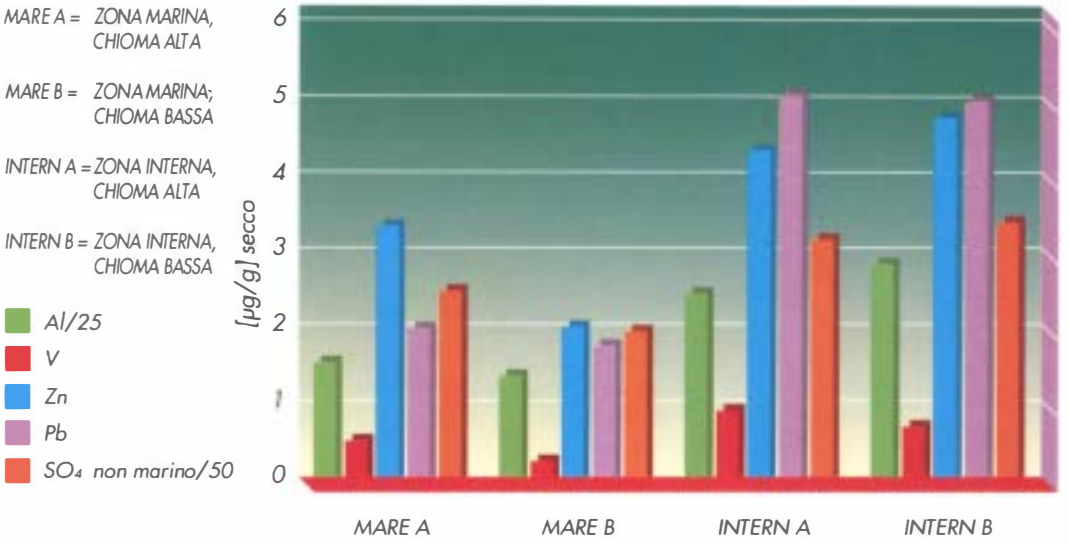
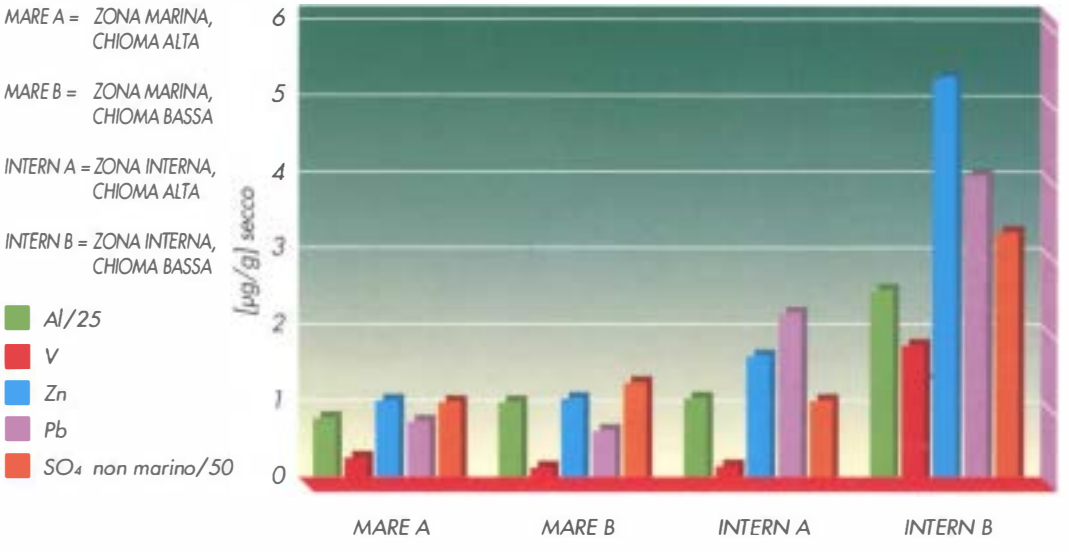
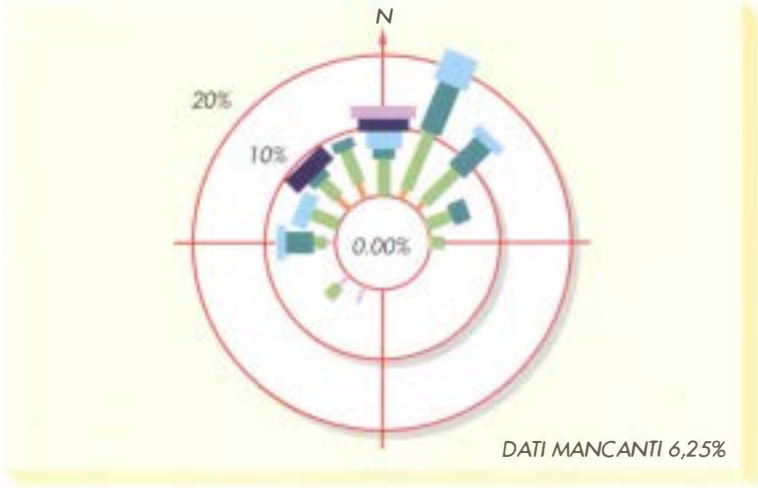


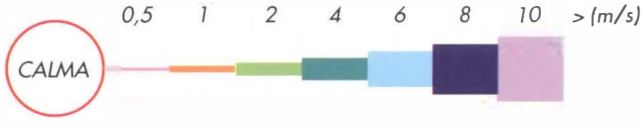
FIG. 3.7 - RISULTATI DELL'ANALISI CHIMICA DELL'AEROSOL DEPOSITATO SU AGHI DI PINO (METALLI PESANTI)



e cioè dall'area urbana di Roma. Per il 25% dei casi la provenienza è dai settori attorno a NW ovvero parallela alla linea di costa. Da Ovest proviene il 10% dei casi, caratterizzati da discreta intensità. Non è presente alcun caso dai settori tra S e ESE (Tab. 3.4, Fig. 3.8).

FIG. 3.8 - STAZIONE DI FIUMICINO - VENTI AL SUOLO DAL 17/2 AL 24/2/1992





3.3 Monitoraggio radiometrico (*)

1 - Periodo della misura

Le attività di monitoraggio radiometrico della tenuta di Castelporziano sono iniziate nel gennaio 1992 e sono terminate il 26 febbraio 1992.

2 - Scopo della ricerca

Il monitoraggio radiometrico ha lo scopo di caratterizzare l'ambiente della Tenuta dal punto di vista della irradiazione esterna dovuta ai raggi cosmici, alla radioattività naturale dovuta all'uranio, torio e potassio e alle deposizioni di Cs137 dall'atmosfera.

3 - Attrezzature

Per il monitoraggio si sono adottati tre diversi tipi di apparecchiature:
- sistema di misura con Camera di ionizzazione Reuter/Stokes (LEMBO, '89);
- sistema di misura per spettrometria gamma in campo computerizzata con Rivelatore al Germanio iperpuro della Camberra (SGC) (BRAMATI, '88);
- scintillatori portatili (Eberline e Szintomat)

(*) G. Gianquitto, G. Lembo, P. Ranucci - Dipartimento Analisi e Monitoraggio dell'Ambiente - ENEA
L. Bramati - ENEL - Ambiente
C. Maffei - ENEL - Direzione delle Costruzioni

4 - Parametri determinati

- In 50 punti della Tenuta, scelti in modo da coprire in modo omogeneo l'intero territorio, è stata determinata l'intensità di dose in aria, espressa in impulsi al secondo (cps). Questo dato è poi stato trasformato in µR/h mediante il fattore di taratura ottenuto dalle misure della camera di ionizzazione.
- In 9 punti di controllo, scelti fra i 50 precedenti è stata eseguita una misurazione più completa comprendente:
- determinazione con metodo ionometrico e spettrometrico dell'intensità di dose assorbita in aria;
- determinazione della concentrazione nel suolo di Uranio, Torio, Potassio e Cs137 per spettrometria gamma.

I dati di esposizione, originariamente rilevati in µR/h sono stati trasformati nelle Unità nGy/h, mediante il fattore 8,69.

5 - Risultati

I 50 punti di misura sono indicati schematicamente in Fig. 3.9.
I 9 punti di controllo sono stati scelti in modo da risultare sufficientemente rappresentativi dell'intera Tenuta, per numero e caratteristiche, nonché particolarmente significativi dal punto di vista radiometrico. Le misure sono state effettuate in zone pianeggianti, distanti da costruzioni o altro, in modo da rispettare le condizioni di geometria (semispazio infinito) necessarie ai fini di una corretta applicazione del metodo spettrometrico per la misura dell'intensità di esposizione in campo.
Il sistema a camera di ionizzazione Reuter/Stokes è stato utilizzato come integratore in modo da ottenere valori di misura con errori inferiori del ± 2% a livello di probabilità del 95%.
Per ciascuno dei punti è stata effettuata una ampia supervisione, con gli strumenti portatili, al fine di determinare il campo di variazione dell'intensità di esposizione. Per i punti in cui, entro un raggio di circa 40 metri, sono state riscontrate variazioni superiori al 10%, sono stati individuati i punti di massima e/o minima esposizione, nei quali sono stati eseguiti ulteriori rilevamenti con la camera di ionizzazione.
Le caratteristiche dei nove punti di controllo sono le seguenti:

N° 2
Zona sufficientemente pianeggiante per un raggio di circa 100 metri, terreno argilloso apparentemente incolto. Misura su zona in piano (raggio esteso). Irradiazione costante (entro 10%).

N° 6
Zona pianeggiante per un raggio di circa 80 metri. Terreno pozzolanico-argilloso apparentemente lavorato. Misura su zona in piano (raggio esteso). Irradiazione costante (entro 10%).

N° 11
Cava di pozzolana con raggio di circa 20 metri e altezza delle pareti di circa 6 metri. Misura al centro della cava su terreno pozzolanico in piano per un raggio di circa 5 metri. Irradiazione costante per un raggio di circa 2,5 metri; si ha poi un aumento verso le pareti della cava con valori di 40-45 µR/h a circa 1 metro dalle stesse.

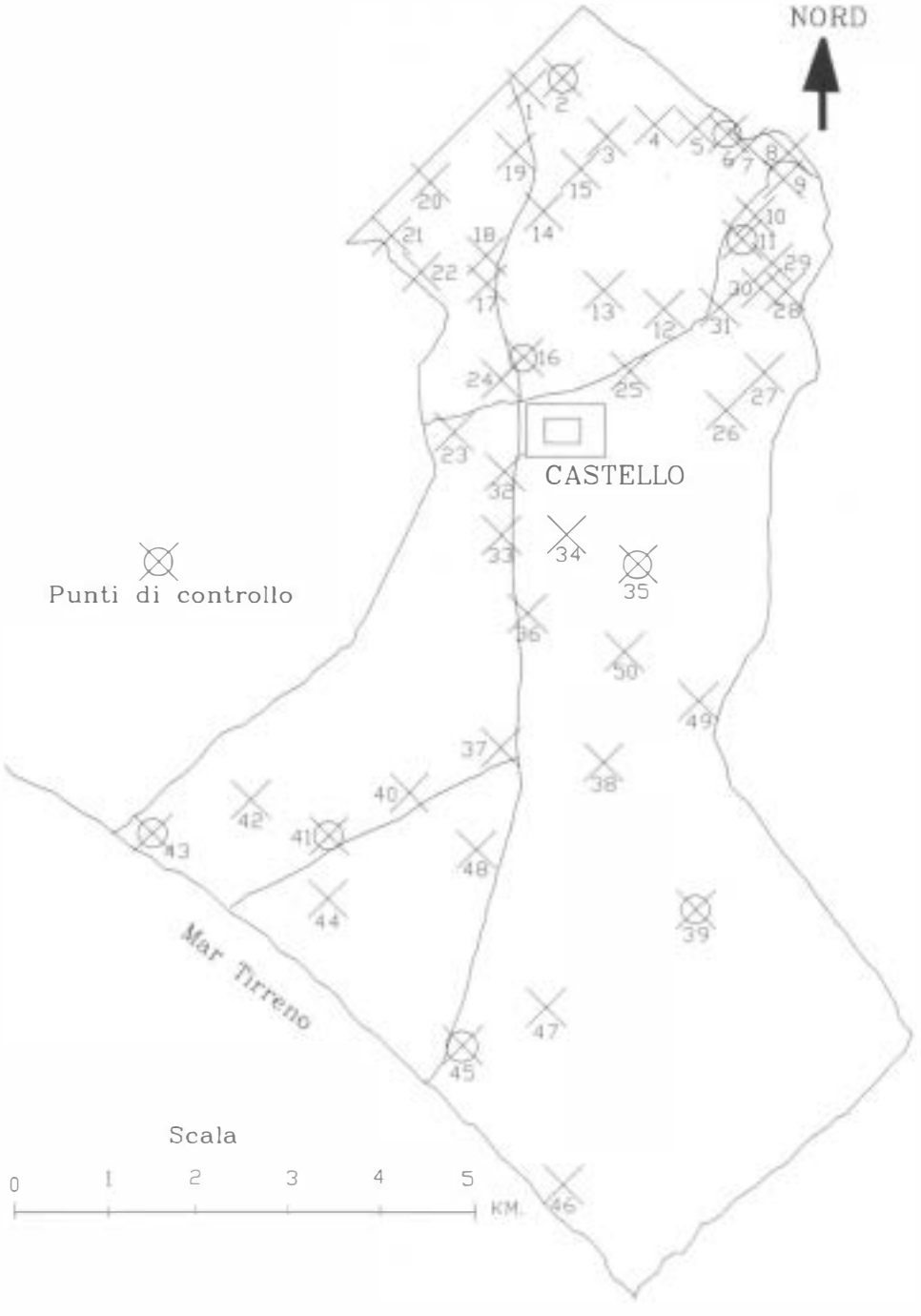


FIG. 3.9 - TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO

N° 16
Zona in leggera pendenza. Terreno argilloso-pozzolanico apparentemente incolto. Misura su zona in piano (raggio circa 7 metri). Irradiazione variabile tra circa 12 e 21 µR/h. Effettuati ulteriori rilevamenti, approssimativamente nei punti di massima e minima irradiazione entro un raggio di circa 40 metri:

- N° 16A
  a circa 20 metri dal punto di misura su terreno in pendenza (circa 10%);

- N°16B
  a circa 25 metri dal punto di misura su terreno in piano.

N°35
Zona perfettamente in piano per un raggio molto esteso. Terreno argilloso coltivato a erba medica tagliata da poco. Misura su zona in piano. Irradiazione costante (entro 10%).

N° 39
Zona perfettamente pianeggiante in bosco con alberi ad alto fusto. Tipico sottobosco ricoperto di foglie su terreno argilloso. Misura su zona in piano (raggio esteso). Irradiazione variabile tra 12 e 16 µR/h. Effettuato un ulteriore rilevamento (N° 39A), a circa 20 metri, approssimativamente nel punto di minima irradiazione.

N° 41
Zona pianeggiante per un ampio raggio. Terreno sabbioso-argilloso apparentemente incolto. Misura su zona in piano (raggio esteso). Irradiazione costante (entro 10%).

N° 43
Punto di misura su duna sabbiosa (spiaggia di Castelporziano), in piano o leggera pendenza per un raggio di circa 6 metri. Irradiazione costante (entro 10%). Effettuato un ulteriore rilevamento (N° 43A), a circa 15 metri, sulla sommità di una duna con vegetazione a cespuglio.

N° 45
Zona pianeggiante irregolare (erba alta e folta). Terreno argilloso-sabbioso, forse di riporto (scavi archeologici o per bonifica di un laghetto adiacente). Misura su zona in piano (raggio esteso). Irradiazione costante (entro 10%).

Nei punti 2-39-43 sono stati anche raccolti dei campioni di terreno per le successive misure della concentrazione di radionuclidi, presso i Laboratori Enea della Casaccia.

In tabella 3.5 sono raccolti i risultati delle misure in µR/h e i relativi livelli di dose

TABELLA 3.5
CAMPAGNA RADIOMETRICA (25 e 26 febbraio 1992)

	LIVELLI DI ESPOSIZIONE			INTENSITA' DI DOSE IN ARIA			CONCENTRAZIONI			
N. PUNTO	CAMERA I. µR/h	SCINT. µR/h	SGC µR/h	CAMERA I. nGy/h	SCINT. nGy/h	SGC nGy/h	U Bq/kg	TH Bq/kg	K40 Bq/kg	CS137 Bq/m2
2	10,5	11,0	10,3	91	95	89	26	41	442	490
6	26,2	28,3	27,0	228	246	234	118	206	387	<15
11	33,1	31,2	35,8	288	272	311	147	315	200	<20
16	17,1	16,3	15,6	149	142	135	46	97	385	1950
16B	20,8			181						
16A	12,4			108						
35	11,1	11,0	10,7	96	95	93	27	43	505	560
39	15,6	16,4	16,3	136	143	142	41	114	342	2600
39A	12,8			111						
41	9,7	9,4	9,5	84	82	83	23	25	536	2500
43	8,1	7,6	8,0	70	66	69	24	25	258	<4
43A	7,8			68						
45	10,2	10,4	9,6	89	90	84	33	35	346	240

assorbita in aria rilevati mediante il sistema a camera di ionizzazione e a spettrometria gamma (sommato del contributo dovuto ai raggi cosmici). Nella stessa sono anche riportate le concentrazioni nel terreno di Uranio, Torio e Potassio-40, nonché la deposizione al suolo di C_{S137}.
Come si nota le due tecniche di misura dell'intensità di esposizione (Camera di ionizzazione e SGC) danno risultati coerenti entro il 10%.
Con tecnica di regressione lineare è stato possibile calibrare lo scintillatore portatile Eberline in modo da correlare i cps con i µR/h.
Ne è risultata la seguente formula:

$$\mu R/h = (CPS - 31) * 0{,}039 + 3{,}6 + 0{,}383$$

ove 31 sono gli impulsi dovuti ai raggi cosmici, misurati su un lago in assenza di fondo naturale;
3,6 è l'intensità di esposizione dovuta ai raggi cosmici al livello del mare 0,039 e 0,383 sono i coefficienti della regressione lineare.

In tabella 3.6 sono raccolte le intensità di esposizione misurate con lo scintillatore nei 50 punti della Tenuta.
La situazione radiologica desunta dai risultati e dalla conoscenza della lito-geologia della zona è la seguente (vedi Allegato C):

- la spiaggia è caratterizzata da un basso contenuto di radioattività nel terreno (sabbia) e ha un livello di dose totale in aria inferiore a 75 nGy/h;
- la maggior parte della Tenuta è caratterizzata da un medio-basso contenuto di radioattività nel terreno e ha un livello di dose totale in aria quasi uniforme di 96±10 nGy/h;
- la zona Nord-Est, più prossima alle pendici del complesso vulcanico dei Colli Albani, è interessata da intensità di dose 2-3 volte più elevate, dovute all'emergenza di terreni vulcanici (tufi e pozzolane);
- in alcuni punti particolari si ha una intensità anche 4 volte più elevata, in corrispondenza di cave di pozzolana e tufo, o in grotte scavate nel materiale tufaceo;
- il C_{S137}, dovuto alle ricadute atmosferiche dei test nucleari e dell'incidente di Chernobyl, è misurabile solo sui suoli indisturbati ove è concentrato nei primi centimetri di terreno e comunque comporta un contributo trascurabile alla dose in aria;
- la concentrazione di potassio nel suolo è desumibile da quella del K_{40}, in quanto 1 grammo di potassio contiene 30,3 Bq di K_{40}. Pertanto nei suoli della tenuta vi è una concentrazione di potassio compresa tra 6 e 18 g/kg.
- tutti i valori rientrano nelle variazioni della dose in aria presente sul territorio nazionale che, a seconda delle caratteristiche geologiche del terreno, varia tra 50 e 300 nGy/h con punte di 400 nGy/h in particolari zone di origine vulcanica.

3.4 Caratterizzazione chimico-fisica dell'atmosfera [*]

Per poter valutare pienamente l'impatto che i fenomeni di inquinamento atmosferico determinano su un ecosistema è necessario conoscere lo stato della qualità dell'aria nel sito di interesse e il suo legame con i processi chimico-fisici che governano l'evoluzione degli inquinanti.

[*] CNR - Istituto Inquinamento Atmosferico

TABELLA 3.6
CAMPAGNA DI CARATTERIZZAZIONE RADIOLOGICA
15 Gennaio 1992

n. misura	CPS	µR/h	nGy/h	Note
1	210	11,0	95	- prato, all'ingresso di Malafede
2	210	11,0	95	- prato, stazione di misura delle deposizioni acide
3	240	12,1	105	- prato
4	290	14,1	122	- prato
5	310	14,9	129	- prato
6	640	27,7	241	- prato. Vedi nota n. 1
7	450	20,3	177	- prato
8	750	32,0	278	- Vedi nota n. 2
9	350	16,4	143	
10	600	26,2	227	- incolto
11	720	30,9	268	- cava di pozzolana. Vedi nota n. 3
12	370	17,2	150	- incolto
13	480	21,5	187	- prato. Parete in tufo a 10 m.
14	220	11,4	99	- prato
15	815	34,6	300	- Vedi nota n. 4
16	460	20,7	180	- prato
17	210	11,0	95	- prato
18	190	10,2	88	- prato
19	200	10,6	92	- prato
20	180	9,8	85	- prato
21	200	10,6	92	- macchia
22	200	10,6	92	- terreno sabbioso
23	190	10,2	88	- lungo la carrareccia
24	280	13,7	119	- bosco
25	200	10,6	92	- bosco
26	180	9,8	85	- bosco
27	250	12,5	109	- lungo la strada in terra
28	790	33,6	292	- Vedi nota n. 5
29	420	19,2	166	- Fondo valle
30	530	23,4	204	- affioramenti
31	180	9,8	85	- bosco
32	270	13,3	116	- prato + bosco
33	210	11,0	95	- prato + bosco
34	220	11,4	99	- prato + bosco
35	230	11,7	102	- seminativo
36	180	9,8	85	- prato + bosco
37	180	9,8	85	- bosco
38	190	10,2	88	- bosco
39	240	12,1	105	- bosco
40	170	9,4	82	- bosco
41	180	9,8	85	- bosco
42	210	11,0	95	- bosco
43	130	7,8	68	- dune a 50 m dal mare
44	170	9,4	82	- bosco
45	300	14,5	126	- incolto + bosco. Stazione di misura delle deposizioni acide.
46	230	11,7	102	- bosco
47	170	9,4	82	- bosco
48	170	9,4	82	- prato + bosco
49	210	11,0	95	- prato + bosco
50	200	10,6	92	- prato + bosco

n. 1 - Misurato transetto verso la collina, ogni 60 m: 640-550-500-460 cps. (27, 7-24, 2-22, 3-20, 7µR/h)
n. 2 - Misurato transetto verso la collina, pgno 60 m: 750-700-520 cps. (32-30, 1-23, 1 µR/h)
n. 3 - Cava; vicino alle pareti: 1000 cps. (41, 8µR/h)
n. 4 - All'ingresso di due grotte nel tufo: 815-910 cps. (34, 6-38, 3µR/h)
n. 5 - Cava di tufo: 790-990 cps. (33, 6-41, 4µR/h)

La Tenuta di Castelporziano rappresenta un recettore nel quale i processi di emissione diretta antropogenica risultano trascurabili. Quindi i principali fattori che in questo sito governano lo stato dell'inquinamento sono quelli legati ai processi di trasporto degli inquinanti dall'area metropolitana di Roma e quelli connessi con le condizioni meteorologiche locali che influenzano direttamente i processi di trasformazione chimico-fisica dei composti di interesse.

La campagna di misura presso la Tenuta di Castelporziano è stata quindi pianificata con l'intento di valutare in termini qualitativi e quantitativi l'influenza dell'area metropolitana e la rilevanza dei processi chimico-fisici di trasformazione con particolare attenzione a valutare l'importanza dei processi fotochimici.
In base alle considerazioni svolte sono stati identificati i composti oggetto di misura e precisamente:

Primari: O_2, NH_3, metalli pesanti (Pb,..), VOC (Composti Organici Volatili), PAH (Idrocarburi policiclici aromatici non nitrati), 1-nitropirene.

Secondari: NO_2, O_3, HNO_2, HNO_3, HCl; NITRATI con determinazione quantitativa del nitrato d'ammonio; CLORURO con determinazione quantitativa del cloruro d'ammonio; SOLFATI con identificazione delle forme prevalenti di solfato e valutazione dell'acidità solforica; PAN (Perossiacetilnitrato); PPN (Perossipropionilnitrato); 2-nitrofluoroantene; 2-nitropirene.

Sono inoltre stati misurati altri due importanti indici come la concentrazione in massa del particolato in sospensione e il contenuto di radioattività, a vita breve, a esso associato.

Misura di inquinanti inorganici

O_3 : misura in continuo con analizzatore a fotometria U.V..
NO_2: misura in continuo con analizzatore a chemiluminescenza di luminolo con limite di rivelabilità di 10 ppt e quindi ideale per misure in aree remote.
Per quanto riguarda gli altri inquinanti inorganici presenti sia in fase gassosa che particellare è stato utilizzato un sistema integrato a diffusione "denuders filter pack" in grado di misurare accuratamente SO_2, NH_3, HCl, HNO_2, HNO_3, Solfati, Nitrati, Cloruro e Ammonio.
Le concentrazioni di questi composti sono state determinate per tutto il periodo di indagine; ogni campionamento ha avuto la durata di quattro ore per un totale di sei campionamenti giornalieri.
Con tale risoluzione temporale è stato possibile raggiungere limiti di rivelabilità per le concentrazioni di tutte le specie indicate dell'ordine di 0,1 $\mu g/m^3$ utilizzando come tecnica analitica la cromatografia ionica.

Misure di inquinanti organici

Per quanto riguarda l'indagine sui composti organici si è inteso porre l'attenzione su due seguenti aspetti:

a) relazione fra i livelli di concentrazione raggiunti dagli idrocarburi naturali e antropogenici e le differenti condizioni meteorologiche tenendo conto del tipo di vegetazione presente nell'area della Tenuta Presidenziale di Castelporziano;
b) caratterizzazione degli effetti di trasporto dall'area di Roma combinati con la reattività fotochimica dell'atmosfera in rapporto al profilo degli idrocarburi naturali e antropogenici gassosi o mediante l'uso di indicatori fotochimici sia gassosi (PAN) che assorbiti sul materiale particolato (nitro-PAH, ossi-PAH ecc.).

Allo scopo, sono stati eseguiti monitoraggi sia nel sito presso Tor Paterno, situato all'estremo meridionale della Tenuta, sia in varie zone della Tenuta caratterizzate da diverse tipologie della vegetazione.

- ***Idrocarburi associati al materiale particolato atmosferico***

Sono stati eseguiti prelievi di materiale particolato atmosferico con un campionatore ad alto volume equipaggiato con una testa di prelievo per la raccolta selettiva delle particelle respirabili (d.p.<10μm) al fine di valutarne il contenuto organico con particolare riferimento alle specie originate da reazioni fotochimiche (2-nitrofluorantene, 2-nitropirene) e quelle emesse da scarico veicolare (idrocarburi poliaromatici (PAH) e 1-nitropirene). I prelievi sono stati dimensionati su intervalli temporali di 24 ore con velocità di prelievo di circa 1 mc/min, per assicurare una accurata valutazione dei costituenti in tracce. Le analisi dei campioni sono ancora in corso. Attraverso il contenuto di PAH e nitro-PAH presenti in essi si potrà valutare l'entità dell'impatto causato dall'area urbana di Roma e il ruolo giocato dalla reattività fotochimica nel mutare le caratteristiche del materiale organico associato alle particelle respirabili.

- ***Perossiacilnitrati (PAN, PPN)***

Per la misura di PAN e del suo omologo superiore perossipropionilnitrato (PPN) si è utilizzato un apparecchio gascromatografico automatico. Tali inquinanti forniscono indicazioni accurate circa la reattività fotochimica esistente in una data area e permettono di seguire in modo dettagliato il trasporto di masse d'aria fotochimicamente inquinate. L'apparecchio usato, completamente realizzato presso l'Istituto, consente la misura del PAN e del PPN ogni 15 min e consente di rivelare livelli dell'ordine di 0.1 ppbv.

- ***Idrocarburi volatili***

A) Sono stati eseguiti prelievi di idrocarburi volatili, polari e non polari (tra cui alcani e areni, aldeidi, alcoli) a intervalli cadenzati di 4 ore per 24 ore, per

valutare le variazioni temporali delle concentrazioni assolute e relative delle singole specie. Tali misure consentono di valutare i contributi relativi di emissioni naturali e antropogeniche, di sorgenti locali e lontane, nonché l'entità delle reazioni che avvengono in atmosfera in presenza della radiazione solare e l'effetto della meteorologia.

B) Una serie di prelievi di idrocarburi volatili è stata eseguita in zone all'interno della Tenuta caratterizzate sia da diversa vegetazione sia da diversa collocazione rispetto alle possibili sorgenti di inquinamento antropogenico. In tal modo, si intendeva avere informazioni sia sulle principali sostanze organiche volatili (soprattutto quelle più reattive e significative ai fini della produzione di ozono atmosferico, di PAN e di smog fotochimico) emesse da differenti specie vegetali tipiche dell'area mediterranea che su quelle trasportate sul sito dalle masse d'aria provenienti dall'area urbana di Roma o dagli insediamenti circostanti.

   I campioni arricchiti su trappole sono stati desorbiti termicamente e analizzati mediante gascromatografia combinata con la spettrometria di massa per l'identificazione dei singoli componenti. I risultati ottenuti sembrano indicare una elevata concentrazione di idrocarburi ossigenati di origine naturale in tutti i siti. In alcuni giorni è evidente tuttavia la presenza nell'aria di elevate quantità di componenti antropogenici principalmente derivanti da traffico autoveicolare o processi di combustione. È in corso uno studio per stabilire se l'effetto di tali sorgenti è da considerarsi episodico oppure relazionato a fenomeni di trasporto derivanti dall'area urbana di Roma.

Discussione preliminare

Il largo spettro di composti oggetto di indagine è giustificato sia dalla complessità dei processi di trasformazione chimica degli inquinanti primari che dalla necessità di valutare le possibili azioni sinergiche in relazione agli effetti sull'ambiente.

Inoltre ognuno di essi rappresenta un importante indice in relazione ad aspetti particolari di inquinamento del più generale fenomeno coinvolgente i processi fotochimici e di deposizione acida.

Ad esempio, nel caso in esame, la presenza di HNO_2 è riconducibile al trasporto di masse d'aria inquinate provenienti dall'area metropolitana. Per di più la sua presenza a relativamente elevata concentrazione determina una intensificazione dell'attività fotochimica nell'atmosfera locale.

L'acido nitrico al pari del perossiacetilnitrato risulta essere un indice determinante di fenomeni ossidativi di tipo radicalico (NO_2 + OH), processi che portano alla formazione contemporanea di rilevanti quantità di nitrato d'ammonio che a sua volta risulta essere un'importante sorgente dinamica di acido nitrico.
Infine è utile citare l'indagine effettuata sull'acido cloridrico dato che anch'esso presenta caratteristiche simili a quelle dell'acido nitrico per quanto riguarda gli effetti di deposizione acida e la coesistenza in equilibrio con i relativi sali d'ammonio.
Il sito di Castelporziano è sembrato particolarmente adatto per valutare l'origine dominante di questa specie che può essere considerata sia come composto primario emesso da sorgenti di combustione che secondario originato da reazioni di acidi forti con particelle di cloruro di sodio. Infine il sistema "denuder filter pack" ha consentito di eseguire una speciazione dei differenti sali di ammonio presenti nell'aereosol secondario (< 2,5 µg) in modo che dalla loro distribuzione qualitativa e quantitativa si possono ricavare informazioni sulla importanza dei processi di formazione fotochimica sui processi di accumulo di inquinanti nonché su quelli di trasporto di masse d'aria.

Risultati preliminari

Un'analisi della grande mole di dati ottenuti nel corso dell'indagine permette di fare alcune considerazioni preliminari sulla dinamica dei processi chimico-fisici dell'area in esame.

1) L'impatto diretto della sorgente urbana è evidenziato dall'analisi dell'andamento temporale della concentrazione di alcuni inquinanti come NO_2, HONO, particolato e idrocarburi volatili. Questa analisi mostra eventi di trasporto perfettamente identificabili e ben correlabili con le condizioni dinamiche dell'atmosfera nell'area in esame. In particolare durante il periodo 27 febbraio - 5 marzo la situazione meteorologica è stata caratterizzata dalla presenza di un'alta pressione e di conseguenza la circolazione locale è stata dominata dai fenomeni di brezza. Inoltre in queste condizioni meteorologiche si è osservato quotidianamente il passaggio da condizioni di elevata stabilità notturna a condizioni di forte instabilità diurna (elevata turbolenza) come osservato sperimentalmente anche da misure di radioattività a vita breve associata al particolato in sospensione.
2) Durante l'intera campagna di misura è stata osservata un'intensa attività fotochimica locale. In alcuni episodi di smog fotochimico sono stati raggiunti livelli ragguardevoli nelle concentrazioni di acido nitrico e PAN con un massimo rispettivamente di 10 µg/m^3 e 8 ppb.
   Questa intensa attività fotochimica trova ulteriore riscontro nell'analisi degli andamenti temporali della concentrazione di ozono; quest'ultimo ha raggiunto massimi di 70 ppb.
   Il susseguirsi di continui episodi di smog fotochimico durante il periodo di indagine ha portato un accumulo di sali d'ammonio sia in forma di nitrato che di solfato.
   Inoltre questa intensa attività fotochimica in una località situata in prossimità della costa ha permesso di verificare sperimentalmente la reazione tra acido nitrico gassoso e particelle di cloruro di sodio. Ciò è ben evidenziato dall'andamento temporale delle concentrazioni di acido cloridrico con valori massimi riscontrati di circa un ppb.

Nelle pagine seguenti vengono riportate le figure e le tabelle di corredo al presente testo.

IN ALTO FIG. 3.10 a - SISTEMA DI CONTROLLO E DI CAMPIONAMENTO PER ADS CON GESTIONE REMOTA

A DESTRA FIG. 3.10 b - SISTEMA ADS

FIG. 3.10 - a) (Foto) Sistema di controllo e di campionamento per A.D.S.con gestione remota.
b) (Foto) Sistema A.D.S..

FIG. 3.11 - CASSA DENUDER A 7 LINEE
Sistema A.D.S. a diffusione per la determinazione simultanea di composti inorganici in fase gassosa e particellare (HON_3, HNO_2, HCl, SO_2, NH_3, $NH_4 + NO_3^-$, SO_4^{--}, $NH_4 NO_3$, NH_4 Cl).

FIG. 3.12 - BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2)

FIG. 3.13 - ACIDO NITROSO (HONO)

FIG. 3.14 - PARTICOLATO IN SOSPENSIONE D_{50} 15 μ

FIG. 3.15 - RADIOATTIVITA NATURALE

FIG. 3.16 - BIOSSIDO DI ZOLFO (SO_2)

FIG. 3.17 - SOLFATO PARTICOLATO < 2.5 μm

FIG. 3.18 - AMMONIACA (NH_3)

FIG. 3.19 - OZONO

FIG. 3.20 - ACIDO NITRICO (HNO_3)

FIG. 3.21 - PEROSSINITRATOACETILE (PAN)

FIG. 3.22 - NITRATO PARTICOLATO < 2.5 μm

FIG. 3.23 - NITRATO PARTICOLATO < 2.5 μm

FIG. 3.24 - CLORURO PARTICOLATO < 2.5 μm

FIG. 3.25 - CLORURO EVAPORATO

FIG. 3.26 - CLORURO PARTICOLATO < 2.5 μm

FIG. 3.27 - ACIDO CLORIDRICO (HCl)

FIG. 3.28 - VOLATILE ORGANIC COMP. (VOC)
Andamento della concentrazione complessiva dei VOC (C_2-C_{14}) registrata presso la stazione di monitoraggio in Tor Paterno (27-28.02.1992)

FIG. 3.29 - VOC TOR PATERNO - 27.02.1992 H. 16.00
Profilo CGC-FID dei VOC C_2-C_{14}, prelevati presso la stazione di monitoraggio in Tor Paterno, il 27.02.1992 alle ore 16.00. Per l'identificazione delle specie riferirsi alla Tabella 3.7
NOTA: Predominano le specie biogeniche ossigenate, particolarmente le aldeidi

FIG. 3.30 - VOC TOR PATERNO - 28.02.1992 H. 160.00
Profilo CGC-FID dei VOC C_2-C_{14}, prelevati presso la stazione di monitoraggio in Tor Paterno, il 28.02.1992 alle ore 10.00. Per l'identificazione delle specie riferirsi alla Tabella 3.7
NOTA: Predominano le specie antropogeniche, particolarmente idrocarburi alifatici e aromatici.

FIG. 3.11 - CASSA DENUDER A 7 LINEE

FILTRI
1 = teflon
2 = nylon
3 = whatman 41
con acido citrico

DENUDERS
A = cloruro di sodio
B = carbonato di sodio
+ glicerina
C = acido citrico

FIG. 3.12 - BIOSSIDO DI AZOTO

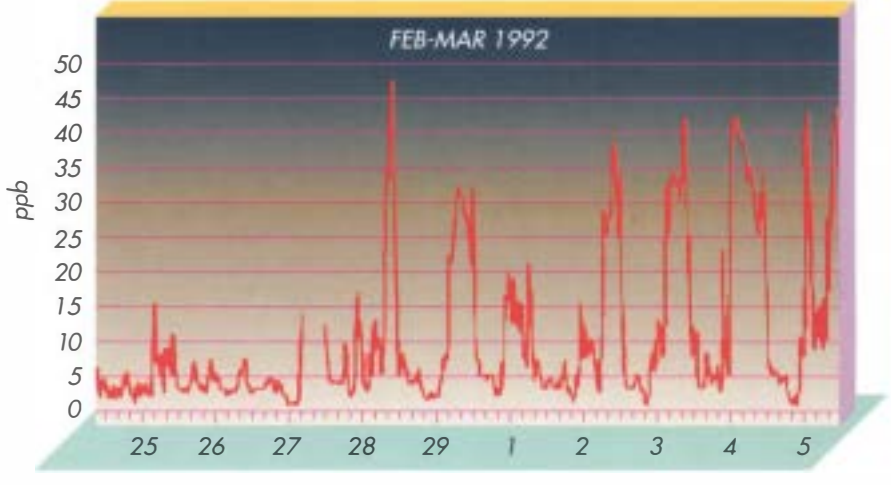


FIG. 3.13 - ACIDO NITROSO

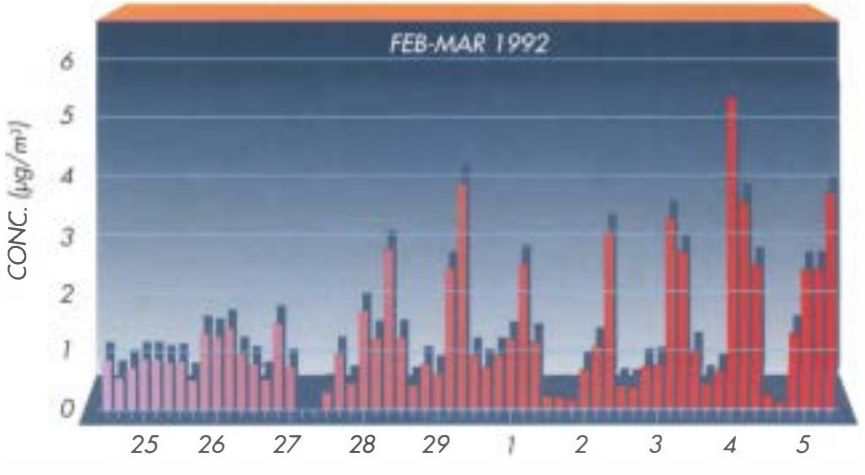


FIG. 3.14 - PARTICOLATO IN SOSPENSIONE

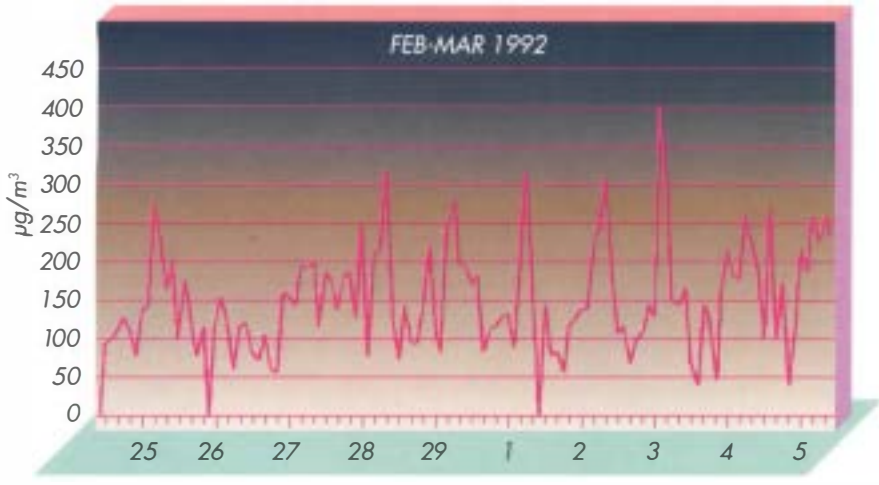


FIG. 3.15 - RADIOATTIVITÀ NATURALE

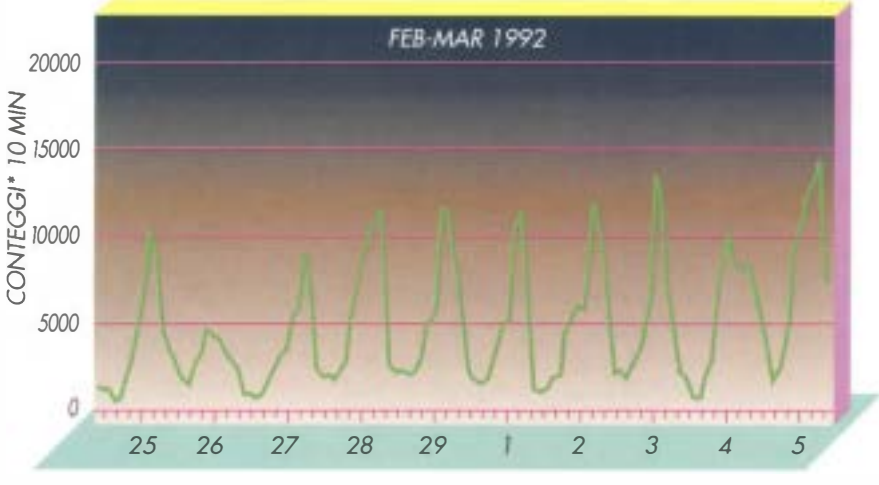


FIG. 3.16 - BIOSSIDO DI ZOLFO

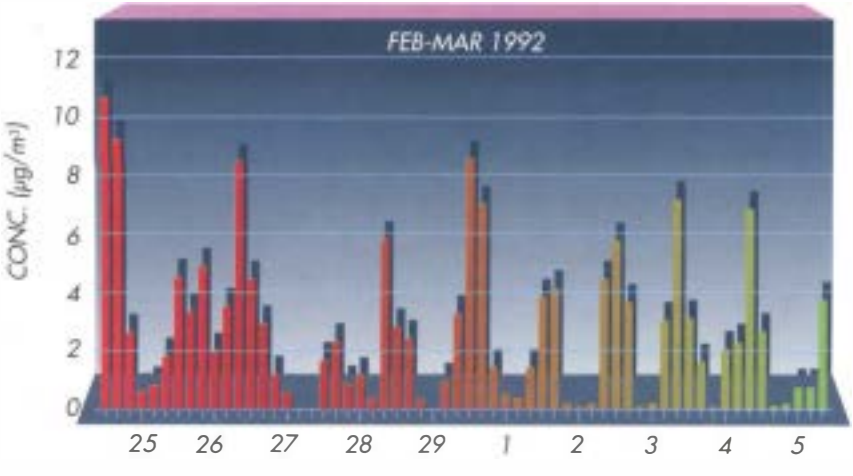


FIG. 3.17 - SOLFATO PARTICOLATO <2,5 µm

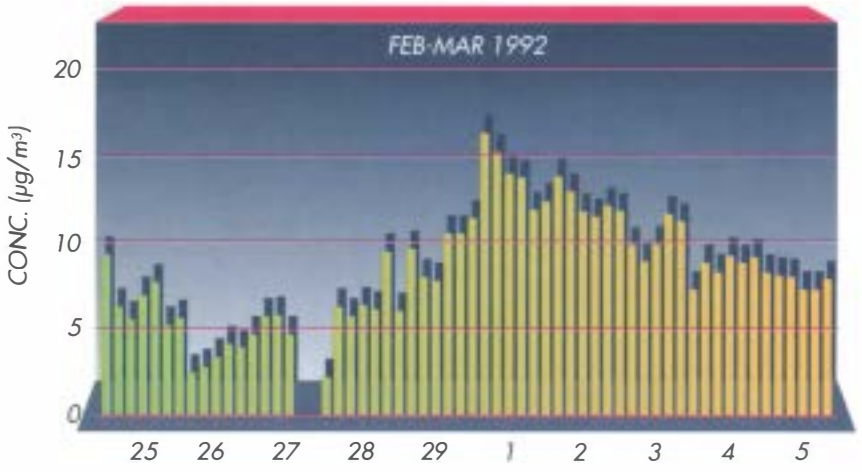


FIG. 3.18 - AMMONIACA

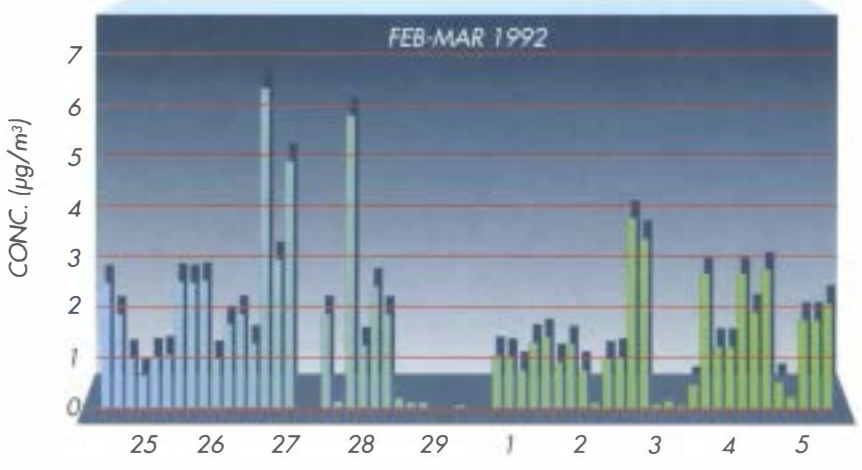


FIG. 3.19 - OZONO

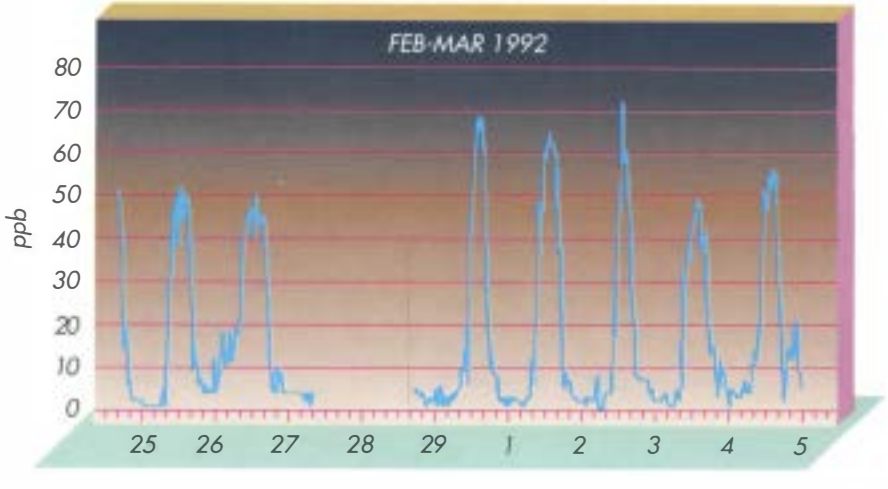


FIG. 3.20 - ACIDO NITRICO

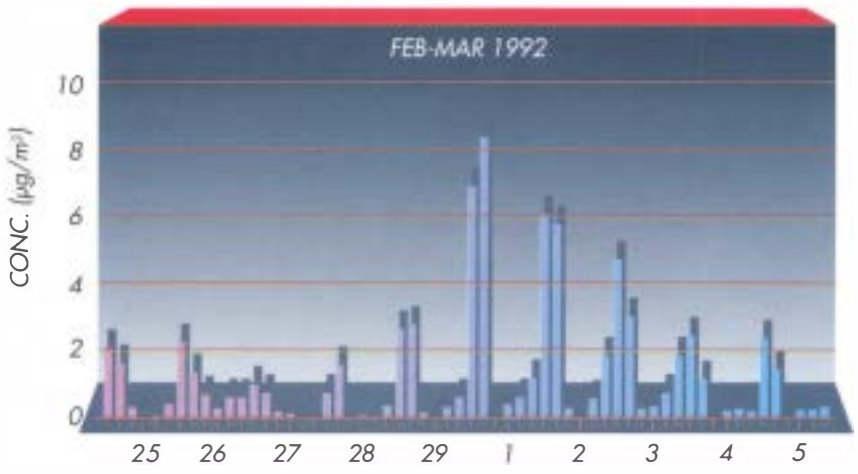


FIG. 3.21 - PEROSSINITRATOACETILE (PAN)

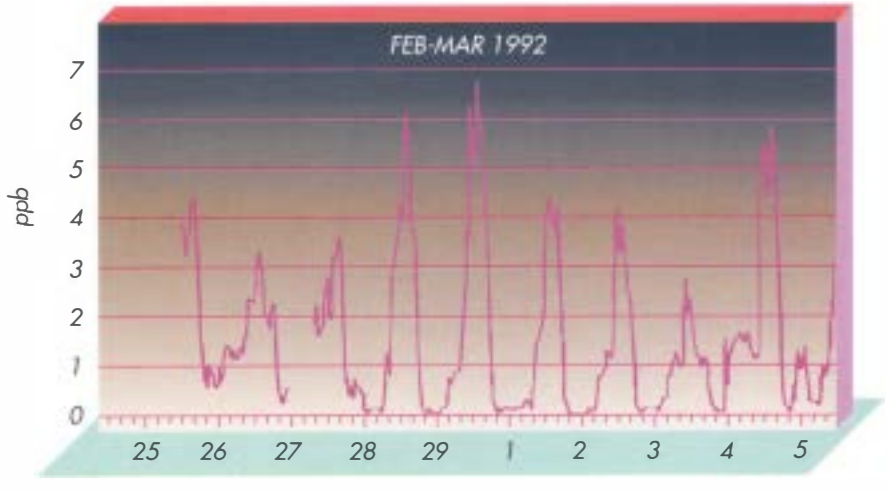


FIG. 3.22 - NITRATO PARTICOLATO < 2,5 µm

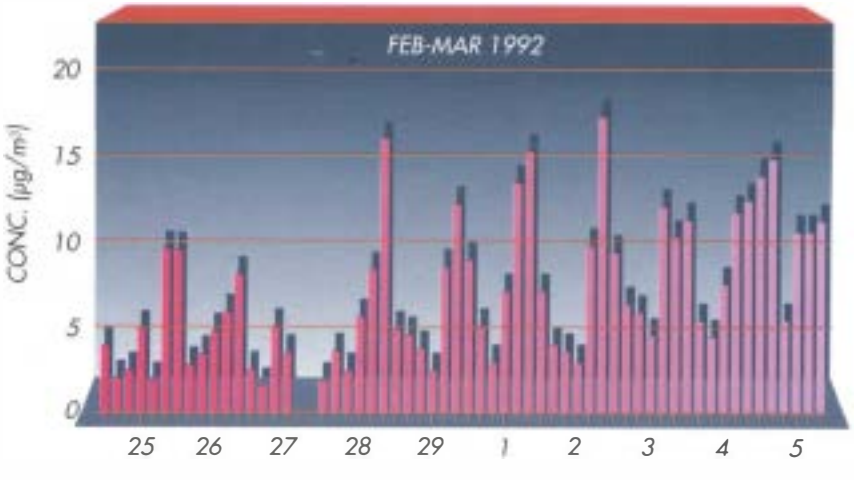


FIG. 3.23 - NITRATO PARTICOLATO > 2,5 µm

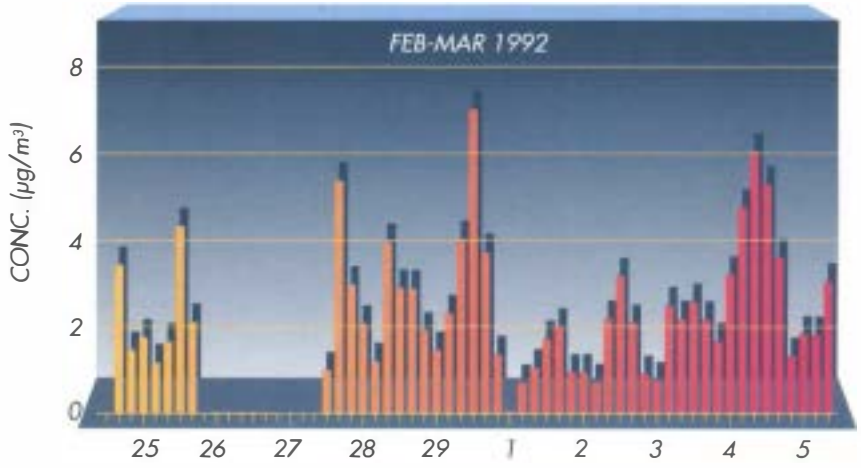


FIG. 3.24 - CLORURO PARTICOLATO > 2,5 µm

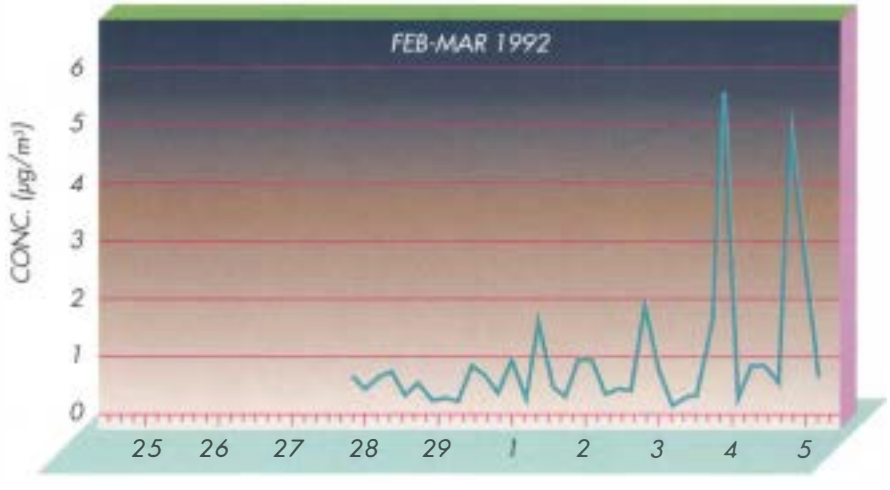


FIG. 3.25 - CLORURO EVAPORATO

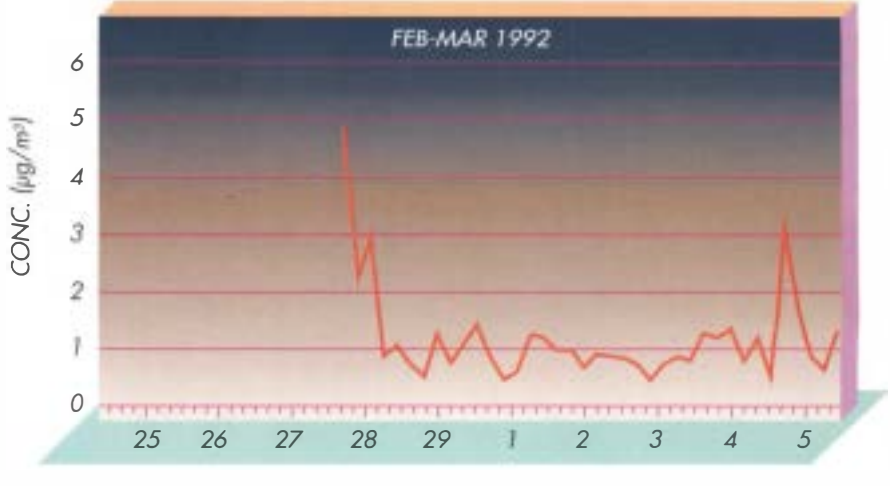


FIG. 3.26 - CLORURO PARTICOLATO < 2,5 μm

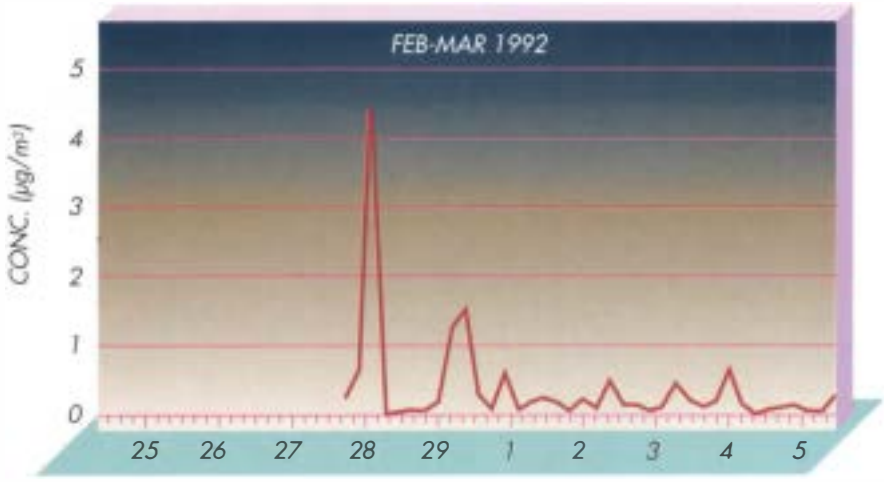


FIG. 3.27 - ACIDO CLORIDRICO

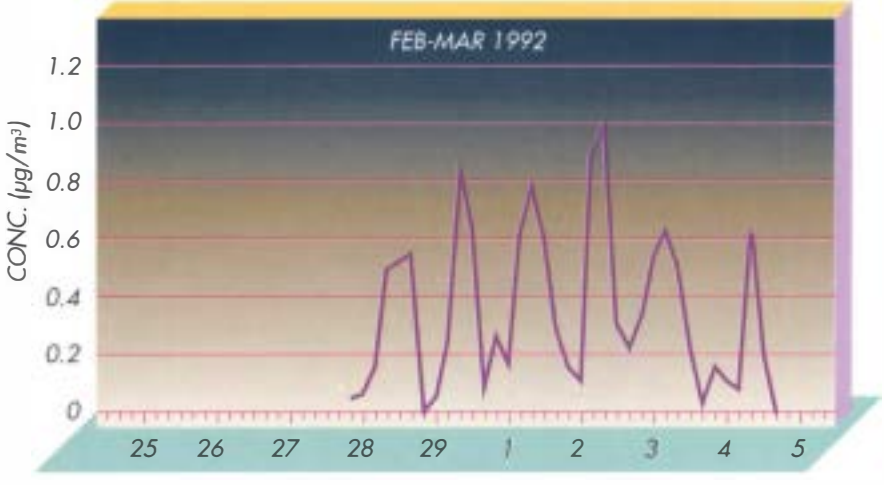


FIG. 3.28 - VOLATILE ORGANIC COMP. (VOC)

FIG. 3.29 - VOC TOR PATERNO - 27.02.1992 H. 16.00

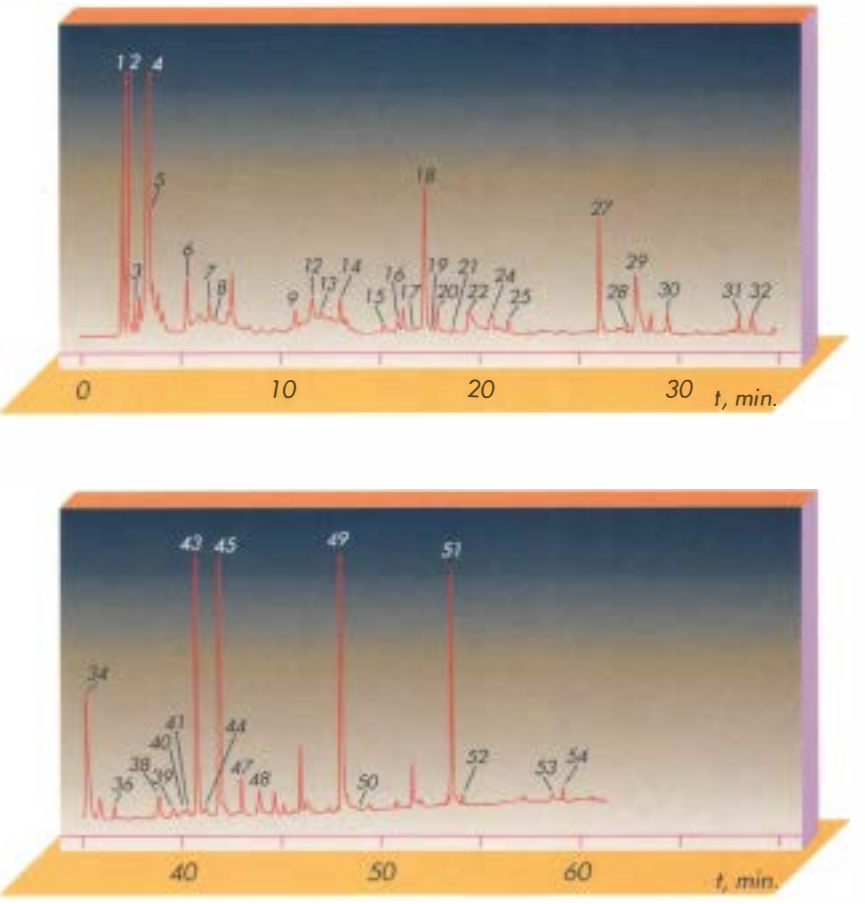


FIG. 3.30 - VOC TOR PATERNO - 28.02.1992 H. 10.00

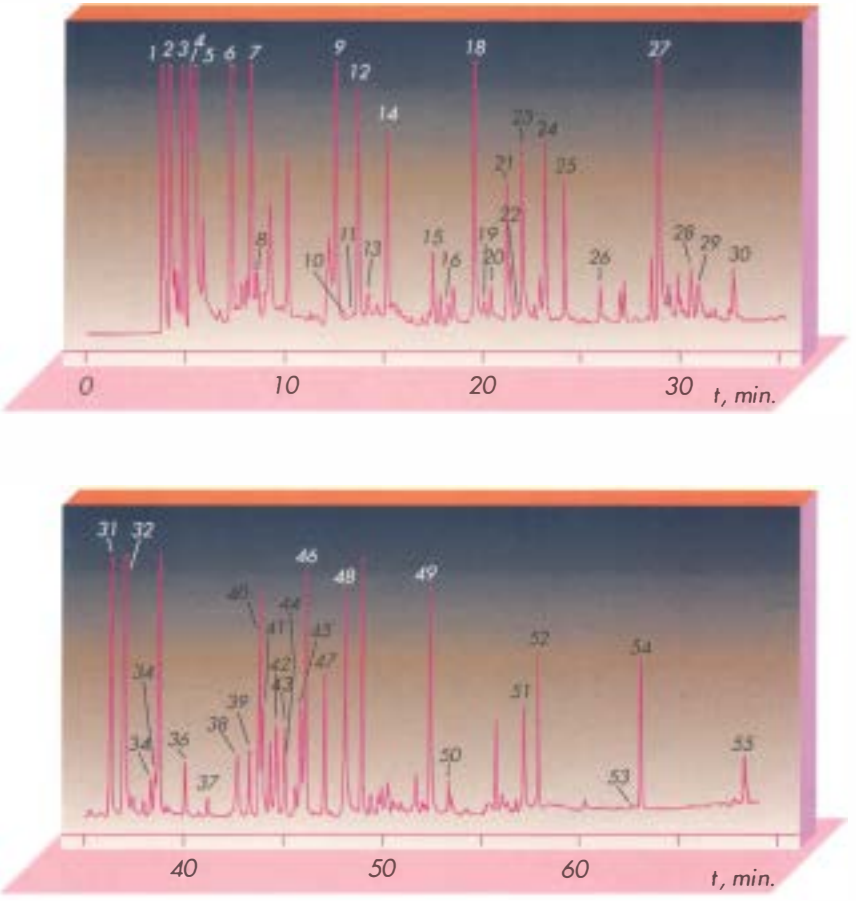


TABELLA 3.7 - Andamento delle concentrazioni dei VOC individuali C_2-C_{14}
STAZIONE DI MONITORAGGIO FISSA (TOR PATERNO) 27-28 FEBBRAIO 1992

ANALISI	13	14	15	12	11	10	1	9
DATA	27/02	27/02	27/02	28/02	28/02	28/02	28/02	28/02
ORA	12:00	16:00	20:00	00:00	04:00	08:00	10:00	12:00
VOLUME *l*	0.9	0.7	1.00	0.7	0.9	0.7	0.7	0.8
N. COMPOSTI CONC.	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb
1 Etano+Etilene+Acetilene	7.71	10.88	7.16	17.55	17.53	39.47	45.56	12.45
2 Propano + Propene	2.04	2.81	1.71	6.66	6.87	18.94	18.25	2.80
3 Isobutano	0.52	0.29	0.38	0.42	0.61	0.13	0.31	0.10
4 1-Butene + Isobutene	2.67	7.37	17.18	5.59	18.56	1.69	3.62	4.54
5 n-C4	0.56	1.32	0.77	2.84	2.56	4.30	6.47	1.18
6 2-Metil Butano	0.37	0.46	0.36	2.12	2.30	6.91	11.12	0.81
7 n-C5	0.13	0.46	0.12	0.80	0.85	2.23	3.43	0.36
8 Isoprene	0.01	0.02	0.04	0.02	0.14	0.19	0.02	0.00
9 2-Metil Pentano	0.13	0.21	0.15	0.53	0.82	2.06	3.36	0.73
10 Butanale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
11 2-Butanone	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
12 3-Metil Pentano	0.22	0.24	0.29	0.49	0.69	1.15	2.00	0.25
13 1-Esene	0.01	0.06	0.09	0.21	0.13	0.19	0.23	0.08
14 n-c6	0.16	0.21	0.15	10.57	0.46	0.93	1.47	0.31
15 Metil Ciclopentano	0.07	0.06	0.01	0.27	0.14	0.34	0.58	0.07
16 1, 1, 1-Tricloro Etano	0.03	0.06	0.05	0.17	0.10	0.15	0.13	0.06
17 Acido Acetico	0.02	0.02	0.01	0.07	0.01	0.02	0.08	0.02
18 Benzene	0.50	1.30	1.56	2.40	1.96	3.60	5.47	1.21
19 Tetracloruro di Carbonio	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.09	0.01
20 Cicloesano	0.69	0.21	0.03	0.14	0.08	0.22	0.19	0.04
212-Metil Esano	0.02	0.03	0.02	0.09	0.22	0.50	0.86	0.08
22 Pentanale	0.03	0.31	0.33	0.33	0.23	0.07	0.12	0.09
23 3-Metil Esano	0.01	0.02	0.01	0.21	0.40	0.66	1.11	0.02
24 2, 2, 4-Trimetil Pentano	0.14	0.19	0.08	0.32	0.41	0.61	1.09	0.20
25 n-C7	0.07	0.08	0.06	0.16	0.30	0.73	0.83	0.14
26 Metil Cicloesano	0.02	0.01	0.01	0.03	0.09	0.27	0.26	0.05
27 Toluene	1.38	0.81	0.80	4.08	3.27	7.22	10.03	1.39
28 2-Metil Eptano	0.02	0.01	0.01	0.03	0.07	0.13	0.38	0.03
29 Esanale	0.26	0.74	0.40	0.45	0.31	0.14	0.55	0.33
30 n-C8	0.09	0.13	0.08	0.14	0.13	0.35	0.36	0.15
31 Etil Benzene	0.09	0.10	0.12	0.59	0.46	1.03	1.83	0.24
32 (m+p)-Xilene	0.22	0.14	0.22	2.04	1.34	2.94	4.97	0.44
33 Vinil Benzene	0.05	0.02	0.02	0.08	0.10	0.23	0.23	0.03
34 Eptanale	0.23	1.00	0.42	0.33	0.15	0.11	0.22	0.42
35 o-Xilene	0.42	0.09	0.19	0.56	0.60	1.22	2.17	0.39
36 n-C9	0.08	0.06	0.03	0.09	0.05	0.15	0.27	0.12
37 iso Propil Benzene	0.01	0.01	0.01	0.08	0.02	0.05	0.09	0.01
38 Benzaldeide+alfa-Pinene	0.41	0.22	0.35	0.67	0.32	0.40	0.67	0.07
39 n-Propil Benzene	0.02	0.02	0.02	0.09	0.11	0.23	0.42	0.04
40 1-Metil; 3-Etil Benzene	0.01	0.03	0.05	0.21	0.29	0.59	1.10	0.09
41 1-Metil, 4-Etil Benzene	0.12	0.04	0.04	0.12	0.16	0.34	0.64	0.05
42 1, 3, 5-Trimetil Benzene	0.01	0.01	0.01	0.11	0.11	0.23	0.39	0.03
43 6-Metil, 5-Epten-2-one	2.14	2.38	0.83	0.46	0.10	1.02	0.66	0.07
44 1-Metil, 2-Etil Benzene	0.02	0.05	0.03	0.13	0.15	0.67	0.54	0.08
45 Octanale	1.24	2.06	0.90	0.57	0.24	0.49	0.75	0.65
46 1, 2, 4-Trimetil Benzene	0.03	0.05	0.05	0.25	0.31	0.67	1.38	0.14
47 n-C10	0.07	0.04	0.03	0.08	0.04	0.18	0.20	0.07
48 1, 2, 3-Trimetil Benzene	0.02	0.04	0.04	0.22	0.18	0.33	1.06	0.10
49 Nonanale	3.22	5.95	1.46	0.62	0.33	1.66	1.15	0.61
50 n-C11	0.04	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.11	0.02
51 Decanale	1.11	0.92	0.20	0.18	0.12	0.31	0.51	0.04
52 n-C12	0.04	0.04	0.01	0.02	0.02	0.04	0.50	0.03
53 Undecanale	0.02	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0.00
54 n-C13	0.04	0.06	0.02	0.04	0.04	0.07	0.48	0.00
55 n-C14	0.00	0.00	0.04	0.08	0.06	0.00	0.35	0.00
TOTALI IDENTIFICATI	28	42	37	64	65	106	139	32

3.5 Rilevamento dei livelli di inquinamento atmosferico e acustico [*]

1 - Periodo della misura

Le attività di monitoraggio atmosferico all'interno della Tenuta di Castelporziano si sono protratte complessivamente dal 20.2.92 al 20.3.92 e hanno interessato tre diverse località:
- TOR PATERNO dal 20.2.92 al 5.3.92;
- TRAFUSA dal 5.3.92 al 12.3.92;
- CASTELLO dal 12.3.92 al 20.3.92.

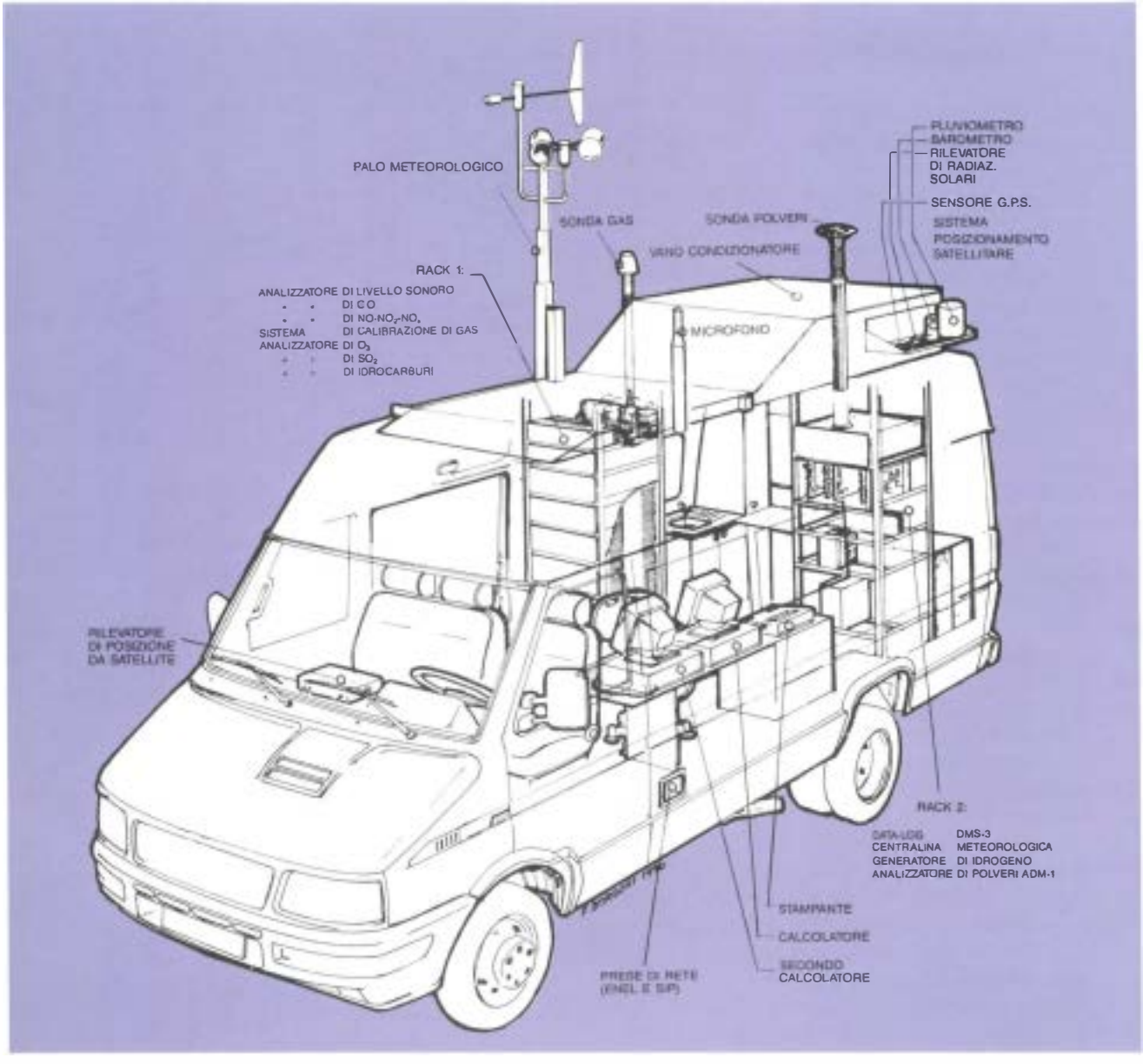


FIG. 3.31 - LABORATORIO MOBILE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE

---

[*] G. Aspri, D. Cataldi, F. Gregori, S. Merolli, I. Olivetti, S. Polenta, P. Tarpignati -ENEA-AMB-MON-SMAC
P. Cagnetti - ENEA Dipartimento AMB-MON

2 - Scopo della ricerca

Il rilevamento dei livelli di inquinanti in aria, correlati ai principali parametri meteorologici, si prefigge lo scopo di:

- caratterizzare la Tenuta di Castelporziano dal punto di vista della qualità dell'aria, effettuando rilevamenti in tre punti lungo la direttrice Trafusa-Tor Paterno, uno (Trafusa) in vicinanza di una strada a elevato volume di traffico (Via Cristoforo Colombo) e a zone fortemente urbanizzate, uno (Tor Paterno) in prossimità del mare e della strada litoranea, e uno intermedio in prossimità del Castello;
- rilevare e descrivere le variazioni stagionali della concentrazione in aria degli inquinanti monitorati;
- descrivere, a partire dai risultati delle misure, la perturbazione indotta su un ecosistema naturale, quale può essere considerato la Tenuta di Castelporziano, dal traffico su strade vicine ai confini e dalla pressione di aree fortemente urbanizzate situate a distanza relativamente breve.

I risultati di queste misure preliminari potranno essere utilizzati per selezionare con un maggior grado di rappresentatività i punti delle misure successive, utilizzando appositi modelli meteodiffusivi.

3 - Attrezzature

Tutte le misure sono state effettuate utilizzando il laboratorio mobile del Ministero dell'Ambiente (Fig. 3.31), gestito dall'ENEA, appositamente attrezzato per misure in automatico dei principali inquinanti atmosferici, di parametri meteorologici e del rumore. Sul laboratorio mobile sono installati i seguenti analizzatori automatici per composti chimici:
- analizzatore di ozono (tecnica usata fotometria U.V.);
- analizzatore di diossido di zolfo (anidride solforosa - tecnica usata fluorescenza pulsante);
- analizzatore di ossidi di azoto (ossido e diossido di azoto - tecnica usata chemiluminescenza);
- analizzatore di idrocarburi con relativo generatore di idrogeno (tecnica usata ionizzazione di fiamma);
- analizzatore di ossido di carbonio (tecnica usata spettrometria a correlazione di filtro gassoso);
- calibratore automatico a più gas.

Per la misura del rumore il laboratorio mobile è attrezzato di un analizzatore Bruel & Kajer Mod. 4435.
Sul laboratorio è inoltre installata una stazione meteorologica comprendente:

- sensore per la misura della direzione del vento a 10 metri dal suolo;
- sensore per la misura della velocità del vento a 10 metri dal suolo;
- sensore per la misura dell'umidità relativa;
- sensore per la misura della temperatura;
- sensore per la misura della pressione barometrica;
- sensore per la misura della precipitazione;
- sensore per la misura della radiazione solare.

Tutti i dati provenienti dalla strumentazione elencata vengono preelaborati da un raccoglitore di dati "data logger" e quindi inviati a un personal computer per le elaborazioni finali e la restituzione.

4 - Parametri determinati

Il laboratorio mobile ha effettuato, presso ciascuna delle tre località selezionate e per l'intero periodo di rilevamento, misure in continua di concentrazioni medie orarie di:
- ossido di carbonio;
- idrocarburi metanici e non;
- anidride solforosa;
- ossidi di azoto come NO, NO_2 e NOx;
- ozono.

È stato inoltre misurato, sempre in continua e per l'intera durata della campagna il livello equivalente continuo di pressione sonora (LEQ(A)) ponderato in classe A.
Contemporaneamente alle misure elencate sono stati rilevati i parametri meteorologici di cui si è fatto cenno al punto 3. Tutti gli analizzatori automatici sono stati calibrati all'inizio e alla fine di ognuno dei tre periodi di misura, utilizzando

TABELLA 3.8
VALORI ORARI DEL 06-03-92 VENERDI - STAZIONE TRAFUSA

ORE	TEMP. °C	UMR %	PRES mbar	RADS W/m2	PIOGGIA mm	DV sett.	VV m/s	RUM LEQ
01:00	11.1	71.3	1015.6	0	0.0	OVEST	0.3	46.9
02:00	10.6	78.6	1015.3	0	0.0	CALMA	0.0	46.5
03:00	10.4	80.5	1015.0	0	0.0	CALMA	0.2	46.1
04:00	10.3	78.4	1015.1	0	0.0	CALMA	0.4	46.3
05:00	11.4	73.7	1015.1	0	0.0	CALMA	0.1	47.4
06:00	11.4	74.5	1015.5	0	0.0	NO	0.4	47.9
07:00	11.4	74.6	1014.9	0	0.0	CALMA	0.2	54.1
08:00	11.7	75.4	1014.4	28	0.0	CALMA	0.3	52.0
09:00	13.6	65.0	1014.3	131	0.0	CALMA	0.2	58.1
10:00	16.4	51.5	1014.2	255	0.0	N/NE	0.7	49.5
11:00	16.9	48.7	1014.5	294	0.0	N/NO	1.2	49.5
12:00	16.7	49.2	1015.1	312	0.0	NO	2.0	49.4
13:00	18.1	48.5	1015.6	368	0.0	0/NO	1.8	48.8
14:00	18.2	55.4	1015.5	319	0.0	0/NO	2.2	49.2
15:00	17.0	58.5	1015.1	286	0.0	OVEST	3.4	50.1
16:00	17.4	61.8	1015.2	255	0.0	OVEST	3.5	48.6
17:00	16.7	67.3	1015.2	110	0.0	OVEST	3.0	50.0
18:00	15.5	74.5	1014.1	28	0.0	OVEST	2.9	48.3
19:00	14.2	83.6	1014.4	0	0.0	O/NO	2.1	50.5
20:00	13.9	86.1	1014.8	0	0.0	OVEST	2.1	51.3
21:00	13.6	91.0	1013.9	0	0.0	OVEST	1.2	51.6
22:00	13.2	93.9	1014.1	0	0.0	O/NO	0.6	50.7
23:00	13.6	88.9	1014.4	0	0.0	O/NO	1.3	50.3
24:00	13.3	88.1	1014.5	0	0.0	OVEST	0.9	47.5
MAX	18.2	93.9	1015.6	368	0.0		3.5	54.1
ORE	14:00	22:00	1:00	13:00	1:00		16:00	7:00
MIN	10.4	48.5	1013.9	0	0.0		0.0	46.1
ORE	3:00	13:00	21:00	1:00	1:00		2:00	3:00
MED	14.0	71.6	1014.8	100			1.3	49.2

tubetti a permeazione certificati e standard in bombole degli inquinanti da analizzare.
La calibrazione del sistema di misura del rumore è stata effettuata mediante l'apposito pistonofono.

5 - Risultati

Come già indicato nel punto 1, la campagna di misure si è protratta per circa un mese, durante il quale è stata acquisita una massa rilevante di dati, concernenti sia i livelli di inquinamento che i parametri meteorologici.
Tale quantità di dati richiede un congruo periodo di tempo per essere elaborata, in modo da fornire valutazioni quantitative significative sui riflessi, dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico nella Tenuta, dovuti alla pressione dell'area urbana di Roma e al conseguente traffico veicolare lungo le strade costeggianti la Tenuta stessa.
Tuttavia, da una prima elaborazione parziale sembrano individuabili, come prevedibile, chiare indicazioni di tale effetto.
Si constata infatti una forte dipendenza dei livelli di inquinamento dalla direzione del vento, con una netta diminuzione in corrispondenza al prevalere di venti provenienti da Ovest e Sud-Est. Nelle tabelle 3.8 e 3.9, a titolo esemplificativo, vengono riportati i risultati dei rilevamenti delle concentrazioni degli inquinanti monitorati e dei parametri meteorologici, in una giornata tipica in località Trafusa.

TABELLA 3.9
VALORI ORARI DEL 06-03-92 VENERDI - STAZIONE TRAFUSA

ORE	CO mg/m³	HC micg/m³	NMHC micg/m³	CH4 micg/m³	SO2 micg/m³	NOX ppg	NO2 micg/m³	NO micg/m³	03 micg/m³
01:00	3.1	4247	2195	2990	20.8	196.0	154.2	139.8	0
02:00	2.7	4129	1723	2426	18.2	181.0	137.2	132.4	0
03:00	2.5	3923	1566	2293	13.0	160.0	122.2	116.5	0
04:00	3.0	1250	1345	1797	13.0	205.0	144.4	156.9	0
05:00	4.1	2185	1100	1041	15.6	288.0	189.9	229.3	0
06:00	3.1	1895	908	957	13.0	233.0	148.5	164.3	0
07:00	2.3	1822	854	938	13.0	297.0	142.9	160.6	0
08:00	2.3	1836	845	962	14.3	252.0	148.5	212.1	0
09:00	3.0	1547	746	781	19.9	233.0	154.2	185.1	0
10:00	3.1	1375	682	673	23.4	170.0	159.8	104.2	0
11:00	2.9	1306	633	658	22.1	138.0	174.8	55.2	2
12:00	2.5	1228	570	638	18.2	109.0	161.7	28.2	16
13:00	1.3	1439	545	864	11.7	53.0	90.2	6.1	35
14:00	0.9	923	329	574	11.7	25.0	47.0	0.0	41
15:00	1.0	953	349	594	11.7	10.0	54.5	1.2	49
16:00	0.9	899	119	570	9.1	23.0	43.2	0.0	51
17:00	0.9	859	295	550	14.1	32.0	58.1	1.2	25
18:00	0.9	874	314	550	19.5	44.0	75.2	4.9	8
19:00	1.0	589	324	555	13.0	14.0	75.2	4.9	8
20:00	1.4	948	373	560	11.7	54.0	88.4	8.6	0
21:00	1.5	967	388	565	13.0	76.0	92.1	13.1	0
22:00	1.6	1105	437	653	11.7	106.0	95.9	67.4	0
23:00	1.1	2327	820	1453	10.6	72.0	82.7	34.1	0
24:00	1.1	1522	560	933	9.1	69.0	73.1	36.8	0
MAX	4.1	4247	2195	2990	23.4	288.0	189.9	229.3	51
CEE	5:00	1:00	1:00	1:00	10:00	5:00	5:00	5:00	16:00
MIN	0.9	859	295	550	9.1	23.0	43.2	0.0	0
CEE	14:00	17:00	17:00	17:00	16:00	16:00	16:00	14:00	1:00
MED	2.1	1768	759	1024	14.6	124.2	113.1	78.5	10
VALORI MEDI CO		ORE 01-08: 3.01			ORE 09-17: 1.93		ORE 17-24: 1.25		

Vengono inoltre presentate le prime elaborazioni riguardanti l'andamento delle concentrazioni medie orarie (Figg. 3.32; 3.33; 3.34) e giornaliere (Figg. 3.35; 3.36; 3.37) di alcuni inquinanti, nonché i valori massimi e minimi, registrati in ognuno dei tre punti di misura, di tutti gli inquinanti (Tab. 3.10; 3.11; 3.12).
Le elaborazioni e le valutazioni conclusive saranno oggetto di un successivo rapporto contenente anche indicazioni più puntuali sulle ulteriori misure da effettuare.

FIG. 3.32 - NO_2 (microg/m³) Sito: TOR PATERNO

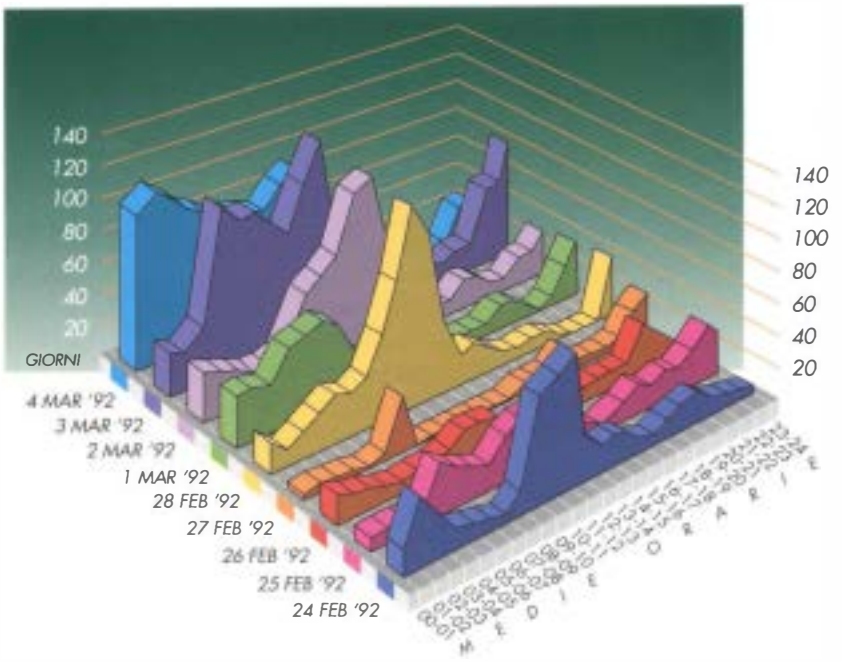


FIG. 3.33 - NO_2 (microg/m³) - Sito: TRAFUSA

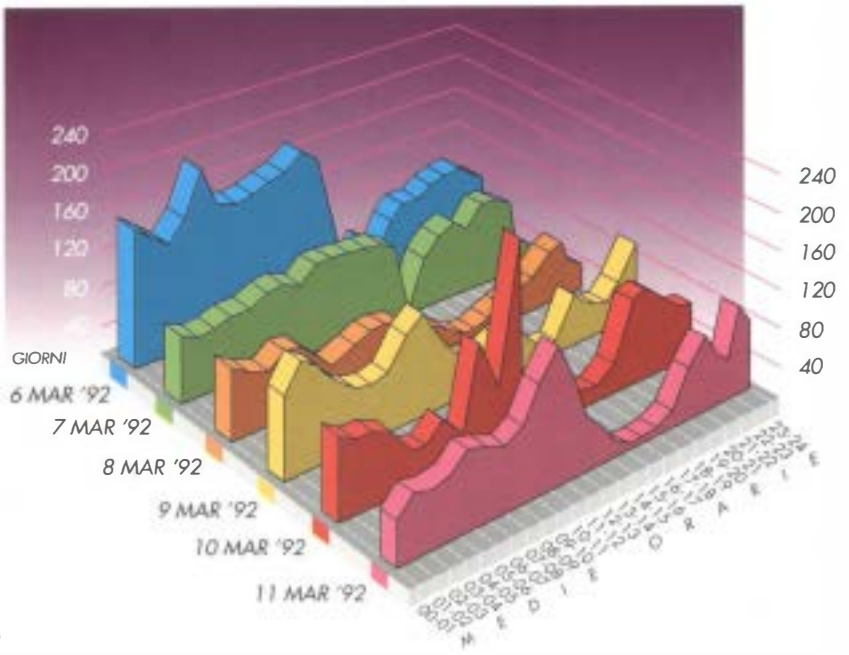


FIG. 3.34 - NO_2 (microg/m³) Sito: CASTELPORZIANO

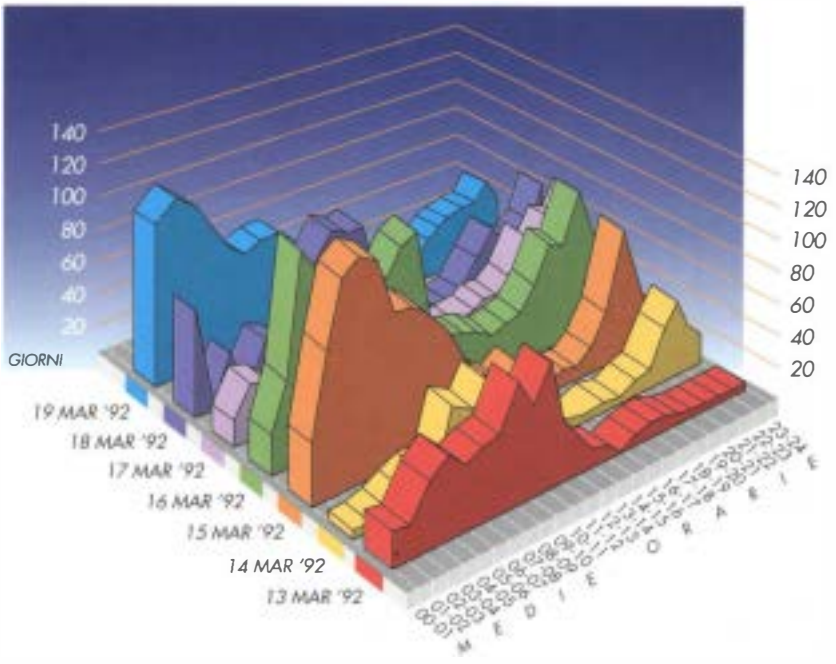
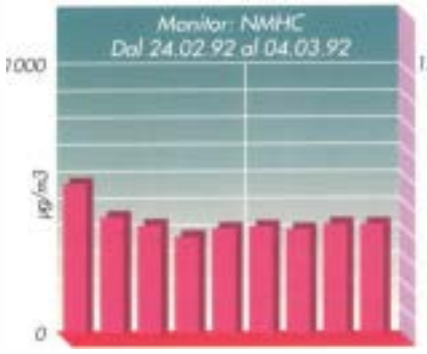
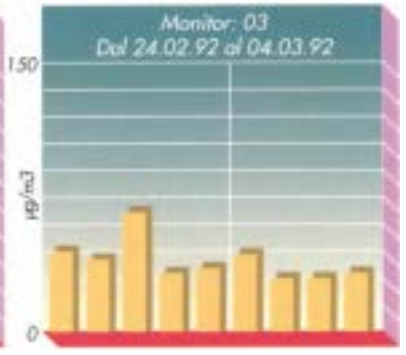


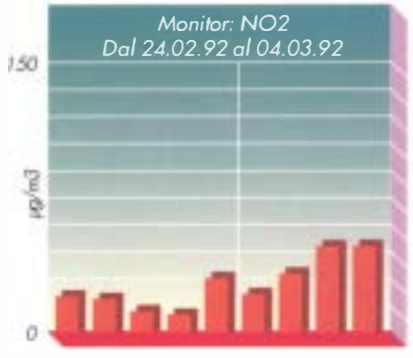
FIG. 3.35 - VALORI GIORNALIERI TOR PATERNO



V. Max: 551 V. Min: 347 V. Med: 401



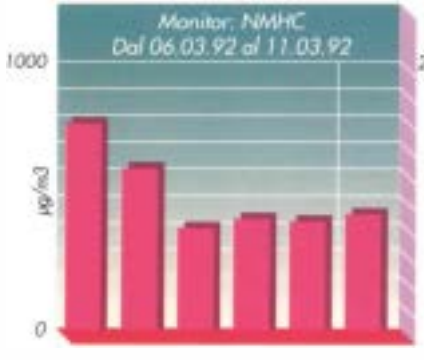
V. Max: 66 V. Min: 29 V. Med: 39



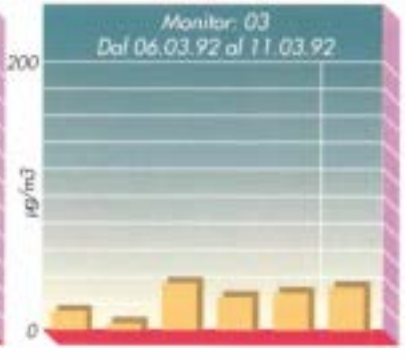
V. Max:47.5 V. Min:8.5 V. Med:26.9

V. Max: 5.4 V. Min: 1.6 V. Med: 2.9

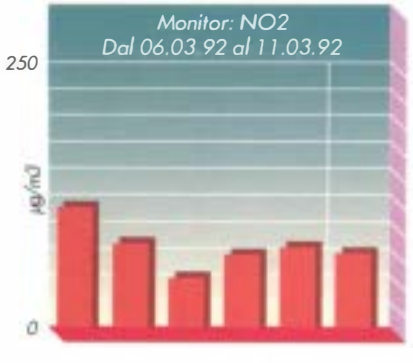
FIG. 3.36 - VALORI GIORNALIERI TRAFUSA



V. Max: 759 V. Min: 373 V. Med: 495



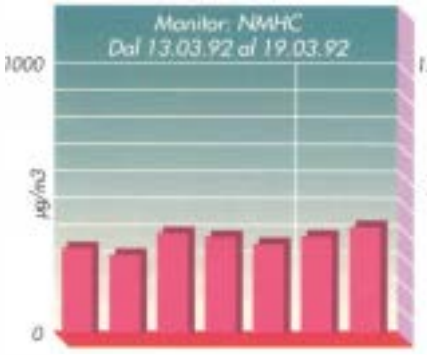
V. Max: 34 V. Min: 4 V. Med: 22



V. Max:113.1 V. Min:47.4 V. Med:74.9

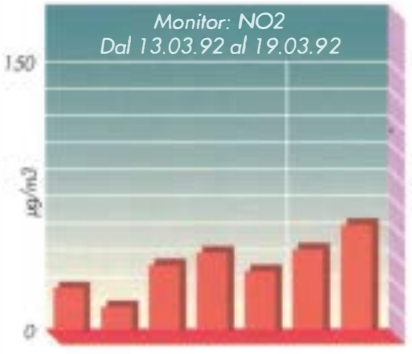
V. Max: 14.6 V. Min: 2.9 V. Med: 6.8

FIG. 3.37 - VALORI GIORNALIERI CASTELPORZIANO



V. Max: 394 V. Min: 284 V. Med: 340

V. Max: 60 V. Min: 33 V. Med: 48



V. Max: 57.3 V. Min: 13.1 V. Med: 35.5

V. Max: 6.1 V. Min: 1.1 V. Med: 2.8

TABELLA 3.10
LOCALITÀ TOR PATERNO periodo 24-2-92 5-3-92

INQUINANTE	MIN	MAX	UNITA'/MISURE
CO	0,4	3,0	mg/m3
HC	845,0	1394,0	micg/m3
NMHC	290,0	638,0	micg/m3
CH4	535,0	737,0	micg/m3
SO2	1,3	7,8	micg/m3
NOX	non rilevabile	226,0	ppb
NO2	non rilevabile	129,7	micg/m3
NO	non rilevabile	204,7	micg/m3
O3	non rilevabile	155,0	micg/m3
RUMORE	46,0	60,0	dB (A)

TABELLA 3.11
LOCALITÀ TRAFUSA periodo 5-3-92 12-3-92

INQUINANTE	MIN	MAX	UNITA'/MISURE
CO	0,9	4,1	mg/m3
HC	859,0	4247,0	micg/m3
NMHC	295,0	2195,0	micg/m3
CH4	550,0	3005,0	micg/m3
SO2	1,3	23,4	micg/m3
NOX	6,0	618,0	ppb
NO2	11,3	216,2	micg/m3
NO	non rilevabile	616,7	micg/m3
O3	non rilevabile	106,0	micg/m3
RUMORE	46,0	57,0	dB (A)

TABELLA 3.12
LOCALITÀ CASTELPORZIANO periodo 12-3-92 20-3-92

INQUINANTE	MIN	MAX	UNITA'/MISURE
CO	0,7	2,7	mg/m3
HC	800,0	1419,0	micg/m3
NMHC	265,0	633,0	micg/m3
CH4	525,0	859,0	micg/m3
SO2	non rilevabile	13,0	micg/m3
NOX	2,0	169,0	ppb
NO2	3,8	135,5	micg/m3
NO	non rilevabile	121,4	micg/m3
O3	non rilevabile	108,0	micg/m3
RUMORE	45,0	56,0	dB (A)

3.6 Missione di telerilevamento aereo [*]

Il telerilevamento aereo costituisce una metodologia di indagine che consente di acquisire nel corso di una campagna di pochi minuti una grande quantità di dati ambientali riguardanti aree di diversi km². Esso si differenzia dal telerilevamento da satellite per gli aspetti riguardanti la quota di volo (bassa in un caso, elevata nell'altro) e per la possibilità di utilizzare vari tipi di strumentazione a seconda delle necessità operative.
Le applicazioni del telerilevamento aereo sono diverse; le principali riguardano i settori forestale, agricolo, archeologico, geomorfologico.
La missione sulla Tenuta Presidenziale di Castelporziano è finalizzata a ricavare dati sullo stato di salute della vegetazione e sui caratteri geomorfologici dell'area. Nel corso della missione è previsto un rilievo aerofotogrammetrico per il confronto con le precedenti aerofotogrammetrie effettuate sulla Tenuta [1], al fine di evidenziare i cambiamenti di cui sono stati oggetto sia la Tenuta che i suoi dintorni.

CENNI ALLE CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI TELERILEVAMENTO AEREO ENEA-ALENIA

Il velivolo utilizzato per la realizzazione del sistema è un Viator AP 68 PT-600; le sue caratteristiche principali sono:

BITURBINA AD ALA ALTA	
MOTORI: ALLISON 250 B17 C	
PESO MASSIMO AL DECOLLO:	3.000 kg
VELOCITÀ MASSIMA:	410 km/h
AUTONOMIA MASSIMA:	1.600 km

FIG. 3.38 - IL VELIVOLO

[*] G. De Rossi, F. Vitiello - ENEA - Area Ambiente
[1] Vedi Par. 2.13 Sviluppo demografico... ecc..

La strumentazione di rilevamento

La strumentazione di rilevamento di cui è dotato il velivolo è costituita da un rivelatore (scanner) multispettrale, da una telecamera nell'infrarosso termico, da una telecamera nel visibile, da una macchina fotogrammetrica.

Rivelatore (scanner) multispettrale

Il rivelatore (scanner) multispettrale è uno strumento di tipo passivo, cioè rivela la radiazione incidente e la separa nelle singole bande spettrali che la costituiscono. Il campo di sensibilità del rivelatore (scanner) copre lo spettro elettromagnetico dal visibile fino all'infrarosso termico in 11 bande (Tab. 3.13). Lo spettrometro impiegato è denominato Airborne Thematic Mapper, in quanto vi è una corrispondenza con le bande degli spettrometri Thematic Mapper dei satelliti Landsat. La risoluzione dello spettrometro è pari a 2,5 mrad, pertanto se la missione viene eseguita a quota 1.400 m si ottiene una risoluzione delle immagini pari a 3,5 m.

TABELLA 3.13 BANDE DELLO SCANNER MULTISPETTRALE - SPETTROMETRO AIRBORNE THEMATIC MAPPER (μm)

0,42	—	0,45
* 0,45	—	0,52
* 0,52	—	0,60
0,605	—	0,625
* 0,63	—	0,69
0,695	—	0,75
* 0,76	—	0,90
0,91	—	1,05
* 1,55	—	1,75
* 2,08	—	2,35
** 8,5	—	13

* THEMATIC MAPPER BANDS
** La corrispondenza con l'analoga banda TM non è perfetta

Telecamera all'infrarosso

La telecamera all'infrarosso (Tab. 3.14) opera nella banda 8 - 13 μm e produce un segnale in standard CCIR a 625 linee / 50 Hz. La telecamera è montata su una torretta stabilizzata al fine di eliminare le perturbazioni conseguenti ai movimenti indesiderati e alle vibrazioni del velivolo. Il segnale video fornito dalla telecamera è in bianco e nero con standard U-MATIC.

TABELLA 3.14 TELECAMERA ALL'INFRAROSSO

Risoluzione angolare	:	2,27°C (ZOOM: X20)
Risoluzione termica	:	0,1°C
Banda	:	8 - 13 μm
Campo di vista	:	24° x 16° (WFVO) 6° x 4° (NFOV)
Fuoco	:	10 m - infinito (WFOV) 15 m - infinito (NFOV)
Scansione	:	512 linee attive
Uscita video	:	CCIR (625 linee - 50 Hz)
Rivelatori	:	8 in parallelo
Alimentazione	:	28 V

Camera Fotogrammetrica

La camera fotogrammetrica è di tipo avanzato, gestita con elettronica a microprocessori che ne consente il controllo e il funzionamento da un solo operatore navigatore/fotografo oltre al pilota, in quanto tutti i controlli riguardanti la macchina sono remotizzati sul telescopio di navigazione. Le fotografie riprese nel corso della missione verranno utilizzate per ottenere informazioni di dettaglio sulla topografia dell'area e per effettuare dei confronti con le precedenti aerofotogrammetrie effettuate sulla Tenuta.

Pianificazione della missione

Nella pianificazione della missione si è dovuto tener conto della vicinanza con gli aeroporti di Fiumicino e di Ciampino e di conseguenza del traffico aereo civile che nei pressi dei due aeroporti si svolge con particolare intensità. Pertanto la missione è stata pianificata per le ore 10.00 GMT con rotta SUD-NORD per l'esecuzione delle varie strisciate; alla quota di volo prescelta di 1.400 m (che consente una risoluzione delle immagini multispettrali di 3,5 m) era necessario un numero minimo di cinque strisciate per la copertura della Tenuta. Per avere un'adeguata sovrapposizione delle immagini sono state previste sei strisciate.

Campagne di misure a terra

Contemporaneamente all'esecuzione della missione aerea è stata prevista la realizzazione di una campagna di misure a terra al fine di avere a disposizione alcuni dati di riferimento. Ciò per un duplice motivo: da un lato è necessario avere alcuni dati di calibrazione, per esempio nell'infrarosso termico, da utilizzare per la taratura delle immagini rilevate dalla strumentazione di rilevamento a bordo del velivolo; dall'altro è necessario caratterizzare l'assorbimento dell'energia da parte dell'atmosfera negli strati al di sotto del velivolo, per essere in grado di effettuare le correzioni relative all'assorbimento dell'atmosfera sulle immagini rilevate. In Fig. 3.39 sono indicati i vari punti in cui sono state previste misure a terra e il tipo di misura effettuato. Nell'ambito della campagna di misure a terra è stata prevista la realizzazione di un'indagine, in collaborazione con l'Università della Tuscia di Viterbo, relativa all'analisi del potenziale idrico di alcune piante presenti nella Tenuta mediante prelievo di campioni di foglie. L'obiettivo è quello di correlare le predette analisi con i dati telerilevati al fine di ottenere alcuni dati significativi per tutta la Tenuta.

Elaborazione delle immagini rilevate

I dati rilevati, dopo l'autorizzazione da parte delle autorità di sicurezza, verranno elaborati con il sistema E.D.I. (ENEA Digital Imagery) presso il centro della Casaccia.

FIG. 3.39 - TENUTA DI CASTEL PORZIANO
PLANIMETRIA CHE ILLUSTRA I PUNTI DI MISURA DELLA CAMPAGNA A TERRA PER LA MISSIONE DI TELERILEVAMENTO AEREO

MISURE DI TORBIDITÀ ATMOSFERICA MEDIANTE FOTOMETRO

5 Eliporto

MISURE DI TEMPERATURA SUPERFICIALE

1 Stagno di Tor Paterno
2 Spiaggia
3 Mare
4 Fontanile
5 Eliporto
6 Castello
7 Stagno Malafede

In tutti i punti verranno rilevate le coordinate mediante G.P.S.

3.7 Traffico veicolare ai confini della Tenuta [*]

È stato appositamente effettuato un rilevamento del traffico veicolare lungo le principali linee di comunicazione adiacenti i confini della Tenuta.
I giorni dell'indagine sono stati prescelti secondo le condizioni meteorologiche in sovrapposizione con le date dei rilievi di monitoraggio degli agenti inquinanti effettuati all'interno della Tenuta per poter verificare il traffico quale eventuale fonte di inquinamento.
Il censimento della circolazione è stato effettuato lungo le seguenti vie per 12 ore consecutive dalle ore 7.00 alle ore 19.00:

1) Via Cristoforo Colombo al km 18 (Tab. 3.15) il 3/3/92;
2) Strada Provinciale Pratica di Mare al km 4 (Tab. 3.16) il 25/3/92;
3) Via Litoranea S.S. n. 601 Ostia-Anzio al km 7,5 (Tab. 3.17) il 3/3/92;
4) Strada Statale Pontina n. 148 al km 21,342 (Tab. 3.18);
   dalle ore 7.00 alle ore 19.00 e laddove è stato possibile sono stati rilevati i veicoli nei due sensi di marcia il 3/3/92.

Il rilevamento lungo l'arco della giornata ha messo in evidenza che le autovetture sono senza dubbio il mezzo di locomozione più usato; infatti le altre classi di veicoli censite (ciclomotori, motoveicoli, autocarri ecc.) sono quasi del tutto trascurabili.
Il numero massimo di autovetture registrate si è avuto lungo la Via Pontina in direzione Roma con ben 23.872. Le ore di punta rilevate sono risultate dalle 7 alle 10 e dalle 16 alle 19.
In direzione Latina con un totale di 22.553 autovetture si sono avuti valori elevati dalle 7 alle 9 e dalle 16 fino alle 19.
La Via Cristoforo Colombo è risultata, come si poteva prevedere, la seconda direttrice di comunicazione utilizzata per l'elevato numero di autovetture. Ben 18.835 automobili infatti sono transitate in direzione Roma con punte massime dalle 7 alle 9 e dalle 16 alle 18.
In direzione Ostia sono state segnalate nel giorno del rilevamento ben 17.693 autovetture con punte massime dalle 16 alle 19.
Il concentrarsi del numero delle autovetture nelle fasce orarie del primo mattino e del pomeriggio evidenzia l'elevato fenomeno del pendolarismo che caratterizza le aree urbanizzate del litorale romano.
Va sottolineato che il pendolarismo si manifesta nei due sensi di marcia; sia da Roma a Ostia e viceversa, sia da e per Latina lungo la Via Pontina.
Questi dati pertanto vanno messi in stretta relazione con le indicazioni rilevate dalle indagini sullo sviluppo demografico delle aree urbanizzate intorno alla Tenuta per poter meglio comprendere l'elevato flusso di traffico che interessa queste strade.

[*] A. Tinelli - Tenuta Presidenziale di Castelporziano

TABELLA 3.15 - CENSIMENTO DELLA CIRCOLAZIONE

A.N.A.S. - Via CRISTOFORO COLOMBO Km. 18
POSTO DI OSSERVAZIONE A L KM 21 + 342 -
RILEVAZIONE DIURNA DALLE ORE 7:00 ALLE ORE 19:00 DEL 3/3/92

0 - CICLOMOTORI - MOTOVEICOLI
1 - AUTOVETTURE ANCHE CON RIMORCHIO FINO A 9 POSTI
2 - CAMIONCINI FURGONI MOTOCARRI FINO A 30 Q.LI
3 - AUTOCARRI OLTRE 30 Q.LI E TRATTORI STRADALI
4 - AUTOCARRI CON RIMORCHIO
5 - TRATTORI CON SEMIRIMORCHIO
6 - AUTOBUS
7 - TRASPORTI ECCEZIONALI
8 - VEICOLI AGRICOLI

Transito da ROMA ad OSTIA

ORE DALLE	ORE ALLE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
7:00	8:00	8	1.070	27	11	13	0	11	0	0
8:00	9:00	3	1.058	23	9	2	0	13	0	0
9:00	10:00	9	1.005	3	7	2	0	4	0	0
10:00	11:00	12	1.010	98	5	2	4	3	0	0
11:00	12:00	10	813	57	5	0	2	3	0	0
12:00	13:00	13	1.341	62	4	0	0	6	0	0
13:00	14:00	14	1.442	54	3	0	0	15	0	0
14:00	15:00	23	1.583	62	13	1	0	15	0	0
15:00	16:00	17	1.210	60	5	0	0	10	0	1
16:00	17:00	21	1.841	101	7	0	0	11	0	0
17:00	18:00	39	2.592	58	1	2	0	13	0	0
18:00	19:00	36	2.728	87	2	0	0	10	0	1
TOTALE		205	17.693	692	72	22	6	114	0	2
ORA DI PUNTA		17-18	18-19	16-17	14-15	7-8	10-11	13-15	—	—
VEICOLI		39	2.728	101	13	13	4	15	0	1

Transito da OSTIA a ROMA

ORE DALLE	ORE ALLE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
7:00	8:00	36	2.906	41	6	0	0	20	0	0
8:00	9:00	54	3.471	7	4	0	0	13	0	0
9:00	10:00	30	1.851	5	1	1	0	27	1	1
10:00	11:00	15	1.345	69	5	0	0	23	1	0
11:00	12:00	13	890	77	9	0	1	3	0	0
12:00	13:00	18	1.015	90	9	0	1	3	0	0
13:00	14:00	12	965	93	4	0	0	10	0	0
14:00	15:00	12	1.269	72	4	1	1	21	0	0
15:00	16:00	12	1.247	76	5	0	0	14	0	0
16:00	17:00	76	1.461	159	10	1	1	13	0	1
17:00	18:00	19	1.204	88	2	1	0	21	0	0
18:00	19:00	16	1.211	33	10	0	0	9	0	0
TOTALE		313	18.835	810	69	4	4	177	2	2
ORA DI PUNTA		16-17	8-9	16-17	16-17	—	—	9-10	—	—
VEICOLI		76	3.471	159	10	1	1	27	1	1

Transito da Via di MALAFEDE

ORE DALLE	ORE ALLE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
7:00	8:00	7	787	41	3	0	0	0	0	0
8:00	9:00	9	464	20	2	0	0	1	0	0
9:00	10:00	6	399	23	2	0	0	0	0	0
10:00	11:00	4	183	38	3	0	0	0	0	0
11:00	12:00	1	157	22	1	0	0	1	0	0
12:00	13:00	7	423	33	1	0	0	1	0	0
13:00	14:00	5	281	19	3	0	0	1	0	0
14:00	15:00	8	296	30	2	0	0	0	0	0
15:00	16:00	7	278	31	4	0	0	0	0	0
16:00	17:00	11	311	30	2	0	1	1	0	0
17:00	18:00	10	359	23	0	0	0	0	0	0
18:00	19:00	8	332	11	3	0	0	0	0	0
TOTALE		83	4.270	321	26	0	1	5	0	0
ORA DI PUNTA		16-17	7-8	7-8	15-16	—	16-17	—	—	—
VEICOLI		11	787	41	4	0	1	1	0	0

TABELLA 3.16 - CENSIMENTO DELLA CIRCOLAZIONE

PROVINCIA DI ROMA - S.P. PRATICA DI MARE
POSTO DI OSSERVAZIONE AL KM 4,00
RILEVAZIONE DIURNA DALLE ORE 7:00 ALLE ORE 19:00 DEL 25/3/92

0 - CICLOMOTORI - MOTOVEICOLI
1 - AUTOVETTURE ANCHE CON RIMORCHIO FINO A 9 POSTI
2 - CAMIONCINI FURGONI MOTOCARRI FINO A 30 Q.LI
3 - AUTOCARRI OLTRE 30 Q.LI E TRATTORI STRADALI
4 - AUTOCARRI CON RIMORCHIO
5 - TRATTORI CON SEMIRIMORCHIO
6 - AUTOBUS
7 - TRASPORTI ECCEZIONAL
8 - VEICOLI AGRICOLI

ORE										
DALLE	ALLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7:00	8:00	6	814	14	13	7	0	14	0	1
8:00	9:00	3	508	7	12	2	4	7	0	0
9:00	10:00	4	325	16	17	2	0	2	0	0
10:00	11:00	1	304	10	22	4	1	0	0	0
11:00	12:00	1	231	16	19	1	1	0	0	0
12:00	13:00	4	250	8	10	1	1	2	0	0
13:00	14:00	2	507	8	9	1	3	4	0	0
14:00	15:00	3	753	30	15	2	1	3	0	0
15:00	16:00	0	488	27	16	0	0	2	0	0
16:00	17:00	3	680	30	6	1	0	20	0	0
17:00	18:00	1	466	21	2	0	0	2	0	0
18:00	19:00	2	374	6	0	0	0	4	0	0

TABELLA 3.17 - CENSIMENTO DELLA CIRCOLAZIONE

A.N.A.S. - S.S. 601 OSTIA ANZIO
POSTO DI OSSERVAZIONE AL KM 7+500
RILEVAZIONE DIURNA DALLE ORE 7:00 ALLE ORE 19:00 DEL 3/3/92

0 - CICLOMOTORI - MOTOVEICOLI
1 - AUTOVETTURE ANCHE CON RIMORCHIO FINO A 9 POSTI
2 - CAMIONCINI FURGONI MOTOCARRI FINO A 30 Q.LI
3 - AUTOCARRI OLTRE 30 Q.LI E TRATTORI STRADALI8 -
4 - AUTOCARRI CON RIMORCHIO
5 - TRATTORI CON SEMIRIMORCHIO
6 - AUTOBUS
7 - TRASPORTI ECCEZIONALI
8 - VEICOLI AGRICOLI

ORE										
DALLE	ALLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7:00	8:00	6	1.496	119	53	7	5	25	0	0
8:00	9:00	3	867	55	14	6	2	1	0	0
9:00	10:00	4	931	54	65	7	10	5	0	0
10:00	11:00	5	502	47	19	4	4	0	0	0
11:00	12:00	0	851	63	55	5	4	3	0	0
12:00	13:00	7	549	41	25	4	2	5	0	0
13:00	14:00	5	554	51	28	3	5	9	0	0
14:00	15:00	12	565	15	26	0	0	5	0	0
15:00	16:00	12	647	13	24	0	1	0	0	0
16:00	17:00	18	723	20	15	1	0	3	0	0
17:00	18:00	11	889	28	17	1	1	9	0	0
18:00	19:00	2	743	18	7	0	0	2	0	0
TOTALE.....		85	9.317	524	348	38	34	67	0	0
ORA DI PUNTA		16-17	7-8	7-8	9-10	7-8	9-10	7-8	—	—
VEICOLI.....		18	1.496	119	65	7	10	25	0	0

TABELLA 3.18 - CENSIMENTO DELLA CIRCOLAZIONE

A.N.A.S. - S.S. 148 Pontina
POSTO DI OSSERVAZIONE AL KM 21 + 342
RILEVAZIONE DIURNA DALLE ORE 7:00 ALLE ORE 19:00 DEL 3/3/92

0 - CICLOMOTORI - MOTOVEICOLI
1 - AUTOVETTURE ANCHE CON RIMORCHIO FINO A 9 POSTI
2 - CAMIONCINI FURGONI MOTOCARRI FINO A 30 Q.LI
3 - AUTOCARRI OLTRE 30 Q.LI E TRATTORI STRADALI
4 - AUTOCARRI CON RIMORCHIO
5 - TRATTORI CON SEMIRIMORCHIO
6 - AUTOBUS
7 - TRASPORTI ECCEZIONALI
8 - VEICOLI AGRICOLI

transito da ROMA a LATINA

ORE										
DALLE	ALLE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
7:00	8:00	2	3.257	315	139	49	63	50	2	0
8:00	9:00	3	3.087	241	164	42	55	44	10	0
9:00	10:00	5	1.988	200	137	49	47	26	6	0
10:00	11:00	2	1.688	218	176	130	135	50	4	0
11:00	12:00	2	1.535	100	79	40	75	32	4	0
12:00	13:00	1	1.350	102	33	19	22	4	2	0
13:00	14:00	33	1.275	139	99	58	76	17	1	0
14:00	15:00	10	703	88	120	44	56	27	1	1
15:00	16:00	10	1.622	128	118	72	58	18	2	0
16:00	17:00	45	2.131	219	197	106	125	53	1	0
17:00	18:00	24	1.985	165	106	50	69	36	3	0
18:00	19:00	26	1.922	82	60	29	40	29	1	0
TOTALE		163	22.553	1.997	1.428	688	821	386	37	1
ORA DI PUNTA		16-17	7-8	7-8	9-10	7-8	9-10	7-8	—	—
VEICOLI		45	3.257	315	197	130	135	53	10	1

transito da LATINA a ROMA

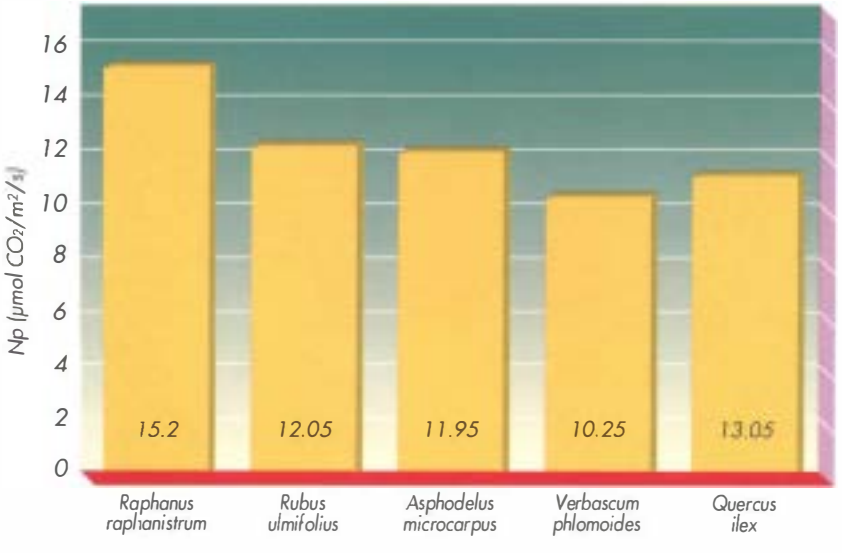
ORE										
DALLE	ALLE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
7:00	8:00	1	3.834	142	94	41	58	40	2	1
8:00	9:00	7	1.974	129	92	20	40	28	2	0
9:00	10:00	51	2.438	126	123	69	63	16	7	0
10:00	11:00	8	1.775	203	226	226	191	31	0	0
11:00	12:00	2	1.461	129	114	136	159	100	0	0
12:00	13:00	14	1.203	92	88	35	61	15	4	5
13:00	14:00	17	1.290	70	3	38	176	16	12	0
14:00	15:00	4	1.467	49	0	30	166	11	3	0
15:00	16:00	5	1.280	8	0	21	124	11	0	2
16:00	17:00	13	2.321	18	1	29	137	37	8	0
17:00	18:00	23	2.225	3	2	59	152	64	3	0
18:00	19:00	10	2.604	5	1	28	80	21	2	1
TOTALE.....		155	23.872	974	744	732	1.407	390	43	9
ORA DI PUNTA		9-10	7-8	10-11	10-11	10-11	10-11	11-12	13-14	12-13
VEICOLI.....		51	3.834	203	226	226	191	190	12	5

3.8 Misure ecofisiologiche (*)

Le misure sull'ecofisiologia delle specie vegetali sono state eseguite in una giornata serena e in calma di vento, però in un periodo di prolungata siccità. In questa sede vengono presentati, come esempio, solo pochi dati preliminari relativi a una parte delle specie studiate nella Tenuta di Castelporziano; in particolare vengono mostrati i dati relativi agli scambi gassosi di alcune specie presenti nelle strette vicinanze delle 2 stazioni di monitoraggio ambientale situate nelle vicinanze di Valle Renaro e di Grotta di Piastra.
Le misure degli scambi gassosi sono state effettuate in campo in modo che le piante si trovassero nelle condizioni naturali. È stato usato il gas analyzer ADC-LCA3 in dotazione presso il Dipartimento.

FIG. 3.40 - MASSIMI FOTOSINTETICI (NP) - FEBBRAIO 1992

FIG. 3.41 - VALORI MASSIMI DI FOTOSINTESI (NP) MISURATI IN SPECIE ERBACEE E LEGNOSE IN LOCALITÀ TOR PATERNO - FEBBRAIO 1992



(*) A. Pignatti - Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La Sapienza" di Roma

In Valle Renaro sono state studiate le specie seguenti: *Laurus nobilis, Quercus suber, Plantago lanceolata, Geranium molle, Asphodelus microcarpus*. In questa stazione verranno poi studiate le querce caducifoglie (*Quercus cerris, Quercus frainetto*) di cui in febbraio non è stato possibile tenere conto a causa della mancanza di foglie. A Grotta di Piastra sono state studiate *Quercus ilex, Pistacia lentiscus, Phillyrea media*.
I grafici relativi al mese di febbraio del 1992, riportano i massimi fotosintetici (MP) (Figg. 3.40; 3.41), i relativi dati di respirazione (Fig. 3.42) e la curva giornaliera dell'attività fotosintetica (fotosintesi netta, NP) e della conduttanza stomatica (g) presentati da *Quercus ilex* (Fig. 3.43).
I valori registrati rientrano in quelli normali per le specie considerate durante la stagione invernale.

FIG. 3.42 - MISURE DI RESPIRAZIONE ESEGUITE IN CORRISPONDENZA AI MASSIMI FOTOSINTETICI - FEBBRAIO 1992

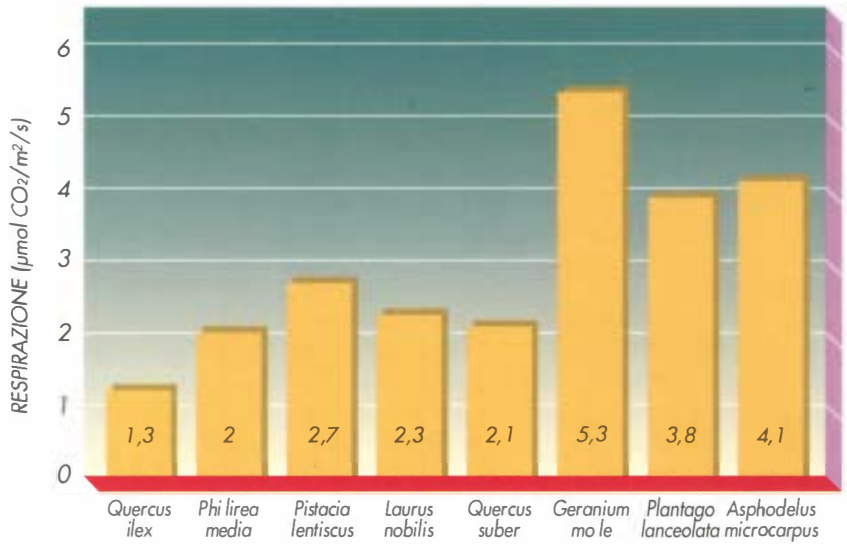


FIG. 3.43 - CURVA GIORNALIERA DELLA FOTOSINTESI NETTA (NP) E DELLA CONDUTTANZA STOMATICA (g) QUERCUS ILEX (FEBBRAIO 1992)

SEZIONE 4

REALIZZAZIONE DEL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE (SIT) DELLA TENUTA E PROGRAMMA DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

4.1 Introduzione

Castelporziano è un ecosistema che ha mantenuto condizioni abbastanza vicine a quelle naturali, pur essendo compreso nel vasto sistema metropolitano di Roma. Esso si inserisce nel delicato settore di interfaccia tra mare e città e racchiude importanti complessi archeologici.
Si tratta pertanto di un prezioso patrimonio naturale e culturale da preservare dalla pressione antropica delle aree circostanti e dai fenomeni di inquinamento presenti a scala regionale.
Una visione moderna delle problematiche connesse con la conservazione e la gestione di un ecosistema a rischio prevede l'effettuazione di studi e interventi non già di natura settoriale, bensì di carattere globale e integrato.
Tale approccio di tipo sistemico deve avvalersi di supporti informativi non convenzionali, che consentano l'analisi combinata di dati pluritematici e multisensoriali.
Sulla base delle conoscenze già acquisite e descritte in Sezione 2, nonché dell'esperienza maturata durante la campagna di monitoraggio illustrata in Sezione 3, si propone un progetto di monitoraggio multidisciplinare e di realizzazione di un SIT secondo le seguenti linee:

- microclima e monitoraggio atmosferico;
- monitoraggio idrogeologico;
- monitoraggio biologico;
- monitoraggio forestale;
- fauna;
- produzione agricola e zootecnica;
- archeologia;
- deposizioni acide;
- coste.

L'insieme delle informazioni proveniente da queste attività di monitoraggio verrà organizzato in un apposito SIT.
La struttura logica di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) che risponda alle esigenze genericamente sopra esposte prevede:

a) una base informativa geografica, che integri dati di cartografia digitale, di telerilevamento da satellite e da aereo, di rilievi a terra;
b) dati pluritematici georeferenziati, provenienti da telerilevamento, da stazioni di misura fisse e mobili, da osservazioni dirette dell'uomo, da archivi storici;
c) modelli matematici per diagnosi e previsioni relative ai fenomeni sotto osservazione.

Un'architettura di sistema al tempo stesso aperta e modulare può facilmente consentire sia l'aggiornamento della base geografica che con il tempo dovesse rendersi necessario, sia l'estensione dei settori di indagine, ad esempio attraverso l'aggiunta di nuove tipologie di dati e di nuovi modelli.
Nei prossimi paragrafi vengono descritte in modo sintetico le attività di monitoraggio proposte, nonché lo sviluppo del SIT.

4.2 Caratterizzazione chimico-fisica dell'atmosfera (*)

Il monitoraggio dello stato dell'atmosfera in un sito come quello della Tenuta di Castelporziano può essere pianificato per fornire informazioni relative alla qualità dell'ambiente. Più specificatamente, il monitoraggio può essere pianificato al fine di:

a) valutare la concentrazione di specie atmosferiche che, per deposizione sulle specie vegetali, possono essere causa di danni alla vegetazione e all'ambiente in generale;
b) identificare le sorgenti di inquinamento, compresi i processi fotochimici, e determinare il loro contributo relativo;
c) valutare le caratteristiche dell'interazione ambiente-vegetazione con particolare riferimento all'emissione di sostanze organiche e il loro ruolo nella formazione di inquinanti fotochimici d'interesse per l'area metropolitana di Roma;
d) fornire informazioni sulla qualità dell'aria nell'area metropolitana di Roma in quanto misure nella Tenuta potrebbero integrare quelle effettuate in zone inquinate dell'area.

Per fornire una risposta adeguata alla necessità di conoscenza dei fenomeni e dei processi sopra descritti, si ritiene opportuno attivare strutture di controllo e monitoraggio su di un'unica stazione di rilevamento la cui posizione possa essere rappresentativa dello stato ambientale di tutta la Tenuta.
La stazione pilota, finalizzata a caratterizzare i processi chimico-fisici che sono alla base di ogni possibile valutazione qualitativa e quantitativa dei flussi di massa degli inquinanti alla superficie, dovrebbe essere equipaggiata come segue.

Sensori meteorologici

La stazione meteorologica dovrebbe essere equipaggiata con sensori meteorologici in grado di fornire informazioni sulle condizioni di stabilità atmosferiche e sui flussi di energia radiante oltre che fornire dati sui classici parametri come temperatura, umidità relativa, pressione, direzione e velocità del vento ad altez-

---

(*) I. Allegrini - CNR - Istituto Inquinamento Atmosferico
A. Guerrini - CNR - Comitato per le Scienze e le Tecnologie dell'Ambiente e dell'Habitat

za notevolmente superiore all'altezza media della vegetazione presente.
Inoltre si ritiene utile acquisire dati sulla radioattività a vita breve, associata ad elementi presenti nel particolato atmosferico, al fine di avere informazioni sui processi di rimescolamento nei bassi strati dell'atmosfera.

Sensore di area

Nell'area di interesse potrebbe essere disposto un sensore di inquinanti atmosferici basato sul principio dell'assorbimento ottico differenziale (DOAS). Tale strumento è in grado di misurare la concentrazione delle specie di interesse per la protezione dell'ambiente quali biossido di zolfo, biossido di azoto, acido nitroso, formaldeide, idrocarburi aromatici e ozono in modo automatico e continuo e su cammini ottici di diversi chilometri in modo da consentire la misura della concentrazione media. Poiché la misura necessita di una sorgente di radiazioni luminose e di un ricevitore, essa potrebbe essere realizzata sullo spazio al di sopra del livello della vegetazione. Questa disposizione offrirebbe il vantaggio di effettuare la misura nella parcella d'aria in grado di interagire direttamente con la vegetazione e di evitare problemi relativi alla presenza di gradienti che, per specie ad elevata velocità di deposizione, potrebbero risultare molto elevati.

Analizzatori automatici

Gli analizzatori automatici dovrebbero essere in grado di fornire informazioni sulla concentrazione delle specie di interesse direttamente sulla stazione di cui al punto A. Tali specie comprendono anche quelle misurate dal sensore di area con il vantaggio che la misura delle specie in una stazione a terra sufficientemente rappresentativa e nell'atmosfera che sovrasta la vegetazione potrebbe fornire informazioni molto importanti circa la deposizione di inquinanti. Inoltre, le misure nei due siti potrebbero essere impiegate come elemento di controllo e assicurazione della qualità delle osservazioni. Le specie che potrebbero essere misurate ai due livelli potrebbero comprendere biossidi di zolfo, di azoto e ozono.
Altri sensori automatici che potrebbero essere inseriti nella stazione in oggetto potrebbero essere costituiti da sistemi per la misura degli aerosoli. Per quanto riguarda questo inquinante, si dovrebbero misurare la distribuzione granulometrica attraverso i contatori ottici e la massa per mezzo di analizzatori a raggi beta. Questo strumento consente anche il campionamento della polvere su membrana filtrante per le analisi successive e la misura della radiazione beta a vita breve.
La linea di analizzatori automatici si completa con l'analizzatore di PAN che potrebbe fornire informazioni molto interessanti circa la distribuzione di fotossidanti formati sull'area metropolitana di Roma e trasportati dalle brezze.
Gli analizzatori automatici sono collegati al sistema di trattamento dati a mezzo di opportune interfacce.

Analisi manuali di laboratorio

Le analisi di laboratorio con metodi manuali si riferiscono all'acquisizione di dati di inquinanti non valutabili con strumentazioni automatiche. La misura di questi parametri, essendo legata a procedure manuali, richiede risorse umane ed economiche non trascurabili. Per questo motivo, il numero di misure manuali dovrebbe essere ridotto al minimo, limitando le osservazioni solo nel corso di specifiche campagne di misura.
Le determinazioni non automatiche richiedono soltanto strumentazione di cam-

pionamento in quanto la misura vera e propria deve essere effettuata attraverso metodologie chimico-analitiche di tipo convenzionale. Per quanto riguarda la possibilità di utilizzare queste tecniche nella Tenuta di Castelporziano, si ritiene che le strumentazioni di campionamento possano comprendere i seguenti elementi:

a) campionatore di vapori organici: il procedimento assicura il campionamento di vapori organici su opportuni substrati di adsorbimento. L'analisi viene effettuata mediante desorbimento termico seguito da gascromatografia eventualmente in combinazione con la spettrometria di massa;

b) campionatore di specie acide: il sistema consente di campionare selettivamente le specie di natura acida su opportuni dispositivi di assorbimento (Denuders). Dopo il campionamento, i denuders sono estratti con acqua e analizzati per cromatografia ionica. Il procedimento consente la simultanea determinazione di specie in fase gassosa e in fase particellare;

c) campionatore di precipitazione: il campionatore permette di ottenere un campione rappresentativo di precipitazione al fine di misurare le caratteristiche chimico-fisiche delle eventuali piogge e il loro impatto sulla vegetazione.

4.3 Idrogeologia [*]

L'area compresa nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano presenta in affioramento sedimenti prevalentemente sabbiosi la cui origine è legata a depositi dunari, all'interno si rinvengono livelli di ciottoli silicei, croste di alterazione, argille ecc. riferibili a processi di rimaneggiamento in ambienti fluvio-lacustri e costieri.
Seguono in successione stratigrafica e affiorano nelle incisioni dei Fossi di Malafede e della Santola, prodotti vulcanici, tufi e pozzolane, deposti in ambienti fluvio-palustri.
La serie continua con sedimenti costituiti da sabbie, ghiaie, argille sabbiose ecc. di origine fluvio-palustre, deltizia e marina (Formazione di Ponte Galeria).
Il basamento impermeabile è costituito da sabbie argillose, argille, marne ecc. riferibili al plio-pleistocene che continuano in profondità con notevoli spessori.
Le informazioni sullo spessore complessivo della serie, reperite nella letteratura scientifica, indicano un valore compreso tra i 50 e i 70 m con riferimento al tetto del basamento impermeabile; tali spessori diminuiscono muovendosi verso E e SE fino ad annullarsi in corrispondenza degli affioramenti argillosi pliocenici segnalati nel Fosso di Pratica (Pomezia).
La serie litologica sommariamente descritta permette di individuare, nei primi termini costituiti prevalentemente da sabbie e affioranti in buona parte della Tenuta, la sede del primo acquifero, presumibilmente sostenuto dai depositi vulcanici meno permeabili, e di ipotizzare la presenza di un secondo acquifero tra questi e le argille di base.
In relazione alla falda superficiale, sono disponibili i dati di 10 perforazioni che raggiungono profondità variabili tra 4,5 e 7,5 m dal piano campagna.
L'analisi delle misure piezometriche effettuate a partire da aprile 1988 fino a febbraio 1992, mostra variazioni molto contenute dei livelli; non si dispone tutta-

[*] M. Bucci, D. Vincenzi - ENEA-AMB-MON

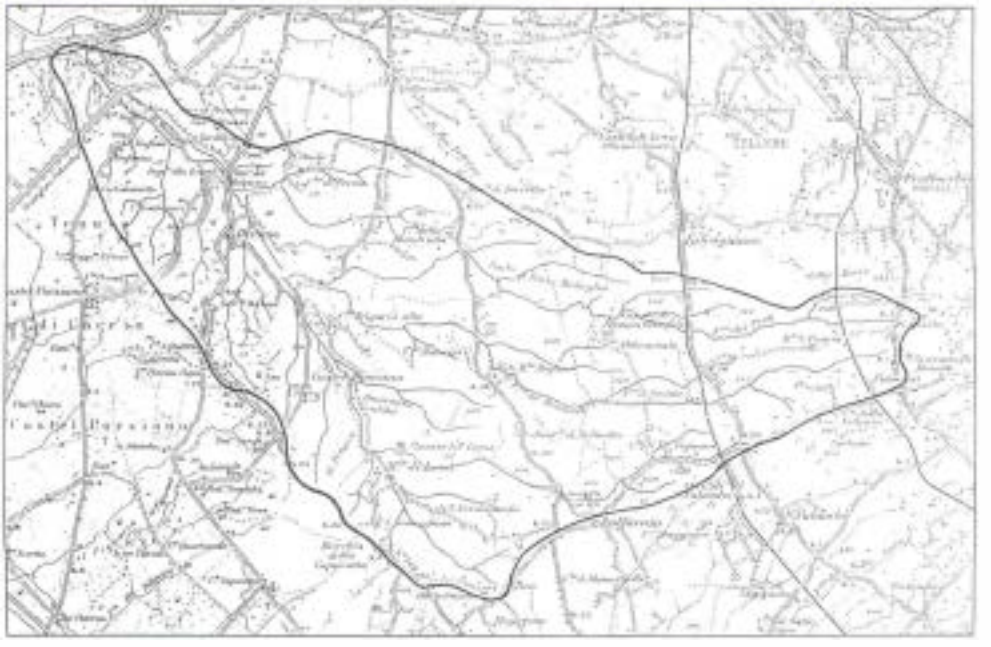
via dei dati pluviometrici e termometrici per i necessari confronti.
In letteratura è segnalata la presenza di altre perforazioni spinte a profondità maggiori, che dovranno essere controllate e monitorate risultando le informazioni disponibili poco dettagliate.
Relativamente alle acque di scorrimento superficiali sono presenti tre bacini idrografici principali, il primo rappresenta il confine settentrionale della Tenuta ed è costituito dal Fosso di Malafede, il secondo e il terzo, compresi quasi completamente nell'area considerata, sono relativi ai Fossi del Selceto e della Santola (Figg. 4.1; 4.2; 4.3).
Dal punto di vista idrogeologico si possono definire per l'area in oggetto i seguenti limiti:

- a N e NE è presente l'incisione del Fosso di Malafede affluente di sinistra de Fiume Tevere. Gli affioramenti sono costituiti da alluvioni attuali e da vulcaniti. La base della falda idrica è data da argille e marne che determinano un drenaggio complessivamente diretto verso il Fiume Tevere;
- a E e SE il bacino si chiude con gli affioramenti argillosi in corrispondenza del Fosso di Pratica (Pomezia);
- a S e SW si ha il Mar Tirreno;
- a W e NW è presente l'incisione del Fiume Tevere.

Si prefigura in sostanza un bacino chiuso le cui acque superficiali e di infiltrazione si riversano principalmente nel Mar Tirreno.
La verifica di questa ipotesi potrà essere fatta tramite la ricostruzione dettagliata delle superfici piezometriche utilizzando in prima istanza le perforazioni e provvedendo a realizzarne di nuove nel caso fosse necessario completare la rete di monitoraggio.

FIG. 4.1 - BACINO DEL FOSSO DI MALAFEDE

Bacino	Area (S) (kmq)	Lunghezza d'asta L (km)	Quota media Q med (m sm)	Quota minima Q min (m sm)	Q max - Q min (m)	Tempo di corrivazione (ore) $t_c = \frac{4\sqrt{s}+1.5\,L}{0{,}8\sqrt{A}}$
F. di Malafede	104.40	23.80	83.39	15.00	68.39	7.36
F. del Selceta	11.15	8.10	40.91	5.00	35.91	5.31
F. della Samuta	13.06	7.20	44.95	5.00	39.95	4.99



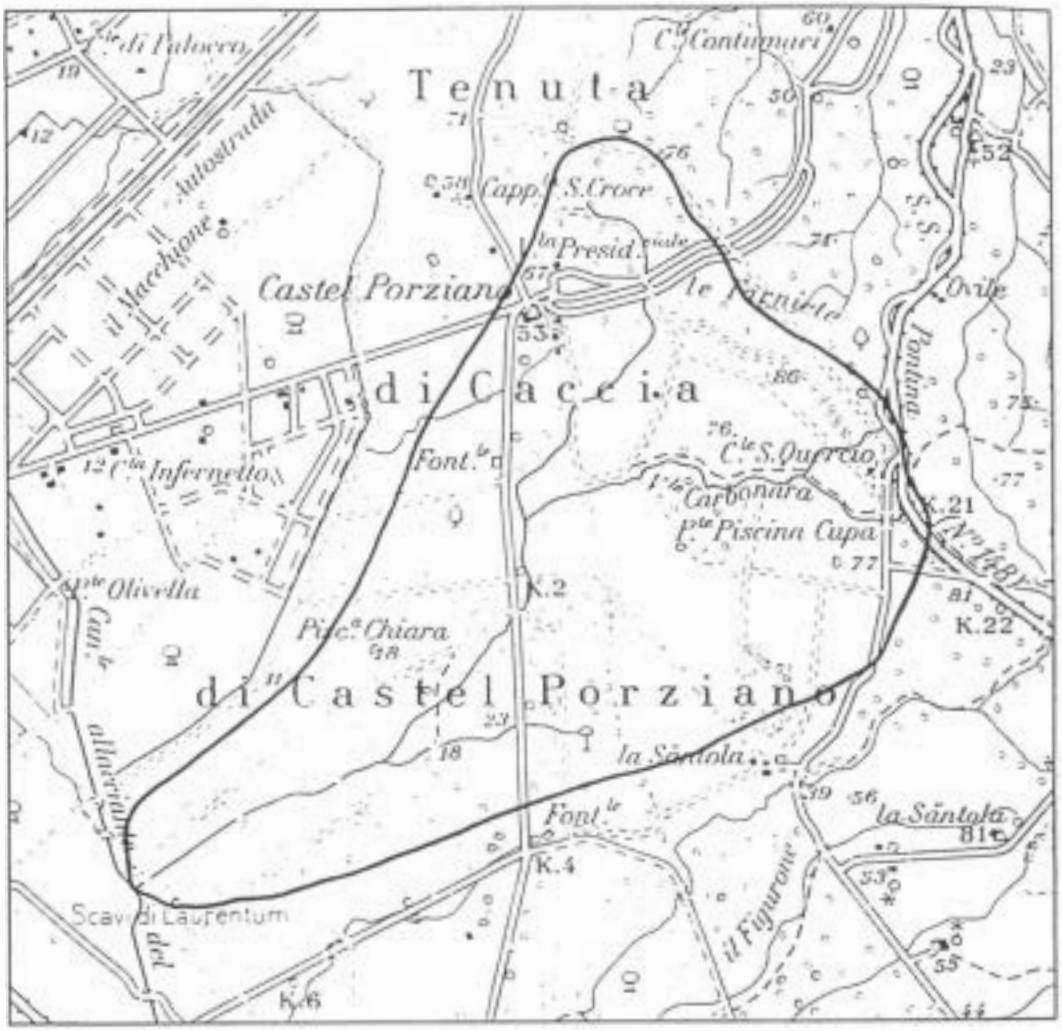


FIG. 4.2 - BACINO DEL FOSSO DEL SELCETO

La dettagliata ricostruzione delle superfici piezometriche risulta indispensabile anche in vista delle applicazioni di modelli matematici di flusso e di trasporto.
Il piano d'intervento e di studio può essere in conclusione articolato nelle seguenti fasi:

- realizzazione, tramite il censimento delle perforazioni esistenti e l'eventuale posizionamento di nuove, di una rete di monitoraggio dei livelli piezometrici;
- reperimento ed eventuale acquisizione diretta dei dati meteorologici;
- ricostruzione delle superfici piezometriche e delle direzioni di flusso principali;
- verifica delle condizioni al contorno prefigurate;
- determinazione dei principali parametri idrogeologici degli acquiferi;
- applicazione di modelli matematici di flusso e di trasporto;
- considerazioni sulla quantità e la qualità delle acque sotterranee;
- valutazioni sull'interfaccia acque dolci, acque salate lungo la costa;
- realizzazioni di carte tematiche di dettaglio riferite anche a eventuali situazioni di vulnerabilità e di rischio idrogeologico.

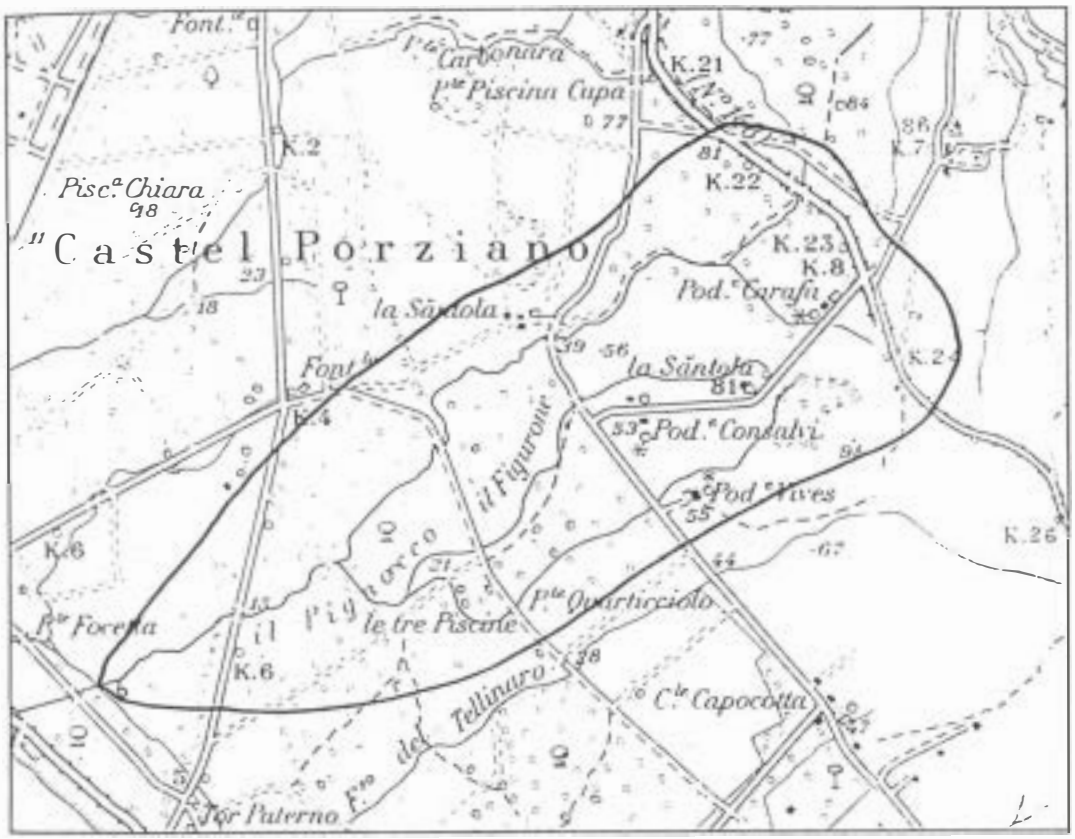


FIG. 4.3 - BACINO DEL FOSSO DELLA SANTOLA

4.4 Monitoraggio biologico

4.4.1 Botanica - Parametri biologici [*]

Allo stato attuale delle conoscenze si dispone di informazioni dettagliate e sufficientemente moderne sulla flora, inclusa quella lichenica che è particolarmente sensitiva rispetto all'inquinamento atmosferico. Esiste inoltre una carta di vegetazione, che tuttavia andrebbe completata in quanto priva di testo esplicativo. Si hanno inoltre notizie di grande interesse, anche se spesso di carattere episodico, su singoli aspetti della vegetazione, biomasse, singoli biotopi e sulla composizione floristica della vegetazione.
Gli studi di carattere funzionale (produttività, stress idrico, riproduzione) non hanno ancora fornito dati conclusivi ma vanno proseguiti.
Nel quadro della ricerca prevista si intende anzitutto estendere e approfondire la conoscenza del componente biologico (piante e animali) dell'ecosistema, cercando soprattutto di colmare le lacune ancora esistenti.

---

[*] A. Pignatti - Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La Sapienza" di Roma

L'aspetto di monitoraggio, potrà venire organizzato mediante un controllo periodico dei parametri seguenti.

Diversità

Si prevede di stabilire alcune superfici campione in raggruppamenti vegetali scelti in base alla loro significatività in quanto si tratta di vegetazione finale stabile (climax) oppure di stadi durevoli di serie involutive. Per il climax verranno scelte aree di lecceta e di cerreta, per gli stadi durevoli aree di tuberarieti.
I rilevamenti verranno eseguiti nelle aree di saggio forestali due volte all'anno (primavera e tarda estate), mentre nei tuberarieti si eseguirà solamente il rilevamento primaverile. Ogni rilevamento consiste di un censimento completo della flora e della misura dell'area coperta da ciascuna specie nel quadro della comunità. Verrà inoltre misurata la copertura totale. Non si farà uso di metodi distruttivi, in modo che la situazione rimanga nel tempo comparabile.
Si intende in questo modo ottenere il controllo delle eventuali variazioni nella presenza delle specie e nella dominanza nell'ambito della comunità.

Biomassa

La conoscenza della biomassa vegetale, esprimente il peso del materiale vegetale per unità di superficie, è un paramento di fondamentale importanza per quantizzare il flusso di energia e lo stato di equilibrio della struttura ecologica. È quindi indispensabile in un programma di gestione e programmazione del territorio, in modo particolare in un'area di così elevato interesse ecologico quale la Tenuta di Castelporziano.
Il metodo che viene proposto è quello diretto (distruttivo) largamente usato per le specie erbacee. Esso prevede il taglio a livello del suolo della vegetazione presente in aree randomizzate, e la successiva determinazione del peso secco che, rapportato all'unità di superficie fornisce la stima della biomassa.
Il campionamento va effettuato nel periodo di massima superficie fogliare.
Le attrezzature necessarie sono:
- BILANCE DA CAMPO
- ROTELLE METRICHE
- STUFA PER ESSICCAGGIO

Produzione primaria della vegetazione

Il rilevamento della produzione annuale e giornaliera in termini di fotosintesi netta delle specie sempreverdi dominanti nella foresta di tipo mediterraneo viene comparata a quella delle specie arbustive ed erbacee e a quella degli alberi caducifogli, allo scopo di chiarire i rapporti tra l'attività di crescita di queste diverse entità.
Viene utilizzata la misura degli scambi gassosi collegati alla fotosintesi mediante analizzatore della CO_2 all'infrarosso, eseguita nell'ambiente naturale delle specie considerate. Per chiarire i rapporti ecologici, vengono inoltre controllati il potenziale idrico delle piante e il microclima stazionale.
In relazione alle osservazioni fenologiche viene valutata la produzione annua di materie organiche in modo da poter valutare l'allocazione dei prodotti fotosintetici nelle diverse forme di crescita e la loro utilizzazione.

Attività riproduttiva

Il fenomeno della fenoantesi dipende dall'andamento meteorologico e risulta molto sensibile alle variazioni annuali. Si prevede di stabilire alcune aree di saggio nei principali tipi di comunità presenti: foresta sempreverde, foresta caducifoglia, macchia, tuberarieto, pascolo xerofilo e di controllare ad intervalli regolari l'andamento della fenoantesi in specie particolarmente reattive.
Il metodo utilizzato è quello della RF italiana (Marcello, 1956).
I dati devono essere tali da poter costruire un grafico fenoantesico che rappresenti compiutamente il fenomeno.

Situazioni di stress per cause naturali o antropogene

4.4.2 Suolo: aspetti biochimici (*)

Il lavoro di ricerca da svolgere a livello di biochimica del suolo nella zona in esame contribuirà non solo a migliorare le conoscenze nell'ambito della Tenuta di Castelporziano ma anche a chiarire alcune problematiche più generali legate all'ambiente mediterraneo. Infatti da un attento esame della letteratura emerge che mancano riferimenti specifici alle attività della biomassa microbica dei suoli italiani e più in generale degli ecosistemi delle fasce climatiche caldo-aride.
Studi preliminari condotti dall'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante hanno portato a ipotizzare che per i nostri suoli i diversi gruppi microbici abbiano subíto nel tempo un adattamento alle condizioni climatiche risultando molto più sensibili alle variazioni di umidità del suolo più che alle alte temperature.
Gli studi verranno concentrati principalmente su tre aspetti:
a) individuazione di test biologici relativi al degrado del suolo;
b) uso di test biochimici nello studio del ciclo della sostanza organica;
c) biomasse di origine animale e vegetale e riciclo degli elementi nutritivi come composti.

a) Individuazione di test biologici relativi al degrado del suolo (**)

Non esistono oggi veri indicatori di impatto ambientale a livello del suolo e questo fa si che l'ambiente si trovi indifeso nei confronti di chi lo contamina. Gli indicatori possono comprendere organismi animali (artropodi, nematodi, lombrichi ecc.), biomasse batteriche e fungine, enzimi tipicamente endocellulari (ad esempio deidrogenasi) ed esocellulari (ad esempio ureasi).
L'esigenza di individuare alcuni indicatori di impatto ambientale nasce dal fatto che il suolo ritenuto per anni un "depuratore universale" viene oggi considerato una possibile fonte di inquinamento perché raggiunto da una serie di prodotti il cui impatto sulla qualità dell'ambiente a medio termine non è oggi valutabile. Sono altresì ben note le funzioni di regolazione dei cicli bioenergetici nel terreno da parte dei microrganismi.
Pertanto l'individuazione di test per loro natura piuttosto rapidi, che consentano di accertare le cause di un eventuale inquinamento ambientale mediante lo studio delle attività microbiche, si rende particolarmente idonea là dove l'analisi chimica si rileva inadeguata per sensibilità, prontezza di esecuzione o mancata

(*) P. Sequi - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
(**) A. Benedetti, P. Sequi - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante

corrispondenza con la realtà. Gli indicatori biologici si rendono inoltre utili per studiare gli effetti a lungo termine di inquinamenti chimici, dato che gli sconvolgimenti che essi provocano nelle popolazioni del terreno possono durare più a lungo degli stessi agenti inquinanti e permanere quando i residui non sono più rilevabili all'analisi chimica.

Materiali e Metodi

In particolare su campioni di terreno opportunamente scelti verranno eseguiti test respirometrici, di mineralizzazione dell'azoto, di nitrificazione e ammonificazione nonché delle attività enzimatiche.
Per quanto riguarda il ciclo dell'azoto l'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante (BENEDETTI, 1983) negli anni scorsi ha messo a punto metodi analitici in grado di misurare il potere mineralizzante, nitrificante e ammonizzante del suolo mediante test biochimici basati sul dosaggio dei prodotti dell'attività dei microrganismi legati appunto al tasso di avvicendamento (turnover) di questo elemento nel suolo.
In particolare lo studio del potere mineralizzante viene effettuato mediante la tecnica di STANDORD e SMITH modificata da BENEDETTI, che prevede l'incubazione di suolo in condizioni di temperatura e umidità ottimali e l'eliminazione a intervalli di tempo prefissati dall'azoto mineralizzato dalla sostanza organica del suolo. I test di nitrificazione e ammonificazione sono basati sulla tecnica sopra riferita, ma comportano l'addizione al terreno in esame di quantità note rispettivamente di solfato ammonico e caseina lattica.
Molto efficienti infine risultano, quali indicatori di impatto ambientale, anche i test respirometrici e lo studio delle attività enzimatiche del suolo.
La respirazione del terreno può essere effettuata secondo una tecnica standardizzata da NIGRO et Al. mentre ad esempio attività ureasiche potranno essere dosate per via colorimetrica determinando l'ammonio prodotto dalla demolizione dell'urea aggiunta, oppure le deidrogenasi, anche esse colorimetricamente, sfruttando la reazione di deidrogenazione del trifeniltetrazolio cloruro secondo rispettivamente TABATABAI e BREMNER 1972, KOSIDE et Al. 1964.

Risultati attesi

Questo tipo di indagine si prefigge lo scopo di chiarire alcuni aspetti, ancora poco indagati, specie a livello di suoli "forestali", dell'inquinamento dell'aria (deposizione di azoto, zolfo ecc.), dell'acqua (prodotti organici di sintesi, metalli pesanti ecc.) e del suolo stesso sui microorganismi tellurici al fine di individuare attraverso lo studio delle attività biochimiche forme di inquinamento non rilevabili con altri mezzi.

b) Uso di test biochimici nello studio del ciclo della sostanza organica [*]

Lo studio dell'evoluzione della sostanza organica dei suoli si rende indispensabile anche in considerazione del fatto che il contenuto medio dei suoli italiani in humus è dell'1,5%, un valore di per sé già basso e in ulteriore diminuzione, a quanto risulta, con conseguente degrado della fertilità chimica, fisica e biologica.

---

[*] A. Benedetti, P. Sequi - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante

Un aspetto molto importante in questo contesto è rappresentato dalla velocità con cui la sostanza organica del suolo viene mineralizzata. Mancano anche in questo caso quasi totalmente lavori a livello italiano e l'estrapolazione di dati ottenuti in altri Paesi, sia pure del Nord Europa sarebbe viziata da molti errori.
Il presente lavoro si prefigge lo scopo di studiare inizialmente in laboratorio, poi in "campo" il ciclo della sostanza organica in ecosistemi indisturbati (ad esempio la pineta) e agrari (azienda agricola) per evidenziarne le differenze sia nel ciclo degli elementi nutritivi, che nel contenuto in biomassa.

Materiali e metodi

La mineralizzazione della sostanza organica verrà studiata utilizzando il metodo di STANFORD e SMITH modificato da BENEDETTI e riferito al punto a.
Il grado e il tasso di umificazione verranno invece determinati secondo una procedura analitica standardizzata da SEQUI et Al. (1986) che si basa sull'estrazione della frazione unificata mediante una soluzione di $Na_4P_2O_7$ 1M. Successivamente gli acidi umici preventivamente precipitati vengono eluiti su una colonnina di polivinilpirrolidone che fissa la frazione fulvica.
Il carbonio organico verrà eseguito mediante il metodo di SPRINGER-KLEE.
La mineralizzazione della sostanza organica verrà seguita anche mediante l'uso di test respirometrici secondo la procedura descritta al punto a. Inoltre verrà determinato il rapporto C microbico / C organico.
Il carbonio della biomassa verrà misurato secondo il metodo della fumigazione con cloroformio proposto da JENKINSON (1976) e rielaborato da BROOKES (1985). Inoltre si tenterà una estrapolazione dei dati di mineralizzazione ottenuti in laboratorio al "campo" nell'intento di valutare in un ecosistema sia naturale che disturbato, il grado di depauperamento umico (BENEDETTI 1984, NIGRO 1984).

Risultati attesi

La sperimentazione dovrà servire a chiarire il tasso di avvicendamento (turnover) della sostanza organica per l'ambiente mediterraneo. Il confronto tra la cinetica di mineralizzazione di suoli naturali rispetto a suoli agrari potrà fornire inoltre utili indicazioni per il mantenimento e il ripristino della fertilità del suolo. In questo contesto il ruolo della sostanza organica del terreno è predominante.

c) Biomasse di origine animale e vegetale e riciclo degli elementi nutritivi [*]

Sono generalmente definite "biomasse" tutti i materiali organici, vegetali e animali, nonché i residui e/o i sottoprodotti organici derivanti dalla loro trasformazione e utilizzazione.
Le biomasse, quando non sono utilizzabili vantaggiosamente, rappresentano un rifiuto; quando, invece, consentono una qualsiasi forma di utilizzazione economica, costituiscono una risorsa di cui l'uomo cerca di recuperare il valore residuo.
Va tuttavia tenuto presente che un materiale, che può rappresentare un rifiuto in un dato luogo e in un certo momento, in un'altra situazione locale e temporale può costituire, invece, una risorsa non trascurabile. Ciò dipende dalla quantità di energia contenuta e dal costo necessario per la sua utilizzazione, nonché dal prezzo sul mercato del prodotto ottenuto attraverso il riciclaggio.

---

[*] A. Benedetti, P. Sequi - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
L. Morselli - Università degli Studi di Bologna - Ministero dell'Ambiente
A. Tinelli - Tenuta Presidenziale di Castelporziano

Spesso i prodotti, dopo l'uso diretto cui erano stati destinati, possono essere utilizzati e/o riciclati direttamente e/o, infine, riciclati indirettamente.
Attualmente la problematica dei residui investe, oltre che il recupero del loro valore potenziale, anche il loro smaltimento, cioè la loro eliminazione senza però provocare fenomeni di inquinamento ambientale.
È indubbio che le biomasse possano costituire una importante risorsa, reale o potenziale, in grado di mantenere e reintegrare la fertilità del suolo. Infatti, purché non contengano sostanze tossiche, sia organiche che inorganiche, presentino un rapporto C/N non troppo elevato (25-30), vengano somministrate all'epoca opportuna per ciascuna coltura e in quantità adatte al tipo di terreno, esse sono sicuramente in grado di svolgere tutta una serie di azioni positive: fornire direttamente, dopo la loro mineralizzazione, elementi di fertilità; mobilizzare elementi nutritivi già presenti nel terreno; favorire le caratteristiche fisiche positive dei suoli (struttura, permeabilità ecc.) preservandoli così dai processi di erosione e di deterioramento fisico; offrire microambienti favorevoli per lo sviluppo dei semi e delle radici. Il loro effetto può essere particolarmente vantaggioso nella bonifica dei terreni già utilizzati per lo scarico dei residui di attività minerarie.
In un sistema circoscritto come può essere un'azienda agricola oppure una tenuta, il recupero di biomasse vegetali e animali ha inoltre lo scopo di chiudere il ciclo degli elementi nutritivi all'interno dell'azienda stessa. Infatti i residui organici ridistribuiti sul suolo, mineralizzando, torneranno a essere nuova fonte nutritiva per la vegetazione e la biomassa del suolo.

Materiali e metodi

Sarà effettuato un censimento preliminare sulla qualità e quantità dei materiali di partenza utilizzabili tra i quali si può già considerare lo stallatico equino, fanghi di depurazione acque, ramaglie residue dallo sfalcio dei giardini del castello.
Sarà studiato un apposito modulo a tecnologia semplice per la trasformazione biossidativa del materiale.
Sarà considerato un bilancio energetico di materiale ed ecologico della trasformazione.
Il prodotto compostato sarà caratterizzato in tutti i parametri nutritivi e quelli merceologici e di contaminazione.
Verranno caratterizzate le principali biomasse di origine vegetale e animale prodotte all'interno sia con il metodo del polivinilpirrolidone che mediante elettrofocalizzazione.
Quest'ultima tecnica, all'avanguardia per le applicazioni sul suolo, si basa sulla separazione mediante elettroforesi su gel di poliacrilammide in gradiente di pH di sostanze anfotere contenenti gruppi acidi e basici di diversa forza. È pertanto una tecnica che permette di fare un'analisi qualitativa della sostanza organica.
Le biomasse di partenza verranno inoltre caratterizzate in relazione ai contaminanti presenti come precursori tra i quali i metalli pesanti.
È bene sottolineare che l'utilizzazione in agricoltura di biomasse di recupero può comunque rappresentare alcuni problemi legati alla maturazione della sostanza

organica in essa contenuta. Diversi Autori hanno cercato di individuare metodologie analitiche efficienti per valutare il livello di maturazione della sostanza organica nei rifiuti, ma con risultati non sempre soddisfacenti.
La tecnica della elettrofocalizzazione è stata invece recentemente applicata sia per la caratterizzazione della frazione organica di biomasse di recupero che nel riconoscimento delle matrici dei principali concimi organici, da DE NOBILI et Al. (1986), GOVI et Al. (1991), SEQUI et Al. (1991).

Risultati attesi

La ricerca si prefigge lo scopo di valutare il reale contributo al bilancio umico del suolo delle biomasse prodotte, nell'intento di reintegrare il ciclo degli elementi nutritivi mediante ammendanti di qualità prodotti all'interno nella stessa area in esame.
I risultati attesi inoltre dovrebbero fornire indicazioni precise circa la scelta, tra le diverse biomasse di origine animale e vegetale, dei migliori materiali da compostare.
Sarà approntato un impianto a bassa potenzialità di recupero e compostaggio delle biomasse di origine vegetale e animale, ottenere un prodotto di elevata qualità (a bassa contaminazione) utilizzabile come ammendante per gli usi della Tenuta e, come ulteriore obiettivo, in sostituzione dell'humus naturale dei boschi a volte usato per le necessità della Tenuta stessa.

4.4.3 I Bioindicatori [*]

La possibilità di utilizzare specifici sintomi sulle piante per avere indicazioni sullo stato di inquinamento atmosferico è stata ipotizzata da lungo tempo e numerose sono state le applicazioni pratiche di questo approccio sperimentale. Le piante infatti, avendo un livello di scambio gassoso maggiore rispetto agli animali, dovuto all'elevato rapporto di superficie/volume delle foglie, risultano molto più sensibili di questi ultimi alla maggior parte degli inquinanti atmosferici. I vegetali inoltre possono essere considerati come un "serbatoio" di accumulo per i contaminanti atmosferici; come per il compartimento costituito dal suolo, quello costituito dalla copertura vegetale (sia essa arborea, arbustiva o erbacea) è influenzato da una notevole varietà di interazioni biologiche, chimiche e fisiche nel trasferimento degli inquinanti atmosferici sulla "superficie verde".
Lo studio che si intende condurre nell'ambito della tematica di ricerca relativa alla bioindicazione ha come obiettivo quello di approfondire le conoscenze sugli effetti che le sostanze inquinanti determinano in ambiente mediterraneo su processi funzionali quali la fotosintesi, la traspirazione, su caratteristiche morfologiche dell'organo fogliare o su specifiche alterazioni biochimiche e nutrizionali nelle principali specie dei consorzi vegetazionali individuati a livello territoriale.
Tali ricerche inoltre consentiranno di sviluppare nuove applicazioni dei bioindicatori e biosensori nella valutazione della qualità ambientale.
Questi studi comprenderanno ricerche ecofisiologiche che prevedono analisi in campo e in laboratorio di attività fotosintetica; misure di fluorescenza; determinazioni di potenziale idrico fogliare; analisi di livelli enzimatici; determinazioni del contenuto di nutrienti; valutazioni delle alterazioni micromorfologiche a livello fogliare; misure biometriche.

---

[*] F. Manes - Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La Sapienza" di Roma

Parallelamente verrà proseguito lo studio relativo all'identificazione delle fisionomie vegetazionali presenti in Tenuta confrontando i risultati ottenuti applicando differenti elaborazioni dei dati rilevati da satellite. Oltre alla identificazione delle cenosi tale ricerca avrà lo scopo di mettere a punto e applicare l'uso di indici di verde per lo studio di stati di stress nella vegetazione di origine naturale (ad esempio: stress climatici) e antropica (ad esempio inquinanti atmosferici).

4.5 Monitoraggio forestale (*)

I problemi più significativi riguardano la conservazione dei soprassuoli e la loro rinnovazione secondo le indicazioni fornite dal Piano di gestione forestale della Tenuta. Le ricerche riguarderanno:

- caratterizzazione delle aree che presentano soprassuoli diversi e determinazione delle funzionalità delle strutture in rapporto alle condizioni microclimatiche delle varie stazioni;
- verifica delle condizioni della vegetazione in rapporto alla distanza dal mare e con particolare attenzione per le zone che presentano scarsa piovosità;
- determinazione degli interventi colturali per favorire la rinnovazione naturale soprattutto dei querceti;
- verifica dei risultati degli interventi pregressi sulla rinnovazione naturale;
- verifica dell'impatto della fauna sulle piantagioni effettuate di recente;
- riordino delle fasce frangivento;
- ricerche ecofisiologiche sull'adattamento agli stress delle principali specie forestali presenti in Tenuta;
- ricerche su nuovi metodi di rilevamento mediante l'impiego della termografia e di sistemi all'infrarosso per la determinazione delle condizioni vegetative delle alberature della Tenuta;
- ricerche sulle metodologie di semina e di piantagione più idonee alle condizioni della Tenuta;
- aspetti forestali quali la verifica dello stato e della condizione della vegetazione in rapporto alla distanza dal mare e alle aree di minore piovosità e la caratterizzazione della situazione silvopastorale per individuare gli interventi necessari per migliorare le caratteristiche degli ecosistemi forestali;
- ricerche di tipo ecologico collegato con i problemi della rinnovazione;
- potenzialità di recupero delle zone rimboschite e soggette a pascoli da parte della fauna anche in rapporto agli aspetti pedologici e climatici;
- impiego della termografia e dei sistemi di rilievo all'infrarosso delle condizioni delle singole piante dei viali della Tenuta.

4.6 Fauna (**)

Scopi del progetto

Un approccio funzionale all'ecosistema di Castelporziano, quale quello proposto

(*) E. Giordano - Università della Tuscia - Viterbo
A. Pignatti - Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La Sapienza" di Roma

(**) S. Focardi, S. Toso - Istituto Nazionale Fauna Selvatica
A. Tinelli - Tenuta Presidenziale di Castelporziano

dal programma generale di monitoraggio, richiede sia valutazioni a lungo termine delle variazioni ambientali che derivano dalle modificazioni dei cicli biogeochimici e da quelle strutturali delle fitocenosi, sia una valutazione degli effetti delle modificazioni ambientali a breve-medio termine. Le variazioni a breve termine sono estremamente importanti per la gestione scientifica di un ecosistema poiché: l'accumulo del corso del tempo di modificazioni a piccola scala può significativamente influenzare la dinamica a lungo termine dell'intero ecosistema; le variazioni a piccola scala sono quelle più soggette a essere influenzate dalla politica di gestione ordinaria dell'ecosistema; tali variazioni possono rappresentare utili indicatori di modificazioni più profonde e più difficilmente rilevabili.
La posizione apicale della fauna (costituita da consumatori primari e secondari) nella piramide ecologica non deve peraltro far ritenere che questa componente dell'ecosistema non possa avere una profonda influenza su quelle più basilari e in special modo sui produttori primari. Infatti i consumatori primari (fitofagi o detritivori) agiscono profondamente sulla struttura delle comunità vegetali e le modificano in sinergia con gli effetti determinati delle componenti abiotiche dell'ecosistema.
Gli scopi del programma di monitoraggio dalla fauna sono: evidenziare modificazioni nella struttura delle popolazioni; correlare tali modificazioni a breve termine con l'evoluzione a lungo termine delle fitocenosi; prevedere gli effetti della componente faunistica sull'evoluzione futura dell'ecosistema studiato.

Monitoraggio

Le componenti funzionali della macrofauna della Tenuta possono essere così riassunte;

a) Consumatori secondari. I predatori nel cui spettro alimentare i vertebrati rappresentano una componente importante, sono stati notevolmente ridotti dall'azione antropica.
   Fra i mammiferi rimangono piccoli predatori come la volpe, la martora ecc., fra gli uccelli troviamo il nibbio bruno, la poiana, alcuni rapaci notturni come il barbagianni e l'allocco; infine vi sono alcuni predatori fra i rettili come la vipera e altri ofidi. Tutti questi sono piccoli predatori le cui prede maggiori sono costituite da uccelli, roditori e lagomorfi.
b) Consumatori primari. Oltre a molte specie di passeriformi, ai colombacci e a varie specie di micromammiferi fitofagi, l'ecosistema è dominato da tre specie di ungulati la cui azione di pascolamento e brucatura è assai rilevante: daino, cinghiale e capriolo.

Gli obiettivi primari di una azione di monitoraggio da svolgersi con regolarità sono molteplici.

a) Censimento delle specie animali per cui questo è tecnicamente fattibile e in particolar modo per le tre specie di ungulati citati precedentemente. Tali censimenti devono tendere a una precisa valutazione della dimensione delle popolazioni, alla loro struttura per classi di età e di sesso e a una valutazione della loro dinamica e produttività.

b) Valutazione dello stato fisico e sanitario dei soggetti abbattuti e/o catturati mediante:
   - raccolta delle misure biometriche principali incluso il peso (pieno ed eviscerato), lo stato della dentizione e le misure dei trofei dei maschi;

- valutazione dello stato sanitario mediante analisi sierologiche e parassitologiche;
- cattura sistematica e marcaggio di un certo numero di soggetti per la valutazione dei tassi di mortalità naturale e dell'uso dell'habitat nelle tre specie di ungulati.

c) Valutazione dell'impatto del pascolamento e della brucatura negli habitat principali, sia attraverso misure della biomassa asportata sia studiando l'effetto dell'alimentazione sul rinnovo della vegetazione.

d) Valutazione della presenza e (quando possibile) dei trend di popolazione della fauna minore utilizzando metodi che consentano stime dei principali parametri demografici, nonché censimenti dei nidi e delle tane.

e) Valutazione degli effetti dell'attività antropica, inclusi quelli del bestiame domestico.

f) Creazione di un sistema di interrogazione/archiviazione computerizzato dei dati raccolti.

4.7 Produzione agricola e zootecnica [*]

La maggiore sensibilità di tutela del territorio e di equilibrio per l'ecosistema consiglia di proseguire in una ulteriore accentuazione degli ordinamenti estensivi a scapito di quelli intensivi. Ciò comporterà, in armonia anche con recenti direttive comunitarie, una drastica riduzione delle superfici investite a cereali per privilegiare lo sviluppo dei boschi, dei prati, dei pascoli e delle leguminose.
L'aumento delle superfici investite a rinnovi con leguminose (favino e lupino), da utilizzare sia per la produzione di granella che per il sovescio, porterà a un progressivo miglioramento della fertilità fisica e chimica del suolo nonché a una maggiore disponibilità di alimenti per gli allevamenti.
Parallelamente nelle zone più acclivi si svilupperanno prati-pascolo e prati poliennali che, oltre a una utile funzione stabilizzatrice delle pendici, produrranno una massa aggiuntiva di foraggi per gli allevamenti.
La gestione del bestiame verrà orientata verso un progressivo e costante innalzamento degli standard qualitativi.
Particolare cura sarà rivolta sia per i bovini che per gli equini, entrambi di pura razza "maremmana", alla salvaguardia e al miglioramento del patrimonio genetico, oggi pericolosamente minacciato tanto dalla contrazione territoriale dell'habitat naturale della razza, quanto della pratica degli incroci con razze più produttive.
Nel quadro così delineato di una attività indirizzata verso l'allevamento brado e nel quale le colture cerealicole e foraggere rivestiranno un ruolo di supporto, gli interventi agronomici saranno limitati e molto mirati.
Proprio in questa ottica di tutela e monitoraggio continuo del "Sistema Castelporziano" sarà opportuno, seguendo le indicazioni del Piano di gestione forestale della Tenuta, focalizzare le ricerche verso i seguenti aspetti:
- valutazione quanti-qualitativa della biomassa prodotta dai pascoli e possibile integrazione con il bosco;

[*] F. Cannata, G. Olimpieri - CNR - Istituto per l'Agroselvicoltura, Porano (TR)
B. Ronchi - Università della Tuscia - Viterbo

- effetti della concimazione, con prodotti di origine organica, di riciclo e minerale, sulla produttività dei pascoli e sulla composizione floristica;
- verifica della distribuzione stagionale nella produzione foraggera e sue interconnessioni con i fattori climatici;
- studio di mezzi meccanici, fisici e chimici per il controllo delle specie invadenti i pascoli;
- studio di agrotecniche con basso impatto ambientale;
- analisi delle eventuali correlazioni fra produttività dei pascoli e fertilità degli allevamenti;
- studio dei parametri di espressione del carattere "Attitudine materna" e individuazione di specifici schemi di miglioramento genetico;
- valutazione delle capacità metabolico-nutrizionali della razza maremmana nella realtà agroforestale di allevamento;
- identificazione delle caratteristiche qualitative della carne di bovini maremmani e valutazione delle possibilità di miglioramento di alcuni caratteri organolettici;
- studio delle interazioni tra ambiente, fauna selvatica e allevamento estensivo dei bovini e degli equini maremmani.

Questa nuova impostazione dell'attività agro-zootecnica, nella Tenuta di Castelporziano, consentirà il ritorno a grandi spazi liberi con possibilità di ripristinare aree umide all'interno delle zone pascolive così da favorire condizioni ambientali per la sosta dell'avifauna acquatica.

4.8 Archeologia (*)

Se la Soprintendenza avesse possibilità di operare anche nel campo della protostoria, potrebbe dirigere le indagini verso NW lungo il fosso di Malafede dove conducono le segnalazioni pubblicate nel Bollettino Comunale di Roma sulle tracce di materiale dell' VIII-VII sec.a.C. presente in collezioni private ma proveniente da quella zona. Ciò è logico se si pone il fosso di Malafede in collegamento con la linea dei primi rilievi dietro allo scalo protostorico di Ficana (Acilia) e con l'antichissima viabilità che collegava i Colli Albani al Tevere.
Tutte le più recenti acquisizioni conoscitive dovrebbero permettere la realizzazione di una carta generale archeologica che verrebbe a costituire un documento di eccezionale importanza per ulteriori studi e ricerche nel settore.
A completamento dei lavori sul campo, delle operazioni di scavo e di recupero dei materiali, di restauro delle consistenze monumentale, è già in corso di allestimento per gli addetti ai lavori e la sosta dei visitatori un centro di documentazione cartografica e topografica, ricco di mappe, planimetrie, grafici, ricostruzioni assonometriche dei complessi, plastici, diapositive ecc. a Tor Paterno nell'ambiente della chiesa dismessa di S. Filippo, opportunamente restaurata e ristrutturata; inoltre si ritiene di particolare interesse la realizzazione di un *Antiquarium* nell'ambito del Borgo per la conservazione del materiale scoperto nelle campagne di scavo e di quello eventualmente reperibile in collezioni private o di Stato e di provenienza certa dai vecchi scavi di Castelporziano e almeno riproducibili in copia o in diapositiva.
Sarebbe inoltre utile e doveroso continuare la serie dei fascicoli illustrativi dei risultati via via raggiunti dagli scavi, serie iniziata con successo da "Castelporziano I" nel 1985 e "Castelporziano II" nel 1988 per i tipi dell'editrice

(*) G. Emiliani, A. Tinelli - Tenuta Presidenziale di Castelporziano

Viella con il supporto del Ministero dei Beni Culturali e Ambientali e del Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica.
Con la realizzazione del volume "Castelporziano III", per il quale del resto sono già disponibili i testi delle relazioni scientifiche di ricerca e la cui pubblicazione è prevista per la fine dell'anno in corso, una ulteriore documentazione sulla realtà archeologica della Tenuta e sui risultati delle ricerche in corso arricchirà il patrimonio di conoscenze già acquisite.
Con queste iniziative la Tenuta Presidenziale acquisterà un livello di alto prestigio storico nella duplice funzione di sede di rappresentanza e di soggetto privilegiato per la cura e la valorizzazione del suo patrimonio culturale.

4.9 Deposizioni atmosferiche [*]

Meteorologia

Considerato che circa il 50% dei dati meteorologici di Pratica di Mare è attualmente indisponibile, occorrerà verificare la possibilità di reperirli presso la stazione stessa.
Sarà opportuno confrontare i dati delle due stazioni sinottiche con quelli misurati dalle postazioni presso la Tenuta Presidenziale di Castelporziano.
Un ulteriore confronto potrebbe eventualmente essere effettuato con stazioni di deposizione atmosferica situate in una zona di raggio di 100-200 km.
Benché i punti di campionamento siano relativamente vicini si ritiene opportuno proseguire l'attività di campionamento in entrambi i siti fino a raccogliere un numero statisticamente adeguato di campioni (almeno un anno).
Si potrebbe inoltre applicare il modello "trackectors" per determinare la provenienza delle masse d'aria d'interesse per le deposizioni secche e umide.

Climatologia

Come supporto allo studio delle variabili meteo nel periodo della campagna si prevede un calcolo di indici di particolare significato climatologico dell'area in esame (ad esempio indice di aridità).

[*] M. De Bernardi, M. Marchionni, A. Novo - ENEL - Centro Ricerca Termica e Nucleare - Milano
M. Borgarello - CISE, Segrate - S. Viarengo - METIS-Torino

La misura della deposizione secca sulle foglie con il metodo impiegato, che ha fornito risultati generalmente soddisfacenti, si basa sul presupposto di ritenere mediamente costante l'interferenza derivante dal metabolismo vegetale.
Quest'ultima ha mostrato però anche variazioni non facilmente spiegabili, che hanno reso talvolta difficoltosa l'interpretazione di alcuni risultati.
Per tale motivo si ritiene di particolare utilità monitorare l'aerosol con sistemi inerti rispetto alla pianta, ma che conservino le medesime proprietà di superficie di contatto e di reattività (ad esempio campionamenti tramite muschio).
Tali sistemi consentirebbero di escludere la maggior parte dell'interferenza già citata, operando nel contempo in condizioni sperimentali più controllate e consentendo di posizionare i campionatori indipendentemente dalla presenza e dallo stato delle piante.

4.10 Coste (**)

Al fine di approfondire ulteriormente le attuali conoscenze sull'ecosistema marino costiero del tratto di mare antistante la Tenuta di Castelporziano, sarà attivata una serie di linee di indagini nell'ambito delle normali attività che il Centro Pilota Difesa Mare di Fiumicino svolge nel Tirreno Centrale.
In particolare, ci si propone di destinare una parte delle risorse operative disponibili, programmando numerose campagne di campionamento delle comunità bentoniche e planctoniche costiere dell'ecosistema in questione.
Per quanto concerne le comunità bentoniche si ritiene utile effettuare nuovi prelievi lungo almeno due transetti perpendicolari alla linea di costa, con stazioni poste in corrispondenza alle batimetriche 2, 5, 10, 20 e 30 metri. I dati disponibili, infatti riguardano stazioni poste al margine settentrionale del tratto di costa antistante la Tenuta e stazioni poste parallelamente al litorale, ma lungo la sola batimetrica dei 15 metri. Una nuova serie di campioni articolata come appena proposto consentirà di ottenere un quadro più esauriente delle caratteristiche dei popolamenti di quest'area.
Un programma di attività relative alla fase pelagica, intese come l'insieme di misure fisico-chimiche di routine e di prelievi di fito e zooplancton, sarà realizzato integrando un campionamento specifico nelle attività del CPDM che prevedono lo spostamento di mezzi nautici in quest'area. Poiché la base di dati disponibili per gli ultimi anni è assai più estesa di quella relativa ai popolamenti bentonici, ai fini della validazione delle attuali conoscenze potrebbe essere sufficiente effettuare i rilievi in una sola stazione, posta sulla batimetrica dei 25-30 metri, a intervalli di 30-45 giorni.
Per quanto riguarda le attività di laboratorio, si propone di analizzare i campioni biologici prelevati al più fine livello tassonomico possibile, mentre per quanto riguarda la fauna bentonica ciò sarà effettuato per i seguenti gruppi: Anfipodi, Isopodi, Decapodi, Molluschi, Policheti ed Echinodermi. I campioni di acqua saranno analizzati per la determinazione della concentrazione dei nutrienti e della clorofilla "a".
Sarà inoltre effettuato un controllo microbiologico periodico da effettuare su aree che presentano variazioni significative di parametri chimico-fisici (salinità, trasparenza, azoto totale, fosforo totale) e indagini microbiologiche abbinate al dato correntometrico.

(**) M. Baradà - Ministero Marina Mercantile - Ispettorato Centrale Difesa Mare
M. Monassi - Ministero Marina Mercantile - Centro Pilota Difesa Mare

Ci si propone inoltre di ricercare patogeni opportunisti (*pseudomonas spp.*, *aeromonas spp.*) da abbinare a uno o più indicatori di traccianti fecali attualmente previsti dalla Direttiva CEE 76/160.
I dati saranno elaborati mediante le consuete tecniche statistico-matematiche al fine di evidenziare eventuali alterazioni rispetto alle osservazioni già effettuate dell'assetto dell'ecosistema costiero.

4.11 Sistema Informativo Territoriale per la Tenuta di Castelporziano [*]

Una conoscenza completa e approfondita dell'ambiente di Castelporziano, tale da consentire la formulazione di corrette diagnosi e la definizione di efficaci piani di intervento, è possibile soltanto attraverso una lettura combinata dei dati di diversa natura inerenti alla Tenuta nella molteplicità dei suoi aspetti.
Ciò sarà per la prima volta realizzato integrando tutte le informazioni relative alla Tenuta, sia quelle ottenute da archivi storici, sia quelle raccolte nelle campagne di misura già effettuate o previste per il futuro, in un Sistema Informativo Territoriale (SIT), appositamente progettato e sviluppato.
Questo costituirà anche il supporto essenziale per l'illustrazione compiuta dell'area, per lo sviluppo di applicazioni di gestione ottimizzata delle risorse e per studi avanzati e complessi, quali la pianificazione di interventi e la simulazione di fenomeni di lungo periodo.

4.11.1 Elementi costitutivi e tecnologie afferenti

Diversi e numerosi elementi, organicamente interconnessi tra loro, concorrono a formare il SIT Castelporziano. Essi sono classificabili in tre categorie: le apparecchiature, le procedure e i programmi, i dati.

[*] F. Borfecchia, A.B. Della Rocca, A. Marino, S. Taglienti - ENEA - Area Innovazione

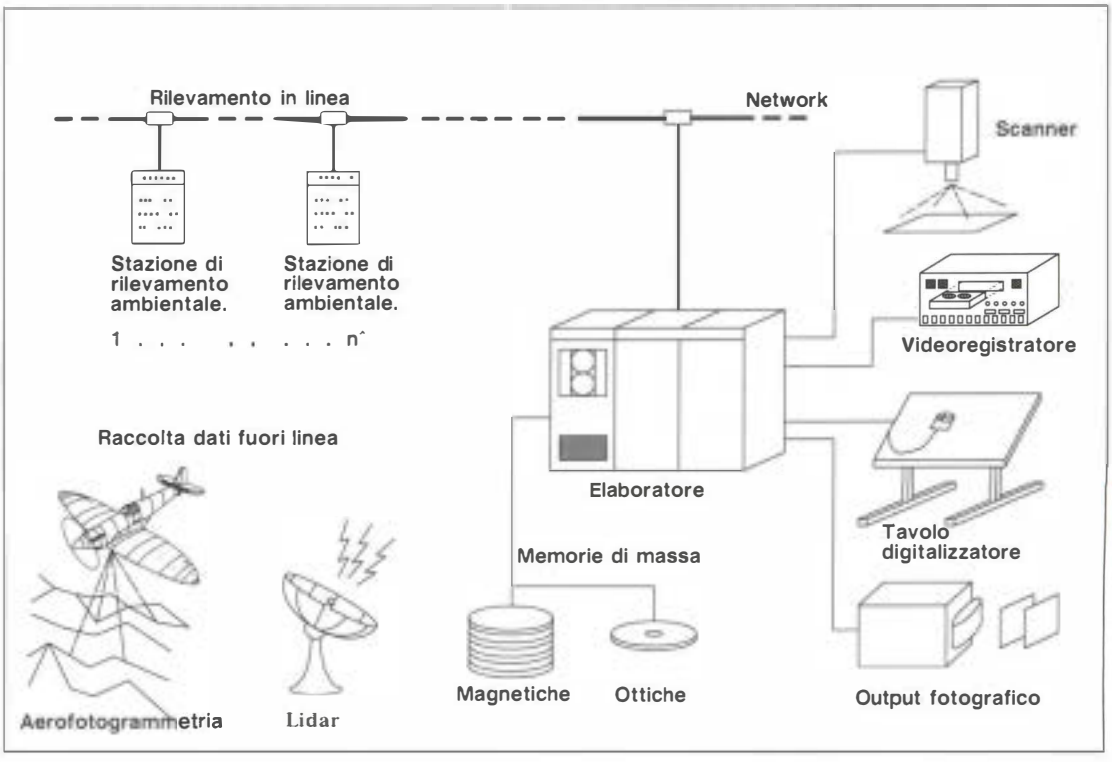
Con riferimento alla Fig. 4.4 le prime comprendono:

- la strumentazione e i sistemi di rilevamento ambientale, che trasmettono in tempo reale le informazioni raccolte all'elaboratore; a titolo di esempio si possono citare le stazioni meteorologiche e quelle per l'analisi degli elementi dell'atmosfera;
- i sistemi di rilevamento ambientale che operano in tempi differiti rispetto alla elaborazione dei relativi dati; è questo il caso dei sofisticati sensori di telerilevamento installati a bordo di satelliti e/o aerei, nonché di apparecchiature di rilevamento attivo (ad esempio il LIDAR);
- le periferiche speciali per l'immissione di dati, espressi in formato vettoriale (tavolo digitalizzatore) e in formato raster (analizzatore ottico, videotape), e per la restituzione delle informazioni elaborate sui supporti più idonei:
  - graficatore (plotter);
  - unità fotografica;
  - videoregistratore (videotape);
  - il sistema di elaborazione, che, nel caso specifico, è caratterizzato da rilevanti capacità di processare informazioni bidimensionali; in linea di principio, l'architettura prevede l'interconnessione di diverse unità, ciascuna specializzata in particolari funzioni (gestione dati, esecuzione di codici, visualizzazione ecc.).

Il software dei SIT si articola a sua volta in numerosi moduli aventi differenti tipologie di funzioni:

- per la raccolta, archiviazione e gestione dei dati sono previsti moduli di controllo della strumentazione e delle periferiche speciali, nonché programmi di classificazione e rilettura dei dati;

FIG. 4.4 - LE APPARECCHIATURE DEL S.I.T. DI CASTELPORZIANO



- la successiva fase di elaborazione prevede l'impiego di complessi codici di analisi statistica (ad esempio filtraggi, trasformate, interpolazioni, distribuzioni), che soccorrono nella comprensione dei fenomeni naturali connessi con i dati sperimentali;
- attraverso lo sviluppo e la messa a punto di opportuni modelli è possibile pervenire all'"identificazione dall'interno" dei fenomeni sotto indagine e alla formulazione di previsioni sotto condizioni di non facile riscontro nella realtà;
- gli utenti del SIT, sia lo specialista impegnato nello sviluppo di nuove applicazioni informatiche, sia il ricercatore studioso di altre discipline, sono guidati nell'accesso alle varie funzionalità e nella loro utilizzazione da semplici ed efficaci strumenti di interfaccia quali icone, menù, percorsi guidati e spiegazioni in linea.

Il patrimonio di maggior pregio del SIT è costituito dal bagaglio di dati e informazioni in esso contenuti.
Caratteristica comune a tutti i dati del SIT è il loro univoco collegamento con una localizzazione geografica.

Sono comunque individuabili tre differenti classi:

- dati geografici, in quanto intrinsecamente descrittivi di aspetti geografici (ad esempio orografia, idrografia, viabilità, confini amministrativi); provengono da molteplici fonti, quali la cartografia digitale, le immagini rilevate dallo spazio, le campagne di misure;
- dati storici, generalmente disponibili in archivi preesistenti, relativi a fenomeni ed eventi non intrinsecamente connessi con aspetti geografici, ma comunque georeferenziabili (ad esempio dati meteorologici, di inquinanti, popolazioni);
- tematismi, che esprimono caratteristiche proprie di porzioni di territorio; possono essere già disponibili come tali ovvero possono essere desunti da specifiche elaborazioni effettuate sui dati originali, come accade ad esempio trattando immagini telerilevate mediante algoritmi di classificazione automatica; appartengono a questa classe le mappe relative a esposizioni, colture agricole, uso del suolo, copertura forestale ecc..

Il tessuto connettivo del SIT è costituito da un insieme di tecnologie, che rendono possibile la realizzazione del processo che inizia con la cattura del singolo dato e si conclude con la restituzione di risultati utili al completo monitoraggio ambientale della Tenuta.

Le tecnologie per i rilevamenti ambientali consentono di realizzare "sensi" sempre più accurati ed evoluti di cui dotare il sistema; ciò deriva dagli sviluppi impetuosi che tuttora si registrano nell'elettronica, nell'ottica, nei materiali.
D'altra parte questi "occhi elettronici" possono oggi operare anche nelle condizioni ambientali più remote e ostili. Gli esempi più significativi sono dati dalle sofisticate piattaforme multisensoriali montate sui satelliti.
Anche le tecnologie più propriamente informatiche stanno subendo evoluzioni rapidissime, sia in termini di prestazioni (capacità di elaborazione, velocità di trasferimento), sia per quel che riguarda l'affermazione di standard ampiamente accettati dai costruttori, che consente di interconnettere le apparecchiature più idonee per l'applicazione.
Per quanto riguarda gli aspetti di sistema connessi con l'hardware, è doveroso menzionare:

- la disponibilità sempre più ricca di sistemi di elaborazione "generici" e dedicati;
- le potenzialità di calcolo cooperativo offerte dai sistemi a multiprocessore, nonché dalle reti locali e di interconnessione remota;
- l'offerta sempre più ampia e variegata di apparecchiature speciali per l'immissione, la memorizzazione e la restituzione.

Sul fronte delle tecnologie del software le evoluzioni di maggior interesse riguardano:
- la standardizzazione degli ambienti e dei prodotti, che riduce i vincoli nell'implementazione delle architetture di sistema prescelte;
- i sistemi per la gestione di basi di dati di diversa natura (alfanumerici, grafici, pittorici);
- i prodotti programma per l'elaborazione delle informazioni sia in forma di immagini sequenziali (raster) - ad esempio le immagini telerilevate - che vettoriale - ad esempio le informazioni cartografiche;
- lo sviluppo di numerosi modelli matematici descrittivi di fenomenologie relative all'ambiente naturale (ad esempio stime di raccolti, di evoluzioni meteorologiche, di crescite di popolazioni, di diffusioni di inquinanti) e la realizzazione dei corrispondenti codici di simulazione;
- l'applicazione di tecniche di intelligenza artificiale per la descrizione dei fenomeni e quale supporto nelle attività di supervisione e di pianificazione;
- i sistemi multimediali, che consentono di illustrare "l'oggetto Tenuta" con l'ausilio di una ampia gamma di mezzi documentali.

4.11.2 Le funzionalità del sistema

Il SIT Castelporziano, per la struttura flessibile e aperta nella gestione dei dati e

nella integrazione dei vari moduli applicativi, è in grado di aggiungere nuove e più complesse capacità operative, corrispondenti a future esigenze, all'insieme di funzionalità di base fin da oggi previsto.
Quest'ultimo consiste essenzialmente di:

- prelaborazioni dei dati per le necessarie correzioni di diversa natura (ad esempio, l'estrazione dei segnali dai rumori, le correzioni radiometriche) e la georeferenziazione;
- restituzione delle informazioni disponibili nei formati e nei supporti desiderati;
- estrazione di tematismi fondamentali, quali l'orografia, la mappa delle esposizioni-pendenze, la distribuzione delle vegetazioni, dell'acqua, del suolo, delle colture e delle strutture antropiche;
- alcune forme di inventario, relative ad esempio a superfici, volumi, popolazioni.

La realizzazione di mappe inerenti tematismi più articolati e complessi, nonché lo sviluppo e l'identificazione di modelli e codici di simulazione attengono a una fase realizzativa successiva, nella quale i vari settori disciplinari di utenza, impegnati nello studio dell'area, forniranno esperienze e contributi speculativi. Tali ulteriori sviluppi trarranno beneficio dalle funzionalità di base del SIT e dalla sua architettura modulare e aperta.

4.11.3 Settori disciplinari di utenza

Per la sua stessa costituzione, il SIT Castelporziano è uno strumento fruibile da utenti che afferiscano ai più svariati campi disciplinari (ad esempio climatologia, pedologia), o che esprimano esigenze logistiche di diversa natura (ad esempio, opere di movimento terra, tracciamento di percorsi, censimenti), connesse con le problematiche di gestione territoriale della Tenuta.
Per quanto riguarda le discipline scientifiche che rappresentano i destinatari per eccellenza del SIT, si rimanda al paragrafo 4.1.

4.11.4 Sviluppo del SIT

Le attività di sviluppo del SIT si articoleranno, in conclusione, in due fasi successive alle quali sono associati i seguenti obiettivi, rispettivamente:
- sistemazione dei dati disponibili, realizzazione dello scheletro del SIT, messa a punto dei primi modelli semplificati;
- progettazione di campagne sistematiche di raccolta di dati specifici dei vari settori disciplinari (ad esempio clima, acque) e di interesse generale (ad esempio aerofotogrammetria in più bande dell'infrarosso), realizzazione di modelli complessi, piena funzionalità del SIT.

Il sistema informativo sarà utilizzato direttamente dal personale della Tenuta di Castelporziano.
Gli indispensabili apporti di competenze nei vari settori disciplinari interessati potranno pervenire dal CNR, dall'ENEA, dall'ENEL, dall'Università, dal Ministero dell'Ambiente e dal Ministero Agricoltura e Foreste.

4.11.5 I primi elementi del SIT realizzati

Dopo l'effettuazione delle scelte architetturali di base e dei prodotti software di utilità principali, è stata delineata la struttura stessa del SIT e, anche allo scopo di condurre le prime prove di fattibilità, sono state introdotte le prime informazioni di natura cartografica. Esse consistono in dati digitalizzati relativi alla Tenuta, desunti dalla cartografia a scala 1:25000, relativi a:
- confini amministrativi;
- idrografia;
- viabilità;
- curve di livello.

Inoltre da queste ultime sono stati derivati prodotti quali:
- modello digitale delle elevazioni (DEM - Digital Elevation Model);
- mappa delle esposizioni;
- mappa delle pendenze.

Oltre alla introduzione delle grandezze di natura vettoriale (cartografia), nel SIT sono state inserite le immagini dell'area riprese dai satelliti Spot e Landsat. I moduli di base già realizzati hanno quindi consentito di correggere geometricamente le immagini in modo da riferirle correttamente alla cartografia ufficiale.
Le funzionalità del SIT preposte all'integrazione di dati provenienti da differenti sensori hanno infine permesso di combinare le prestazioni di maggiore risoluzione geometrica di Spot con quelle di più dettagliata risoluzione spettrale di Landsat.
La figura 4.5 mostra gli strati informativi derivati dalla elaborazione delle immagini telerilevate dai satelliti. Tali elaborazioni hanno riguardato l'estrazione dei principali tematismi descrittivi della copertura al suolo della Tenuta.

FIG. 4.5 - ELABORAZIONE DI IMMAGINE TELERILEVATA DAI SATELLITI SPOT E LANDSAT

CONCLUSIONI

Il rapporto così come è stato strutturato, in sezioni, partendo da precedenti studi effettuati nelle Tenute Presidenziali di S. Rossore e Castelporziano, procedendo poi all'esame dei risultati della campagna di rilievi e infine a una programmazione di un Sistema Informativo Territoriale e Ambientale, ci offre una visione di insieme inedita e dall'approccio a elevato contenuto scientifico. Sono diversi gli spunti per un'ampia ricognizione su quanto presenta questo volume, ma nelle conclusioni risulta utile porre l'attenzione sui risultati delle più recenti esperienze di ricerca e sul futuro programma di lavoro.

Le indicazioni ricavate da un primo esame dei dati, raccolti attraverso lo studio delle deposizioni atmosferiche, la caratterizzazione chimico-fisica e il relativo rilevamento dei livelli di inquinamento, il monitoraggio radiometrico e acustico, il censimento del traffico veicolare lungo i confini della Tenuta, le misure ecofisiologiche delle specie vegetali ecc., hanno confermato, nonostante la mancanza (per motivi temporali) di un'analisi dei dati da telerilevamento da aereo e da satellite, la validità della proposta della "Commissione di Consulenza per l'applicazione del piano decennale di gestione dei boschi e dei pascoli" di utilizzare la peculiarità ecologica della Tenuta di Castelporziano per un programma di studio e di monitoraggio ambientale.

Lo stato di protezione che dura da un lontano passato, e che si è fortunatamente protratto soprattutto negli ultimi decenni, per cui la Tenuta può quasi essere considerata una "isola ecologica" nel territorio tra Roma e il Tirreno, permette di ricavare informazioni valide non solo per il litorale laziale ma di fornire riferimento e di dare contributo alla conoscenza di altri complessi ambientali tirrenici e mediterranei.

Si profila, dunque, la possibilità non solo di confronti con altre situazioni, ma anche di contribuire a progettare interventi, a livello nazionale e internazionale, per la conservazione delle condizioni ambientali "naturali" o per il recupero di altre significative realtà territoriali.

Dalla preliminare e sommaria analisi della campagna di rilievi, pur limitata nel tempo (gennaio - aprile 1992), si sono - dunque - raccolte interessanti informazioni sullo stato dell'ambiente della Tenuta. Ad esempio: le analisi chimiche delle deposizioni atmosferiche mostrano un'acidità inferiore e una minore quantità di sale marino e di nitrato rispetto a Orbetello, area meteorologicamente analoga

a quella di Castelporziano; d'altro canto la caratterizzazione chimica degli aerosoli depositati sulle foglie si annuncia interessante per i confronti con i dati raccolti e le ipotesi prospettate dalle indagini condotte a S. Rossore nei recenti anni.
La ricerca degli inquinanti presenti nell'atmosfera, che pur richiede un congruo tempo di elaborazione, soprattutto per lo studio dei "traccianti", già consente di osservare una presenza di componenti antropogenici, derivanti dal traffico veicolare e da processi di combustione, con forte dipendenza dei livelli dell'inquinamento stesso dalla direzione del vento (diminuzione al prevalere di venti da Ovest e da Sud-Est).
Relativamente alla tematica delle deposizioni atmosferiche, i dati raccolti, con procedure standardizzate, dalle stazioni di Castelporziano, permettono il loro inserimento nella rete di monitoraggio ENEL-Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste e in quella nazionale (RIDEP) del Ministero dell'Ambiente.
Ma il significato più importante di questo primo approccio sistemico alle problematiche connesse con la conservazione e la gestione di un ecosistema ancora abbastanza "naturale" ma certamente "a rischio", condotto attraverso un'analisi integrata delle conoscenze già disponibili e di quelle ottenute con la campagna di rilevazioni effettuate nei primi mesi del 1992, sta nel fatto che è possibile realizzare per la Tenuta di Castelporziano un progetto di monitoraggio ambientale basato su un'analisi combinata di dati pluritematici e di multisensoriali.
La multidisciplinarietà di un simile progetto è assicurata dalla dimostrata possibilità di raccogliere sistematicamente dati relativi a: microclima, stato dell'atmosfera e deposizioni atmosferiche, condizioni idrogeologiche, faunistiche, biologico-vegetali, forestali, agricolo-zootecniche, qualità delle acque lungo la costa; a questi dati, per la particolarità del sito, si aggiungono eccezionali informazioni storico-archeologiche.
Dall'attuazione di un simile progetto globale di monitoraggio ambientale nasce la possibilità di costruire e sviluppare un Sistema Informativo Territoriale (SIT) della Tenuta. Architettato in forma aperta e modulare, potrà consentire un continuo aggiornamento della base geografica e un'espansione secondo gli avanzamenti della scienza e della tecnologia, l'effettuazione di corrette diagnosi dello stato ecologico della Tenuta e la pianificazione di eventuali interventi, ma anche la simulazione di fenomeni di lungo periodo e di azioni per prevenire le cause di inquinamento che, forse, potrebbero essere estrapolate ad altri ecosistemi e aree geografiche.
L'organicità, la ricchezza e la progressiva accumulazione delle informazioni renderebbero, inoltre, il SIT di Castelporziano idoneo a comparazioni con analoghi modelli così consentendo di approfondire le molte problematiche concettuali e operative connesse alla tutela e valorizzazione degli ecosistemi.
Su queste basi la Commissione e gli esperti, che hanno partecipato alle ricerche e alle indagini raccolte e commentate in questo rapporto preliminare, ritengono - in conclusione - di poter proporre una sistematica azione di completo monitoraggio ambientale della Tenuta di Castelporziano, che permetterà - per l'organica interconnessione di tutti i suoi elementi - anche di elaborare il Sistema Informativo Territoriale della Tenuta stessa, strumento essenziale per la completa illustrazione sotto il profilo ecologico dell'area di Castelporziano.

BIBLIOGRAFIA

SEZIONE 2

MICROCLIMA

BAGNOULS F., GAUSSEN H., 1953. *Saison sèche et indice xèrothermique.* Soc. His. nat. Toulouse, 88: 193-239.

MITRAKOS K., 1982. *Winter low temperatures in mediterranean-type ecosystems.* Ecol. Medit., 8 (1-2): 95-102.

SUOLO

DAI PRA C., ARNOLDUS-BUYZEKDVELD A. - *Lineamenti stratigrafici morfologici e pedologici della fascia costiera dal fiume Tevere al fiume Astura (Lazio).* Geol. Rom. 23, 1984, 1-12.

DOWGIALLO G., VANNICELLI L. - *Pedological investigation on some Quercus cerris communities in the surroundings of Rome.* Braun Blanquetia, 1991. In press.

GISOTTI G., COLLAMARINI D. - *Suolo e vegetazione nella Tenuta di Castelporziano.* Genio Rurale n. 9, pagg. 35-53, settembre 1982.

MILLI S., ZARLENGA F. - *Analisi di facies dei depositi Tirreniani affioranti nell'area di Castelporziano* - Pomezia (Roma). Una revisione ambientale. Il Quaternario, vol. 4, 1991, pagg. 233-348.

MINISTERO AGRICOLTURA E FORESTE - *Piano degli interventi per la ristrutturazione e la salvaguardia dell'ambiente naturale del tenimento di Castelporziano.* Roma, giugno 1977.

MINISTERO AGRICOLTURA E FORESTE - *Piano di gestione dei boschi e dei pascoli della Tenuta di Castelporziano.* Roma, 1989.

PROVINCIA DI ROMA ASSESSORATO ALLA PROTEZIONE CIVILE - *Indagine idrogeologica in località Valle del Renaro e Villa Presidenziale all'interno della Tenuta di Castelporziano.* Servizio Protezione Civile, febbraio 1986.

PATRIMONIO FAUNISTICO

APOLLONIO M., RANDI E. E TOSO S., 1988. *The systematics of wild boar in Italy.* Boll. Zool 3: 213-221 E.

CATENA G., PALLA L., MAZZOLA S., FOCARDI S. E MAGAGNOLI P., 1988. *Uso di uno scanner termico per il censimento di ungulati.* Atti del II Convegno Nazionale di Telerilevamento. Bolzano 9-11 novembre 1988. Kolping Haus.

CATENA G., FOCARDI S., MAGAGNOLI P., PALLA L. E MAZZOLA S., 1991. *Studio di fattibilità del censimento aereo di ungulati mediante uno scanner termico.* Atti della Fondazione Giorgio Ronchi XLVI: 507-516.

FOCARDI S., CATENA G., MAGAGNOLI P., PALLA L. E MAZZOLA S., 1988. *Studio di fattibilità del rilevamento aereo con l'impiego di uno scanner termico per il censi-mento di ungulati.* Primo convegno dei biologi della selvaggina. Supplementi alle Ricerche di Biologia della Selvaggina XIV: 621-622.

FOCARDI S., CHIARELLI V. E TINELLI A., 1991. *The individual identification of bucks in Fallow deer (Cervus dama).* Proceedings of XXth IUGB Congress. Godollo 21-26 August 1991: 72-77.

FOCARDI S., TOSO S., PAMPIRO F., RUIU P. E PINTUS A., 1991. *The diet of ungulates in a coastal Mediterranean forest.* Proceedings of XXth IUGB Congress. Godollo 21-26 August 1991: 78-87.

MAGAGNOLI P., CAGNETTI V., CORTICELLI M. E SANTUCCI R., in corso di stampa. *Uso di una telecamera all'infrarosso termico a elevata risoluzione per il censimento aereo di ungulati.* Atti del II Convegno Italiano dei Biologi della Selvaggina. Bologna 7-9 marzo 1991. Supplementi alle Ricerche di Biologia della Selvaggina XIX.

MAGAGNOLI P. E FOCARDI S., in corso di stampa. *Un attografo per la registrazione del comportamento animale realizzato con nuove tecnologie.* Atti del II Convegno Italiano dei Biologi della Selvaggina. Bologna 7-9 marzo 1991. Supplementi alle Ricerche di Biologia della Selvaggina XIX.

PALLA L., CATALANO M., FOCARDI S., MAGAGNOLI P., MAZZOLA S., PEZONE L. E CATENA G., 1990. *Il telerilevamento in patologia vegetale e nel censimento degli ungulati.* Ann. Ist. Super. Sanità 26: 203-208.

RANDI E., APOLLONIO M. E TOSO S., 1986. *Short communication. Electrophoretic polymorphism of erythrocyte leucine aminopeptidase in the wild boar.* Animal Genetics 17: 359-362.

RANDI E., APOLLONIO M. E TOSO S., 1989. *The systematics of some italian population of wild boar: craniometric and electrophoretic analysis.* Z. Saug. 54: 40-56.

TINELLI A. E TINELLI P. - *Censimento e densità delle tane nella Riserva Presidenziale di Castelporziano per la conservazione dell'istrice e del tasso.*

TINELLI A. E TINELLI P., 1981. *Osservazioni sulla nidificazione del Nibbio bruno nella Tenuta di Castelporziano nel 1981.* Gli uccelli d'Italia 4.

TINELLI A. E TINELLI P., 1984. *Gestione della popolazione di cinghiali della Tenuta di Castelporziano.* Atti del convegno di Suvereto (LI).

TINELLI A., 1985. *Metodologie di rilevamento per un censimento delle tane condotto su una popolazione di Istrice.* Atti del I Seminario italiano sui censimenti faunistici. Urbino.

TINELLI A. E TINELLI P., 1988. *Struttura e caratteristiche di alcuni sistemi di tane di Istrice.* Atti del II Convegno Italiano dei Biologi della Selvaggina. Bologna 7-9 marzo 1991. Supplementi alle Ricerche di Biologia della Selvaggina XIX.

TINELLI A. E DE GIACOMO V., in corso di stampa. *Notizie sull'alimentazione della Poiana nella Tenuta di Castelporziano.*

TINELLI A. E DE GIACOMO V., in corso di stampa. *Notizie sulla biologia riproduttiva della Poiana nella Tenuta di Castelporziano.*

PASCOLI NATURALI E COLTURE AGRARIE

BATTISTELLI A., CANNATA F., NERI U., OLIMPIERI G., 1988 - *I problemi delle produzioni foraggere nelle aree di allevamento della razza maremmana* - Atti del Seminario *Salvaguardia e valorizzazione del bovino maremmano nella realtà agro-zootecnica del territorio laziale,* Porano, 9 giugno 1988, pagg. 39-75.

PIGLIUCCI M., BATTISTELLI A., CANNATA F., OLIMPIERI G., FILIPPI F., 1990 - *L'uso di procedure di assegnamento quadratico per lo studio delle relazioni tra parametri climatici e produzioni foraggere* - Atti del II workshop *Clima, Ambiente, Territorio* Salina, 28-31 maggio 1990.

SCARASCIA MUGNOZZA G.T., SCOPPOLA A., 1988 - *La Maremma laziale* - Atti del Seminario *Salvaguardia e valorizzazione del bovino maremmano nella realtà agro-zootecnica del territorio laziale,* Porano, 9 giugno 1988.

RONCHI B., NARDONE A., 1988 - *Analisi strutturale degli allevamenti bovini di razza maremmana nella Regione Lazio* - Atti del Convegno *Salvaguardia e valorizzazione del bovino maremmano nella realtà agro-zootecnica del territorio laziale* Porano, 9 giugno 1988.

GIGLI S., ROMITA A., 1988 - *Caratteristiche produttive della razza maremmana* - Atti del Convegno *Salvaguardia e valorizzazione del bovino maremmano nella realtà agro-zootecnica del territorio laziale* Porano, 9 giugno 1988.

MORANI G., 1988 - *La Maremmana e i suoi allevatori, problemi e orientamenti* - Atti del Convegno *Salvaguardia e valorizzazione del bovino maremmano nella realtà agro-zootecnica del territorio laziale* Porano, 9 giugno 1988.

FAGIOLO A., 1988 - *Problemi sanitari e igienico-profilattici nell'allevamento del bovino maremmano* - Atti del Convegno *Salvaguardia e valorizzazione del bovino maremmano nella realtà agro-zootecnica del territorio laziale* Porano, 9 giugno 1988.

NARDONE A., RONCHI B., 1988 - *I sistemi di allevamento del bovino maremmano nella regione Lazio: analisi e ottimizzazione di parametri tecnico-produttivi* - Atti del Convegno *Salvaguardia e valorizzazione del bovino maremmano nella realtà agro-zootecnica del territorio laziale* Porano, 9 giugno 1988.

ROGNONI G., FINZI A., 1988 - *La difesa e la valorizzazione delle risorse genetiche animali, aspetti biologici culturali e operativi* - Atti del Convegno *Salvaguardia e valorizzazione del bovino maremmano nella realtà agro-zootecnica del territorio laziale* Porano, 9 giugno 1988.

OLIMPIERI G., CANNATA F., BATTISTELLI A., 1992 - *Effect of nitrogen and phosphorous fertilization on forage yield and distribution arangeland in central Italy* - Atti del Convegno *Association française pour la prodution fourragère* Parigi, 25-26 marzo 1992.

BATTISTELLI A., OLIMPIERI G., CANNATA F., BRUGNOLI E., 1990 - *Effect of fertilization on Mediterranea Pasture production in Maremma Laziale region* - 6th Meeting F.A.O. on *Mediterranean Pastures and Fodder Crops* Bari, 1990.

STUDI DI BIOINDICAZIONE E MONITORAGGIO

ALLEGRINI ET AL. (in press).

AVENA ET AL., 1991. In: *Monitorare l'ambiente agrario e forestale* Porto Conte, 4-6 giugno: 519-531.

MANES ET AL., 1988. In: *Scientific basis of forest declin symptomatology* . Pagg. 342-353.

MANES ET AL., 1990, Ann. Bot. (Roma) 48: 133-134.

MANES ET AL. (in press), PACT Journal.

MANES ET AL. (in press). Atti del colloquio su *Uomo e Ambiente - Componente vegetale nei sistemi antropici.*

PUPPI ET AL. (in press), Proceedings of the First Symposium on Terrestrial Ecosystems: Forest and Woodlands, Firenze, 20-24 maggio 1991.

PRIME INDAGINI SULL'ACIDITÀ DELLE DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE UMIDE

BRYDGES T.G. AND WILSON R.B., 1991 - *Acid rain since 1985 - times are changing.* In: *Acidic Deposition - Its Nature and Impacts,* Proceedings of the International Symposium held in Glasgow, Scotland 16-21 September 1990, F.T. Last and R. Watling ed., pagg.1-16. Published by The Royal Society of Edinburgh, Edinburgh.

LAST F.T. AND WATLING, 1991 - *"Acidic Deposition - Its Nature and Impacts"*, Proceedings of the International Symposium held in Glasgow, Scotland 16-21 September 1990, F.T. Last and R. Watling ed., pagg.16-21 Published by The Royal Society of Edinburgh, Edinburgh.

MANES F., ALTIERI A., ANGELINI R., BRUNO F., CORTIELLO M., DEL CALDO L., FEDERICO R., 1988 - *Micromorphological and biochemical changes in Pinus Pinea L., P. pineaster Aiton, Nicotiana tabacum L. in relation to atmospheric pollutants.* In: *Scientific basis of forest decline symptomatology*, J.N. Cape and P. Mathy (eds), Report No. 15 in: Air pollution report series of the Environmental Research, CEC, Brussels, pagg. 342-353.

MORSELLI L., 1991 - *Deposizioni acide - I precursori. L'interazione con l'ambiente e i materiali.* Collana di studi per l'igiene e la tutela dell'ambiente, Università di Bologna, Maggioli Editore.

SEZIONE 3

MONITORAGGIO RADIOMETRICO

L. LEMBO, F. MONTEVENTI, I. SEMENGHI. - *Intercalibrazione di dosimetria gamma ambientale* - Campagna Nazionale.
PAS/FIBI/DOSI/89/7 - ENEA.

BRAMATI, C. MAFFEI. - *In-situ high resolution gamma-ray spectrometry.*
Roma, Dec. 1988. EEC Contract B16-0277-I(A).

RILEVAMENTO DI LIVELLI DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO E ACUSTICO

S.P. LODGE - *Methods of air sampling and analysis*, Lewis Publishers Inc., 1990.

GIUSEPPE GISOTTI - SANDRO BRUSCHI. - *Valutare l'ambiente*, N.I.S. Editors, 1990.

R. VISMARA. - *Ecologia Applicata*, Hoepli, 1989.

MISURE ECOFISIOLOGICHE

ANZALONE B., LATTANZI E, LUCCHESE F., 1990. *La flora della Tenuta di Castelporziano (Roma)*, in *Ricerche ecologiche, floristiche e faunistiche sulla fascia costiera mediotirrenica italiana*, Quad. n. 264: 133-218, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.

BRUNO F., 1979-80. *Carta della vegetazione della Tenuta di Castelporziano*, CNR, Roma.

DE LILLIS M., POGGIOLINI M., 1990. *Ecophysiological adaptation to drought in different growth forms under mediterranean climate*, Ann. Bot. (Roma): 179-195.

GRATANI L., AMADORI M., VERI L., 1982. *A preliminary study of the maquis at Castelporziano (Lazio) structure and biomass ecc.*, Ann. Bot. (Roma) 40: 163- 170.

GRATANI L., AMADORI M., VERI L., BRUNO F., PORRI M., 1980. *Determinazione di un metodo di stima della biomassa nella macchia di Castelporziano* (Lazio), Ann. Bot. (Roma) 39: 131-147.

LUCCHESE F., PIGNATTI S., MOENCHIO - *Tuberarietum guttatae, una nuova associazione delle sabbie silicee in Lazio*, Ann. Bot. (Roma) 45 suppl.: 29-36.

LUCCHESE F., PIGNATTI S., 1990. *Sguardo sulla vegetazione del Lazio marittimo*, in *Ricerche ecologiche, floristiche e faunistiche sulla fascia costiera mediotirrenica italiana*, Quad. n. 264: 5-48, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.

MONTELLUCCI G., 1971. *Castelporziano, Castelfusano-Capocotta*. In: *Censimento dei Biotopi di rilevante interesse vegetazionale meritevoli di conservazione in Italia*. Vol. 1: 14/14, Camerino.

NAPOLEONE J., 1970-71. *Osservazioni sulla flora e vegetazione delle dune di Castelporziano (Roma)*, Ann. Bot. (Roma) 30: 33-46.

NIMIS P. L., SCHIAVON L., 1986. *The epiphytic lichen vegetation of the tyrrhenian coasts in central Italy*, Ann. Bot. (Roma) 44: 39-67.

PIGNATTI S., 1982. *Flora d'Italia*, ed. Edagricole, Bologna.

SEZIONE 4

IDROGEOLOGIA

DAI PRA G., ARNOLDUS HUYZENDVELD A. - *Lineamenti stratigrafici, morfologici e pedologici della fascia costiera dal Fiume Tevere al Fiume Astura* (Lazio, Italia Centrale) Geol. Roma, 1984.

MALATESTA A., ZARLENGA F. - *Il Quaternario di Pomezia (Roma) e la sua fauna marina* - Boll. Soc. Geol. It., Roma, 1985.

MALATESTA A., ZARLENGA F. - *Evoluzione paleografico-strutturale plio-pleistocenica del basso bacino romano a nord e a sud del Tevere* - Mem. Soc. Geol. It., Roma, 1986.

MANFREDINI M. - *Idrografia pleistocenica della bassa valle del Fiume Tevere (Italia centrale)* - Il Quaternario, 1990.

MILLI S., ZARLENGA F. - *Analisi di facies dei depositi tirreniani (Duna Rossa) affioranti nell'area di Castelporziano-Pomezia (Roma), una revisione ambientale* - Il Quaternario, vol. 4, 1991.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000*, F. 149 Cerveteri - Roma, 1967.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000*, F. 150 Roma - Roma, 1967.

VENTRIGLIA UGO - *Idrogeologia della provincia di Roma*, III vol. - *Regione vulcanica dei Colli Albani* - Amm. Prov. di Roma, Ass. Lavori Pubblici viab. e trasp. Roma 1990.

SUOLO: Aspetti biochimici

ROSSI G., BENEDETTI A., DELL'ABATE M.T. - *Effetto della variazione della temperatura e umidità sulla respirazione e nitrificazione dei suoli tipici italiani.* X SICA, settembre 1992 (in press).

BENEDETTI A. - *Fertilità biologica del terreno e concimi ad azoto lento*, Ann. Ist. Sper. Nutr. Piante, Roma, XII 1983.

STANFORD G., SMITH S.J. - *Nitrogen mineralization potential of soils.* Soil Sci. Ann. Proc. 36, 465, 1972.

NIGRO C., SCANDELLA P., BENEDETTI A., COSTANTINI A. - *La respirazione del terreno come indice di fertilità biologica.* Nota I metodologia e possibilità applicativa Ann. Ist. Sper. Nutr. Piante, Roma, settembre 1978.

TABATABAI M.A., BREMNER J.M. - *Assay of urease activity in soils.* Soil Biol. Biochem. 4, 479, 1972.

KESIDA L.E.J., KLEIN D.A., SANTORO T. - *Soil dehydrogenase activity.* Soil Sci. 98, 371, 1964.

SEQUI P., DE NOBILI M., LEITA L., CERCIGNANI G. - *A new index of humidification* Agrochimica n. 1-2, 1986.

JENKINSON D.S. - *The effects of biocidal treatments on metabolism in soil.* Soil Biol. Biochem 8, 203, 1976.

BROOKES P.C., LADMEN A., PRUDEN G. AND JENKISON D.S. - *Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil.* Soil Biol. Biochem. 17, 837, 1985.

BENEDETTI A. - *Alcune note sulla concimazione azotata nell'ambito del modello della produttività potenziale.* Ann. Ist. Sper. Nutr. Piante, Roma 1984.

NIGRO C., BENEDETTI A. - *L'importanza di approfondire gli studi sulla sostanza organica dei terreni sottolineata nel congresso Humus ed Planta.* L'Informatore Agrario XL 25, 1984.

DE NOBILI M., CERCIGNANI G., LEITA L., SEQUI P. - *Fert. Res. 1991* (in press).

SEQUI P., CIAVATTA C., VITTORI ANTISARI C. - *Organic substances and sediments in water* (Chapter 20) volume 1: Humic and Soil R.A. Baker ed. CRCP Press. 351, 1991.

Progetto grafico e realizzazione editoriale
ENEL

Stampa: Arti Grafiche De Angelis Roma - B 1073 9/92 - Pubblicazione fuori commercio