

A. BORZATTI VON LÖWENSTERN (*), F. GARBARI (*), A. ROSELLI (**)

STUDI SULLA RICRESCITA POST INCENDIO DELLA VEGETAZIONE DEI MONTI LIVORNESI

Riassunto - Gli studi condotti su una vasta area percorsa dal fuoco nell'agosto 1990 hanno consentito di esaminare le fasi di ricrescita della vegetazione nell'arco di nove anni. La ripresa vegetativa sembra influenzata dalle condizioni fisico-geografiche del territorio, dal tipo di vegetazione presente prima dell'incendio e, non ultimo, dall'intervento dell'uomo nei mesi successivi all'evento. Sono state in particolare verificate undici specie tra le più significative della macchia livornese per quanto riguarda la loro copertura e la loro velocità di crescita. La composizione floristica, dopo un rapido aumento iniziale, mostra - come prevedibile - una graduale diminuzione del numero di elementi mano a mano che le caratteristiche vegetazionali precedenti l'incendio vengono ripristinate. È interessante notare infine che la vegetazione si è sviluppata maggiormente nelle zone dove la necromassa era stata lasciata intatta.

Parole chiave - Vegetazione mediterranea, incendio, ricrescita.

Abstract - *Studies on re-establishment of Leghorn Hill vegetation after fire.* In August 1990, a severe fire destroyed large extension of the Mediterranean maquis in Livorno hills. After nine years the recovery seems to be influenced by physical-geographic conditions of the area, by the vegetational types before fire and by the human activity after fire. Studies were carried out particularly in order to verify the growth of eleven species characteristic of this kind of vegetation and the re-establishment of the original plant cover. The vegetation growth, both in structure and in height, particularly in the areas where the burned rests of plants were left in place, actively increased. The life-forms of the floristic units involved were also taken into account and commented.

Key words - Mediterranean vegetation, fire, recovery.

INTRODUZIONE

A seguito di un vasto incendio, che nell'agosto 1990 distrusse 1300 ettari di macchia mediterranea sui Monti Livornesi (Degli Antoni, 1993), il Museo di Storia Naturale del Mediterraneo di Livorno iniziò un programma di studio e monitoraggio delle aree incendiate al fine di acquisire dati relativi all'andamento della ricrescita della vegetazione in aree interessate dal passaggio del fuoco ed utili all'elaborazione di ipotesi operative mirate, laddove possibile, al ripristino delle condizioni ambientali precedenti l'incendio e alla diminuzione dei fenomeni erosivi a carico del suolo privo di copertura vegetale. Il programma di studio iniziò nel 1991 con monitorag-

gi semestrali (nei primi 2 anni) e annuali (nel 1994), di diverse aree campione interessate dal passaggio del fuoco a cui seguirono diverse erborizzazioni (*exsiccata* presso il Museo di Storia Naturale del Mediterraneo).

I dati raccolti dal 1991 al 1994 sono stati in seguito elaborati con metodologie statistiche che videro la stesura di una tesi di laurea (Mililotti, 1996) presso il Dipartimento di Scienze Botaniche dell'Università di Pisa.

La zona presa in esame copre vaste aree, un tempo boscate, distribuite nel settore centro-meridionale dei Monti Livornesi, a Sud della Valle Benedetta fino a Quercianella, estendentesi dalla costa verso Est lungo il versante settentrionale dell'alta Valle del Chioma.

I Monti Livornesi sono costituiti da una catena di rilievi parallela alla costa con quote non oltrepassanti i 463 m s.l.m. di Poggio Lecceta; il suolo è caratterizzato da affioramenti delle formazioni ofiolitiche della facies ligure alloctona e dal «Flysh arenaceo di Calafuria» appartenente alla serie toscana (Lazzarotto *et al.*, 1990). Il clima sui rilievi si presenta di tipo relativamente umido a causa di precipitazioni più frequenti (647 mm/anno) rispetto alla fascia costiera dove esso è di tipo subumido (Ansaldo *et al.*, 1988). Il periodo di aridità è limitato ai mesi di Luglio-Agosto (rispettivamente 12,8 e 3,8 mm), mentre i massimi valori di piovosità sono stati registrati nel mese di Ottobre (168 mm). I valori massimi delle temperature sono stati registrati tra Luglio e Agosto con valori medi giornalieri intorno a 26°C (dati climatici registrati nel 1998 presso la stazione meteo di Parrana S. Martino) (Fig. 1).

La vegetazione dominante è quella termofila della macchia mediterranea le cui cenosi a sclerofille sempreverdi possono essere inquadrare nel *Viburno-Quercetum ilicis* Br.-Bl.(1915) 1936 em. Rivas-Martinez 1975 (Ansaldo *et al.*, 1988). A questo tipo di vegetazione si alternano situazioni mesofile costituite da strati arborei di latifoglie legati alla geomorfologia del territorio (strette valli con versanti esposti a Nord). Lungo la fascia costiera rocciosa si possono trovare testimonianze del passaggio reiterato di incendi nel passato nelle aree coperte da una macchia bassa ad *Erica arborea* e *Arbutus unedo* (*Erico arborea-Arbutetum unedonis* Molinier 1937) che nei punti più degradati si riduce ad una gariga a *Cistus* sp.pl. e *Calicotome spinosa*. Sono presenti inoltre essenze forestali di chiara derivazione antropica come *Pinus pinaster*, *P. pinea*, *Cupressus sempervirens* e ampi rimboschimenti a *Pinus halepensis*. L'impianto di conifere a discapito di entità autoctone ha peraltro accentuato il

(*) Dipartimento di Scienze Botaniche, Università di Pisa, Via Luca Ghini 5, 56126 Pisa.

(**) Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, Via Roma 234, 57127 Livorno.

Diagramma climatico 1998

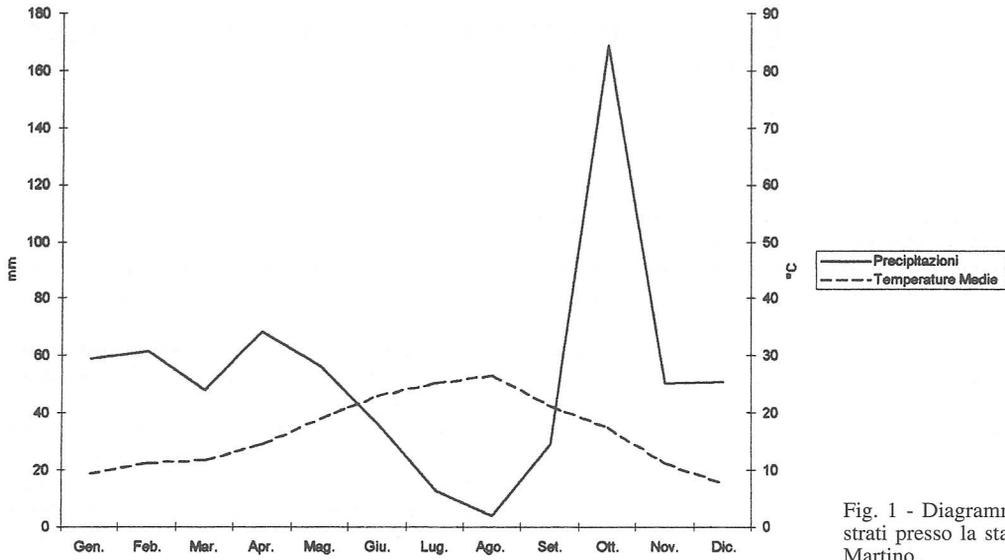


Fig. 1 - Diagramma climatico dei dati registrati presso la stazione meteo di Parrana S. Martino.

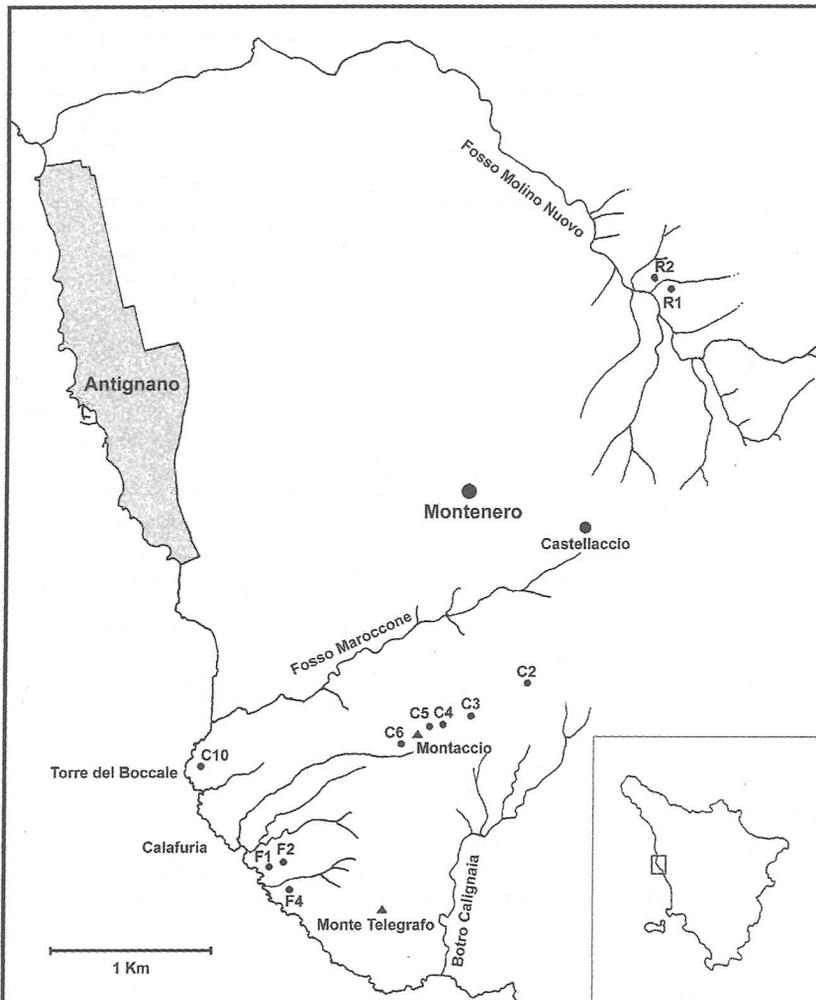


Fig. 2 - Monti Livornesi sud-occidentali: localizzazione delle aree investigate.

pericolo di incendi. In aree più interne sono presenti inoltre ampie zone coperte da boschi di cerro (*Quercus cerris*).

MATERIALI E METODI

Oggetto dei rilievi sono state 24 aree campione della superficie di 400 m² ciascuna, rappresentative delle diverse tipologie vegetali precedenti il fuoco (Mililotti, 1996). I dati relativi a 11 di queste aree scelte sulla base del maggior numero di rilievi eseguiti, della loro posizione e non ultimo per la loro accessibilità a seguito della ricrescita della vegetazione, vengono discussi nel presente lavoro. Tra le aree campione, la cui nomenclatura segue il lavoro di Mililotti (1996), sono state scelte F1, F2, F4 e C10 distribuite lungo la fascia costiera (Fig. 2) con distanza dal mare variabile tra 42 e 282 m (Tab. 1) e localizzate sui versanti esposti ad occidente. La vegetazione precedente l'incendio del 1990 era costituita da macchia bassa e garighe a cisto.

Tra le aree poste più all'interno sono state scelte: C2, C3, C4, C5 e C6, tutte comprese all'interno della Riserva Biogenetica di Calafuria del C.F.S., coperta, nei tempi precedenti l'incendio, da macchia alta con forte presenza di *Pinus halepensis*. Infine sono state prese in considerazione le aree campione R1 e R2 poste sul versante di destra del torrente Molino Nuovo, perché caratterizzate da una situazione pedologica di degrado piuttosto avanzata a causa della forte erosione idrometeorica. La vegetazione in questa zona era costituita da macchia alta ricca di *Quercus ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Fraxinus ornus* e *Pinus halepensis* con esemplari di Roverella (*Quercus pubescens*) e Pino marittimo (*Pinus pinaster*).

Le aree campione sono state scelte anche nel tentativo

di valutare l'influenza sulla ricrescita vegetale della prolungata presenza di necromassa non abbattuta. È stato così possibile individuare tre tipologie:

1. aree in cui il fuoco ha distrutto completamente il soprassuolo e quindi naturalmente prive di necromassa come C2, C3, C6, F1, F4;
2. aree dove la necromassa è rimasta in piedi: C4, C10, F2, R2;
3. aree dove è stato effettuato un intervento di taglio precoce della necromassa per disporla in barriere di contenimento: C5, R1;

In queste aree campione sono stati effettuati 5 rilevamenti dal 1991 al 1994, integrati successivamente, ma solo per l'altezza media specifica delle entità più rappresentative, da un altro rilievo eseguito durante l'estate 1999. In quest'ultimo anno, infatti, non è stato più possibile eseguire rilievi riguardanti la copertura vegetale con la stessa precisione degli anni addietro a causa della macchia divenuta alta ed impenetrabile.

Lo studio della copertura è stato eseguito secondo il metodo descritto da Braun Blanquet (1964); i rilievi strutturali sono stati eseguiti valutando la copertura percentuale totale della vegetazione e la copertura specifica sempre in percentuale. L'altezza media specifica è stata rilevata misurando l'altezza di 5 individui scelti casualmente e calcolandone la media aritmetica. L'altezza media della vegetazione per ogni stazione è stata calcolata mediante la sommatoria delle altezze medie specifiche, ponderate in base alla copertura specifica e quindi alla loro importanza nel contesto della stazione.

L'indagine floristica è stata realizzata in 5 aree campione maggiormente rappresentative e gli *exsiccata*, raccolti negli anni 1991, 1992 e 1995, sono attualmente depositati presso l'Erbario del Museo di Storia Naturale del Mediterraneo; i campioni raccolti sono

Tab. 1 - Parametri stazionali delle undici aree campione indagate.

Area camp.	Orient.	Pendenza	Altezza s.l.m.	Dist. Mare	Necromassa	Suolo
C2	SW	12°	250	1895	assente	Argilliti, calcari «palombini»
C3	NE	12°	250	1692	assente	Argilliti, calcari «palombini»
C4	N	23°	245	1387	in piedi	Argilliti, calcari «palombini»
C5	N	25°	240	1358	tagliata	Argilliti, calcari «palombini»
C6	SW	24°	230	1245	assente	Argilliti, calcari «palombini»
C10	W	28°	20	42	in piedi	Flysch arenaceo di Calafuria
F1	W	21°	40	147	assente	Flysch arenaceo di Calafuria
F2	W	6°	70	282	in piedi	Flysch arenaceo di Calafuria
F4	W	13°	60	137	assente	Flysch arenaceo di Calafuria
R1	SW	18°	100	3302	tagliata	Gabbri e brecce di gabbro
R2	SW	22°	100	3302	in piedi	Gabbri e brecce di gabbro

stati identificati tramite la «Flora d'Italia» (Pignatti, 1982).

Per l'analisi dei dati sono stati valutati i seguenti parametri:

1. andamento della copertura totale nel tempo;
2. andamento dell'altezza media;
3. andamento delle coperture e delle altezze medie specifiche (sono state prese in esame 11 specie: *Arbutus unedo* L., *Calicotome spinosa* (L.) Link, *Cistus inca-*

- nus* L., *C. salvifolius* L., *C. monspeliensis* L., *Erica arborea* L., *Fraxinus ornus* L., *Myrtus communis* L., *Phyllirea* sp. pl., *Pistacia lentiscus* L., *Quercus ilex* L., *Viburnum tinus* L. e *Smilax aspera* L., quest'ultima solo per le misurazioni relative alla copertura);
4. andamento della ricchezza floristica;
5. spettri biologici;
6. confronto tra le aree campione ed i relativi controlli.

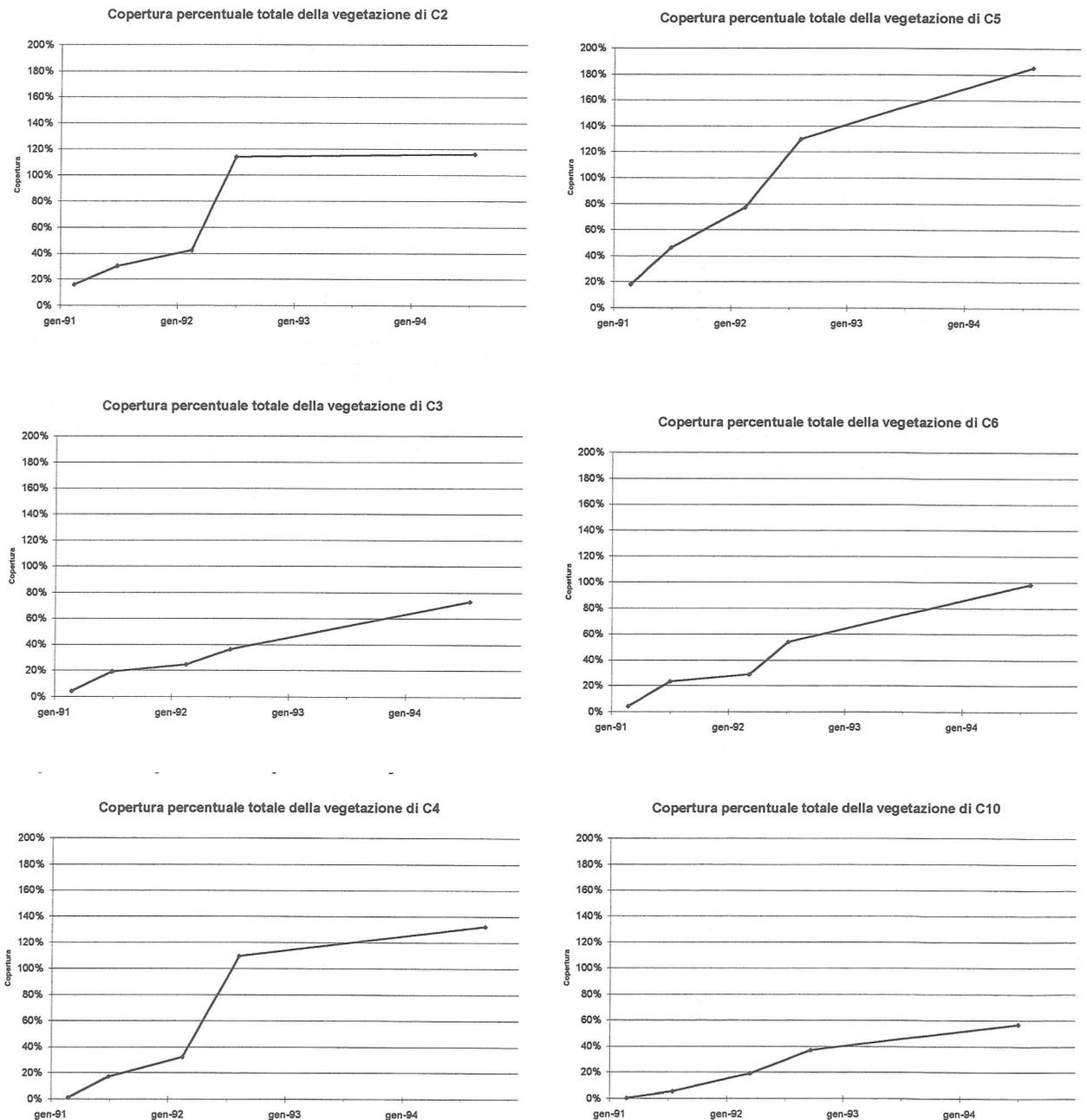


Fig. 3 - Grafici della copertura percentuale totale (aree C2, C3, C4, C5, C6, C10). I valori superano il 100% come risultato della sovrapposizione almeno parziale delle chiome.

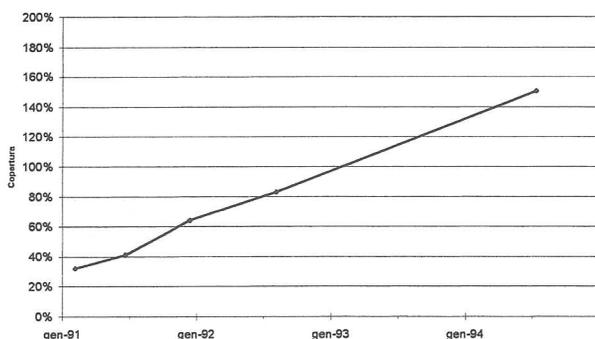
Nel presente lavoro non saranno riportati i dati relativi alle indagini statistiche relative all'andamento delle coperture dei gruppi vegetali strutturali, agli andamenti di crescita della vegetazione, all'andamento della copertura delle diverse associazioni strutturali, agli andamenti di crescita delle specie più frequenti, alla regressione multipla e alla cluster analysis già oggetto di valutazione nella tesi di Mililotti (1996), poiché già in passato il numero dei rilievi non è stato sufficiente

per ottenere risultati coerenti e ad oggi molti dati riguardanti in particolare la copertura specifica delle singole specie risultano non più campionabili.

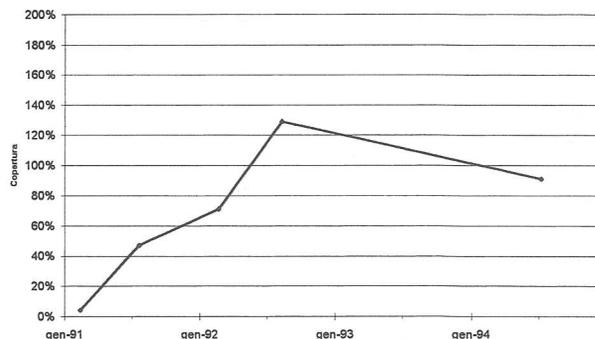
RISULTATI

L'andamento della copertura totale e l'andamento dell'altezza media della vegetazione, come risulta dai gra-

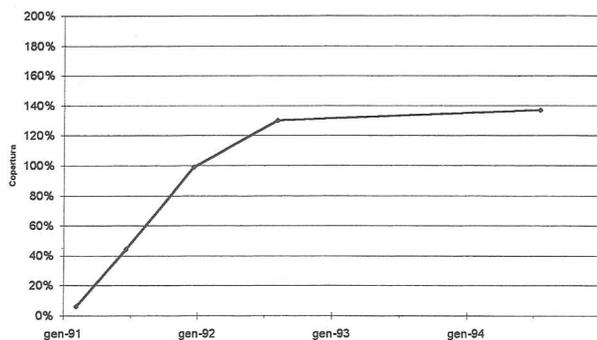
Copertura percentuale totale della vegetazione di F1



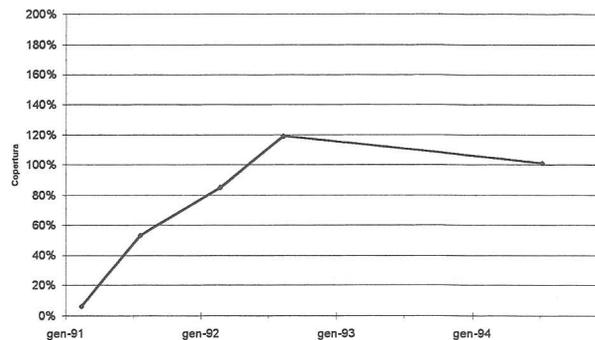
Copertura percentuale totale della vegetazione di R1



Copertura percentuale totale della vegetazione di F2



Copertura percentuale totale della vegetazione di R2



Copertura percentuale totale della vegetazione di F4

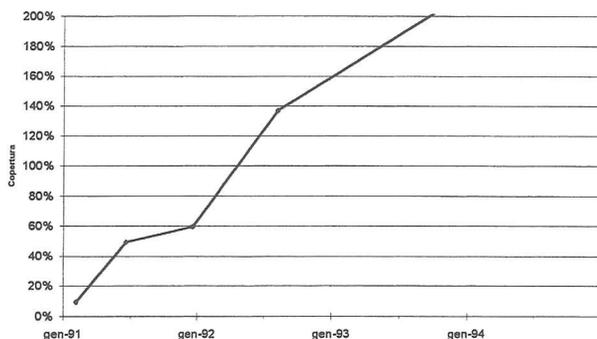


Fig. 4 - Grafici della copertura percentuale totale (aree F1, F2, F4, R1, R2).

fici (Figg. 3, 4, 7, 8), appaiono lineari nelle diverse stazioni. Negli anni 1991-1992, si osserva un flesso probabilmente imputabile a fattori climatici di stress, come ad esempio una ridotta piovosità nel periodo estivo/autunnale del 1991.

L'altezza media delle varie stazioni (Figg. 7, 8) risulta maggiore là dove sono stati registrati i più alti valori di copertura di *Arbutus unedo* e *Erica arborea*, a causa della naturale tendenza di queste piante a crescere in

verticale (Acosta *et al.*, 1997) (Figg. 13, 14). Confrontando gli andamenti di copertura e di altezza in aree campioni simili per caratteristiche del territorio, sembra esistere una relazione tra la presenza del soprasuolo bruciato, rimasto in piedi negli anni successivi all'incendio, ed una maggiore capacità di ripresa vegetativa. Tale situazione risulta evidente nelle stazioni adiacenti C4 e C5; in quest'ultima la necromassa fu tagliata e sistemata in barrierine allo scopo di contene-

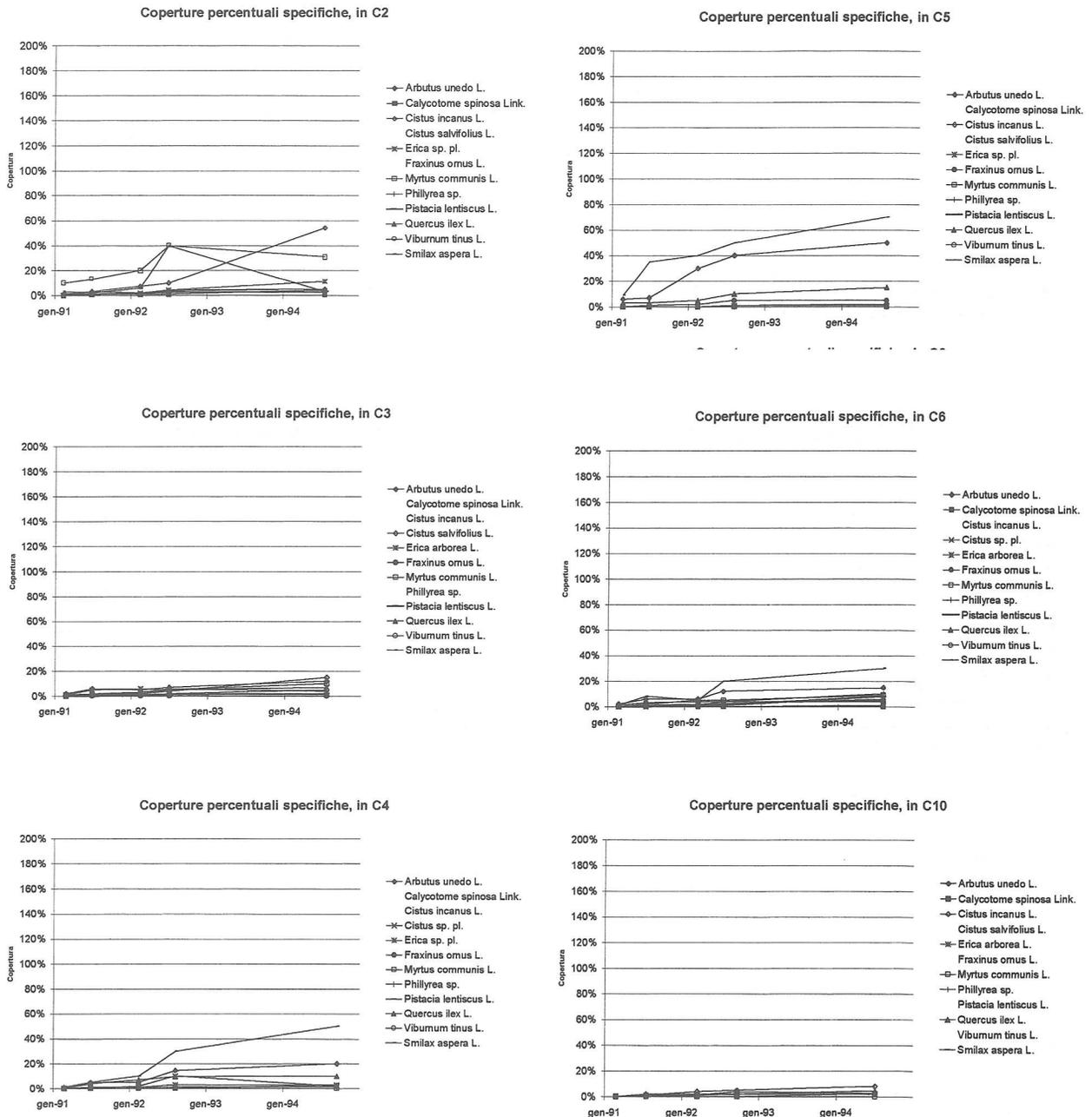


Fig. 5 - Grafici delle coperture percentuali specifiche (aree C2, C3, C4, C5, C6, C10).

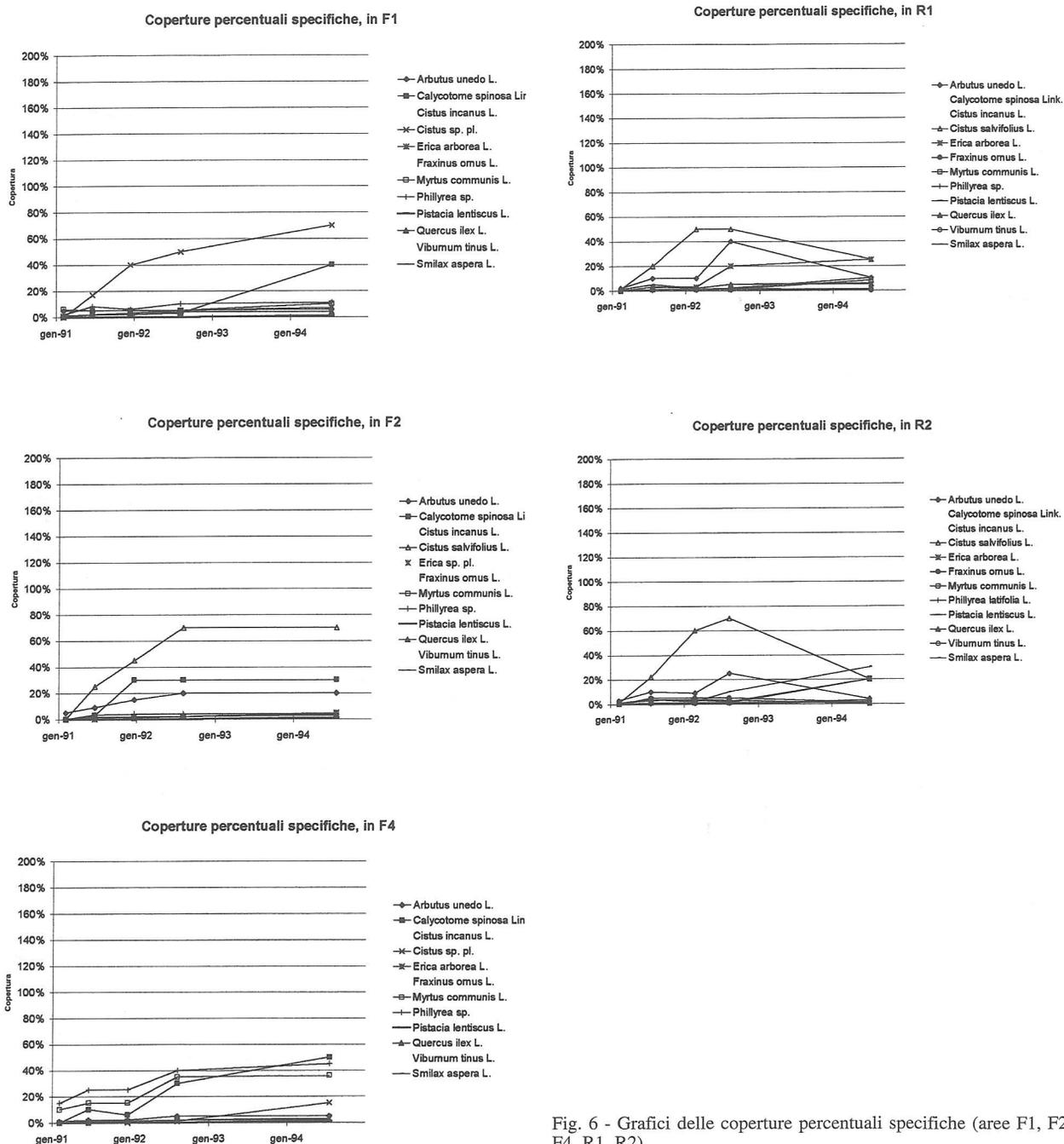
re l'erosione del suolo, mentre in C4 fu lasciata in piedi; osservando i grafici degli andamenti della copertura e dell'altezza relativi alle aree suddette, si nota un rallentamento nella stazione C5.

La stessa situazione può essere riscontrata, anche se in maniera meno evidente, per le stazioni R1 e R2 dove la necromassa si trova rispettivamente tagliata e in piedi. Anche le stazioni F1 e F2 sembrano comportarsi allo stesso modo ma occorre sottolineare che in questo caso in F1 la necromassa risultava da subito natural-

mente assente a causa di un ripetuto passaggio del fuoco. L'intensità e persistenza del fenomeno può avere alterato profondamente i parametri di partenza per la ricrescita della vegetazione.

Il fenomeno del rallentamento della crescita della vegetazione in assenza di necromassa in piedi potrebbe essere causato da una serie di fattori:

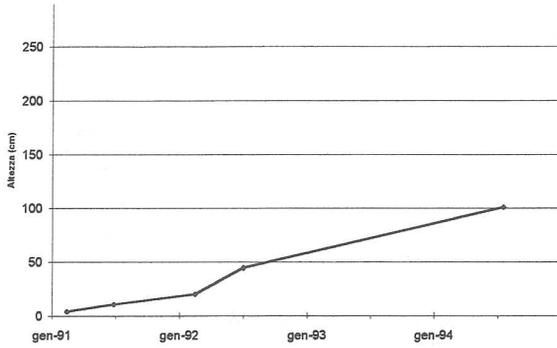
1. Disturbo dovuto ad un intenso intervento umano (calpestio in seguito ai tentativi degli addetti forestali di contenere l'erosione del suolo posizionando



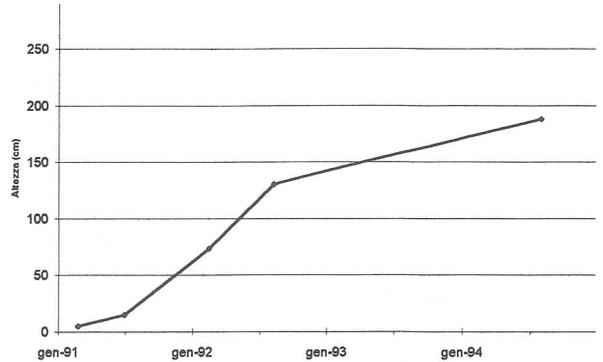
- la necromassa sul terreno) proprio durante i mesi più critici per la ricrescita delle plantule;
2. Mancanza del riparo esercitato dalla necromassa nei confronti di agenti meteorici (principalmente il vento) ed erosivi;
 3. Presenza massiccia di *Smilax aspera* che, trovando come unico supporto per lo sviluppo i giovani polioni, ne rallenta la crescita.

La stazione C10 risulta caratterizzata da una ricrescita della vegetazione molto lenta sia in altezza che in copertura, sicuramente imputabile alla sua estrema vicinanza al mare ed alle condizioni pedologiche precarie; C3 e C6 presentano un andamento generale rallentato sempre a causa delle condizioni stazionali sfavorevoli come ad esempio, in C6, la forte pendenza. Le stazioni F1 ed F4 sono caratterizzate da una ricre-

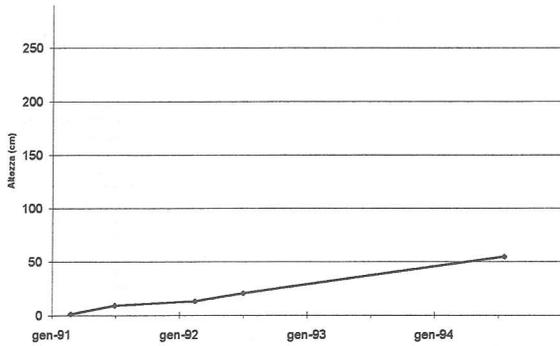
Altezza media della vegetazione di C2



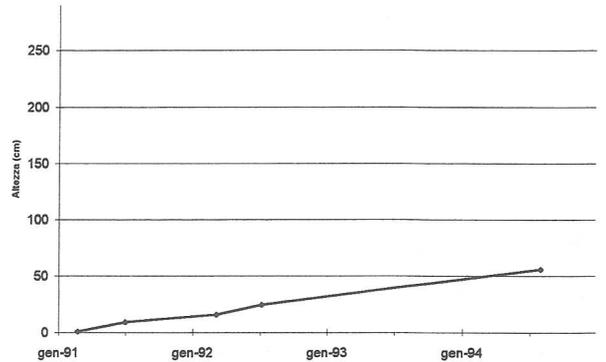
Altezza media della vegetazione di C5



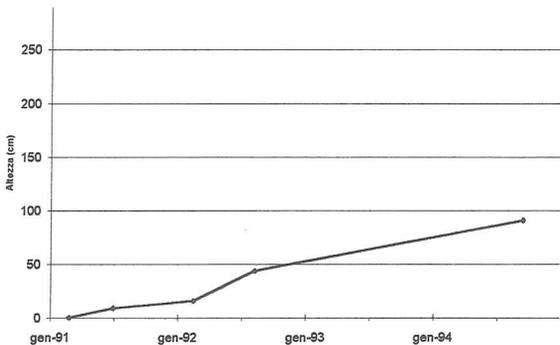
Altezza media della vegetazione di C3



Altezza media della vegetazione di C6



Altezza media della vegetazione di C4



Altezza media della vegetazione di C10

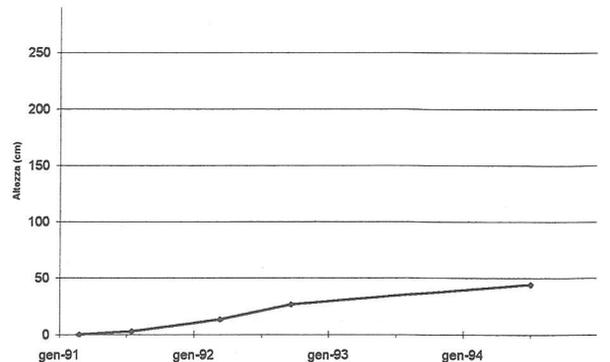


Fig.7 - Grafici delle altezze medie della vegetazione (aree C2, C3, C4, C5, C6, C10).

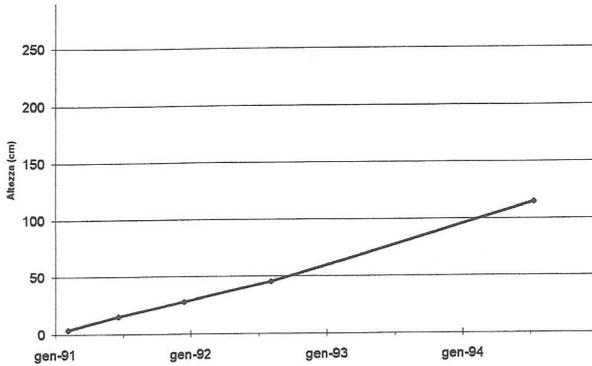
scita della vegetazione più lenta a causa, molto probabilmente, della vicinanza al mare che le espone all'azione diretta dei venti e delle precarie condizioni pedologiche.

L'andamento della ricchezza floristica (Figg. 9, 10) segue in ogni area campione un modello generale che vede un rapido aumento del numero di specie fino ad un massimo tra i 10 e i 24 mesi dopo l'incendio e poi

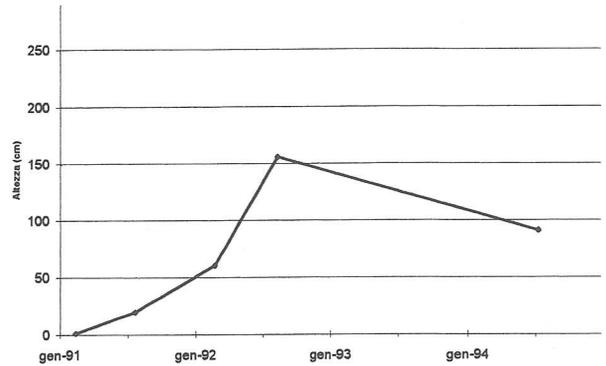
una lenta diminuzione che in alcuni casi continua fino ad oggi. Tale andamento conferma quanto riscontrato da diversi autori in aree mediterranee (Trabaud e Lepard, 1980, 1981; Spada, 1993; Shafi e Yarranton, 1972; Pignatti, 1995), soprattutto per lo strato erbaceo più ricco di specie opportuniste.

L'andamento degli spettri biologici eseguiti durante i vari rilievi non è costante e risente, nella sua composi-

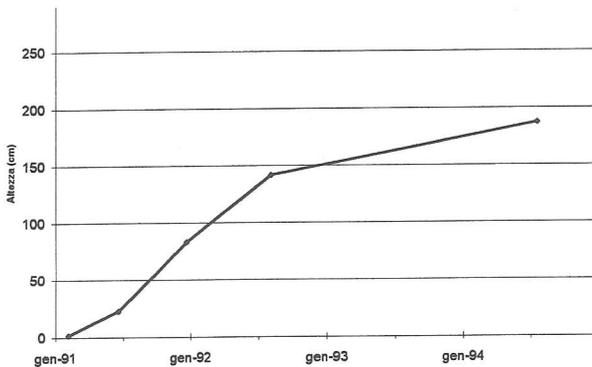
Altezza media della vegetazione di F1



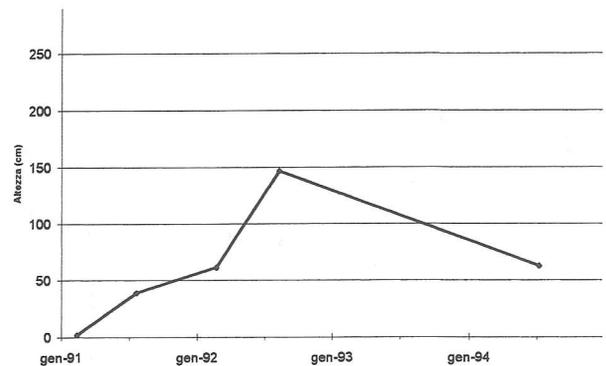
Altezza media della vegetazione di R1



Altezza media della vegetazione di F2



Altezza media della vegetazione di R2



Altezza media della vegetazione di F4

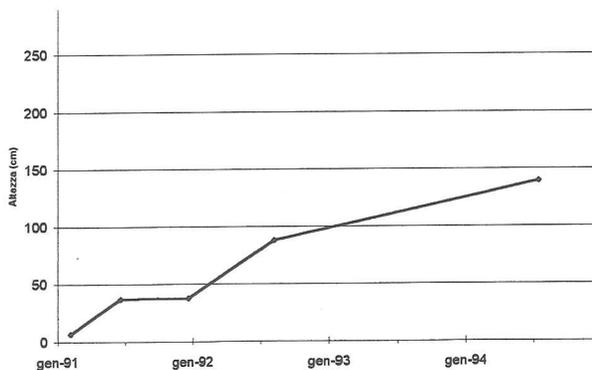


Fig.8 - Grafici delle altezze medie della vegetazione (aree F1, F2, F4, R1, R2).

zione percentuale, della stagionalità soprattutto per quanto riguarda le Terofite, abbondanti nei mesi di Giugno-Luglio nei primi rilievi dopo l'incendio. In questo lavoro vengono pertanto riportati gli spettri biologici eseguiti nel 1999 (Fig. 11, 12) che comunque mettono in evidenza, così come per gli anni addietro, la presenza preponderante di Fanerofite e Nanofanerofite come ci si può aspettare da una vegetazione come la macchia mediterranea. Gli spettri bio-

logici rispecchiano la situazione vegetazionale preesistente che spiega anche la maggiore percentuale di Camefite in F1 e F2.

SITUAZIONE ODIERNA

Come già detto gli ultimi rilievi non hanno potuto coprire interamente i dati raccolti negli anni preceden-

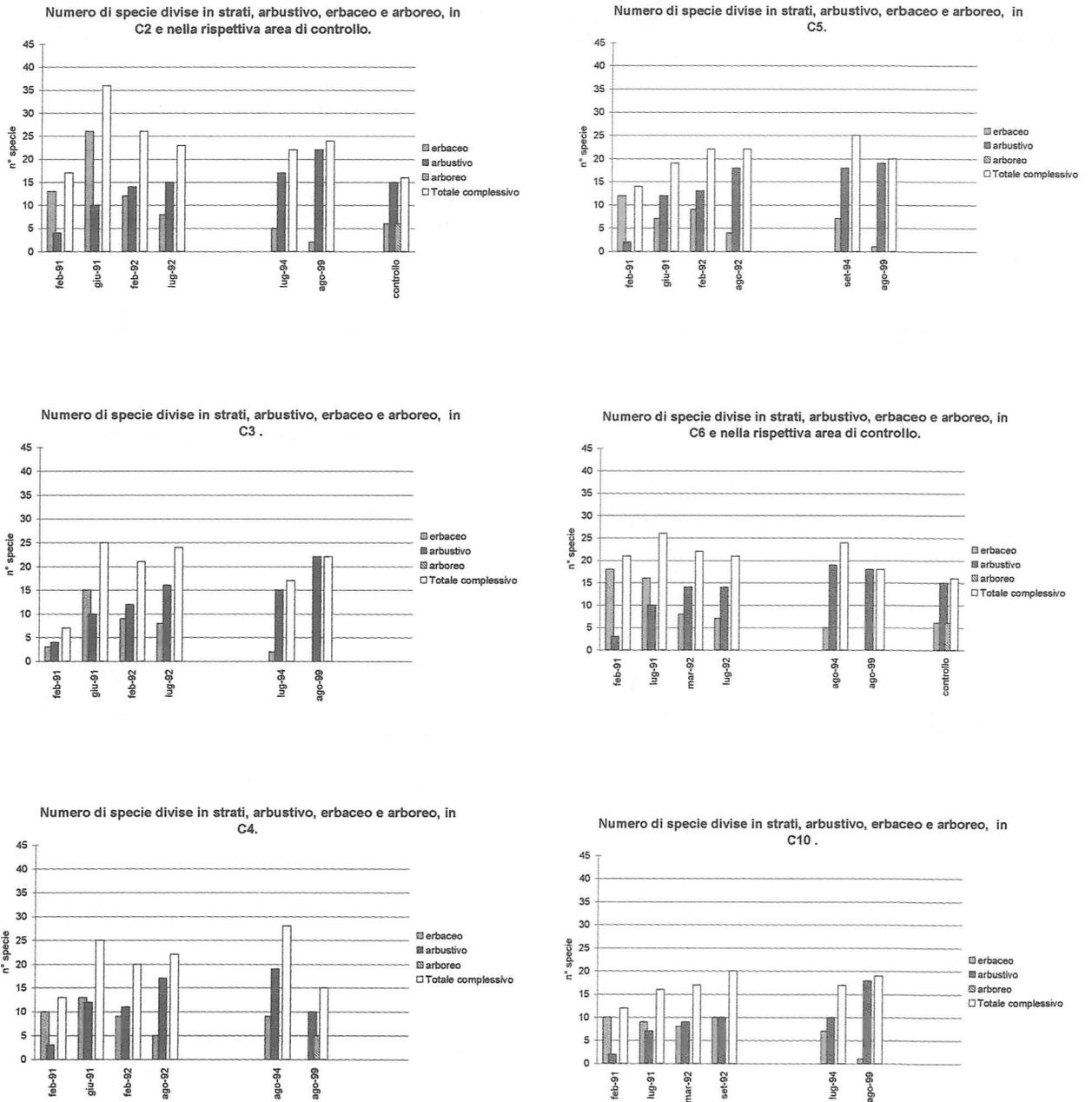


Fig. 9 - Grafici del numero di specie divise in strati erbaceo, arbustivo ed arboreo (aree C2, C3, C4, C5, C6, C10).

ti a causa dell'impenetrabilità della macchia che nel frattempo si è sviluppata. È stato invece possibile rilevare l'altezza media specifica per le 11 specie prese in esame e aggiornare la ricchezza floristica e gli spettri biologici.

In molte stazioni numerosi esemplari di *Pinus halepensis*, entità non riportata tra le specie campione dei grafici, hanno assunto oggi importanza rilevante sia per altezza che per copertura.

Osservando i grafici delle altezze medie specifiche (Figg. 13, 14), si nota che nella stazione C4 la vegetazione ha avuto una ricrescita notevolmente superiore rispetto alle stazioni limitrofe; in particolare il con-

fronto con la vicina C5, dove la necromassa era stata tagliata, mostra oltre alla maggiore velocità di ricrescita, rilevabile per C4, anche un cambiamento della composizione floristica verso una maggiore «maturità» della macchia. Infatti in C4 la scomparsa di *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus* e *Phyllirea angustifolia* è accompagnata dallo sviluppo di *Sorbus torminalis* e *S. domestica* con altezze di 3,80-3,90 m rispettivamente. Nelle stazioni vicine al mare come F1, F2, F4 e C10 è da notare il notevole incremento in altezza di *Calicotome spinosa* che in F2 è rappresentata da esemplari oltrepassanti i 2,5 m di altezza.

In F4 la vegetazione è rimasta notevolmente bassa e

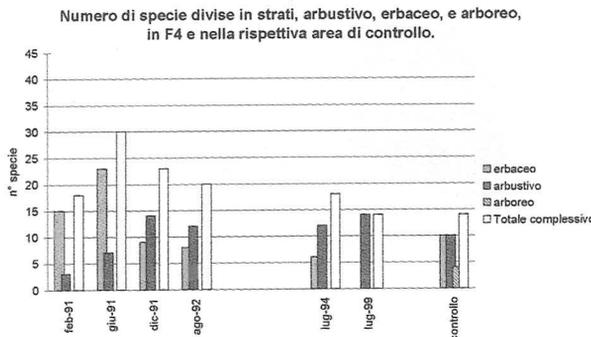
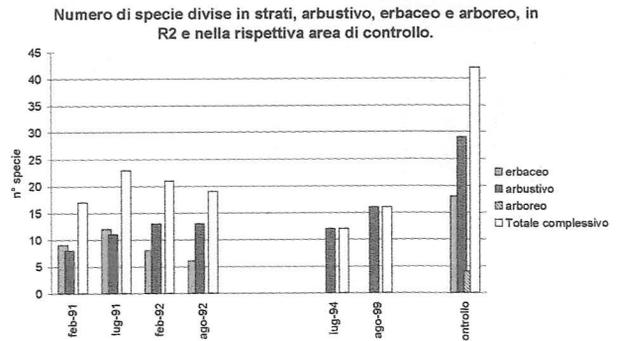
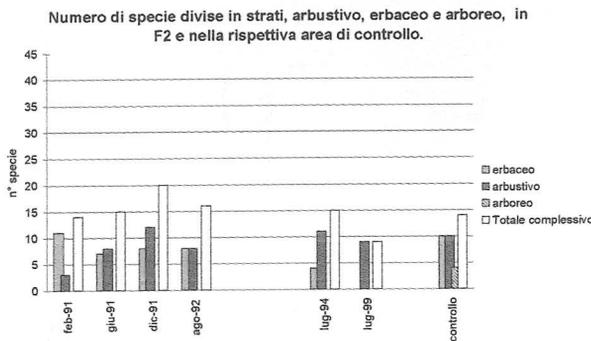
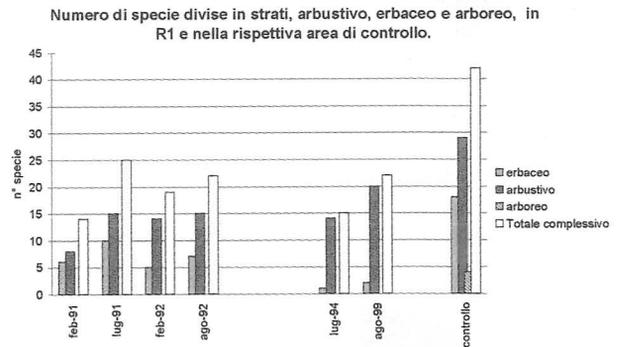
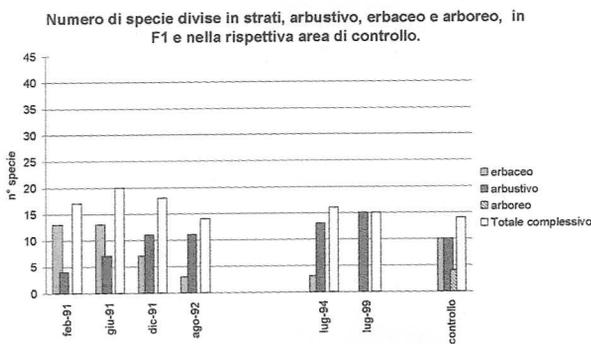


Fig. 10 - Grafici del numero di specie divise in strati erbaceo, arbustivo ed arboreo (aree F1, F2, F4, R1, R2).

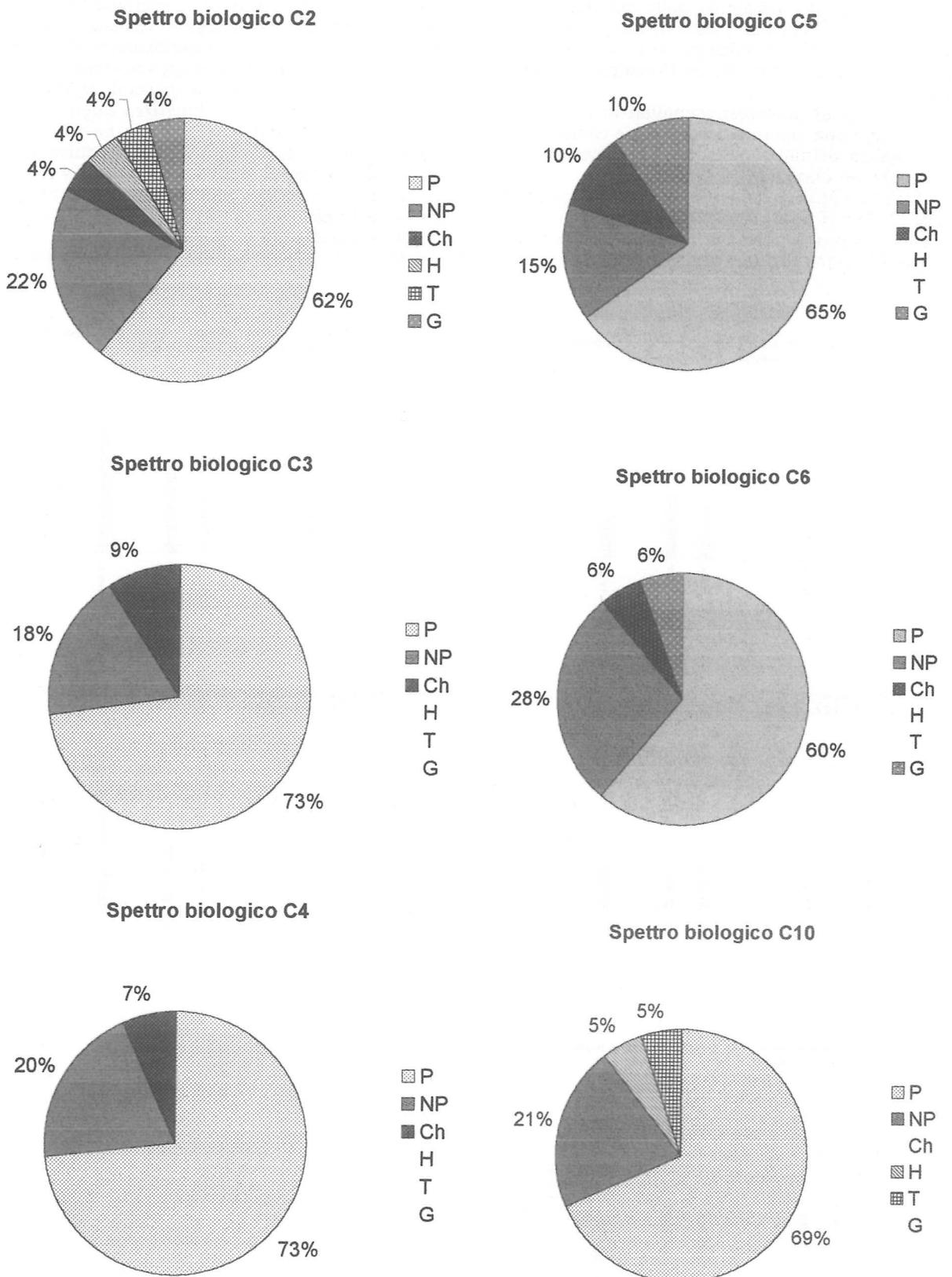
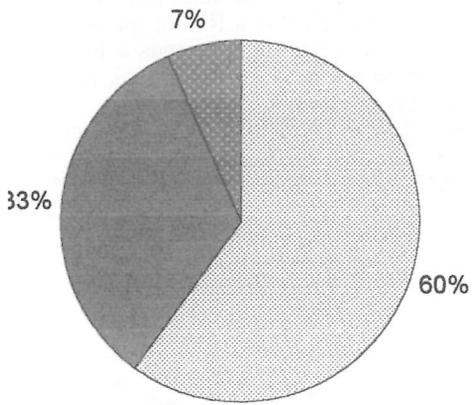
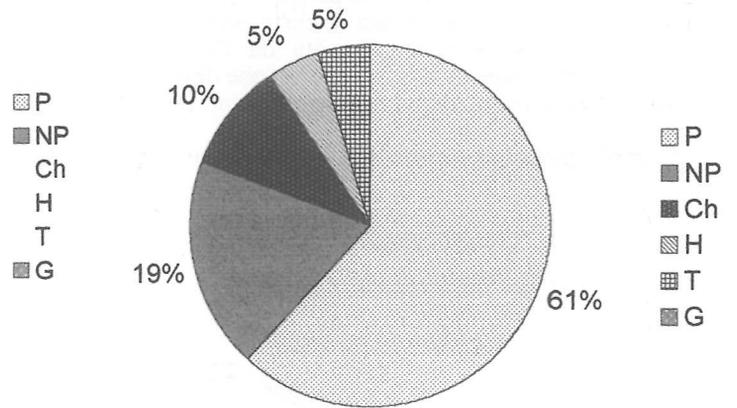


Fig. 11 - Spettri biologici relativi al rilievo del 1999 (aree C2, C3, C4, C5, C6, C10).

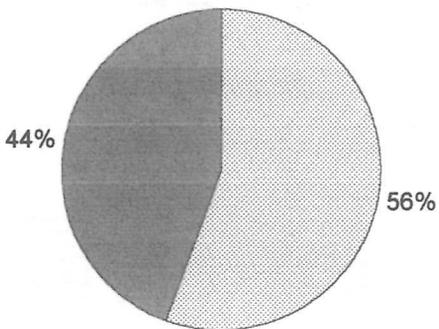
Spettro biologico F1



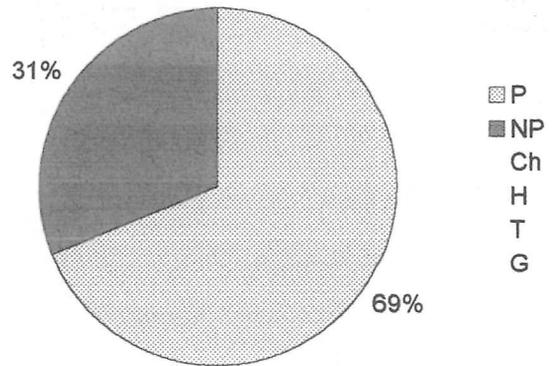
Spettro biologico R1



Spettro biologico F2



Spettro biologico R2



Spettro biologico F4

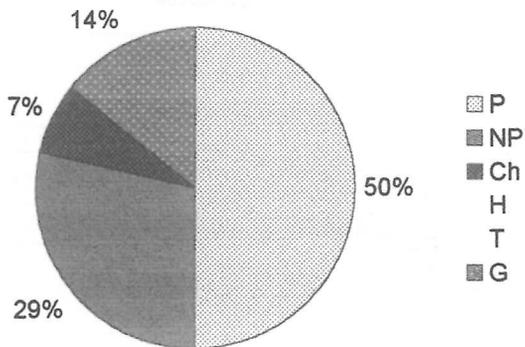


Fig. 12 - Spettri biologici relativi al rilievo del 1999 (aree F1, F2, F4, R1, R2).

ancora caratterizzata dalla predominanza di *Cistus monspeliensis* probabilmente a causa – come già rilevato – della sua vicinanza al mare, della pendenza e della presenza di associazioni vegetali pregresse vicine alla tipologia della macchia bassa/gariga. Nella stazione C10 è stata invece osservata la forte presenza di *Anthyllis barba-jovis* accompagnata da *Dittrichia viscosa* ed ampie zone di suolo scoperto, che denotano una situazione di ripresa lenta e di degrado ancora persistente. Per quanto riguarda le stazioni R1 e R2 risulta eviden-

te, soprattutto dall'ultimo rilievo, come anche in questo caso, dopo una generale crisi verificatasi nel 1994 probabilmente a seguito di interventi di ceduzione, la velocità di crescita in R2, dove la necromassa è rimasta in piedi, è maggiore rispetto a R1. In quest'ultima stazione, come già accennato, la necromassa fu tagliata e disposta in barriere del tutto inefficaci, peraltro, a contenere i fenomeni erosivi. Anche in queste stazioni predominano come copertura *Erica arborea* e *Arbutus unedo* come naturale evoluzione della cistaia che predominava fino al 1994. In

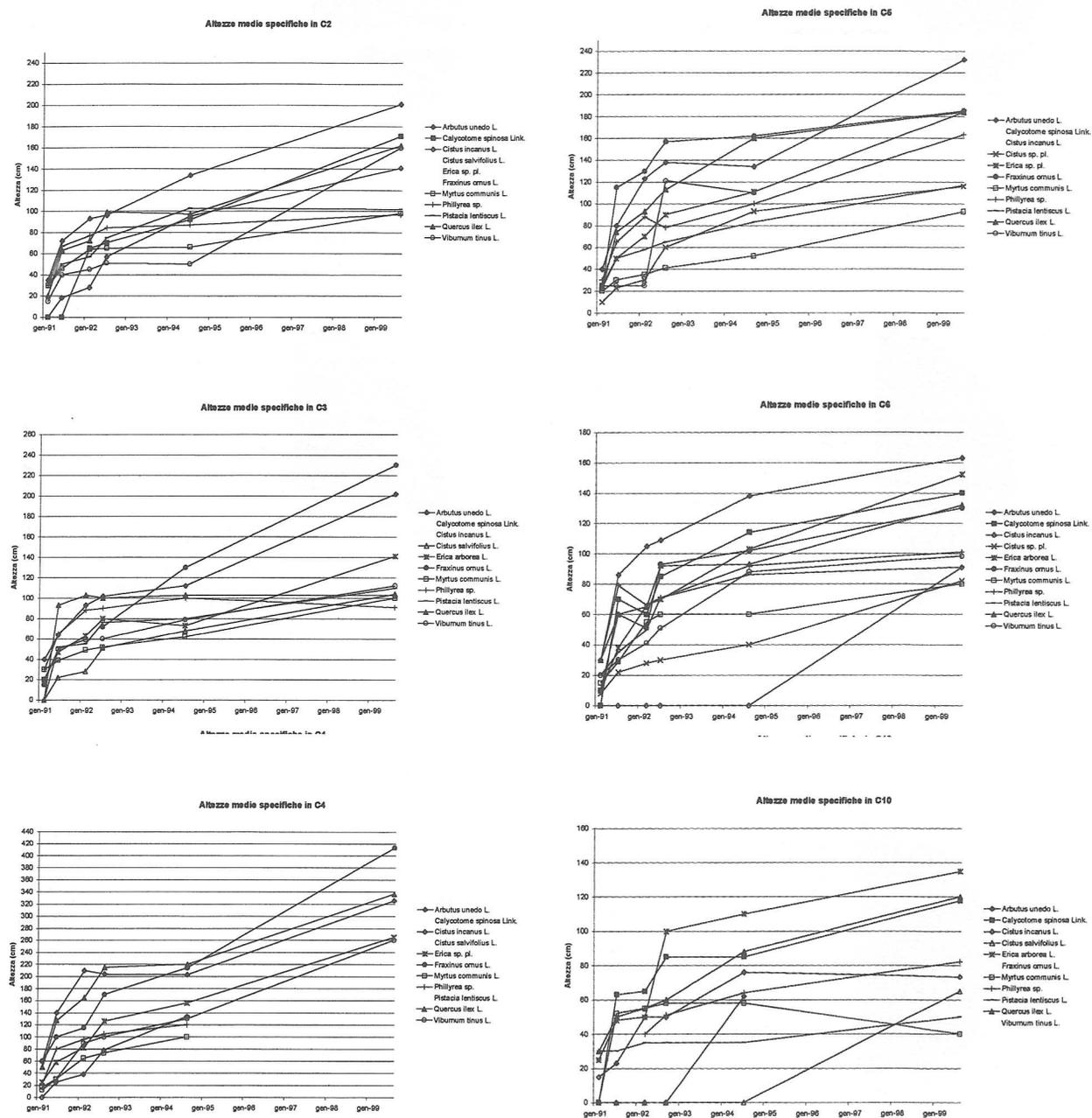


Fig. 13 - Grafici delle altezze medie specifiche (aree C2, C3, C4, C5, C6, C10).

queste aree lento risulta lo sviluppo della lecceta probabilmente anche a causa delle condizioni del suolo estremamente incoerente, fortemente eroso e dal clima poco favorevole a causa degli estesi affioramenti di ofioliti.

CONCLUSIONI

Gli studi condotti sulle aree bruciate hanno consentito di esaminare in dettaglio le fasi iniziali di ricrescita

della vegetazione che hanno dimostrato un andamento generalmente simile in tutte le aree campione mettendo in evidenza una iniziale difficoltà di ripresa nell'arco del primo anno. La stessa ripresa vegetativa sembra influenzata nel suo andamento dalle condizioni fisiche esogene del territorio come ad esempio fenomeni erosivi, ruscigliamento ed esposizione ai venti. L'impatto di questi ultimi risulta evidente nelle stazioni più esposte dove la presenza della necromassa ancora in piedi è stata determinante. Sembra comunque esistere una relazione tra il tipo di

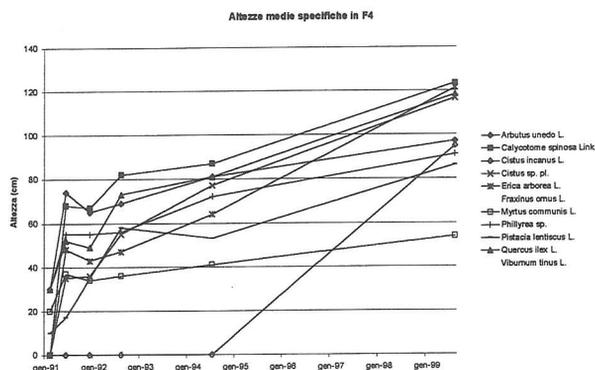
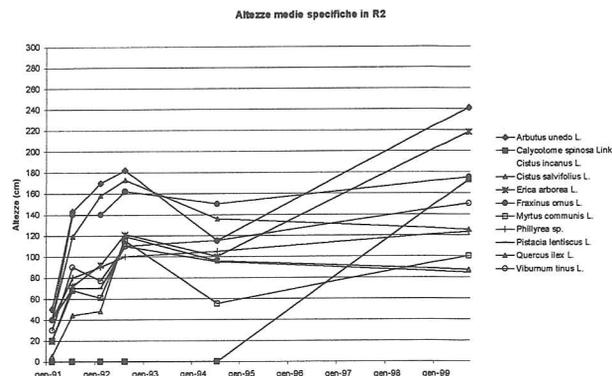
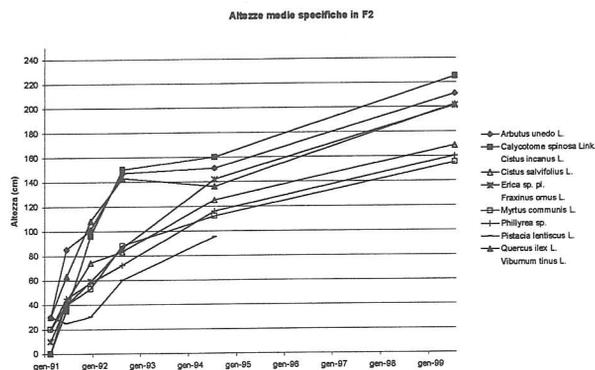
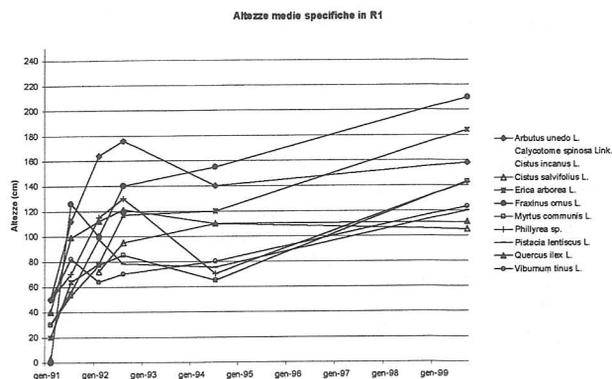
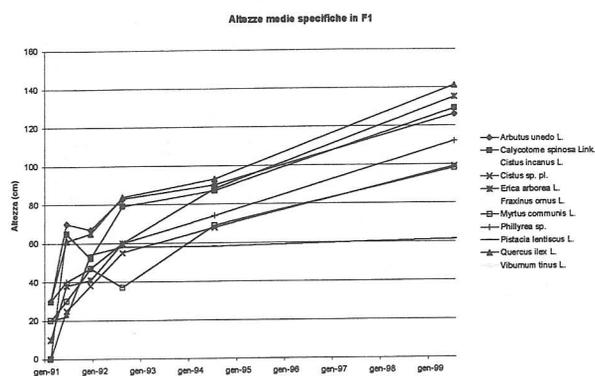


Fig. 14 - Grafici delle altezze medie specifiche (aree F1, F2, F4, R1, R2).

vegetazione presente nelle aree campione prima dell'incendio e lo sviluppo successivo delle diverse forme biologiche. Infatti in aree dove era presente una vegetazione come la lecceta la forma biologica che predomina è quella delle Fanerofite come ad esempio nelle stazioni C4 e C5, mentre in F1, F2 e F4, dove era presente una vegetazione più bassa con prevalenza di cisti, si riscontra una maggiore presenza di Nano-fanerofite e, in F4, di Camefite (Figg. 11, 12). La composizione floristica, intesa come biodiversità, mostra un rapido aumento iniziale e quindi una graduale diminuzione mano a mano che gli equilibri nella competizione tra le varie entità si stabilizzano, apparentemente in maniera indipendente dalla presenza/assenza della necromassa (Figg. 9, 10).

RINGRAZIAMENTI

Gli autori sono grati: al Prof. Silvano Marchiori (Università di Lecce) per la lettura critica del testo e per i suggerimenti forniti; alla dott.ssa Rossella Mililotti per aver cortesemente messo a disposizione i dati raccolti durante la stesura della propria Tesi di Laurea; alla dott.ssa Antonella Paci per la collaborazione prestata nelle indagini sul campo; al dott. Fortunato Ingannamorte e a Gianfranco Barsotti per il continuo supporto dato alla ricerca. Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito del Progetto INTERREG II (Resp. F. Garbari).

BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA A., BELLELLI M., MAZZOLENI S., LEGG C., BLASI C. (1997). Analysis of plants form in some Mediterranean scrubs. *Plant. Biosystems*, **131** (1): 51-58.
- ANSALDO C., GARBARI F., MARCHIORI S. (1988). Aspetti floristici e vegetazionali della valle della Sambuca (Colline Livornesi). *Quad. Mus. St. Nat. Livorno*, **9**: 45-65.
- BRAUN-BLANQUET J. (1964). *Pflanzensoziologie*. Springer. Verl. Wien., III ed. 330 pp.
- DEGLI ANTONI P. (1993). Frequenza degli incendi boschivi sui Monti Livornesi. In: Atti della conferenza di programmazione: «L'Isola che non c'è. - I Monti Livornesi, una realtà da scoprire», Castiglioncello, 11/12 Ottobre, Provincia di Livorno.
- LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., NENCINI C. (1990). Geologia e geomorfologia dei Comuni di Livorno e Collesalveti. *Quad. Mus. St. Nat. Livorno*, **11** suppl. 2: 1-85.
- MILLOTTI R. (1996). Indagine sulla ricostruzione di flora e vegetazione in ambiente mediterraneo dopo il passaggio del fuoco (Monti Livornesi). Tesi di laurea A.A. 1995/96; Università degli Studi di Pisa.
- PIGNATTI S. (1982). *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna.
- PIGNATTI S. (1995). *Ecologia vegetale*. UTET Torino. 531 pp.
- SHAFI M. I., YARRANTON G. A. (1973). Diversity, floristic richness and species evenness during a secondary (post-fire) succession. *Ecology*, **54** (4): 897-902.
- SPADA F. (1993). Incendi e vegetazione potenziale nell'Italia mediotirenica. In: Mazzoleni S., Aronne G. (eds.). *Introduzione all'ecologia degli incendi*, Liguori ed. Napoli. 205 pp.
- TRABAUD L., LEPART J. (1980). Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire. *Vegetatio*, **43**: 49-57.
- TRABAUD L., LEPART J. (1981). Changes in the floristic composition of a *Quercus coccifera* L. Garrigue in relations to different regimes. *Vegetatio*, **46**: 105-116.

(ms. pres. il 31 luglio 1999; ult. bozze il 15 dicembre 1999)