

P.E. TOMEI (\*), F. RAPETTI (\*\*), G. FICINI (\*)

INDAGINI SULLE ZONE UMIDE DELLA TOSCANA. XX.  
LE SFAGNETE DI SAN LORENZO A VACCOLI NEL MONTE PISANO  
(TOSCANA NORD-OCCIDENTALE). ASPETTI MICROCLIMATICI (\*\*\*)

**Riassunto** — Gli autori esaminano la stratificazione dei microclimi in una sfagneta del Monte Pisano in riferimento alla presenza di specie vegetali ad esigenze ecologiche diverse. Dai dati emersi è stata registrata una certa relazione tra tale stratificazione e la disposizione di particolari entità vegetali presenti nel biotopo; le microterme *Drosera rotundifolia* L. e *Rynchospora alba* L., le atlantiche *Drosera intermedia* Hayne e *Potamogeton polygonifolius* Pourret e la termofila *Osmunda regalis* L.

**Abstract** — *Investigations on the wetlands of Tuscany. XX. Rhe San Lorenzo a Vaccoli Sphagnum bogs on Monte Pisano (North Western Tuscany).* The authors have examined the microclimatic stratification in the Sphagnum bogs on Monte Pisano with reference to the presence of plants with different ecology. A certain relationship has been recorded between such stratification and the arrangement of some species present in this particular environment: *Drosera rotundifolia* L., *Rynchospora alba* L., *Drosera intermedia* Hayne, *Potamogeton polygonifolius* Pourret, *Osmunda regalis* L.

**Key words** — Microclima; wetlands; Monte Pisano (North Western Tuscany).

INTRODUZIONE

Come è noto lo studio dei microclimi di un determinato ecosistema può fornire utili indicazioni sulla presenza e la distribuzione delle entità che vi insistono (BRUNO e ROSSI, 1968; BIZZARRI, 1963).

---

(\*) Dipartimento di Scienze Botaniche dell'Università, Via L. Ghini 5, Pisa.

(\*\*) Museo Lucchese di Storia Naturale, Liceo «N. Machiavelli», Lucca.

(\*\*\*) Il lavoro è stato eseguito per conto dell'Orto Botanico del Comune di Lucca, con parziale contributo del Ministero P.I. (60%), resp. P.E. Tomei.

La permanenza e l'intima commistione di entità vegetali ad esigenze climatiche diverse riscontrata nella cenosi a *Sphagnum* presenti nelle paludi planiziarie della Toscana settentrionale (FRANCINI, 1936; TOMEI e MARIOTTI, 1978; TOMEI e GARBARI, 1979) ha recentemente portato ad ipotizzare che, l'esistenza in tali biotopi di particolari microclimi, abbia consentito sia la sopravvivenza delle specie attraverso il tempo sia la loro stretta convivenza (TOMEI e GARBARI, 1981).

Fra le presenze di maggiore interesse censite per questi ambienti particolarmente significative sono *Sphagnum* sp. pl. (RAFFAELLI, 1976), *Drosera rotundifolia* L. e *Rynchospora alba* L. da interpretarsi come relitti microtermi oggi a prevalente distribuzione nordica o altomontana; *Drosera intermedia* Hayne e *Potamogeton polygonifolius* Pourret, definite atlantiche in senso lato, forse pervenute in Italia durante le fasi oceaniche degli interglaciali, ed *Osmunda regalis* relitto termoigrofilo terziario.

Allo scopo di verificare quale fosse l'effettivo contributo delle componenti climatiche alla persistenza di tali emergenze fitocenotiche abbiamo intrapreso una serie di indagini delle quali presentiamo ora i primi risultati.

## MATERIALI E METODI

Fra le diverse aree che potevano essere esaminate si è preferito inizialmente dirigere le indagini verso le sfagnete di San Lorenzo (TOMEI e MARIOTTI, 1978) perché già studiate sotto l'aspetto floristico e di limitata estensione.

In località «Piaggina» è stata impiantata una stazione termografica che ha registrato dati dal 1 gennaio 1982 al 31 dicembre dello stesso anno, equipaggiata con due termografi a tre elementi termosensibili, ciascuno per la registrazione a distanza della temperatura, e da un termoigrografo. Gli elementi termo-sensibili, opportunamente schermati per evitare le perturbazioni indotte dalla radiazione solare diretta, sono stati posti rispettivamente nell'acqua, all'interno dello sfagno, alla superficie dello sfagno ed a 10, 30, 80 cm di altezza dalla superficie di questo, in modo da poter fornire un profilo termico completo; infine il termoigrografo alloggiato in capannina è servito per la misura della temperatura e dell'umidità relativa dell'aria in condizioni standard. Per l'analisi delle variazioni diurne e stagionali della temperatura abbiamo adottato i grafici a termoi-

soplete, che offrono la rappresentazione più completa dei caratteri termici di una località.

Tornando infine all'ipotesi secondo cui la sopravvivenza e la commistione di specie relitte ad esigenze ecologiche diverse fosse da collegare prevalentemente a particolari situazioni microclimatiche che si sarebbero instaurate in questo tipo di ecosistema, sono stati eseguiti confronti fra la temperatura misurata in capannina, che meglio di tutte può fornire indicazioni sul tipo di clima locale <sup>(1)</sup>, con quella dei livelli inferiori dove si ritrovano distribuite le entità termofile terziarie, sub atlantiche e quelle microterme (fig. 1).

### *La temperatura dell'aria in capannina*

Durante l'anno di osservazione la temperatura media dell'aria è stata di 12,5°C, la media del mese più freddo 4,7° e quella del mese più caldo 22,7° rispettivamente a febbraio e luglio; l'escursione annua è stata perciò di 18° mentre nei mesi di giugno, luglio ed agosto la temperatura media è stata superiore o assai prossima ai 20°C. Tali condizioni termiche, se confermate durante un conveniente periodo di osservazioni, consentirebbero di inquadrare il clima della «Piaggina» nel tipo temperato sublitoraneo, tipico delle zone collinari preappenniniche della Toscana, secondo la classificazione proposta da Koppen e adattata alle condizioni termiche della nostra penisola da GAZZOLO e PINNA (1969) <sup>(2)</sup>. I valori termici estremi sono risultati di 32,4° e di -5,0°C.

Il diagramma a isoplete (fig. 2a) che si riferisce appunto alla temperatura in capannina, mostrando una discreta fittezza e sinuosità delle isolinee fornisce l'indicazione di una variabilità diurna e

---

<sup>(1)</sup> Il microclima termico, come è noto, riguarda la temperatura degli strati d'aria in prossimità della superficie del suolo (nel nostro caso abbiamo esteso l'indagine alla temperatura dell'acqua e dello sfagno); si tratta cioè di una struttura climatica parzialmente isolata rispetto alle strutture climatiche limitrofe, in cui la distribuzione verticale della temperatura riveste una importanza primaria rispetto a quella orizzontale. Il clima locale invece è quello di una zona con una dimensione verticale da 1 metro di altezza dal suolo fino a 10<sup>3</sup> metri ed una dimensione orizzontale fra 10<sup>2</sup> e 10<sup>4</sup> metri (YOSHINO, 1978).

<sup>(2)</sup> La stazione termometrica più vicina alla «Piaggina» è quella di Lucca, che fornisce valori termici che inquadrano il clima di questa città nel tipo temperato-caldo. Purtroppo le temperature delle due località non sono confrontabili perché la stazione di Lucca oltre che essere in un ambiente urbano è situata a circa 15 metri di altezza dal suolo.

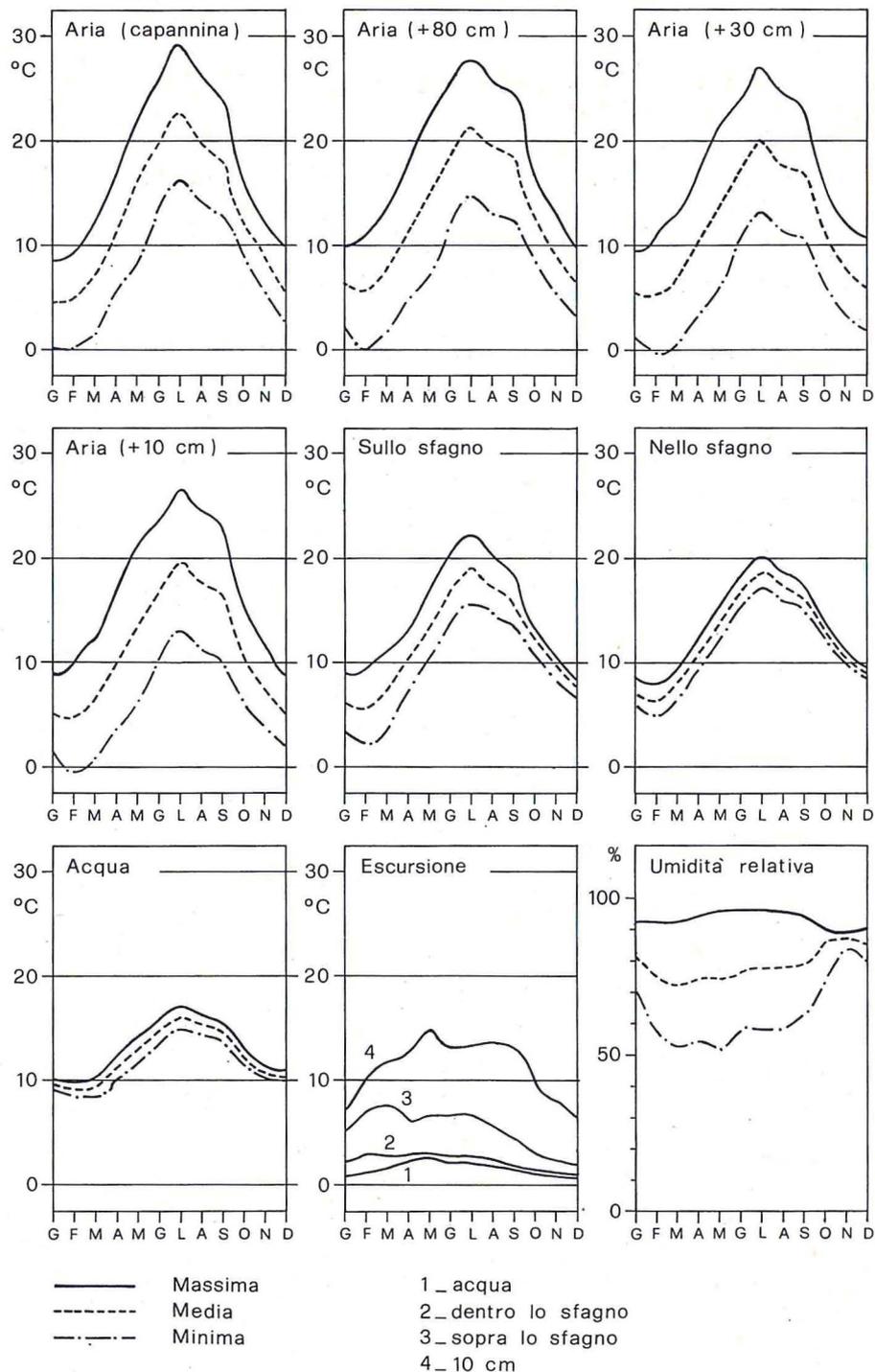


Fig. 1 - Andamento annuo delle temperature massime, medie e minime ai vari livelli, delle escursioni termiche e dell'umidità relativa dell'aria (capannina).

stagionale della temperatura piuttosto accentuata, specie in relazione alla modesta vicinanza della stazione dal mare (circa 18 km). Per quanto riguarda la distribuzione stagionale delle temperature medie orarie si osserva un valore massimo a luglio (isolinea di 28°) dalle ore 14 alle 16 ed un valore minimo a febbraio, ininterrottamente dalle ore 22 alle 8 della mattina; l'escursione fra i valori orari estremi nel corso dell'anno è stata di 27,1° (da 1,3° delle ore 6 di febbraio a 28,4° delle 16 di luglio); l'escursione diurna massima è stata invece di 12,6° a maggio (da 8,8° delle ore 4 a 21,4° delle 14).

*La temperatura dell'aria a 10, 30 e 80 centimetri*

L'andamento della temperatura dell'aria nei primi 80 centimetri di altezza dalla superficie dello sfagno si presenta piuttosto irregolare; solo i valori massimi assoluti crescono regolarmente con l'altezza, passando da 28,5° (10 cm) a 31,3° (80 cm). Per quanto riguarda l'escursione annua si osserva il valore più basso a 30 cm (14,8°) e quello più elevato a 80 cm (15,8°) mentre l'inverso accade per le temperature minime assolute che raggiungono il minimo a 30 cm (-5,4°) e il massimo a 80 cm (-3,8°) (tab. 1). Nel complesso si può osservare che il livello termicamente più anomalo è quello di 30 cm, che presenta il minimo valore dell'escursione annua e quello

TAB. 1 - Valori termici estremi e medi nell'acqua, all'interno ed alla superficie dello sfagno, dell'aria a 10 - 30 - 80 - 130 cm (capannina) di altezza. Numero dei giorni di gelo e di giorni tropicali.

	ACQUA		INTERNO SFAGNO		SUPERF. SFAGNO		+10 cm		+30 cm		+80 cm		+130 cm	
	°C	data	°C	data	°C	data	°C	data	°C	data	°C	data	°C	data
TEMPERATURA MASSIMA ASSOLUTA	17,8	17/VII	21,0	17/VII	24,1	7/VII	28,5	16/VII	29,5	16/VII	31,3	16/VII	32,4	16/VII
TEMPERATURA MINIMA ASSOLUTA	7,2	4/II	2,8	4/II	-0,3	4/II	-4,8	4/II	-5,4	4/II	-3,8	4/II	-5,0	4/II
TEMPERATURA MEDIA	12,2		12,2		11,8		11,3		11,4		12,6		12,5	
ESCURSIONE DIURNA MASSIMA	3,9	2/V	3,8	2/V	9,0	7/V	18,9	19/V	20,4	19/V	19,2	19/V	18,5	26/III
ESCURSIONE DIURNA MINIMA	0,1	1/I	0,5	9/XII	0,9	28/III	1,8	7/XII	1,9	7/XII	2,0	7/XII	2,1	26/XII
ESCURSIONE DIURNA MEDIA	1,6		2,3		5,3		11,1		11,7		11,1		10,4	
ESCURSIONE ANNUA	6,8		12,3		13,4		15,0		14,8		15,8		18,0	
N° GIORNI di GELO	-		-		6		55		66		37		49	
N° GIORNI TROPICALI	-		-		-		-		-		4		11	

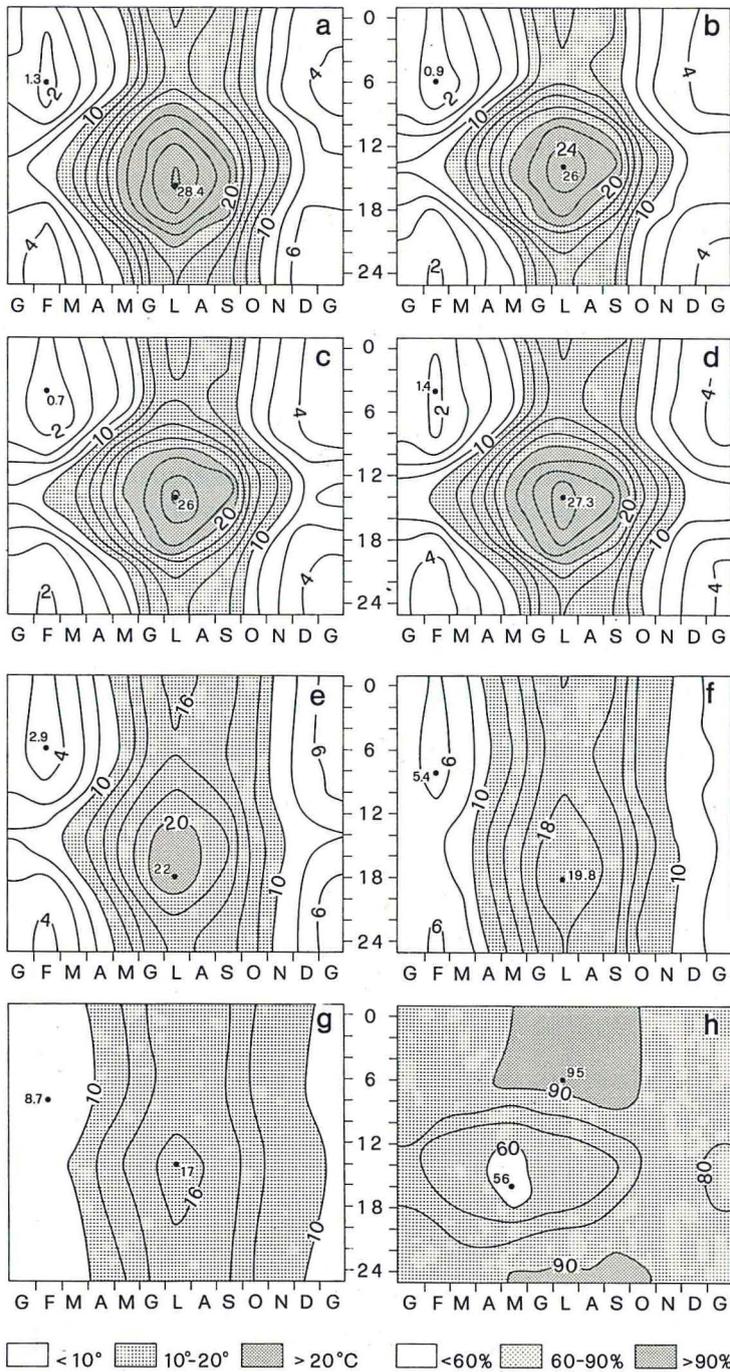


Fig. 2 - Termoisoplete: a) in capannina; b) +80 cm; c) +30 cm; d) +10 cm; e) sullo sfagno; f) dentro lo sfagno; g) nell'acqua; h) isopleta dell'umidità relativa dell'aria.

massimo dell'escursione diurna media, nonché il maggior numero di giorni di gelo di tutto il profilo con 66 gg. Differenze più marcate fra questi livelli si osservano confrontando il numero dei giorni di gelo ( $t_{\min} < 0^\circ$ ) e quello dei giorni tropicali ( $t_{\max} > 30^\circ$ ): nel periodo di osservazione infatti si sono registrati 37 gg. di gelo a 80 cm e, come si è visto, ben 66 a 30 cm, mentre in tutto il profilo si sono avute giornate tropicali solo a 80 cm (4 gg.) e in capannina (11 gg.). Il confronto dei diagrammi a termoisoplete relativi alla temperatura dell'aria (fig. 2a, b, c, d) conferma la sostanziale analogia delle condizioni termiche fra i livelli, sia pure con alcune significative differenze che emergono dall'analisi della densità e sinuosità delle isolinee, nonché dalla diversa estensione delle superfici delimitate da particolari isolinee. Ad esempio l'area racchiusa dalla isolinea di  $26^\circ$  raggiunge la massima estensione nel diagramma relativo alla temperatura in capannina, mentre l'area delimitata dalla isolinea di  $2^\circ$  raggiunge la massima estensione nel diagramma relativo ai 30 cm.

#### *La temperatura alla superficie dello sfagno*

Si tratta della nicchia più interessante ai fini del nostro studio, perché è proprio in questo livello che vegetano *Drosera rotundifolia* L. e *Rynchospora alba* L., che possono essere considerate specie molto esigenti da un punto di vista climatico. È noto infatti che esse sono geograficamente localizzate in aree caratterizzate da alta umidità del suolo e dell'aria e da temperature estive non troppo elevate.

L'elemento sensibile del termografo è stato collocato in modo da segnalare con la massima precisione le condizioni termiche dell'interfaccia sfagno-aria, che interessano appunto le microterme. Il carattere termico della nicchia è rappresentato dai valori seguenti: temperatura media annua di  $11,8^\circ$  ( $0,7^\circ$  inferiore a quella di capannina), la media del mese più freddo e più caldo rispettivamente di  $5,4^\circ$  e  $19,1^\circ$  con una escursione annua perciò di  $13,4^\circ$ ; i valori termici estremi sono risultati di  $24,1^\circ$  e  $-0,3^\circ\text{C}$ . Il diagramma a termoisoplete presenta, specialmente per le isolinee che si riferiscono ai mesi primaverili e autunnali, una accentuata verticalità, indice di una modesta escursione diurna; la densità delle isoplete segnala invece una escursione annua, come abbiamo già osservato, piuttosto rilevante (fig. 2e).

### *La temperatura all'interno dello sfagno*

L'elemento sensibile del termografo, situato all'interno di un pulvino di sfagno, ha indicato un andamento termico nel complesso stabile, anche se in misura inferiore all'attesa; infatti le temperature massima e minima assolute sono state di 21,0° e di 2,8°, mentre l'escursione media diurna ed annua rispettivamente di 2,3° e 12,3°C (tab. 1); quest'ultimo valore in particolare appare piuttosto elevato e potrebbe indicare il verificarsi di una variazione del grado di imbibizione dello sfagno nel corso dell'anno. Il diagramma a isoplete, con la notevole verticalità delle isolinee conferma una escursione media diurna molto modesta, mentre la maggiore fittezza che emerge nel confronto con il diagramma relativo all'acqua indica una variazione stagionale appena più accentuata (fig. 2f, g).

### *La temperatura dell'acqua*

La vita della sfagneta in questo caso è in stretta dipendenza con l'apporto idrico di una sorgente perenne, situata sopra la stazione, che ne assicura la costante imbibizione.

Il carattere termico fondamentale dell'acqua di raccolta, come era facile attendersi, è costituito da una notevolissima stabilità, che può essere sintetizzata dai seguenti valori: temperatura massima e minima assolute rispettivamente di 17,6° e 7,2° ed una escursione media diurna ed annua di appena 1,6° e 6,8°C. Il diagramma a isoplete (fig. 2g), con la verticalità e la modesta densità delle isolinee, conferma la notevole stabilità termica dell'acqua; l'unica isopleta chiusa è quella dei 16°, che peraltro circonda un'area di limitata estensione (dalle ore 11 alle 20 dei mesi di luglio e agosto).

### *Estremi termici e durata delle temperature*

Considerato che il ciclo biologico delle piante è condizionato non solo dai valori medi della temperatura ma soprattutto dai valori delle temperature estreme e dalla durata di determinati livelli termici, abbiamo analizzato l'andamento della temperatura durante il giorno più caldo e quello più freddo del periodo e costruito le curve di durata percentuale della temperatura.

Nel giorno più freddo (4/II) le tautocrone (fig. 3) mostrano un incremento lineare della temperatura dall'acqua alla superficie dello sfagno; nell'aria invece l'escursione diurna è piuttosto alta. Dal

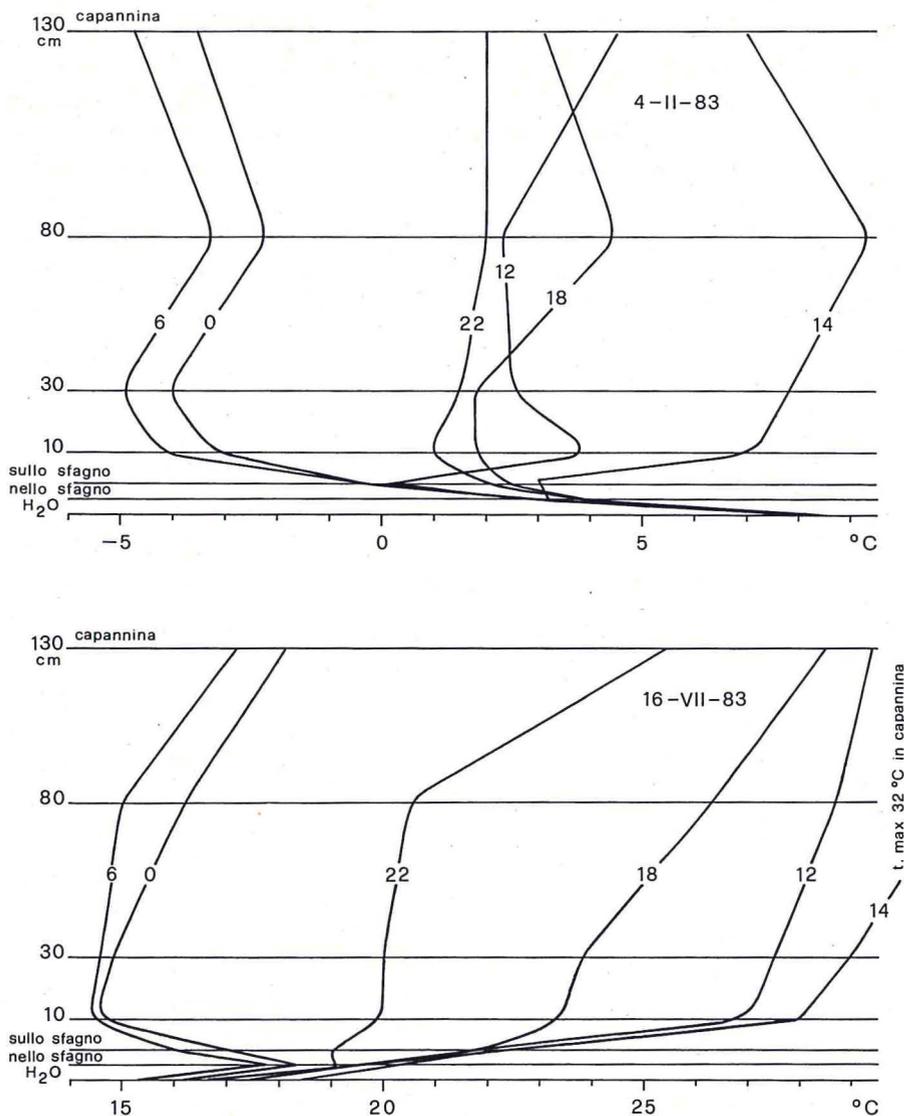


Fig. 3 - Tautocrone del giorno più freddo (4/II) e del giorno più caldo (16/VII).

diagramma si osserva che il valore minimo della temperatura si raggiunge alle ore 6 a 30 cm di altezza e quello massimo alle ore 14 a 80 cm; la temperatura dell'acqua è sempre superiore a quella dell'aria eccetto che alle 14. Nel giorno più caldo (16/VII) la temperatu-

ra dell'aria in capannina supera costantemente quella degli strati di aria sottostanti e raggiunge il valore massimo alle 14 con 32,4°C, mentre il valore minimo si registra alle ore 6 a 10 cm; in ogni caso le temperature dell'acqua e dello sfagno sono considerevolmente inferiori a quella dell'aria, ad eccezione delle ore della notte e della prima mattina.

Per mettere in evidenza le diverse quantità di calore che hanno interessato i livelli abbiamo infine costruito il diagramma delle durate percentuali della temperatura limitatamente all'acqua, alla superficie dello sfagno e all'aria in capannina (fig. 4, tab. 2). Il diverso comportamento termico risulta ben evidente: nell'acqua non si sono registrate temperature inferiori a 5° ne superiori a 20°; alla superficie dello sfagno si sono registrate 2.526 ore con temperatura superiore ai 15° (temperatura considerata critica per le specie microterme) pari al 29,1% del totale, infine in capannina le ore con temperatura inferiore agli 0° sono state 436 e quelle con temperatura superiore ai 30° sono state 39.

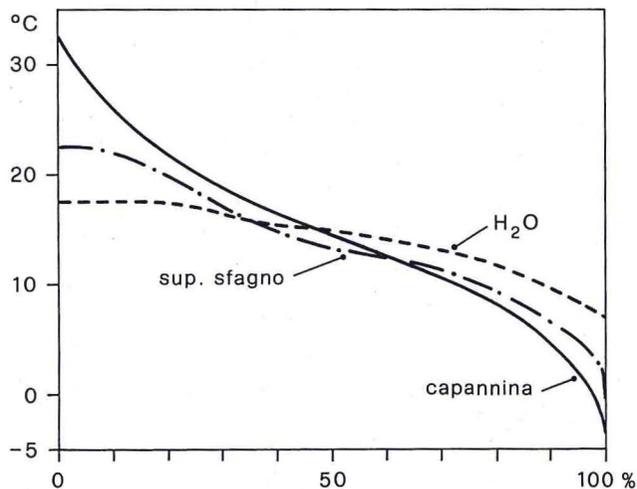


Fig. 4 - Diagramma delle durate percentuali della temperatura nell'acqua, alla superficie dello sfagno ed in capannina.

### *Umidità dell'aria*

Come si è già osservato, nella fitocenosi studiata l'umidità del suolo non rappresenta mai un fattore limitante; parimenti l'umidità

TAB. 2 - Numero di ore di permanenza della temperatura entro determinati valori nell'acqua, alla superficie dello sfagno e nell'aria in capannina.

	< 0°	0°-5°	5°-10°	10°-15°	15°-20°	20°-25°	25°-30°	> 30°
ACQUA	-	-	2.024	4.930	1.505	-	-	-
SUP. SFAGNO	32	1.048	2.325	2.733	2.062	464	-	-
ARIA (Capannina)	436	948	1.912	1.995	1.509	966	595	39

relativa dell'aria ha assunto valori costantemente elevati. Infatti l'umidità media annua è stata del 79%, quella del mese più umido e più secco rispettivamente dell'87% (novembre) e del 72% (marzo); l'umidità massima assoluta è stata del 100% (registrata in più occasioni), quella minima assoluta del 29% (26/III); infine l'escursione diurna massima dell'umidità relativa è stata di 67 punti percentuali mentre quella media diurna di soli 29 punti. L'analisi del diagramma a isoplete indica (fig. 2h), com'era facile attendersi, che in tutti i mesi dell'anno l'umidità relativa più elevata si registra durante la notte e nelle prime ore del mattino (all'incirca fino alle ore 10), mentre i valori più bassi si registrano generalmente dalle ore 12 alle ore 18. Questi valori così elevati dell'umidità relativa in capannina permettono di ipotizzare che alla superficie dello sfagno l'aria sia costantemente satura di vapore d'acqua.

## CONCLUSIONI

Dall'esame dei risultati sopra esposti è possibile rilevare alcune evidenti diversità a carico dei parametri termici registrati in differenti condizioni, che raggiungono la loro massima caratterizzazione nell'acqua, sullo sfagno ed in capannina. L'evidente stabilità termica registrata nell'acqua darebbe ragione della presenza di *P. polygonifolius* Pourret, specie indicata da diversi autori come sub-atlantica; parimenti, data la costante ed elevata umidità dell'aria e le temperature estive piuttosto contenute, sarebbe giustificata la presenza della microterma *D. rotundifolia* sullo sfagno e della termofila *O. regalis* che, con la maggior parte della fronda, pesca nello strato più elevato dove si sono registrati i giorni tropicali.

Queste indicazioni seppur significative debbono comunque essere considerate come preliminari; la presenza, ad esempio, nelle torbiere a sfagno del laghetto di Sibolla di *P. polygonifolius* Pourret forma *terrestris*, che vegeta in compagnia di *D. rotundifolia* L., pone diversi interrogativi che rendono indispensabili ulteriori ed approfondite ricerche.

Solo attraverso l'esame dei medesimi parametri registrati negli altri biotopi che conservano le stesse emergenze fitogeografiche (Sibolla, Massaciuccoli), peraltro già iniziato, sarà probabilmente possibile attribuire un valore più generale ai dati raccolti.

#### RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano il Sig. A. Lippi, curatore dell'Orto Botanico di Lucca, per aver provveduto alla raccolta dei dati climatici utilizzati per il presente studio, ed il Dott. D. Piegaia per aver gentilmente concesso libero accesso ai terreni di sua proprietà e consentito l'impianto della stazione meteorologica.

#### BIBLIOGRAFIA

- BRUNO F., ROSSI G.A. (1968) - The Castelporziano IBP station. Introductory macro and microclimatic survey equipment report. *Italian IBP-PT report*, 4, 3-10.
- BIZZARRI M.P. (1963) - Ricerche geobotaniche su «*Osmunda regalis*» in Liguria. *Webbia*, 17 (2), 367-405.
- FRANCINI E. (1936) - Ricerche sulla vegetazione dell'Etruria marittima. La vegetazione del laghetto di Sibolla (Valdarno inferiore). *Giorn. Bot. Ital.*, n.s., 43, 62-130.
- GAZZOLO T., PINNA M. (1969) - La distribuzione della temperatura dell'aria nel trentennio 1926-1955. Roma, 21 (4), 87-92.
- RAFFAELLI M. (1976) - Gli sfagni toско-emiliani. *Webbia*, 30 (1), 159-175.
- TOMEI P.E., GARBARI F. (1979) - Il significato biogeografico delle entità vegetali relitte negli ecosistemi palustri. In «Promozione della Qualità dell'Ambiente», Collana C.N.R., Pavia, AC/1/96-110, 59-62 (1982).
- TOMEI P.E., GARBARI F. (1981) - Considerazioni introduttive sulla flora e sulla vegetazione delle paludi di Massaciuccoli e di Porta. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, ser. B, 88, 301-309.
- TOMEI P.E., MARIOTTI L. (1978) - Studi sulla flora e vegetazione del Monte Pisano (Toscana nord-occidentale). IV. Nota preliminare sulle sfagnete di San Lorenzo a Vaccoli. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, ser. B, 85, 261-267.
- YOSHINO M.M. (1978) - Climate in a small area: an introduction to local meteorology. University Tokio Press, 7-10.

(ms. pres. il 27 novembre 1984; ult. bozze il 5 marzo 1985)