



ATTI
DELLA
SOCIETÀ TOSCANA
DI
SCIENZE NATURALI

MEMORIE • SERIE B • VOLUME CXXVII • ANNO 2020



Edizioni ETS

INDICE - CONTENTS

- A. BERTACCHI, D. BORGIA – Paesaggio forestale e incendi in aree forestali del Monte Pisano: il caso di studio della Valle di Crespignano (PI) - Toscana nord-occidentale. *Forest landscape and fires in forested areas of Monte Pisano: the case study of Crespignano Valley (Pisa, NW Tuscany, Italy)* pag. 5
- R. CANOVAI – Contributo alla conoscenza dei Coccinellidi (*Coleoptera, Coccinellidae*) del Parco Regionale della Maremma (Toscana). *Contribution to the knowledge of ladybirds (Coleoptera Coccinellidae) of the Maremma Regional Park (Tuscany, Italy)*. » 21
- M. IANNIBELLI, D. MUSMARRA, A. AIESE – Comunità bentoniche di un'area costiera del Tirreno (Agropoli, Salerno). *Benthic communities of a Thyrrhenian sea coastal area (Agropoli, Salerno)*. » 29
- E. DEL GUACCHIO, A. DE NATALE, A. STINCA – Notes to the non-native flora of Campania (Southern Italy). *Note alla flora non nativa della Campania (Italia meridionale)*. » 39
- R. VANGELISTI, S. MACCIONI – Il Catalogo manoscritto dell'Erbario di Napoleone Pio Passerini (1862-1951) conservato nel Museo Botanico pisano. *The manuscript Catalogue of the Herbarium by Napoleone Pio Passerini (1862-1951) kept in the Botanical Museum of Pisa (Italy)*. » 51
- G. MANGANELLI, L. FAVILLI, D. BARBATO, A. BENOCCI – Distribuzione e conservazione di *Vertigo angustior* e *Vertigo moulinsiana* (Mollusca, Gastropoda, Vertiginidae) in Toscana: stato delle conoscenze. *Geographical distribution and conservation status of Vertigo angustior and Vertigo moulinsiana (Mollusca, Gastropoda, Vertiginidae) in Tuscany, Italy: state of the art*. » 59
- R. MENCACCI, Y. POZO-GALVAN, C. CARUSO, P. LUSCHI – Long-range movements of the first oceanic-stage loggerhead turtle tracked in Italian waters. *Movimenti a lungo raggio in acque italiane di una tartaruga comune in fase oceanica*. » 79
- A. MISURI, G. FERRETTI, L. LAZZARO, M. MUGNAI, D. VICIANI – Investigations on ecology and distribution of *Senecio inaequidens* DC. (Asteraceae) in Tuscany (Italy). *Ricerche su ecologia e distribuzione di Senecio inaequidens DC. in Toscana*. » 85
- L. PERUZZI *et al.* – Contributi per una flora vascolare di Toscana. XII (739-812). *Contributions for a vascular flora of Tuscany. XII (739-812)*. » 101
- C. RUSSO, F. CECCHI, P.A. ACCORSI, N. SCAMPUDDU, M.N. BENVENUTI, L. GIULIOTTI – Investigation on sheep farm characteristics, wolf predation and animal welfare in the Grosseto province (Italy). *Indagine preliminare sulle caratteristiche aziendali, la predazione da lupo e il benessere animale in allevamenti ovis della provincia di Grosseto (Italia)*. » 113
- M. SENSI, G. MAZZA, E. MORI, B. ESATTORE – Valutazione ambientale del fiume Merse (Toscana) associata a campionamenti del granchio di fiume *Potamon Fluviatile*. *Environmental evaluation of the Merse river (Tuscany, Italy) associated to sampling of the freshwater crab Potamon fluviatile*. » 121
- PROCESSI VERBALI
Pubblicati nel sito <http://www.stsn.it>
Published on the internet site <http://www.stsn.it>

ANDREA BERTACCHI ⁽¹⁾, DAVIDE BORGIA ⁽¹⁾

PAESAGGIO FORESTALE E INCENDI IN AREE FORESTALI DEL MONTE PISANO: IL CASO DI STUDIO DELLA VALLE DI CRESPIGNANO (PI) - TOSCANA NORD-OCCIDENTALE

Abstract - A. BERTACCHI, D. BORGIA, *Forest landscape and fires in forested areas of Monte Pisano: the case study of Crespignano Valley (Pisa, NW Tuscany, Italy)*.

Fire is one of the anthropogenic factors that, in the last 10,000 years, has contributed most to the definition of natural and forest landscapes in the Mediterranean basin. In this temporal context, forest fires continue to be among the main factors of ecological disturbance in Mediterranean environments, leading to a conditioning of the vegetation landscape, with a selective pressure on the species and consequently preventing the natural homeostasis. Although the vegetation traversed by the fire tends to a “self-succession”, incendiary events repeated at a more or less close distance tend to simplify phytocenoses from a florist-physiognomic point of view and to keep the plant communities in degraded serial stages, far from the potential plant landscape. This fact is in any case conditioned by the pre-fire vegetation and his degree of naturality. In this context and for these reasons, the dynamics of regeneration of vegetation in an area of Monte Pisano affected by a vast fire in 2009 was investigated. The pre-fire forest area was mainly hit by a *Pinus pinaster* forest, within, in part, a consistent population of *Quercus suber* and, in part, from patches of Ericaceae spots deriving from fires of previous years (1978, 1993). 22 phytosociological surveys carried out in 2018, were compared with each other and with 6 surveys carried out in the spring immediately after the fire (2010). Anyway, all were compared with pre-fire surveys in 2000. The results showed: 1- the presence of three distinct post-fire vegetation types (pinewood, Ericaceae scrub, cork scrub) in any case due to the pre-fire vegetation but with new coverage of dominant species; 2- repeated fires favor the active pyrophytes species with vegetative regeneration (*Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Myrtus communis*, *Phillyrea angustifolia*) and passive species such as *Q. suber*, determining, on the contrary, the rarefaction of active pyrophytes such as *P. pinaster*, normally favored, instead, in the case of fires with spaced return times; 3- the plant landscape of the area appears to be largely conditioned by a historical series of fires, such as to rarely highlight strips of potential natural vegetation.

Key words - forest fires, Monte Pisano, Tuscany, Italy, Mediterranean vegetation, plant landscape, pyrophytes, aerial photos

Riassunto - A. BERTACCHI, D. BORGIA, *Paesaggio forestale e incendi in aree forestali del Monte Pisano: il caso di studio della Valle di Crespignano (PI) - Toscana nord-occidentale*.

Il fuoco rappresenta uno dei fattori antropogenici che, negli ultimi 10.000 anni, ha maggiormente contribuito alla definizione dei paesaggi naturali e forestali nel bacino del Mediterraneo. In questo contesto temporale, gli incendi boschivi continuano ad essere fra i principali fattori di disturbo ecologico negli ambienti mediterranei, determinando un condizionamento dell'assetto del paesaggio vegetale, con una pressione selettiva sulle specie e impedendo conseguentemente la

naturale omeostasi. Sebbene la vegetazione percorsa dal fuoco tenda ad una “autosuccessione”, eventi incendiari ripetuti a distanza più o meno ravvicinata tendono a semplificare le fitocenosi dal punto di vista fisionomico-floristico e a mantenere le comunità vegetali in stadi seriali degradati, distanti dal paesaggio vegetale potenziale. Tutto ciò è in ogni caso condizionato dal tipo e dal grado di naturalità della vegetazione preesistente al fuoco. In questo contesto e per questi motivi, è stata indagata la dinamica di rigenerazione della vegetazione di un'area del Monte Pisano interessata da un vasto incendio nel 2009. L'area forestale pre-incendio era prevalentemente investita da una pineta a *Pinus pinaster*, entro cui, in parte, si sviluppava un consistente popolamento di *Quercus suber* e in parte da lembi di macchie a Ericaceae derivanti da incendi di anni precedenti (1978, 1993). Sono stati messi a confronto 22 rilevamenti fitosociologici effettuati nel 2018, tra loro e con 6 rilevamenti effettuati la primavera immediatamente successiva all'incendio (2010) e comparati con i rilevamenti pre-incendio del 2000. I risultati hanno evidenziato: 1- la presenza di tre distinte tipologie vegetazionali post-incendio (pineta, macchia ad ericacee, macchia a sughera) in ogni caso riconducibili all'assetto vegetazionale pre-incendio ma con coperture delle specie dominanti mutate; 2- incendi ripetuti favoriscono le specie pirofite attive con ricaccio vegetativo (*Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Myrtus communis*, *Phillyrea angustifolia*) e passive quale *Q. suber*, determinando al contrario la rarefazione di pirofite attive quale *P. pinaster*, normalmente avvantaggiata nel caso di incendi con tempi di ritorno distanziati; 3- il paesaggio vegetale dell'area appare in larga misura condizionato da una serie storica di incendi, tale da evidenziare solo raramente lembi di vegetazione potenziale.

Parole chiave - incendi boschivi, Monte Pisano, Toscana, fotointerpretazione, vegetazione mediterranea, paesaggio vegetale, pirofite

INTRODUZIONE

L'incendio di vegetazione, e con questo termine si comprendono tutti i fenomeni di combustione degli ambienti naturali e seminaturali coperti da vegetazione, rientra tra le problematiche ambientali più rilevanti e distruttive che, assieme ad altre catastrofi naturali, determinano devastazioni importanti degli ecosistemi. A differenza di altri disturbi, prevalentemente di origine naturale, gli incendi di vegetazione, in area mediterranea ed europea, sono quasi esclusivamente di origine antropica (Blasi *et al.*, 2004). Perché si possa avere un incendio, devono sussistere delle condizioni minime che sono in parte determi-

⁽¹⁾ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro- Ambientali, Università di Pisa, via del Borghetto, 80, 56124 Pisa
Corresponding author: Andrea Bertacchi (andrea.bertacchi@unipi.it)

nate dall'aspetto climatico (aridità, ventosità, alte temperature), in parte dalle condizioni fisico-chimiche nonché strutturali della vegetazione presente. Specie resinose, specie a foglia persistente e legni dolci o ricchi di olii essenziali, rispetto a specie non resinose, caducifoglie, a legno duro o senza olii, sono fattori che determinano la maggiore o minore infiammabilità delle specie e dei popolamenti vegetali. Strutture boscate fitte rispetto a foreste rade e la quantità di biomassa vegetale secca presente nel soprassuolo o meno, sono fattori che determinano e condizionano la combustibilità delle fitocenosi (Bovio, 1992, 2015).

L'area mediterranea ha dunque un clima tale da consentire da un lato lo sviluppo di una vegetazione caratterizzata da elementi specifici particolarmente suscettibili alla infiammabilità, dall'altro da consentire una produzione di biomassa sufficiente, che viene a trovarsi nei mesi estivi nelle condizioni più suscettibili al fuoco, ovvero con bassi livelli di umidità e con alte temperature ambientali (Blasi *et al.*, 2004; Keeley *et al.*, 2011).

In questo contesto ambientale, in area mediterranea ed europea, si è inserito dal Neolitico in poi l'uso sempre più spinto del fuoco da parte delle popolazioni umane, per l'agricoltura e l'allevamento, in modo e in misura tale da determinare nel tempo, con un effetto retroattivo, spesso una selezione di specie pirofite e tipi vegetazionali resistenti e/o resilienti al fuoco e conseguentemente un modellamento dei paesaggi forestali odierni (Trabaud, 1981; Naveh, 1989). Se l'incendio ha carattere di occasionalità, la vegetazione tende a riprendere il normale corso evolutivo verso la formazione boschiva potenziale, attraverso transitori stadi successionali. In altro caso, quando gli incendi sono ricorrenti, si può instaurare invece una serie degradativa della foresta sempreverde verso la gariga o altre forme degradative che allontanano sempre di più il paesaggio vegetale primigenio dalla forma potenziale (Mazzoleni & Esposito, 1993; Spada, 1993; Marchetti & Ricotta, 2004).

Nel caso più specificatamente toscano, il Monte Pisano (PI, LU) rappresenta un esempio purtroppo palese dell'azione del fuoco sul divenire del paesaggio vegetale, non esistendo anno, almeno nell'ultimo mezzo secolo, in cui non sia stato registrato un evento di incendio di vegetazione, in ogni caso di origine antropica (Aa.Vv., 2016).

Per questo motivo ci è sembrato di grande interesse indagare un'area forestale del Monte Pisano, investita dall'incendio dell'8 settembre del 2009, la cui intensità aveva determinato la distruzione di ca 120 ha di vegetazione prevalentemente boschiva (Fig. 1). A questo si aggiunga che l'area è sembrata adatta per un'analisi sull'evoluzione del paesaggio post-incendio, presentando tipologie vegetazionali diversificate

in relazione ad incendi trascorsi e in quanto nell'area erano stati già effettuati dei rilevamenti della vegetazione circa 20 anni orsono. È necessario infine ricordare che la fase di indagine è stata interrotta nel settembre del 2018 in quanto l'intera area è rientrata nel nuovo e più vasto incendio del M. Pisano che ha coinvolto questa volta oltre 1000 ha di superficie forestale.

MATERIALI E METODI

Area di studio

L'indagine ha riguardato il versante con esposizione ovest/sud-ovest della vallecchia di Crespignano (Comune di Calci, PI; coordinate del centroide: 43°42'25" N, 10°32'20" E), rientrando nella più vasta superficie di ca 120 ha percorsa dal fuoco nel 2009 e che comprendeva anche l'intera vallecchia di Nicosia (Fig. 2). Le superfici rilevate sono state circoscritte ad un unico versante per poter confrontare rilievi omogenei come esposizione, e, contemporaneamente, perché esprimeva una maggiore differenziazione vegetazionale. Oltre a questo, la possibilità di confrontare i nuovi rilevamenti con altri ivi effettuati nel 2010.

Il paesaggio vegetale preesistente all'incendio del 2009 e riferibile a quanto rilevato negli anni 1999-2000 (Bertacchi *et al.*, 2004), era caratterizzato da pinete di *Pinus pinaster* e macchie prevalentemente basse di derivazione post-incendio. Le prime costituite dallo strato dominante da *Pinus pinaster* e, nello strato dominato, da *Erica arborea*, *Juniperus communis*, *Calluna vulgaris*, *Arbutus unedo*, ed elementi sporadici quali *Quercus suber*, *Quercus ilex*, *Myrtus communis* e *Phillyrea angustifolia*. In questo contesto, le macchie post-incendio, dove non si erano susseguiti troppi incendi o, comunque quelle più mature, mostravano un corteggio floristico non dissimile da quello caratterizzante lo strato dominato nelle pinete, se non con una componente floristica del mantello erbaceo-arbustivo più diversificata: *Genista pilosa*, *Cytisus villosus*, *Daphne gnidium*, *Osyris alba*, *Teucrium chamaedrys*, *Brachypodium sylvaticum*, *Briza maxima*. In alcune aree si poteva osservare una evoluzione a macchie alte a leccio-sughera (Bertacchi *et al.*, 2004).

Dal punto di vista geologico l'intero versante è caratterizzato da una matrice di rocce quarzitiche e conglomerati (Quarziti di M. Serra), che dà luogo a suoli di natura sub-acida, con profondità da quasi nulla, nelle porzioni cacuminali della vallecchia, a scarsa, nell'impluvio (Regione Toscana, GEOscopio, DB Geologico). Per quanto riguarda il clima, l'intero Monte Pisano ha un clima temperato-umido con aridità estiva, di tipo Mediterraneo, con temperatura media del mese più freddo compresa tra -3°C e 18°C, e quella del mese più caldo maggiore di 22°C e una piovosità variabile, a



Figura 1. L'incendio dell'8 settembre 2009 (nel momento della ripresa fotografica, l'incendio stava scollettando dalla Vallecola di Crespignano, a destra del crinale in primo piano, alla Valle di Nicosia, a sinistra) (da D.R.E.Am Italia, 2016).

seconda di versante ed altitudine, dai 950 ai 1250 mm annui. L'area indagata rientra nella tipologia definita clima B1, caratterizzante il settore a nord-ovest della Valle del Guappero, il versante ascianese e le pendici meridionali del M. Pisano, con valori termici medi più alti (Rapetti & Vittorini, 1994).

Analisi diacronica degli incendi

L'esame dell'impronta del passaggio del fuoco sulla storia del paesaggio vegetale dell'area, è stato condotto attraverso la fotointerpretazione di aerofoto storiche e contemporanee: volo RAF 1943, volo GAI/IGM 1954, volo IGM 1965; voli RT dal 1975 al 2013, immagine Google Earth Pro 2018. Ad esclusione delle aerofoto RAF, gentilmente forniteci dall'Istituto Centrale Catalogo e Documentazione, Aerofototeca Nazionale, tutte le altre aerofoto sono state esaminate, importandole su piattaforma GIS MapInfo®, dalla fototeca digitale presente sul portale Regione Toscana, GEOscopio, Fototeca. In alcuni casi le foto sono state scaricate e stampate ed osservate allo stereoscopio al fine di individuare differenze strutturali. A ciò si è aggiunto l'utilizzo dei dati storici georeferenziati sugli incendi, presenti nel "Censimento degli incendi 1960-2015, versante Pisano" (Protezione civile Montepisano - Calci, 2016).

Analisi vegetazionale

Per quanto riguarda i rilevamenti in campo, lungo il versante oggetto di indagine sono stati effettuati 6 rilevamenti fitosociologici nella primavera del 2010, l'anno successivo all'incendio e 22 rilevamenti nella primavera estate del 2018, a nove anni di distanza dall'incendio. I rilevamenti, condotti secondo il meto-

do Braun-Blanquet (1932), sono stati localizzati lungo due direttrici parallele, con una escursione altitudinale di ca. 200 m, in aree omogenee, ovvero in aree che, precedentemente all'incendio erano rappresentate da pineta, macchia bassa, macchia alta a sughera (Fig. 3). Ogni rilevamento ha riguardato un'area approssimativamente di 100 mq. I rilevamenti del 2018, sebbene in numero superiore, sono stati effettuati prossimi a quelli effettuati nel 2010, compatibilmente con la mutata accessibilità.

Ai fini di una comparazione diacronica i dati 2010 e 2018 sono stati ulteriormente confrontati con i dati fitosociologici relativi alla medesima area, rilevati nel 2000 (Bertacchi *et al.*, 2004).

I dati fitosociologici ottenuti sono stati trattati statisticamente con il software Past 3.26 (Hammer *et al.*, 2001), mediante Cluster analysis e PCoA (Principal Coordinates Analysis), per l'individuazione di popolamenti vegetazionali simili. In tutte le analisi è stato utilizzato il coefficiente Bray-Curtis come indice di similarità. Della flora complessivamente rinvenuta è stato ricavato lo spettro biologico e corologico.

Le specie sono state determinate con la Flora d'Italia, II edizione (Pignatti *et al.*, 2017a, 2017b, 2018, 2019), seguendo la nomenclatura ivi adottata.

RISULTATI

Fotointerpretazione e analisi diacronica degli incendi

La qualità delle aerofoto, in termini di risoluzione a terra, è piuttosto scarsa per quelle del 1943 e 1954 anche se la loro lettura si è rivelata utilissima per definire il paesaggio e l'uso del suolo del tempo. A partire dal

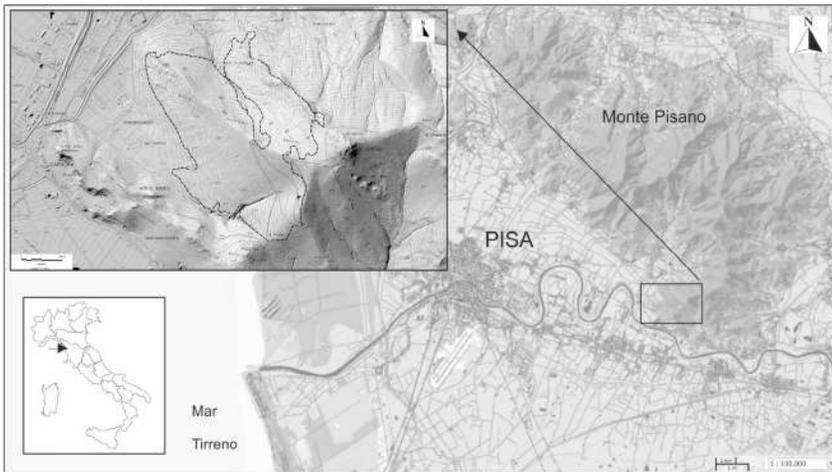


Figura 2. Localizzazione geografica del Monte Pisano e dell'area di studio (--- area percorsa dal fuoco nel 2009).

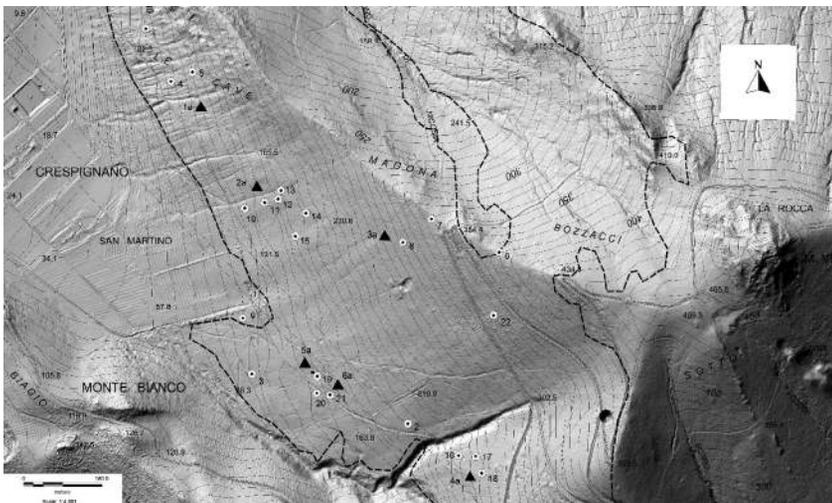


Figura 3. Area di studio (--- perimetro area percorsa dal fuoco; ▲ rilevamenti 2010; ○ rilevamenti 2018).

1965, la risoluzione è invece decisamente migliore, con alcune strisciate a una quota tale (ca 1000 m s.l.m.) da poter consentire l'individuazione di specie arboree e la distinzione dalle arbustive, oltre alla loro altezza media. A titolo di esempio (Fig. 4) si mostra una serie diacronica di un ingrandimento (8x) topograficamente corrispondente alla medesima porzione di superficie forestale. In questo caso la presenza di un traliccio elettrico nei primi due fotogrammi (1965, 1981) (successivamente spostato) può fornire indicazione dell'altezza delle chiome. I fotogrammi 1981 e seguenti, evidenziano un'area percorsa da incendio, prima investita da una macchia bassa e poi successivamente ricoperta e dominata dai pini. Nel fotogramma del 2002 è possibile individuare anche una componente arborea diversa dal pino, nello specifico *Q. suber*, sull'orlo sinistro della fitocenosi boscata.

In base a quanto detto, dall'analisi e dall'interpretazione delle aerofoto storiche, è possibile evidenziare quanto segue: negli anni '40 il versante oggetto di indagine risulta coperto, da misurazione con GIS, per una porzione pari al 80% della superficie da vegetazione

boschiva, anche se non particolarmente sviluppata in altezza, e per il resto, nella porzione cacuminale, da una macchia bassa/gariga. Dalla foto aerea, ripresa ad alta quota e quindi poco definita, non è possibile andare oltre la fisionomia; tuttavia nelle foto di poco successive (1954) si evince più chiaramente come l'intera area sia dominata quasi completamente da pinete di pino marittimo. Sino a quella data non appaiono aree percorse dal fuoco. Successivamente l'area viene investita quasi a cadenza decennale da una serie di incendi. Questi in parte si originano all'interno dell'area indagata, in parte provengono da incendi sviluppati da zone limitrofe, in parte investono una sola volta le superfici, in parte si sovrappongono a superfici già bruciate (Fig. 5).

Incrociando quanto rilevato dalle aerofoto con i dati presenti sul "Censimento degli incendi 1960-2015, versante Pisano" (Aa.Vv., 2016), si evince che non meno di 11 incendi di vegetazione hanno investito almeno in parte l'area indagata. Di questi incendi, 8 hanno percorso superfici di vegetazione spontanea comprese tra i 2 e 120 ha.

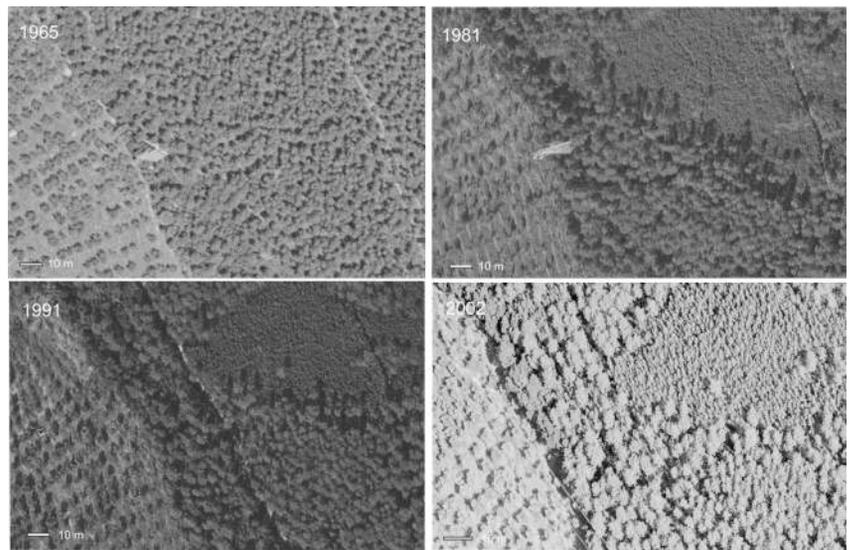


Figura 4. Particolari ad alto ingrandimento di una medesima area forestale, nel settore indagato.

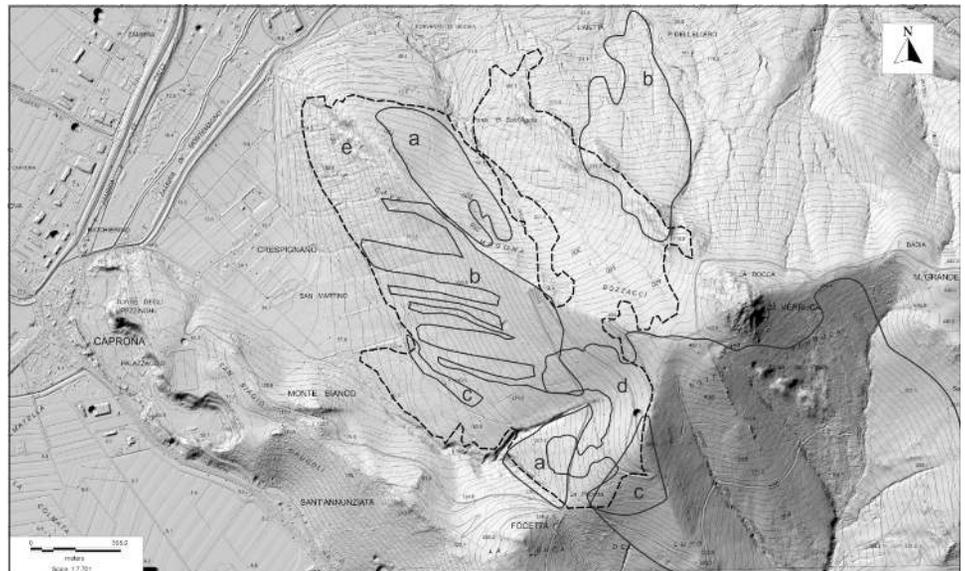


Figura 5. Perimetrazione degli incendi intercorsi dal 1960 al 2009 nell'area di studio (a: anni '60; b: anni '70; c: anni '80; d: anni '90; e: anni 2000).

Da tutto ciò appare evidente che il paesaggio vegetale di questa parte di Monte Pisano preesistente all'incendio del 2009, era rappresentato da un mosaico di fitocenosi prevalentemente di derivazione post-incendio. Il paesaggio vegetale era costituito da stadi seriali differenti, condizionati spesso da incendi ripetuti, in cui il *P. pinaster*, in ogni caso, restava la componente dominante in termini di copertura.

Vegetazione

I rilevamenti effettuati l'anno immediatamente successivo l'incendio (Tab. 1), seppure limitati di numero, avevano rivelato una ripresa della vegetazione differenziata per localizzazione del rilievo. I rilevamenti 1a e 2a erano caratterizzati, a differenza degli altri, dalla presenza di *P. pinaster* (nel 2010 sempre costituito da

novellame post-incendio), con coperture da 1 a 2. I rilevamenti 5 e 6, invece, da modeste coperture di *Q. suber*, non presente negli altri rilevamenti, e qui costituite da individui adulti che presentavano ricacci dalle branche più alte.

Le altre specie, prevalentemente arbustive quali *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Calluna vulgaris* e *Cytisus villosus*, erano distribuite con presenze e coperture differenziate in quasi tutti i rilevamenti, mediante ricaccio vegetativo al colletto. *Cistus salvifolius* era presente, con coperture anche importanti, da rinnovamento da seme.

Nel 2018, il paesaggio forestale dell'area indagata era fisionomicamente evoluto in macchie e boscaglie pluristratificate, con altezze medie da 2 a 5m, coperture nella quasi totalità dei casi superiori al 70%, e con un corteggio floristico caratterizzato da gran parte delle specie già rilevate nel 2010 (Tabb. 2, 3).

Tabella 1. Rilevamenti effettuati nel 2010. ST. = Strato.

ST.	N° DEL RIL.	1a	2a	3a	4a	5a	6a
	Altitudine (m)	100	170	280	230	130	140
	Esposizione	SW	SW	SW	W	SW	SW
	COPERTURA (%)	40	40	50	60	50	50
	n° specie	15	13	19	17	13	13
3	<i>Quercus suber</i>	.	.	.	.	1	+
2	<i>Smilax aspera</i>	.	.	.	.	1	+
1	<i>Pinus pinaster</i>	2	2	.	.	+	.
1	<i>Aira elegantissima</i>	.	.	.	.	r	.
1	<i>Arbutus unedo</i>	2	1	2	2	.	.
1	<i>Asparagus acutifolius</i>	1	1	+	+	.	.
1	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	.	.	+	+	.	.
1	<i>Briza maxima</i>	+	.	.	.	+	.
1	<i>Briza minima</i>	.	1	+	.	.	.
1	<i>Calluna vulgaris</i>	1	1	+	+	.	.
1	<i>Cistus salvifolius</i>	+	+	1	3	2	2
1	<i>Clematis flammula</i>	.	.	.	.	.	1
1	<i>Daphne gnidium</i>	.	.	1	+	.	+
1	<i>Erica arborea</i>	1	1	2	2	+	+
1	<i>Erigeron canadensis</i>	+	1	+	+	+	.
1	<i>Fraxinus ornus</i>	.	.	.	.	+	.
1	<i>Genista pilosa</i>	.	.	.	.	.	+
1	<i>Juniperus communis</i>	r	.	.	.	.	.
1	<i>Lonicera implexa</i>	.	.	r	.	.	.
1	<i>Myrtus communis</i>	.	.	+	+	+	+
1	<i>Phyllirea angustifolia</i>	.	.	r	+	.	+
1	<i>Pteridium aquilinum</i>	2	2	.	.	.	.
1	<i>Quercus ilex</i>	.	.	+	r	.	.
1	<i>Rubia peregrina</i>	+	.	+	.	+	+
1	<i>Rubus ulmifolius</i>	1	.	+	+	.	.
1	<i>Smilax aspera</i>	2	2	1	+	.	.
1	<i>Teucrium chamaedrys</i>	.	.	r	+	+	+
1	<i>Lavandula stoechas</i>	.	.	.	+	.	1
1	<i>Cytisus villosus</i>	1	1	+	+	1	+
1	<i>Rapbanus raphanistrum</i>	.	+	.	+	.	.
1	<i>Sonchus oleraceus</i>	r	r	.	.	.	.

Le specie rinvenute nei rilevamenti assommavano ad un totale di 60 entità, mentre complessivamente, nella porzione dell'area percorsa dal fuoco e interessata dai rilevamenti ma al di fuori di questi, erano state rinvenute 76 specie. La forma biologica nettamente prevalente era quella fanerofitica (51%), mentre lo spettro corologico indicava un contingente floristico fortemente caratterizzato dal gruppo composto delle mediterranee (59%); dato, quest'ultimo, coerente con l'esposizione del versante ove erano stati effettuati i rilevamenti (Tab. 2; Fig. 6).

Le caratteristiche vegetazionali delle fitocenosi indagate si possono evincere in maniera più dettagliata integrando i dati dei 22 rilevamenti fitosociologici con le elaborazioni statistiche riassunte nel dendrogramma ottenuto dalla Cluster analysis e nel grafico dell'Analisi delle Coordinate Principali (Fig. 8). Da quanto esposto nel complesso sono identificabili 3 gruppi principali di rilievi, piuttosto omogenei al loro interno e significativamente diversi tra loro.

Lo sviluppo del grappolo di cladogrammi della cluster analysis separa con sufficiente significatività le fitocenosi appartenenti rispettivamente ai rilevamenti 5, 13, 17, 18, 2, 16 (A) da quelle dei rilevamenti 8, 11, 22, 14, 15, 4, 10 (B) ed entrambi i gruppi, ancor di più, dal gruppo dei rilevamenti 6, 3, 12, 19, 20, 21, 9 (C).

Dal grafico dell'Analisi delle Coordinate Principali, emerge con maggiore chiarezza l'individuazione degli aggruppamenti principali appartenenti ai diversi contesti forestali esaminati (Fig. 7).

I rilevamenti 5, 13, 17, 18, 2, 16 (A), avevano permesso di individuare un popolamento omogeneo in quanto caratterizzati nella loro totalità da una costante presenza e da elevata copertura al suolo di *P. pinaster* nello strato 2. I rilevamenti, 8, 11, 22, 14, 15, 4, 10 (B) presentavano coperture maggiormente caratterizzate e dominate dalle due specie *A. unedo* e *E. arborea*. I rilevamenti 6, 3, 12, 19, 20, 21 (C) presentavano una marcata differenziazione, questa volta nello strato 3, con una copertura importante da parte di *Q. suber*, a cui si accompagnava, nello strato 2, una costante presenza di *Cytisus villosus*. Il rilevamento 9, pur aggregato a quest'ultimo gruppo, è da considerarsi rilievo di controllo, non essendo stato nel 2009, investito dal fuoco ma rientrando senza soluzione di continuità nel complesso boscato.

I rimanenti rilevamenti 1 e 7, sono separati dagli altri e tra loro e da considerarsi a sé stanti (Tab. 3). Dalla Tab. 3 è anche possibile evidenziare un numero medio diverso di specie per gruppo, con $13,8 \pm 0,9$ specie nel gruppo A, $15,5 \pm 0,6$ per il gruppo B e 18 ± 2 per il gruppo C. Dall'analisi delle frequenze, 5 specie (*Q. suber*, *A. unedo*, *M. communis*, *P. angustifolia*, *S. aspera*), sono ricorrenti in gran parte dei rilevamenti, superando il 90% delle presenze.

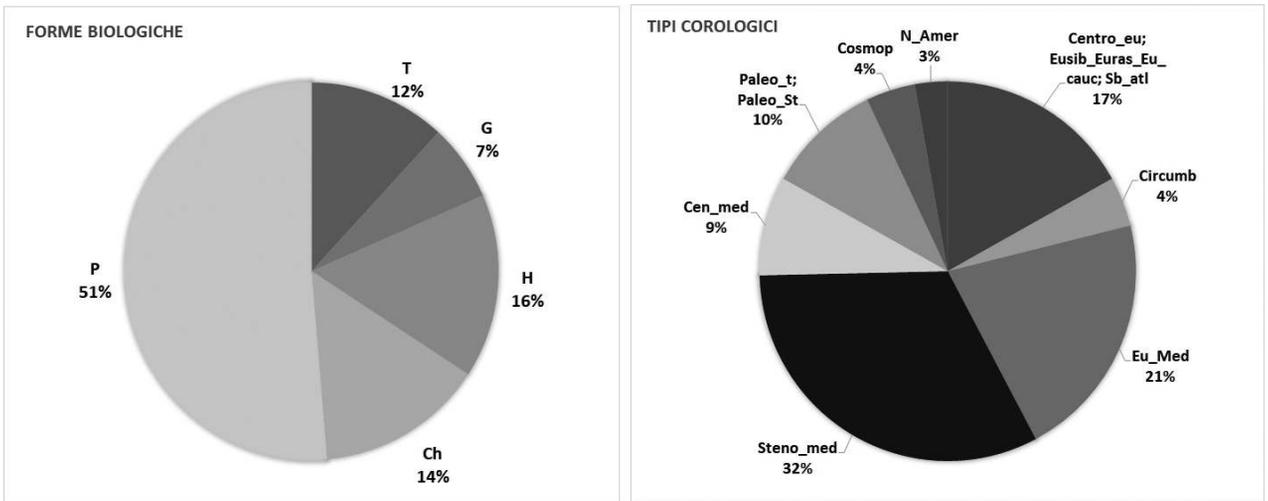


Figura 6. Spettri biologico (a destra) e corologico (a sinistra) della flora dell'area indagata (2018).

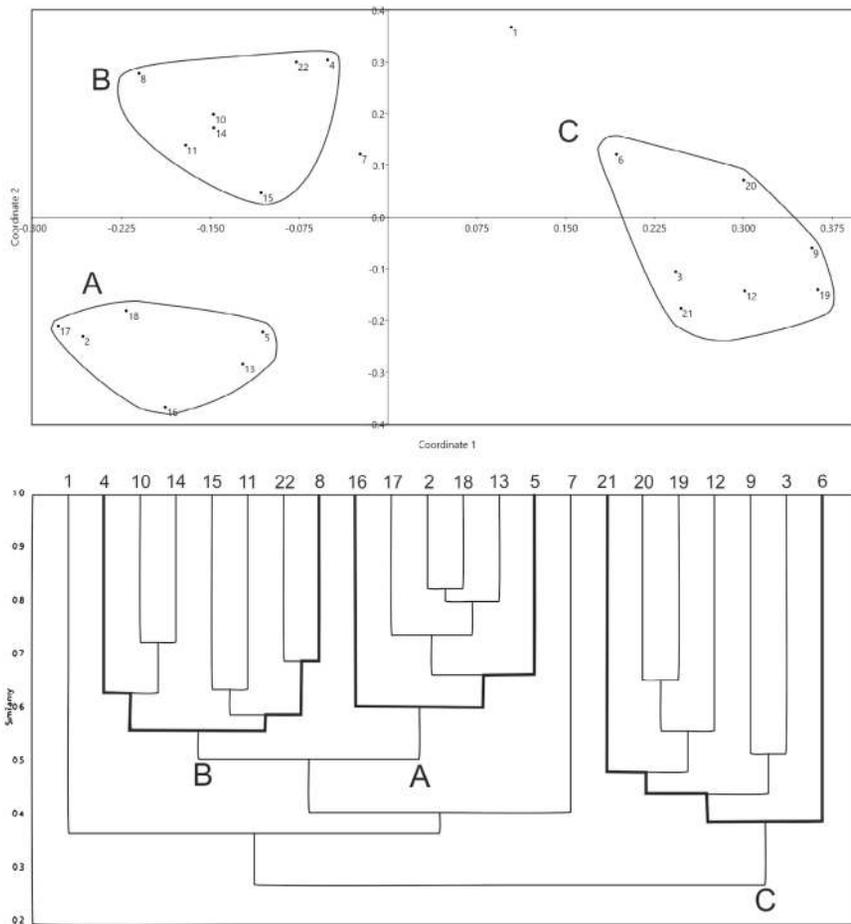


Figura 7. Risultati della PCoA (sopra) e della Cluster analysis (sotto) sui dati relativi all'area di studio (2018). A, B, C: differenti aggregamenti vegetali individuati.

Tabella 2. Elenco delle specie rinvenute nei rilevamenti. (*) Altre specie individuate nell'area di studio ma non all'interno delle specifiche aree di rilievo.

Specie	Forma biologica	Corotipo
<i>Acer campestre</i> L.*	P scap	Europ.-Caucas.
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	H rept	Circumbor.
<i>Aira elegantissima</i> Schur	Tscap	Euri-Medit.
<i>Anagallis arvensis</i> L.	T rept	Euri-Medit.
<i>Arbutus unedo</i> L.	P caesp	Steno-Medit.
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	G rhiz	Steno-Medit.
<i>Asplenium onopteris</i> L.	H ros	Steno-Medit. - macaronesica
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P.Beauv.	H caesp	Paleotemp.
<i>Briza maxima</i> L.	T scap	Paleosubtrop.
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	Ch frut	Circumbor.- Euro-Amer- (Anfi-Atl.)
<i>Campanula rapunculus</i> L.*	H bienn	Paleotemp
<i>Carex distachya</i> Desf.	H caesp	Stenomedit.
<i>Centranthus ruber</i> (L.) DC.*	Ch suffr	Stenomedit
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	NP	Steno-Medit. – macaron.
<i>Cistus salvifolius</i> L.	NP	Steno-Medit.
<i>Clematis flammula</i> L.	P lian	Euri-Medit.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	P caesp	Paleotemp.
<i>Cyclamen bederifolium</i> Aiton	G bulb	Steno-N-Medit.
<i>Cyclamen repandum</i> *	G bulb	Steno-N-Medit.
<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link*	P caesp.	Centromedit.
<i>Cytisus villosus</i> Pour.	P caesp	Centro-W-Medit.
<i>Dactylis glomerata</i> L.	H caesp	Paleotemp.
<i>Daphne gnidium</i> L.	P caesp	Steno-Medit. – macaron.
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter	H scap	Euri-Medit.
<i>Emerus major</i> Mill.	NP	Euri-Medit.
<i>Erica arborea</i> L.	P caesp	Steno-Medit.-atlantica (S-Afric.)
<i>Erica scoparia</i> L.	P caesp	(Steno)W-Medit.
<i>Erigeron canadensis</i> L.	T scap	N-Amer.
<i>Euonymus europaeus</i> L.*	P caesp	Eurasiat.
<i>Euphorbia characias</i>	NP	Steno-Medit.
<i>Ficus carica</i> L.	P scap	Medit.-Turan.
<i>Fraxinus ornus</i> L.	P scap	Euri-N-Medit. – Pontica
<i>Genista germanica</i> L.	Ch suffr	Centro-Europ.
<i>Genista pilosa</i> L.	Ch suffr	Centro-Europ. (Subatl.)
<i>Geranium robertianum</i> L.	H bienn	Subcosmop.
<i>Hedera helix</i> L.	P lian	Submedit. Subatl.
<i>Ilex aquifolium</i> L. *	P caesp	Submedit.-Subatl.
<i>Juniperus communis</i> L.	P caesp	Circumbor.
<i>Lagurus ovatus</i> L.	T scap	Euri-Medit.
<i>Laurus nobilis</i> L*	P caesp	Steno-Medit.
<i>Lavandula stoechas</i> L.*	NP	Steno-Medit.

Specie	Forma biologica	Corotipo
<i>Lonicera implexa</i> Aiton	P lian	Steno-Medit.
<i>Lotus hirsutus</i> L.	Ch suffr	Euri-Medit.
<i>Medicago sativa</i> L.	H caesp	W-Eurasiatica
<i>Melittis melissophyllum</i> L.	H scap	Centro-Europea
<i>Myrtus communis</i> L.	P caesp	Steno-Medit.
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	P scap	Circumbor.
<i>Osyris alba</i> L.	NP	Euri-Medit.
<i>Phyllirea angustifolia</i> L.	P caesp	Steno-W-Medit.
<i>Phyllirea latifolia</i> L.	P caesp	Steno-Medit.
<i>Physospermum cornubiense</i> L. DC	H scap	Sub-Medit-Atl.
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	P scap	W-Mediterranea
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	P caesp	Steno-Medit.
<i>Polygala vulgaris</i> L.*	H scap	Eurasiat.
<i>Populus tremula</i> L.	P scap	Eurosib.
<i>Pteridium aquilinum</i> L. (Kuhn)	G rhiz	Cosmopol.
<i>Rosa canina</i> L. *	NP	Paleotemp.
<i>Quercus ilex</i> L.	P	Steno-Medit.
<i>Quercus pubescens</i> Wild.	P scap	Europ.-Subpont.
<i>Quercus suber</i> L.	P scap	W-Medit.
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	P caesp	Steno-Medit.
<i>Robinia pseudacacia</i> L.	P scap	N-Americana
<i>Rubia peregrina</i> L.	P lian	Steno-Medit. – macaron.
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	NP	Euri-Medit.
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	Ch frut	Euri-Medit.
<i>Salix caprea</i> L.*	P scap	Eurasiat.
<i>Sambucus nigra</i> L.*	P caesp	Europ.-Caucas.
<i>Smilax aspera</i> L.	P lian	Paleosubtrop.
<i>Solanum nigrum</i> L.	T scap	Cosmopol.
<i>Sorbus domestica</i> L.*	P scap	Euri-Medit.
<i>Stachys recta</i> L.*	H scap	Orofit. N-Medit
<i>Tamus communis</i> L.	G rad	Euri-Medit.
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	Ch suffr	Eurimedit.
<i>Ulex europaeus</i> L.*	P caesp	Subatlantica
<i>Viburnum tinus</i> L.	P caesp	Steno-Medit.
<i>Viola reichembachiana</i> Jord. ex Boureau	H scap	Eurisib.

	8	11	22	14	15	4	10	6	3	12	19	20	21	9
	250	150	350	190	170	100	120	380	90	180	150	140	155	76
	WSW	WNW	SW	W	W	WNW	WNW	NW	WNW	WSW	SW	SW	SW	WSW
	50	90	60	70	90	100	90	70	90	100	100	100	80	100
	15	15	22	15	18	17	15	24	23	11	14	18	16	31
	GRUPPO B							GRUPPO C						
	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	2	1	1	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	1	.	.
	.	r	.	r	.	.	r	.	1	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	3	.	1	1
	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	r	.	+
	.	r	1	+	r	1	.	4	4	2	4	5	4	4
	.	.	+
	3	1	3	1	1	r	r	1	.	.	.	.	+	r

	.	.	1	1	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	1	+	.	+	.	.	+	.	1
	.	+	1	.	1	1	.	+	1	4	3	3	+	4
	1	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	1	1
	3	2	2	2	1	3	2	3	.	.	.	2	1	+
	1	1	1	1	1	1	1	+	.	.	+	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
	.	.	+	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	r
	.	.	.	+	.	1	1	.	.	+	.	.	.	.
	+	.	.	.	+	.
	+	.	1	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.
	1	1	1	+	1	1	2	.	1	+	+	+	2	+
	1	+	1	+	+	1	+	.	r	.	r	+	r	.
	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
	1	1	+	+	.	+	+	.	.	.	.	r	r	.
	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.

	.	.	r	.	.	.	.	.	.	r	.	r	1	+
	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+	.
	+	+	+	.	+	+	+
	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
	.	.	.	+	1	.	+	.	.	+	+	+	1	+
	+	+	1	1	1	1	1	.	2	1	+	+	1	1
	.	.	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
	+
	.	.	.	5	1	.	.	r	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r
	+
	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.

Tabella 4. Rilevamenti effettuati nell'area di studio nel 1999-2000 (Bertacchi *et al.*, 2004, modificato). ST = Strato.

ST	N° DEL RIL.	119	57	151	181b	154b	183b
	Altitudine (m)	370	320	250	250	250	280
	Esposizione	S	SW	W	SW	SW	SW
	COPERTURA (%)	100	100	70	70	90	100
	n° SPECIE	12	16	12	17	13	15
3	<i>Arbutus unedo</i>	1	.	2	.	1	3
3	<i>Erica arborea</i>	1	1	1	2	2	2
3	<i>Fraxinus ornus</i>	+	.	.	.	.	.
3	<i>Pinus pinaster</i>	4	4	3	1	.	.
3	<i>Quercus ilex</i>	.	.	.	.	.	1
3	<i>Quercus suber</i>	.	.	.	1	2	1
2	<i>Arbutus unedo</i>	1	2	+	1	.	.
2	<i>Cistus monspeliensis</i>	.	.	.	.	.	.
2	<i>Cistus salvifolius</i>	+	.	+	.	+	+
2	<i>Cytisus villosus</i>	.	.	.	1	1	1
2	<i>Erica arborea</i>	+	4	.	+	+	+
2	<i>Erica scoparia</i>	.	.	.	2	1	2
2	<i>Genista pilosa</i>	.	.	.	.	+	+
2	<i>Hedera helix</i>	.	.	+	.	.	.
2	<i>Lonicera implexa</i>	.	+	.	.	.	.
2	<i>Myrtus communis</i>	.	.	+	+	+	1
2	<i>Phyllirea angustifolia</i>	.	+	.	1	.	.
2	<i>Pinus pinaster</i>	.	+	.	1	.	.
2	<i>Quercus ilex</i>	.	.	.	.	.	+
2	<i>Rubia peregrina</i>	.	+	.	.	.	.
2	<i>Smilax aspera</i>	.	+	.	.	.	.
1	<i>Pinus pinaster</i>	.	+	+	1	.	.
1	<i>Arbutus unedo</i>	+	+	+	.	.	.
1	<i>Briza maxima</i>	.	.	.	+	.	.
1	<i>Calluna vulgaris</i>	r	r	+	.	.	r
1	<i>Cistus salvifolius</i>	.	.	.	+	.	+
1	<i>Daphne gnidium</i>	.	.	.	+	.	.
1	<i>Dorychnium irsutum</i>	.	.	.	+	.	+
1	<i>Erica arborea</i>	.	+	.	+	.	.
1	<i>Fraxinus ornus</i>	.	.	+	.	.	.
1	<i>Genista pilosa</i>	.	.	+	+	.	+
1	<i>Lysimachia arvensis</i>	.	+	.	.	.	.
1	<i>Myrtus communis</i>	+	+	+	.	.	.
1	<i>Briza maxima</i>	.	.	.	+	.	.
1	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	+	+	.	.	1	1
1	<i>Pteridium aquilinum</i>	1	1	.	+	.	.
1	<i>Quercus pubescens</i>	r	.	.	.	.	.
1	<i>Rubia peregrina</i>	+	1	.	.	+	.
1	<i>Rubus ulmifolius</i>	+	+	+	+	.	.
1	<i>Smilax aspera</i>	.	+	+	.	.	.
1	<i>Teucrium chamedrys</i>	.	.	.	+	.	.
1	<i>Viburnum tinus</i>	.	.	r	.	.	.
1	<i>Dioscorea communis</i>	.	r	.	.	.	.
1	<i>Polygala nicaensis</i>	.	.	.	r	.	.
1	<i>Lavandula stoechas</i>	.	.	.	1	+	+
1	<i>Tuberaria guttata</i>	.	.	.	r	.	.
1	<i>Pulicaria odora</i>	.	.	.	.	+	+

DISCUSSIONE

Il passaggio del fuoco e la conseguente distruzione della vegetazione, quando l'incendio supera una determinata intensità, rappresenta un elemento di disturbo importante dell'ecosistema e, di conseguenza, è ed è stato un importante agente plasmatore del paesaggio vegetale nella biocora mediterranea (Spada, 1993).

I processi silvigenetici di ripresa della vegetazione che ne derivano, sembrano seguire il modello successionale della autosuccessione e le fitocenosi riformano sé stesse in base alla composizione floristica iniziale (Egler, 1954, Mazzoleni & Esposito, 1993). Tuttavia, fattori strettamente connessi agli incendi quali stagionalità, frequenza, intensità e superficie percorsa possono determinare un cambio di composizione floristica e la conseguente formazione di comunità vegetali nuove, in evoluzione verso aspetti di vegetazione potenziale o, viceversa, verso aspetti di degradazione (Mazzoleni & Esposito, 2004). Nello specifico del paesaggio vegetale del Monte Pisano, quanto sopra affermato si somma ad una antica trasformazione ad uso antropic del paesaggio forestale. Le considerevoli estensioni delle superfici forestate a pino marittimo sono da considerarsi in ogni caso il retaggio di piantumazioni antiche (Targioni Tozzetti, 1768; Pelosini, 1890) e recenti (Cosci & Giacobbe, 1953; Bucciatti, 1974) e i meccanismi successionali di ripresa della vegetazione, negli ultimi 50 anni di incendi, sono in gran parte ripartiti da queste superfici già non naturali.

In questo contesto, i sopracitati elementi di stagionalità, frequenza, intensità e superficie degli incendi hanno, almeno in parte, modificato il paesaggio vegetale del versante pisano e, nella fattispecie, in misura importante nell'area da noi indagata.

I dati floristico-vegetazionali ottenuti nel 2010 ma soprattutto nel 2018 rivelano, anche dal confronto con quanto rilevato negli anni 1999-2000 (Tab. 4), una trasformazione in atto del preesistente (ma non primigenio) paesaggio della pineta. Dove insisteva ancora la pineta matura, il fuoco ha rideterminato una copertura e una dominanza importante del pino, senza sostanziali cambiamenti sulla florula dei popolamenti vegetazionali (cfr. Tab. 3 gruppo A, e Tab. 4 ril. 119, 57 e 151) anche se evidenziando, nel 2018, ovvie differenti strutturali. Qui si è sostanzialmente espressa una autosuccessione. Nelle aree precedentemente percorse dal fuoco, con l'incendio del 2009, la successione vegetazionale era invece ripartita da macchie dominate e caratterizzate soprattutto da corbezzolo, erica arborea, mirto e fillirea, seppure con ancora presenza di pino marittimo, in stadio giovanile (cfr. Tab. 3 gruppo B e Tab. 4 ril. 181b). Nel 2018 il pino appare in evidente regressione e sembra in divernire una successione secondaria verso una macchia alta di sclerofille sempreverdi. Nel 2009, in una parte di

queste superfici era già presente una successione secondaria a *Q. ilex* e *Q. suber* (Tab. 4 rill. 154 b, 183b), in superfici dove il pino era in evidente regressione. Il ripetersi di incendi ha successivamente favorito *Q. suber* nella sua espansione (Tab. 3, gruppo C), anche se con coperture diverse, sempre presente in tutti i rilevamenti (cfr rill. Tab. 3 vs Tab. 4). Grazie alle sue grandi capacità di resistenza al fuoco e di ricaccio vegetativo aereo, *Q. suber* come d'altro canto noto per la penisola iberica ed altre aree del mediterraneo, spesso può dare luogo a una comunità "pyroclimax" (Métro, 1975), ovverosia una successione secondaria in equilibrio con un regime di incendi ripetuti (Pausas, 1997; Silva & Catry, 2006). Almeno da quanto si deduce dal rilevamento 9 (Tab. 3), che alla data del rilievo del 2018 non era mai stato percorso dal fuoco e non presentava segni evidenti di ceduzione recente, la macchia alta a sughera sembrerebbe il tipo vegetazionale potenziale della vallecchia di Crespignano, ascrivibile al *Fraxino ornitho-Quercion ilicis* Biondi, Casavecchia & Gigante 2003 e rientrante nell'habitat 9930 sottotipo 45.21 (sensu Direttiva Habitat 92/43). Il trend evolutivo del paesaggio vegetale dell'area, appariva quindi ricondurre, in misura differenziata, verso la pineta a *P. pinaster* da una lato e la macchia a *Q. suber* dall'altro, con fisionomie floristico vegetazionali intermedie. Dove era presente una elevata copertura di pineta matura o, in ogni caso, con un importante contingente di individui di pino con coni chiusi, l'incendio non aveva altro che rifavorito la sua dispersione, germinazione e ricrescita, in linea con quanto ampiamente riportato in letteratura per altri contesti geografici (Alvarez *et al.*, 2007; Calvo *et al.*, 2008). Dove il pino era stato precocemente – in quanto ancora immaturo – investito dal fuoco, si è rarefatto sino alla scomparsa, sostituito da specie pirofite attive arbustive, con grande capacità di ricaccio dal colletto, o da pirofite passive arboree con ricacci aerei, quali la sughera.

Alla data della redazione dei primi risultati di questa indagine, come riportato in introduzione, un altro e ben più vasto incendio ha reinvestito con grande intensità l'area indagata (24, 25 settembre 2018).

Appare oggi quindi piuttosto prematuro ipotizzare il trend evolutivo del paesaggio vegetale dell'area. Tuttavia, in base a osservazioni in corso (2019) non riportate nel presente studio, il nuovo incendio non ha unicamente ricondotto il manto vegetale alla situazione pre-incendio 2009, ma ne ha ulteriormente modificato con molta probabilità la rigenerazione. Infatti se ad oggi si possono osservare in una parte dinamiche di ripresa vegetativa del tutto simili a quelle del post-incendio precedente, con ricaccio vegetativo e/o germinazione di tutti gli elementi della macchia, il rinnovo del pino marittimo appare in gran parte esaurito e il paesaggio vegetale sembra andare nella direzione della macchia termofila. Tuttavia solo un rinnovato monitoraggio

con nuovi rilievi sulle medesime stazioni, ci consentirà una comprensione migliore dell'evoluzione del paesaggio vegetale in questo territorio.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare il Dott. F. Drosera del servizio AIB, Regione Toscana e il Sig. F. Casella del Comune di Calci per la gentile e preziosa collaborazione. Un particolare ringraziamento alla Dott.ssa E.J. Shepherd, Responsabile Aerofototeca Nazionale per la sua disponibilità.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ R., VALBUENA L., CALVO L., 2007. Effect of high temperatures on seed germination and seedling survival in three pine species (*Pinus pinaster*, *P. sylvestris* and *P. nigra*). *International Journal of Wildland Fire* 16(1): 63-70.
- BERTACCHI A., SANI A., TOMEI P.E., 2004. *La vegetazione del Monte Pisano*. Felici Editore, Pisa.
- BLASI C., BOVIO G., CORONA P., MARCHETTI M., MATURANI A., 2004. *Quadro dei contenuti e dei riferimenti concettuali*. In: Blasi C. *et al.* (a cura di), Incendi e Complessità Ecosistemica. Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale. MATTM, DPN, Palombi Editori, Roma, pp. 13-17.
- BOVIO G., 1992. Linee metodologiche per la pianificazione Antincendi boschivi. *Monti e Boschi* 1: 243-272.
- BOVIO G., 2015. *Prevenzione selvicolturale degli incendi boschivi*. In: Atti del II Congresso Internazionale di Selvicoltura. Progettare il futuro per il settore forestale, Firenze, 26-29 novembre 2014, Vol. 1, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze: 408-415. ISBN 978-88-87553-21-5. <http://dx.doi.org/10.4129/2cis-gb-pre>
- BRAUN-BLANQUET J., 1932. *Plant sociology: the study of plant communities*. McGraw-Hill, New York.
- BUCCIAMANTI M., 1974. Il pino marittimo in Toscana. *Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali* 23: 219-260.
- CALVO, L., SANTALLA, S., VALBUENA, L., MARCOS, E., TÁRREGA, R., LUIS-CALABUIG, E., 2008. Post-fire natural regeneration of a *Pinus pinaster* forest in NW Spain. *Plant Ecology* 197(1): 81-90.
- COSCI G., GIACOBBE A., 1953. *Il rimboscimento dei Monti Pisani*. Tesi di Laurea, a.a. 1952-53. Facoltà di Agraria, Università di Pisa.
- D.R.E.AM. ITALIA 2016. *Piano dei punti strategici di gestione per la prevenzione dagli incendi boschivi Monte Pisano – versante Pisa*. Regione Toscana, Firenze.
- EGLER F.E., 1954. Vegetation science concepts. 1. Initial floristic composition - a factor in old-field vegetation development, *Vegetatio* 4: 412-418.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D., 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4, issue 1, art. 4. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- KEELEY, J.E., BOND, W.J., BRADSTOCK, R.A., PAUSAS, J.G., RUNDEL, P.W., 2011. *Fire in Mediterranean ecosystems: ecology, evolution and management*. Cambridge University Press, Cambridge.

- MARCHETTI M., RICOTTA C., 2004. *Struttura del paesaggio*. In: Blasi C. *et al.* (a cura di), Incendi e Complessità Ecosistemica. Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale: 28-29. MATTM, DPN, Palombi Editori, Roma.
- MAZZOLENI S., ESPOSITO A., 1993. *Vegetative regrowth after fire and cutting of mediterranean macchia species*. In: Trabaud, L., Prodrón, R. (eds), Fire in Mediterranean ecosystems: 87-99. Ecosystems Research Report N 5, Commission of the European Communities, Brussels.
- MAZZOLENI S., ESPOSITO A., 2004. *Successioni secondarie*. In: Blasi C. *et al.* (a cura di), Incendi e Complessità Ecosistemica. Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale: 244-252. MATTM, DPN, Palombi Editori, Roma.
- METRO A., 1975. *Dictionnaire forestier multilingue. Terminologie forestiere: sciences forestieres, technologie, pratiques et produits forestiers*. CILF, Paris.
- NAVEH Z., 1989. *Fire in the Mediterranean - A landscape ecological perspective*. In: Goldammer, J.G., Jenkins, M.J. (eds), Fire in ecosystems dynamics: 1-20, SPB Academic Publishing, The Hague.
- PAUSAS J.G., 1997. Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire. *Journal Vegetation Science* 8: 703-706.
- PELOSINI N.F., 1890. *Ricordi, tradizioni e leggende dei Monti Pisani*. Tipografia di Francesco Mariotti, Pisa.
- PIGNATTI S., GUARINO R., LA ROSA M., 2017a. *Flora d'Italia*. II Edizione. Vol. 1. Edagricole, Bologna.
- PIGNATTI S., GUARINO R., LA ROSA M., 2017b. *Flora d'Italia*. II Edizione. Vol. 2. Edagricole, Bologna.
- PIGNATTI S., GUARINO R., LA ROSA M., 2018. *Flora d'Italia*. II Edizione. Vol. 3. Edagricole, Bologna.
- PIGNATTI S., GUARINO R., LA ROSA M., 2019. *Flora d'Italia*. II Edizione. Vol. 4. Edagricole, Bologna.
- PROTEZIONE CIVILE MONTEPISANO - CALCI, 2016. *Dall'analisi storica degli incendi boschivi sul monte pisano al piano sperimentale dei punti strategici di prevenzione AIB*. <http://protcivile.comune.calci.pi.it/2016/07/08/dallanalisi-storica-degli-incendi-boschivi-sul-monte-pisano-al-piano-sperimentale-dei-punti-strategici-di-prevenzione-aib/>
- RAPETTI F., VITTORINI S., 1994. *I caratteri del clima*. In: Mazzanti M., La pianura di Pisa e i rilievi contermini. *Memorie della Società Geologica Italiana* 50: 103-132.
- REGIONE TOSCANA. geoscopio, db geologico: <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/geologia.html> [accessed December 7, 2018]
- REGIONE TOSCANA. geoscopio, fototeca: <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/fototeca.html> (accessed from March 12, 2018 to June 20, 2019)
- SILVA J.S., CATRY F., 2006. Forest fires in cork oak (*Quercus suber* L.) stands in Portugal. *International Journal of Environmental Studies* 63(3): 235-257.
- SPADA F., 1993. *Incendi e vegetazione potenziale nell'Italia mediotirrenica*. In: Mazzoleni S., Aronne G. (a cura di), Introduzione all'ecologia degli incendi: 43-72. Liguori Editore, Napoli.
- TARGIONI-TOZZETTI, G., 1768. *Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana per osservare le produzioni naturali, e gli antichi monumenti di essa*. Edizione seconda con copiose giunte. Vol. 1. Stamperia Granducale, per Gaetano Cambiagi, Firenze.
- TRABAUD L., 1981. *Man and Fire: impacts on mediterranean vegetation*. In: Di Castri, F., Goodall, D.W., Specht, R.L. (eds), Ecosystems of the World 11: Mediterranean type shrublands: 523-537. Elsevier, Amsterdam.

(ms. pres. 15 dicembre 2019; ult. bozze 15 dicembre 2020)

Edizioni ETS

Palazzo Roncioni - Lungarno Mediceo, 16, I-56127 Pisa

info@edizioniets.com - www.edizioniets.com

Finito di stampare nel mese di dicembre 2020